

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
балону кульового

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

Валентин РУДНЯНИН

Керівник

Віталій СЕНЧИШИН

Рецензент

Богдан БЕРЕЖЕНКО

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

РУДНЯНИНУ Валентину Васильовичу

Тема роботи Проект вдосконалення технологічного процесу виготовлення
балону кульового

Керівник роботи СЕНЧИШИН Віталій Степанович
(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 Організація протипожежного водопостачання на підприємстві

5.2 Техніка безпеки при зварювальних роботах на висоті

Перелік графічного матеріалу

1. Технологічний процес виготовлення балону кульового – 1.0 (форм. А1)

2. Складальне креслення балону кульового – 1.0 (форм. А3)

3. Складальне креслення кондуктора складального – 1.0 (форм. А1)

4. Складальне креслення обертача зварювального – 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)

Валентин РУДНЯНИН

(ім'я, прізвище)

Керівник роботи

(підпис)

Віталій СЕНЧИШИН

(ім'я, прізвище)

АНОТАЦІЯ

Процеси зварювання відіграють важливу роль при виготовленні металевих конструкцій будь-якого рівня складності. Особливістю технологічного процесу виготовлення балону кульового 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 spherical tank 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	13
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	17
2.1 Технічне обґрунтування вибраного способу зварювання	17
2.2 Вибір зварювальних матеріалів	18
2.3 Вибір та розрахунок параметрів режиму зварювання	19
2.4 Вибір і обґрунтування зварювального устаткування	24
2.5 Вибір методу контролю якості виробу	27
2.6 Опис вибраного технологічного процесу виготовлення зварної конструкції	29
2.6.1 Заготівельні операції	29
2.6.2 Складальні операції	31
2.6.3 Складально-зварювальні операції	31

					<i>КР.422.13.00.00.000.ПЗ</i>			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Руднянин			Проект вдосконалення техно- логічного процесу виго- товлення балону кульового Пояснювальна записка	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Сенчишин					4	70
Реценз.		Береженко				ВСП «ТФК ТНТУ», гр. ПМ-422ск		
Н. Контр.		Залуцька						
Затв.		Дранівська						

2.6.4	Опоряджувальні операції	.	.	.	.	.	32
2.6.5	Допоміжні операції	.	.	.	.	.	32
2.6.6	Контроль якості	.	.	.	.	.	33
2.7	Нормування технологічного процесу виготовлення зварної						
	конструкції і витрат матеріалів та електроенергії	.	.	.	.	.	33
3	КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	.	.	.	.	.	36
3.1	Обґрунтування вибору типу пристосувань, які застосовуються при						
	виготовленні конструкції.	.	.	.	.	.	36
3.2	Опис роботи зварювального пристосування	.	.	.	.	.	37
4	ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ	.	.	.	.	.	40
4.1	Розрахунок кількості обладнання	.	.	.	.	.	40
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	.	.	.	.	.	58
5	ОХОРОНА ПРАЦІ	.	.	.	.	.	61
5.1	Організація протипожежного водопостачання на підприємстві	.	.	.	.	.	61
5.2	Техніка безпеки при зварювальних роботах на висоті	.	.	.	.	.	62
	ВИСНОВКИ	.	.	.	.	.	66
	ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	.	.	.	.	.	67
	ДОДАТКИ	.	.	.	.	.	70

ВСТУП

Зварювальне виробництво є головним сегментом розвитку промисловості будь-якої країни. Тому завдяки йому стало можливим виготовлення металевих конструкцій складних форм і перерізів, які неможливо було б виготовити будь-яким іншим способом або це викличе надмірні втрати ресурсів, що є недоцільним з економічної точки зору. Нероз'ємні з'єднання утворюються за допомогою зварювання або клепаання, але зварні мають беззаперечну перевагу, тому що вони є більш технологічними, економічно вигідними, а найголовніше це те, що можливо формувати герметичні шви, які неможливо було створити існуючими методами з'єднань металів. Крім паяння, однак цей процес є також спорідненим зі зварюванням.

Формування зварного з'єднання відбувається за умови незворотного термодинамічного процесу, результатом чого є створення нових атомно-молекулярних зв'язків під дією теплової енергії або енергії тиску та утворення нового монолітного прошарку матеріалу. Характерною особливістю протікання зварювального процесу є імовірність утворення дефектів, таких як шлакових включень, пор, напливів, підрізів, незаварених кратерів і тріщин, які суттєво погіршують властивості зварного з'єднання чи взагалі роблять його непридатним для експлуатації. Визначення дефектів зварних швів можливе із застосуванням руйнівних або неруйнівних методів контролю якості.

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].

					КР.422.13.00.00.000.ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Можливості процесів зварювання враховуючи стан сучасного науково-технічного рівня практично є необмеженими. Тому що вони застосовуються майже у всіх галузях промисловості та народного господарства. Даному процесу піддаються не тільки метали, але і пластмаси, а в останні десятиліття зварювальні технології застосовуються і в медицині – для розрізання та з'єднання живих тканин. Зварювальні роботи зараз виконуються як у звичайних умовах, так і під землею, під водою, на значних висотах, а також і в космосі завдячуючи нашим вченим Інституту електрозварювання імені Є.О. Патона, як основному науковому центрі, де здійснювалися основні розробки та відкриття зварювальної науки.

					КП ВЗК 422.13.00.00.000 ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Опис конструкції зварного виробу

Балон кульовий є зварною металевою конструкцією, для якої характерна сферична форма. Основне його призначення – це зберігання і транспортування горючих газів у домашньому вжитку, завдяки своїй компактній формі. Вигляд кульового балону із зазначенням його складових деталей показаний на рисунку 1.1.

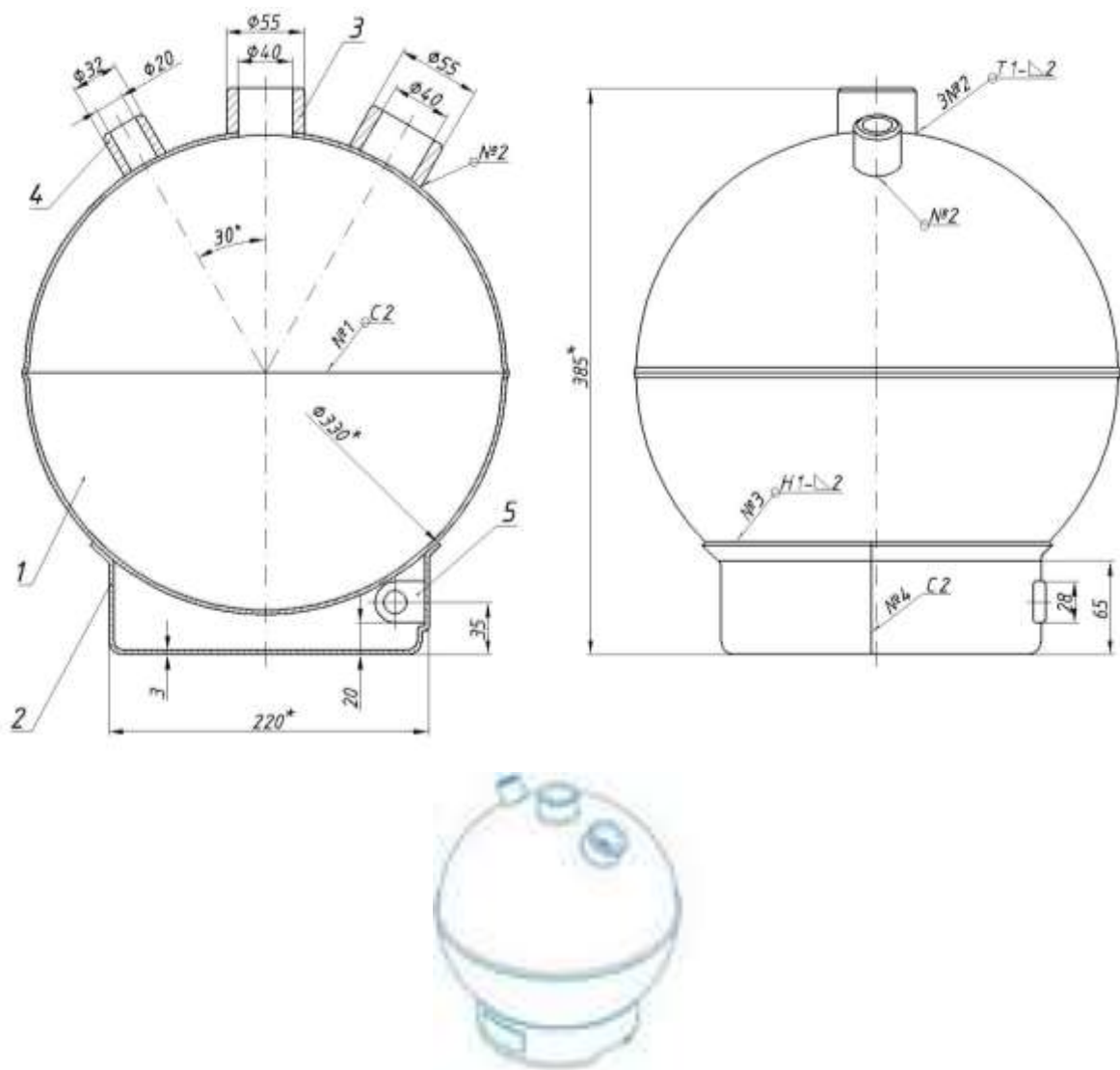


Рисунок 1.1 – Загальний вигляд балону кульового

1 – півсфера, 2 – башмак, 3 – патрубок $\phi 55$, 4 – патрубок $\phi 32$, 5 – вставка

					КР.422.13.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

Балон виготовляється із металу товщиною 3 мм. Він є суцільно-зварною конструкцією, тому високі вимоги пред'являються до зварних швів, які крім достатньої міцності повинні бути герметичними. Так як можливі пропускання газу може призвести до аварійної ситуації – вибухів, пожеж, а від цього безпосередньо залежить життя і здоров'я оточуючих.

Основу кульового балону складають дві півсфери, що між собою з'єднуються стиковим швом та формують одну сферу із зовнішнім діаметром 330 мм. При цьому висота конструкції рівна 385 мм.

1.1.1 Технічні вимоги до зварного виробу

Якість кульового балону та його надійність в експлуатаційних вимогах забезпечується технічними умовами, які рекомендуються у складальних кресленнях та інструкційних картах.

Окремими технічними вимогами, що стосуються кульового балону є такі:

1) відповідність основного металу і технологічних матеріалів, які забезпечують необхідні роботи конструкції та певні механічні властивості, такі як міцність, ударна в'язкість та інші;

2) необхідна точність, геометрична форма та розміри складальної конструкції, що повинна надходити в експлуатаційне середовище і служити до кінцевого терміну;

3) правильне технологічне устаткування, що супроводжує на заготівельних, складальних і зварювальних операціях, воно забезпечує якісні технічні процеси конструкції та переміщує її в умови експлуатації;

4) конструкція балону є зварною, тому вирішальне значення мають зварні з'єднання, які повинні бути суцільним монолітом без ніяких включень та пошкоджень, якщо на стиках кромок є зовнішні чи внутрішні дефекти, то

					КР.422.13.00.00.000.ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

весь виріб повинен бути бракованим і механічно розділеним на окремі деталі або металобрухт, який складають на відповідних ділянках.

1.2 Характеристика матеріалу зварного виробу

Для забезпечення технологічної відповідності конструкції, а також враховуючи технічні та економічні показники, для виготовлення кульового балону використовується конструкційна сталь звичайної якості марки Ст3Гпс. Хімічний склад сталі приведений в таблиці 1.1 [2].

Таблиця 1.1 – Хімічний склад сталі Ст3Гпс, %

C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Cu	As
				не більше				
0,14-0,22	0,80-1,1	0,15	0,04	0,05	0,30	0,30	0,30	0,08

Сталь Ст3Гпс виготовляється згідно стандарту, тому її механічні властивості для гарячекатаного прокату представлені в таблиці 1.2 [2].

Таблиця 1.2 - Механічні властивості сталі Ст3Гпс

Границя текучості, σ_{02} , МПа	Границя міцності σ_B , МПа	Відносне видовження, δ_5
245	370-490	26

Здатність металу добре зварюватись оцінюється за визначенням еквівалентного вмісту вуглецю $C_{екв}$ [3, с.127]:

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

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

					КР.422.13.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

Отже:

$$C_{екв} = 0,22 + \frac{1,1}{6} + \frac{0,15}{24} + \frac{0,30}{10} + \frac{0,30}{5} + \frac{0,30}{15} = 0,519 \quad \%$$

Дана марка сталі містить підвищену кількість марганцю, що добре впливає на зварювальний процес, а також покращує ударну в'язкість. Покращення корозійної стійкості сталі відбувається за рахунок невеликої кількості міді (0,3-0,4%).

Із проведеного визначення еквівалентного вмісту вуглецю впливає, що для забезпечення доброго зварювання сталі необхідний її попередній підігрів. Для надійного захисту розплавленого металу від дії повітря потрібно вибрати раціональний спосіб зварювання, а також забезпечити чистоту стикувальних торців. Для покращення властивостей зварних з'єднань, після зварювання доцільно проводити термічне оброблення (нормалізація температурою до 950 °C і відпуск 600-650 °C).

1.3 Технічні умови на виготовлення зварної конструкції

1.3.1 Вимоги до матеріалів і напівфабрикатів

До основних вимог, які ставляться до матеріалів при виготовленні балону кульового є можливість його надійної експлуатації протягом визначеного терміну служби при відповідних робочих умовах (тиск, інтервал робочих температур), властивостей навколишнього середовища (вибухонебезпечність, токсичність, корозійна агресивність) та ін.

Якість матеріалів і напівфабрикатів повинна бути підтверджена відповідними сертифікатами підприємства-постачальника відповідно до діючих стандартів і технічних умов. Якщо є деякі відхилення у властивостях отриманих матеріалів або їх сертифікат відсутній, то додатково підприємство-виробник проводить випробування і дослідження з метою виявлення їх

					КР.422.13.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

відповідності нормативній документації та затверджують протоколом, який доповнює або замінює відповідний сертифікат.

Листовий метал, що використовується для виготовлення балону повинен поставлятися у термообробленому стані з вмістом фосфору і сірки по об'ємі не більше 0,035% з визначенням наступних механічних властивостей:

- границі текучості при температурі + 410 °C із зусиллям 155 МПа;
- ударної в'язкості при температурі – 20 °C у відповідних умовах.

1.3.2 Вимоги до шорсткості, геометричності форми та розмірів

Виготовлення конструкцій повинно виконуватись відповідно до операцій технологічного процесу, в якому існують певні неточності, відхилення, які повинні знаходитись в полі допусків, які передбачені відповідними стандартами або технічними умовами на виготовлення подібних конструкцій. Так допускається відхилення зовнішнього діаметра півсфери $\pm 1\%$ від номінального розміру діаметра.

Зміщення кромки одна відносно іншої при стикуванні листів не повинно бути більшим 10% номінальної товщини листа.

Допустимі відхилення на зазор між кромками з примусовим формуванням кореня шва, при виконанні зварювання напівавтоматичним способом – $\pm 1,5$ мм.

Показники шорсткості поверхонь приймаються наступними: при товщині деталі менше 60 мм – $R_z < 1000$ мкм, а якщо товщина деталей більша, то значення шорсткості вже не регламентується, але воно повинно знаходитись в полі допуску значень відповідного лінійного розміру.

Також потрібно врахувати можливість деформування конструкції при її кантуванні і транспортуванні та вживати певних заходів для збереження геометричної форми і розмірів, які були задані ще на етапі складання.

					КР.422.13.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

1.3.3 Вимоги до зварних з'єднань виробу

Всі вимоги, які стосуються зварних з'єднань полягають у порівнянні їх властивостей з основним металом, в ідеальному випадку вони повинні бути рівнозначними. Показником роботи з'єднань є їх надійність, яка характеризує властивості міцності та витривалості, щодо впливу на них зовнішніх навантажень.

Властивості з'єднань визначає їх структура та присутність дефектів – тріщин, пор, сторонніх включень, непроварів, пропалень та ін., суттєво впливають на їх якість і надійність, отже особливу увагу слід приділити технології зварювання та контролю якості швів. В загальному якість виробу визначається технологією виготовлення, тому в процесі проектування потрібно враховувати доцільність вибору матеріалів способу зварювання, складальних пристосувань, методу отримання заготовок та контролю якості, що дозволяють отримати бездефектне виробництво балонів.

1.3.4 Вимоги до складання

Складання є одною з основних операцій технологічного процесу виготовлення кульового балону, яке полягає у послідовному з'єднанні деталей відповідно до технологічних карт та наступному їх фіксуванні і закріпленні. Процес складання повинен враховувати створення найкращих умов для виконання наступної операції – зварювання та виконуватись згідно вимог вказаних на кресленнях.

Процес складання повинен виконуватись із врахуванням ряду вимог:

- необхідна точність складання, яка контролюється за допомогою спеціальних приладів та інструментів;
- рівномірність зазорів між торцями складальних деталей без їх перекосів і зміщень;

					КР.422.13.00.00.000.ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- використання спеціальних пристосувань, які забезпечують необхідну точність складання і високу продуктивність даного процесу;
- складання конструкції відповідно до вимог та рекомендацій складального креслення.

1.3.5 Вимоги до якості зварної конструкції

Якість зварних конструкцій визначається чинниками, що пов'язані із технологією виготовлення, застосовуваними матеріалами, технологічним персоналом та кваліфікацією персоналу, що задіяний у виготовленні металоконструкцій. Крім того на якість впливають режими виконання зварювання, оскільки надмірні їх значення призводять до вигорання металу та збільшення зони термічного впливу, яка як відомо має знижені механічні властивості, що негативно проявляється в процесі експлуатації виробів і конструкцій.

Тому якість зварних конструкцій характеризується наступним:

- відсутність дефектів, як у зварних швах, так і в основному металі;
- складання згідно технології, яка визначає потрібну точність від якої залежить форма і геометричні розміри;
- контроль якості на всіх етапах виготовлення конструкцій.

Всі вимоги, що пред'являються до якості зварних виробів і конструкцій, повинні бути вказані у відповідній документації.

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

На стадії заготівельних операцій здійснюють правлення прокату в спеціальних правильних машинах. Потім відбувається штампування у холодному стані. Після цього відбувається розмічування та різання прокату на

					<i>KP.422.13.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

заготовки відповідно до креслення. Порізані заготовки зачищають від бруду, іржі та окалини, яка утворилась після термічного та хімічних способів оброблення. Після виконання всіх заготівельних операцій заготовки поступають на складально-зварювальні операції.

Складання балону відбувається в спеціальному складально-зварювальному пристосуванні з гвинтовими притискачами. На пристосуванні деталі кульового балону розміщують згідно з кресленням та притискають. Після цього виконують прихоплення у відповідних місцях за допомогою напіваавтоматичного зварювального апарата. Прихоплення виконують відповідно до вимог та креслення. Коли всі елементи балону складені, виконують зварювання за допомогою того ж обладнання, що і прихоплення. Параметри режиму зварювання приведені в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 - Параметри режиму зварювання у вуглекислому газі

Катет шва, мм	2
Діаметр електродного дроту, мм	0,8
Струм зварювання, А	80
Напруга на дузі, В	20
Швидкість зварювання, м/год	16
Швидкість подачі електродного дроту, м/год	165
Витрати вуглекислого газу, л/хв	9
Виліт електродного дроту, мм	12

Існуючий технологічний процес виготовлення кульового балону характеризується недоліками, які пов'язані із застосуванням ручних затискних пристроїв. Це збільшує час і трудомісткість виконуваних на ньому робіт, тому що для приведення їх в дію потрібна додаткова людська сила.

Виконавши складання і зварювання конструкції, потім проводяться різні опоряджувальні і допоміжні роботи, які пов'язані із зачищенням зварних з'єднань та контактуючих з ними поверхонь деталей.

Контроль зварних швів виконують візуально-оптичним і пневмо-гідравлічним методом контролю якості на наявність нещільності швів – теч.

Після проходження зварною конструкцією контрольних операцій, вона поступає на фарбування і після того на склад готової продукції. Недоліками існуючого процесу виготовлення балону кульового є:

- значні затрати часу на складання конструкції, що зумовлене використанням ручних затискачів та притискачів;
- зварювання CO_2 приводить до значного розбризкування електродного металу, що збільшує час на зачищення виробу;
- використовується зношене зварювальне устаткування.

Для виправлення цих недоліків існуючого технологічного процесу потрібно:

- замінити захисний газ CO_2 на суміш газів Ar (75%) + CO_2 (25%);
- замінити гвинтові притискачі на швидкодіючі;
- підібрати та впровадити нове зварювальне обладнання.

					КР.422.13.00.00.000.ПЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Технічне обґрунтування вибраного способу зварювання

Важливість виконання зварювального процесу характеризується від якості всієї конструкції та зварних з'єднань. Для вибору способу зварювання кульового балону потрібно враховувати конфігурації деталей, методи їх обробки, положення виконання з'єднань та можливість розроблення крайок із наступними стикувальними зазорами.

Зварні з'єднання в основному зварюються переривчастими та суцільними швами.

Проаналізувавши даний тип конструкції, її зварювання може відбуватися наступними способами:

- ручним покритими електродами;
- напіваавтоматичним в захисній атмосфері;
- автоматизованим в захисній атмосфері;
- під шаром флюсу на автоматичних установках.

Ручний спосіб зварювання є прийнятним та простим для виготовлення балону, так як має високу маневреність, але враховуючи особливості серійного виробництва, то даний метод застосовувати не надто доцільно.

Напіваавтоматичне зварювання в захисних газах має більшу продуктивність порівняно з ручним, але для даного способу характерне надмірне розбризкування електродних крапель. Також даний метод характеризується істотним впливом людського фактору, що не дуже добре впливає на загальну якість виготовлених виробів.

Зменшений людський фактор впливу мають автоматизовані способи зварювання, оскільки обладнанням коригують оператори, а всі особливості проведення процесу виконує автоматика. До даних способів зварювання відноситься і під флюсом, яке забезпечує високу якість з'єднань за рахунок дієвого захисту зварювальної зони, також продуктивність процесу на досить

					КР.422.13.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

високому рівні. Відносно недоліків, то даним методом можливе виконання швів тільки у нижньому положенні, а також велика їх протяжність з стикуванням деталей відповідної товщини.

Тому проаналізувавши конфігурацію і габаритні розміри кульового балону, зупинимося на напівавтоматичному способі зварювання в захисних газах. Даний метод виконується із застосуванням інверторних апаратів, володіє високою якістю утворення з'єднань при будь-якому доступному положенні. З можливістю застосування захисної суміші Ar 75% та CO₂ 25%, це забезпечує кращий захист та провар металу з додатковим струминним перенесенням електродного дроту, без нагромадження поверхонь розбризкувальними краплями.

Можлива схема зварювання в захисних газах є представлена на рисунку 2.1.

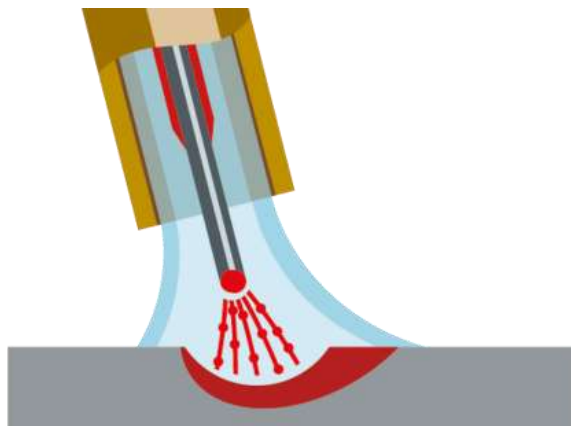


Рисунок 2.1. – Схема напівавтоматичного зварювання у суміші захисних газів

2.2 Вибір зварювальних матеріалів

Зварювальні матеріали вибирають в залежності від умов отримання бездефектної структури металу шва, які відповідають по своїх властивостях вимогам, що необхідні при експлуатації конструкції.

					КР.422.13.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

Оскільки кульовий балон виготовляється із конструкційної якісної сталі Ст3Гпс, то необхідно вибрати таку марку зварювального дроту, яка б дозволяла отримувати бездефектні зварні з'єднання при виконанні процесу зварювання. Враховуючи ці рекомендації вибираємо зварювальний дріт марки Св-08Г2С (EWM SW 70S G3), за рахунок вмісту марганцю і кремнію він дозволяє отримувати якісні зварні шви чим і задовольняють потрібну нам умову.

В таблиці 2.1 представлено хімічний склад зварювального дроту.

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

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

Для захисту розплавленого металу від шкідливої дії навколишнього середовища використовуємо суміш захисних газів, яка складається з 75% аргону і 25% вуглекислого газу згідно EN 439-1995. Перевагами її над звичайним CO₂ є кращі умови перенесення електродного металу і формування металу шва.

2.3 Вибір та розрахунок параметрів режиму зварювання

Зварні з'єднання, якими зварюється металева конструкція, повинні мати відповідні розміри та експлуатаційні характеристики. Важливою вимогою є їх розрахунок на міцність, що дозволяє витримувати певні навантаження в процесі роботи не руйнуючись. Кульовий балон складається із таких з'єднань – таврових (Т1), напусккових (Н1) та стикових (С2). Більшість швів є тавровими

та напускними, тому їхній катет повинен становити 2 мм, що відповідає вибраній умові міцності. Розрахунок параметрів режиму буде виконуватись для з'єднання вигляд якого зображений на рисунку 2.2.

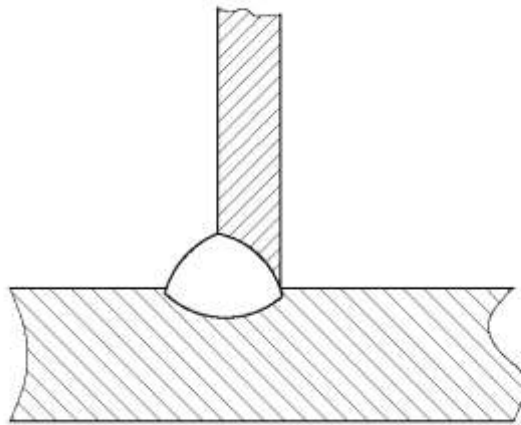


Рисунок 2.2 – Загальний вигляд таврового зварного шва

Розраховуємо площу наплавленого металу F_H за формулою [4, с.196]:

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

де K – катет шва, $K=2$ мм,

$$F_H = \frac{2^2}{2} = \frac{4}{2} = 2 \text{ мм}^2.$$

Розраховуємо висоту наплавленого металу h_H за формулою [4, с.197]:

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

$$h_H = \sqrt{2} = 1,41 \text{ мм.}$$

Розраховуємо ширину шва l , за формулою [4, с.197]:

					КР.422.13.00.00.000.ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

$$l = \sqrt{2 \cdot 4} = 2,83 \text{ мм.}$$

Розраховуємо загальну висоту шва Н за формулою [4, с.196]:

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

Згрупувавши:

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

величина ψ_m перебуває в інтервалі значень 0,8 – 2,0 мм [4,с.196], вибираємо $\psi_m=1,2$.

Тоді:

$$H = \frac{2,83}{1,2} = 2,36 \text{ мм.}$$

Якщо величина ψ_m невелика, то це відповідає більшим струмам, а відповідно більшій продуктивності зварювання.

Розраховуємо глибину проплавлення h_0 , за формулою [4, с.197]:

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

$$h_0 = 2,36 - 1,41 = 0,94 \text{ мм.}$$

Для зварювання конструкції балону з катетом 2 мм, використовуємо зварювальний дріт діаметром 0,8 мм.

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

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

					КР.422.13.00.00.000.ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

$$I_{зв} = \frac{0,94}{1,45} \cdot 100 = 65,02 \text{ А.}$$

Тому сила струму буде рівною 65 А.

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

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

де α_p – коефіцієнт розплавлення, $\alpha_p=13$ Г/А·год [4, с.189];

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

$F_{ел}$ – площа поперечного перерізу дроту, що розраховується за формулою:

$$F_{ел} = \frac{\pi \cdot d_e^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,8^2}{4} = 0,5 \text{ мм}^2.$$

Тоді:

$$V_{п.д.} = \frac{13 \cdot 10^{-3} \cdot 65}{0,5 \cdot 10^{-6} \cdot 7800} = 215,63 \text{ м/год.}$$

Швидкість подачі зварювального дроту $V_{п.д.}=216$ м/год.

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

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

$$U_d = 20 + \frac{50 \cdot 65}{1000 \cdot \sqrt{0,8}} = 22,9 \pm 1 \text{ В.}$$

Напруга на дузі буде рівною $U_d=23$ В.

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

					КР.422.13.00.00.000.ПЗ	Арк.
						22
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

де A – коефіцієнт, який залежить від діаметра зварювального дроту, тому для $d_e = 0,8$ мм – $A = 1,5 \cdot 10^3$ А·м/год [4, с.194]:

$$V_{зв} = \frac{1,2 \cdot 10^3}{65} = 18,5 \text{ м/год.}$$

Швидкість становитиме $V_{зв} = 19$ м/год.

Перевіряємо правильність підбраного діаметра зварювального 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 0,8 мм $\gamma = 75 \dots 300$ А/мм² [4, с.193],

$$d_e = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{65}{130}} = 0,8 \text{ мм,}$$

що є в межах допустимого.

Виліт зварювального дроту складає $l_d = 8$ мм [5, с.103].

Витрати захисного газу – $Q_r = 7$ л/хв [5, с.105].

Параметри режиму зварювання кульового балону представлені в таблиці 2.2.

					КР.422.13.00.00.000.ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.2 – Параметри режиму зварювання кульового балону

ПАРАМЕТР			Значення
Назва	Символ	Одиниці вимірювання	
Сила зварювального струму	$I_{зв}$	А	65
Напруга на дузі	U_d	В	23
Діаметр зварювальн. дроту	d_e	мм	0,8
Виліт дроту	l_d	мм	8
Швидкість зварювання	$V_{зв}$	м/год	19
Швидкість подачі зварювального дроту	$V_{п.д.}$	м/год	216
Витрати захисного газу	$Q_{г}$	л/хв	7

2.4 Вибір і обґрунтування зварювального устаткування

Балон кульовий зварюється у захисній суміші механізованим способом, тому для цього буде застосовуватися однофазний зварювальний напівавтомат Speedtec 180C Lincoln Electric.

Апарат Speedtec 180C розроблений як багатоцільовий зварювальний напівавтоматичний пристрій професійного рівня. Розробники Lincoln Electric, використовуючи сучасні технології, прагнули створити особливу модель однофазного інвертора, здатного вирішувати різнопланові виробничі завдання, що потребують застосування MIG зварювання або ММА (ручного дугового) зварювання [6].

У результаті Speedtec 180C вийшов легким та компактним пристроєм. Його без особливих зусиль можна переміщувати вручну з одного робочого місця на інше. При максимальній вазі 17 кг і габаритах 396 x 246 x 527 мм не складе труднощів і транспортування напівавтомата малогабаритним транспортом. Додатковою перевагою моделі 180C може вважатися

					КР.422.13.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

можливість працювати від звичайної електромережі 220 В або підключення до електрогенератора [6].

Панель регулювання налаштувань напівавтомата не завантажена зайвими елементами, інтуїтивно зрозуміла, що зручно для працівників різного професійного рівня [6].

Напівавтомат Speedtec 180C Lincoln Electric оснащений такими функціями [6]:

- налаштування зварювального струму;
- збільшення струму при запалюванні дуги (Hot Start);
- зниження шансу залипання електрода (Arc Force).

Призначення однофазних зварювальних напівавтоматів Speedtec 180C Lincoln Electric зводиться до виконання наступних видів зварювання:

- GMAW (Gas Metal Arc Welding) дугове зварювання в інертному газі;
- FCAW-SS самозахисним порошковим дротом;
- SMAW (Submerged Metal Automatic Welding) електродом з флюсовим покриттям, що плавиться.

Ця модель дозволяє отримати чудові результати при зварюванні звичайної та нержавіючої сталі, а також алюмінію (з касетами діаметром 200 мм) [6].

Однофазний напівавтомат Speedtec 180C відмінно працює із сумішшю газів, зі 100% захисним газом CO₂, а також із самозахисними дротами (Innershield). Цей пристрій Lincoln Electric обладнано професійною системою подачі дроту із приводними роликами діаметром 37 мм [6].

Переваги зварювального напівавтомата Speedtec 180C Lincoln Electric [6]:

- багатозадачність: GMAW, FCAW-SS, SMAW;
- відмінні характеристики дуги;
- компенсація коефіцієнта потужності (PFC);
- підтримка високого вихідного струму;

					КР.422.13.00.00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

- можливість живлення від електрогенератора;
- компактність та міцність;
- придатність до роботи за будь-яких умов;
- зручна у роботі панель керування;
- надійний високопрофесійний пристрій за стандартами Lincoln Electric.

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

Таблиця 2.3 – Технічні характеристики напівавтомата Speedtec 180C Lincoln Electric [6]

Характеристика	Значення
Зварювальний струм при ПВ 40°C, А	180
Напруга мережі живлення, В	230
Частота, Гц	50 – 60
Номінальна споживча потужність, кВА	16,7
Напруга холостого ходу, В	57
Діапазон регулювання зварювального струму, А	20 – 180
Діапазон швидкості подачі дроту, м/хв	1,0 – 15
Клас захисту	IP23
Номінальний запобіжник, А	16
Діаметр зварювального дроту, мм	0,6 – 1,0
Габаритні розміри ВхШхД, мм	396x246x527
Маса, кг	17,2



Рисунок 2.3 – Зварювальний напівавтомат Speedtec 180C Lincoln Electric [6]

2.5 Вибір методу контролю якості виробу

Контроль якості продукції полягає у її здатності виконувати свою роботу за призначенням та відповідати нормативній документації для відповідного виду конструкцій.

Управління якістю реалізується через контроль конструктивно-експлуатаційних і технологічних факторів. Етапи організації контролю повинні послідовно охоплювати всі стадії виробництва, починаючи від проектної документації та закінчуючи контролем готової продукції. На всіх стадіях необхідна перевірка якості самих контрольних операцій: метрологічна повірка засобів контролю, оцінка відповідності режимів дефектоскопії, її чутливості та достовірності, контроль дефектоскопічних матеріалів, кваліфікації і стану операторів-дефектоскопістів та ін.

Важливо відмітити, що висока якість з'єднань залежить в першу чергу від технології – відповідність її сучасному рівню, а також від виконання технологічної дисципліни.

					КР.422.13.00.00.000.ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Виявлені дефекти слугують сигналом не тільки для відсортування бракованої продукції, але і для оперативного коректування технології [7, с. 6-7].

Що стосується вибору методів, то контроль балону кульового виконується: візуально-оптичним та пневмо-гідравлічним методами контролю якості.

Останній метод контролю використовується для перевірки герметичності виробу. Він реалізується наступним чином. Через вхідний патрубок балон наповнюється стисненим повітрям до контрольованої межі. Потім він витримується під заданим тиском повітря протягом відповідного проміжку часу. Послаблення тиску повітря всередині вказуватиме на присутність дефекту, його значення буде вимірюватися манометром. Для того, щоб точно визначити місце залягання дефекту, на з'єднання балону наносять мильну суспензію і місце, де буде зосереджена нещільність виділятиметься наявністю бульбашок. Створення тиску в балоні буде відбуватися за допомогою компресора повітряного Hyundai HYS 1824S, який показаний на рисунку 2.4.



Рисунок 2.4 – Компресор повітряний Hyundai HYS 1824S [8]

					КР.422.13.00.00.000.ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.6 Опис вибраного технологічного процесу виготовлення зварної конструкції

Технологічний процес виготовлення кульового балону полягає у виконанні відповідних операцій, що забезпечують високу техніко-економічну ефективність випуску даних конструкцій. Для розроблення даного процесу потрібно мати наступні дані: креслення виробу та технічні умови на його виготовлення, програма випуску продукції, а також експлуатаційні вимоги з заданим терміном ресурсу роботи конструкції.

Технологічний процес, що розробляється-вдосконалюється повинен забезпечувати:

- підвищення показників якості виготовлюваних виробів або конструкцій;
- збільшення продуктивності праці при забезпеченні механізації та автоматизації процесу;
- покращення умов праці зі збереженням безпечності її виконання;
- спрощення та скорочення виробничого циклу виготовлення виробів або конструкцій.

Технологічний процес виготовлення балону кульового складається з послідовних технологічних операцій, які поділяються в свою чергу на наступні етапи.

2.6.1 Заготівельні операції

Дані операції виконуються з метою отримання відповідних заготовок. Тому виготовлення деталей балону кульового здійснюється за допомогою: розмічування, різання, точіння, вальцювання і штампування.

З метою підвищення продуктивності та зменшення затрат праці, розмічування виконується із використанням спеціальних шаблонів, а також рулетки, лінійки металевої, маркера та кернера.

					КР.422.13.00.00.000.ПЗ	Арк.
						29
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вирізання плоских заготовок здійснюється на верстаті для плазмового різання NTMA, який показаний на рисунку 2.5.



Рисунок 2.5 – Верстат для плазмового різання NTMA [9]

За допомогою точіння здійснюється виготовлення деталей – патрубків, для цього використовується токарно-гвинторізний верстат марки Smart 410 Pro Bernardo (рис. 2.6).

Для формування башмака (заготовка обичайка) здійснюється операція вальцювання із застосуванням електромеханічних вальцювальних верстатів MRC 2050 - 2,5 MD Bernardo, рисунок 2.7.



Рисунок 2.6 – Загальний вигляд токарно-гвинторізного верстату марки Smart 410 Pro Bernardo [10]



Рисунок 2.7 – Електромеханічний вальцювальний верстат MRC 2050 - 2,5 MD Bernardo [11]

					<i>KP.422.13.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для формування нижньої і верхньої півсфер використовується операція штампування із використанням гідравлічного штампувального пресу ELMALI, який показаний на рисунку 2.8.



Рисунок 2.8 – Гідравлічний штампувальний прес ELMALI [12]

2.6.2 Складальні операції

Складальні операції є найбільш трудомісткими у технологічному процесі виготовлення кульового балону, також від правильності їх виконання залежить якість самої конструкції, тому що це впливає на її геометричні розміри та конфігурацію. Сутність цих операцій полягає у відповідному встановленні деталей в пристосуванні, що виконується згідно умов вказаних на креслениках. Надійність кріплення деталей у відповідному положенні забезпечується установчими і притискними елементами, які монтуються на робочій поверхні пристосування.

2.6.3 Складально-зварювальні операції

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

					КР.422.13.00.00.000.ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

готових частин є простішим ніж метод поступового нарощування деталей у пристосуванні.

Ці операції здійснюються після складання і для їх виконання потрібно – прихопити складену одиницю чи конструкцію та виконати зварювання її остаточно, забезпечивши найкращі умови формування швів при розташуванні їх в нижньому положенні.

2.6.4 Опоряджувальні операції

Для опоряджувальних операцій використовуємо, як ручні так і механічні інструменти.

До ручних інструментів відносяться: молоток, зубило, дротяна щітка. До механічних методів: кутові шліфмашини, в даному випадку використовується шліф машинка марки Mächtz MAG-12/1370 VS, яка показана на рисунку 2.9. Після зачищення виріб підлягає контролю якості для виявлення присутності дефектів на ньому.



Рисунок 2.9 – Кутова шліфувальна машина марки Mächtz MAG-12/1370 VS [13]

2.6.5 Допоміжні операції

Дані операції займають другорядне місце в технологічному процесі виготовлення кульового балону, але без них сам виробничий процес був би неможливим. До цих операцій відносяться транспортувальні роботи, ремонтні та обслуговуючі. Для прикладу, які стосуються доставки основних і допоміжних матеріалів, переміщення складальних вузлів чи готових виробів і

					КР.422.13.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

конструкцій, а також встановлення режимів роботи застосовуваного технологічного оснащення та устаткування.

2.6.6 Контроль якості

Призначення контрольних операцій полягає у визначенні якості контрольованих виробів, тому можливі наступні види їх виконання:

- вхідний контроль виконується для матеріалів з яких будуть виготовлятися деталі конструкції та наступне їх з'єднання;
- поопераційний контроль призначений для перевірки виконуваних робіт технологічного процесу виготовлення конструкції та фіксує причини, які приводять до виникнення дефектів або інших порушень;
- кінцевий контроль виконується на завершальному етапі технологічного процесу та перевіряє якість готових виробів, їх геометричних характеристик та зварних з'єднань.

Останній вид контролю відбувається за допомогою візуально-оптичного та пневмо-гідравлічного методів. Вибір цих методів пояснюється їх простотою, високою продуктивністю процесу та достовірністю результатів, що оптимально підходить до даного виду конструкцій, оскільки вони повинні бути якісними із забезпеченням герметичності зварних з'єднань.

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

Нормування технологічного процесу полягає у визначенні питомих показників. Так для дугових процесів зварювання цими показниками є витрати матеріалів, розраховані на 1 метр зварного шва.

Розрахунок витрат при зварюванні кульового балону виконується для всіх типів з'єднань, згідно ДСТУ 3159-95 [14].

Визначаємо масу наплавленого металу за формулою:

					КР.422.13.00.00.000.ПЗ	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

де α_H – коефіцієнт наплавлення, він визначає кількість наплавленого металу протягом 1 години горіння дуги, при силі струму 1 А, $\alpha_H=13$ г/А·год;

$I_{зв}$ – сила зварювального струму, $I_{зв}=65$ А;

$l_{ш}$ – загальна довжина зварних швів, $l_{ш}=2,17$ м.

Будемо мати:

$$Q_H = 13 \cdot 10^{-3} \cdot 65 \cdot 2,17 = 1,83 \text{ кг.}$$

Визначаємо витрати присаджувального матеріалу за формулою:

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

де Q_p – маса розплавленого електродного матеріалу,

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

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

$$Q_p = 1,83 \cdot 0,7 = 1,28 \text{ кг,}$$

$Q_{нп}$ – маса наплавленого металу,

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

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

$$Q_{нп} = 1,83 \cdot 0,5 = 0,92 \text{ кг.}$$

Отже:

$$H_{ел} = 1,28 + 0,92 = 2,2 \text{ кг.}$$

Визначаємо норми витрат захисного газу за формулою:

					КР.422.13.00.00.000.ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

$$H_{\Gamma} = 1,28 \cdot 0,87 = 1,12 \text{ кг.}$$

Визначаємо 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, $K_H=0,75$;

$$E = \frac{23}{13 \cdot 0,9 \cdot 0,75} = 2,62 \text{ кВт.}$$

Визначаємо 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, $t_0=0,053$ год;

$$E = \frac{0,01 \cdot 23 \cdot 65 \cdot 0,053}{0,9 \cdot 0,75} = 1,17 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

Визначаємо витрати електроенергії на зварювання цілого виробу:

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

$$E_{\Sigma} = 1,17 \cdot 2,17 = 2,55 \text{ кВт.}$$

					КР.422.13.00.00.000.ПЗ	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Обґрунтування вибору типу пристосувань, які застосовуються при виготовленні конструкції

Вибір типу пристосувань є одним із важливих етапів підготовки виробництва, тому що від нього залежить якість виготовлюваної продукції при достатній продуктивності технологічного процесу. Тому необхідний тип пристосування вибирається в залежності від:

- складального кресленика виробу та технічних умов на його виготовлення. Аналіз технологічності виробів є важливим чинником від якого залежить доцільність застосування того чи іншого пристосування. Якщо конструкція виробу буде недостатньо технологічною, то це є великим недоліком розробленого технологічного процесу, оскільки це призведе до низької її конкурентоспроможності на ринку металоконструкцій. Якщо виріб є високотехнологічним, то для його виготовлення можна застосувати нескладні та відносно дешеві пристосування;

- технологічного процесу виготовлення виробів чи конструкцій. Тех-процес повинен бути ретельно вивчений та експериментально опрацьований із врахуванням найменших нюансів ще на проектувальній стадії виробництва, а відповідно до цього має бути вибраний необхідний тип пристосувань [15];

- річної програми випуску виробів або конструкцій. Залежно від кількості виготовлення виробів і вибирається потрібний тип устаткування, від універсального, якщо це дрібносерійне виробництво, до спеціального, коли процес виготовлення виробів є велико-серійним. Від цього залежить також доцільність комплектування устаткування механізованими механізмами чи пристосуваннями. При цьому потрібно вибирати варіант, який дозволить виконати задану програму випуску, при збереженні основних характеристик якості та надійності продукції. При цьому повинні бути враховані можливості

					КР.422.13.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

скорочення трудомісткості виконання заготівельних операцій та загальне покращення і полегшення умов праці.

- техніко-економічне обґрунтування найкращого можливого пристосування. Вибір того або другого пристосування залежить від його технічних, а також економічних показників, тобто немає доцільності використовувати сучасне дороге обладнання, коли це буде мати негативний вплив на економічну окупність відповідного технологічного процесу [16].

Технічне обґрунтування полягає у порівнянні і аналізі таких показників: технологічність пристосування (раціональність його форм і розмірів, необхідна продуктивність виконання процесу, об'єм виконуваних на ньому робіт, якість і безпечність його роботи, умови праці і техніки безпеки, забрудненість середовища і таке інше); тривалість циклу виробництва; об'єм завантаженості виробничих площ; необхідну кількість робітників; завантаження обладнання; вид і кількість відходів; витрати енергії та матеріалів [15].

При економічному обґрунтуванні доцільності застосування того чи іншого пристосування необхідно порівняти капітальні витрати на виробництво виробів та собівартості їх, визначити річний економічний ефект та термін окупності капітальних вкладень.

Враховуючи вищенаведені вимоги, програму випуску та особливості технологічного процесу, для виготовлення кульових балонів будуть використовуватись спеціальні кондуктори.

3.2 Опис роботи зварювального пристосування

Початок роботи пристосування полягає у доставленні заготовок до робочого місця, потім проходить їх встановлення на робочу поверхню згідно вимог, що задаються кресленням конструкції. Наступною стадією буде фіксація цих заготовок по необхідних розмірах, що відповідають формі виробу

					КР.422.13.00.00.000.ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

та входять в поле допустимих значень. Після цього відбувається виконання прихоплювань і наступне зварювання всієї конструкції.

Так доставлення заготовок до місця складання відбувається за допомогою відповідного транспортного обладнання, що залежно від призначення може бути як спеціалізованим, так і універсальним. Встановлення і фіксація даних заготовок (деталей) у пристосуванні може виконуватись установчими його елементами або вже проектно виставленими суміжними деталями. Прикладання певних зусиль для надійного закріплення деталей конструкції відбувається затискними механізмами, в даному випадку важільного типу.

Основним технологічним пристосуванням при складанні кульового балону є складальний кондуктор, що зображений на рисунку 3.1. Робота на даному устаткуванні полягає в наступному – на робочу його поверхню встановлюється необхідна кількість деталей з проектним розміщенням та подальша їх фіксація за допомогою притискачів відповідного типу.

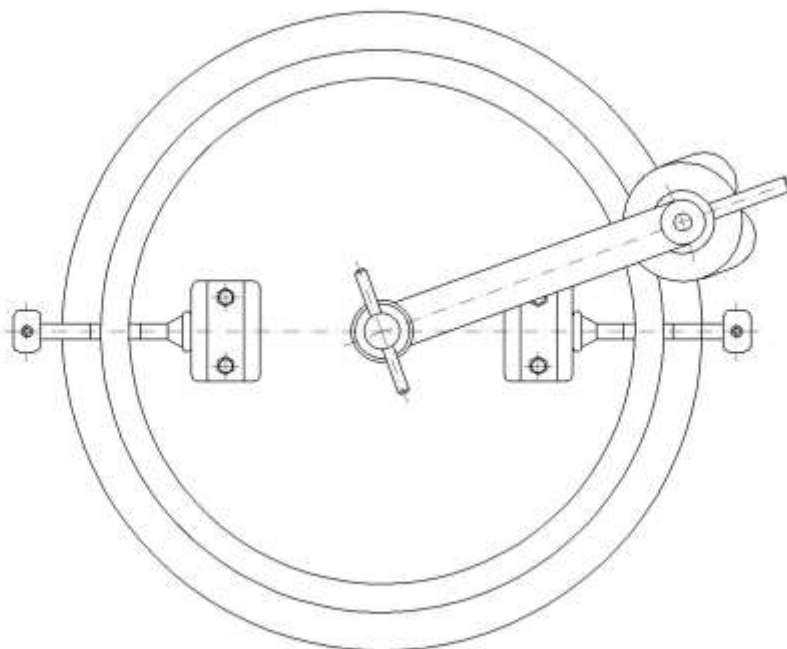


Рисунок 3.1 – Складальний кондуктор

					КР.422.13.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

Для підвищення продуктивності виконання зварювальних робіт, додатково застосовуються обертачі. Зварювальний обертач дозволяє обертати виріб зі швидкістю зварювання, при цьому основний робочий інструмент - пальник, знаходиться у стаціонарному положенні. Вигляд обертача при виготовленні кульового балону зображений на рисунку 3.2.

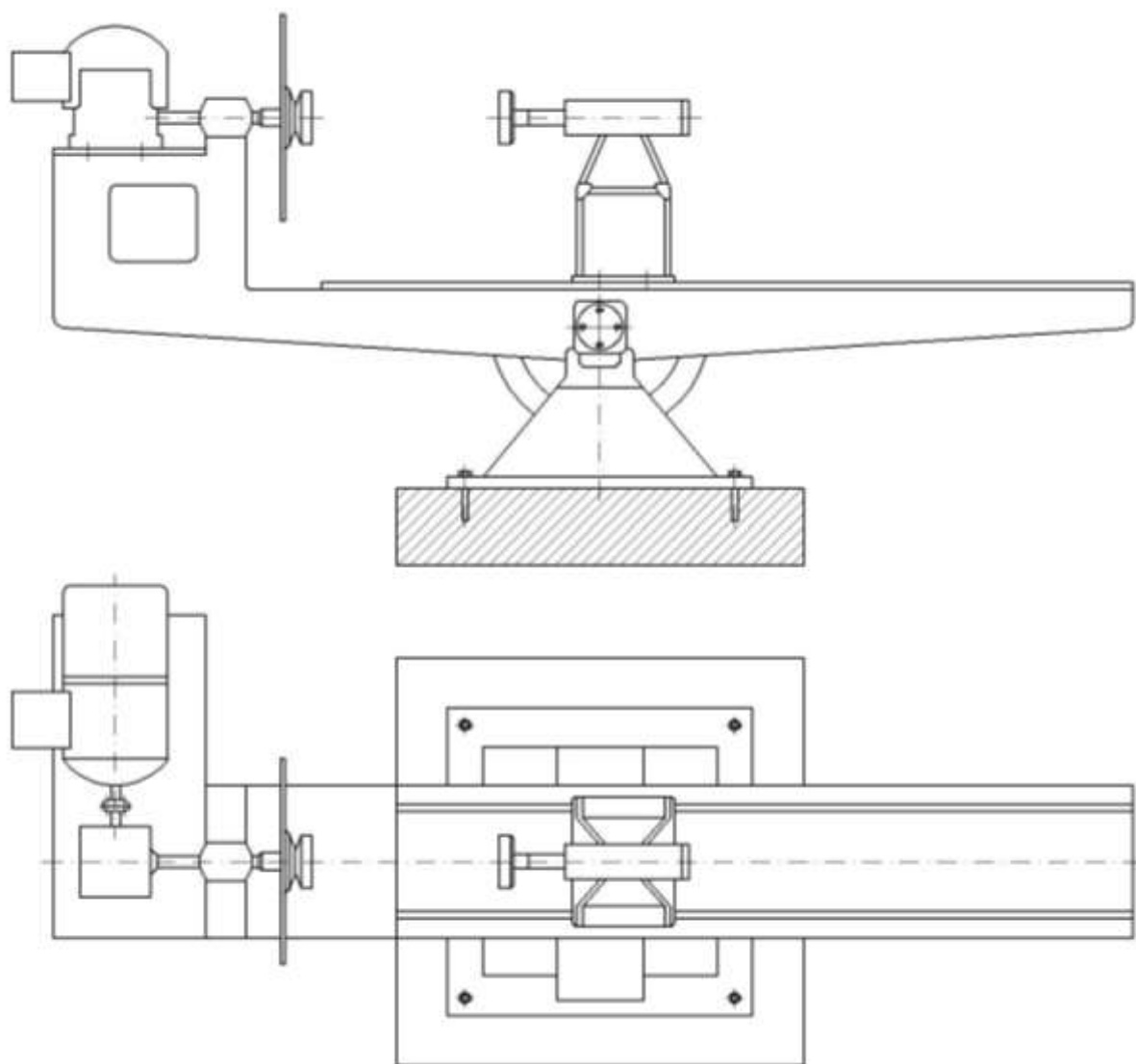


Рисунок 3.2 – Обертач зварювальний

					<i>КР.422.13.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

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 балону кульового

Показник	Одиниці виміру	Кількісна чи вартісна оцінка	
		фактичні дані	проектні дані
Габаритні розміри виробу	мм	ø330x385x3,0	
Сума витрат по видах та марках основних матеріалів на виріб:			
профільний прокат Ст3Гпс	кг	3,8	
зварювальний дріт Св-08Г2С	кг	0,52	
захисна суміш (Ar 75% +CO ₂ 25%)	л/хв	1,12	
Розміри поворотних відходів на виріб	кг	0,5	
Ціна придбання матеріалу за кг:			
профільний прокат:			
сталь Ст3Гпс	грн	35,2	35,08
зварювальний дріт Св-08Г2С	грн	169	168
захисна суміш (Ar 75% +CO ₂ 25%)	грн	36,45	36,25
Ціна реалізації поворотних відходів	грн	2,5	

					КР.422.13.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

Таблиця 4.2 - Характеристика технологічного процесу виготовлення балону кульового

Зміст операції	Варіанти	Устаткування		Інструменти		Розряд роботи	Штучні норми часу
		Назва	Ціна, грн	Назва	Ціна, грн		
1	2	3	4	5	6	7	8
Розмічування	$\frac{3}{П}$			рулетка лінійка кернер маркер	198 122 176 62	III	$\frac{2,6}{2,4}$
Різання	$\frac{3}{П}$	Верстат для плазмового різання NTMA	737580			IV	$\frac{2,4}{2,2}$
Метало-оброблення	$\frac{3}{П}$	Токарно-гвинтор. верстат Smart 410 Pro Bemardo, Ел.-механ. вальц. верстат MRC 2050 - 2,5 MD Bemardo, гідравлічний штампувальний прес ELMALI	370000 350000 1570000	МОЛОТОК	150	IV	$\frac{2,1}{2,0}$
Складання	$\frac{3}{П}$	Кондуктор, обертач	114400	МОЛОТОК	150	IV	$\frac{3,1}{2,5}$
Зварювання	$\frac{3}{П}$	Зв. напівавтомат Speedtec 180C Lincoln Electric	105500			IV	$\frac{3,2}{2,6}$
Зачищування	$\frac{3}{П}$	Кутова шліфувальна машина Mächzt MAG-12/1370 VS	2100	щіпка дискова, диск зачисн.	720 48	III	$\frac{2,4}{2,3}$
Контроль якості	$\frac{3}{П}$	Компресор повітряний Hyundai HYS 1824S	20000			VI	1,8
Транспортні операції	$\frac{3}{П}$	Транспортер роликовий YS 2/500-50	70000			IV	$\frac{1,6}{1,4}$

Штучна норма часу:

					КР.422.13.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

а) по технологічних операціях: по заводу 17,6;

по проекту 15,8;

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

по проекту 1,4.

Загальна штучна норма часу: по заводу 19,2;

по проекту 17,2.

Для виготовлення кульового балону застосовується технологічна форма організації виробництва. Режим роботи на ділянці приймаємо перервний при одній зміні в день. Дійсний фонд часу роботи устаткування визначаємо за формулою [17, с.9]:

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

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

S - кількість робочих змін в добу;

g - тривалість зміни, год;

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

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

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

Розрахунок проводять за формулою [17, с.10]:

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

					КР.422.13.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

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

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

$B_{пр}$ – програма випуску продукції, у нашому випадку $B_{пр} = 5100 шт.$

Кількість робочих місць для виконання розмічування при виготовленні кульового балону:

- заводський варіант:

$$n = \frac{2,6 \cdot 5100}{1882 \cdot 2,1} = 3,36 \approx 3 \text{ шт.}$$

- проектний варіант:

$$n = \frac{2,4 \cdot 5100}{1882 \cdot 2,1} = 3,1 \approx 3 \text{ шт.}$$

Для вирізання заготовок кількість робочих місць рівна:

- заводський варіант:

$$n = \frac{2,4 \cdot 5100}{1882 \cdot 2,1} = 3,1 \approx 3 \text{ шт.}$$

- проектний варіант:

$$n = \frac{2,2 \cdot 5100}{1882 \cdot 2,1} = 2,84 \approx 3 \text{ шт.}$$

Для виконання металообробних операцій необхідно:

- заводський варіант:

$$n = \frac{2,1 \cdot 5100}{1882 \cdot 2,1} = 2,71 \approx 3 \text{ шт.}$$

					КР.422.13.00.00.000.ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- проектний варіант:

$$n = \frac{2,0 \cdot 5100}{1882 \cdot 2,1} = 2,58 \approx 3 \text{ шт.}$$

Для виконання складання кількість робочих рівна:

- заводський варіант:

$$n = \frac{3,1 \cdot 5100}{1882 \cdot 2,1} = 4 \text{ шт,}$$

- проектний варіант:

$$n = \frac{2,5 \cdot 5100}{1882 \cdot 2,1} = 3,23 \approx 3 \text{ шт.}$$

Для виконання процесу зварювання кількість робочих місць становить:

- заводський варіант:

$$n = \frac{3,2 \cdot 5100}{1882 \cdot 2,1} = 4,13 \approx 4 \text{ шт,}$$

- проектний варіант:

$$n = \frac{2,6 \cdot 5100}{1882 \cdot 2,1} = 3,36 \approx 3 \text{ шт.}$$

Кількість робочих місць для зачищення зварних швів:

- заводський варіант:

$$n = \frac{2,4 \cdot 5100}{1882 \cdot 2,1} = 3,1 \approx 3 \text{ шт,}$$

- проектний варіант:

					КР.422.13.00.00.000.ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$n = \frac{2,3 \cdot 5100}{1882 \cdot 2,1} = 2,97 \approx 3 \text{ шт.}$$

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

$$n = \frac{1,8 \cdot 5100}{1882 \cdot 2,1} = 2,32 \approx 2 \text{ шт.}$$

Кількість транспортних засобів, які необхідні для виконання транспортних операцій визначається за формулою [17, с.12]:

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

де B_{mp} - кількість вантажних об'єктів іншого виду, що підлягають транспортуванню на протязі року, 5100 шт;

m - кількість різновидів вантажних об'єктів;

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

t_{kp} - тривалість одної операції, год;

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

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

$K_{kp} = 0,6 \dots 0,7$.

$$n = \frac{5100 \cdot 1 \cdot 0,6}{2100 \cdot 0,7} = 2,08 \approx 2 \text{ шт.}$$

Приймаємо дві секції роликового конвеєра для між операційного транспортування частин і виробу в цілому.

					КР.422.13.00.00.000.ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.2 Розрахунок кількості працівників

Розрахунок кількості основних працівників проводиться диференційовано для кожної професії. Хід розрахунку залежить від форми організації виробничого процесу. Для технологічної форми організації кількість основних робітників визначається за формулою [17, 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 $B_{np} = 5100$ шт;

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

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

Необхідна кількість розмічувальників:

- за заводським варіантом:

$$r_{oi} = \frac{5100 \cdot 2,6}{1850 \cdot 2,1} = 3,41 \approx 3 \text{ чол.}$$

- за проектним варіантом:

$$r_{oi} = \frac{5100 \cdot 2,4}{1850 \cdot 2,1} = 3,15 \approx 3 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість різальників:

- за заводським варіантом:

					КР.422.13.00.00.000.ПЗ	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$r_{oi} = \frac{5100 \cdot 2,4}{1850 \cdot 2,1} = 3,15 \approx 3 \text{ чол.}$$

- за проектним варіантом:

$$r_{oi} = \frac{5100 \cdot 2,2}{1850 \cdot 2,1} = 2,89 \approx 3 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість робітників для виконання металообробних робіт:

- за заводським варіантом:

$$r_{oi} = \frac{5100 \cdot 2,1}{1850 \cdot 2,1} = 2,76 \approx 3 \text{ чол.}$$

- за проектним варіантом:

$$r_{oi} = \frac{5100 \cdot 2,0}{1850 \cdot 2,1} = 2,63 \approx 3 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість складальників:

- за заводським варіантом:

$$r_{oi} = \frac{5100 \cdot 3,1}{1850 \cdot 2,1} = 4,07 \approx 4 \text{ чол.}$$

- за проектним варіантом:

$$r_{oi} = \frac{5100 \cdot 2,5}{1850 \cdot 2,1} = 3,28 \approx 3 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість зварювальників:

					КР.422.13.00.00.000.ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- за заводським варіантом:

$$r_{oi} = \frac{5100 \cdot 3,2}{1850 \cdot 2,1} = 4,2 \approx 4 \text{ чол},$$

- за проектним варіантом:

$$r_{oi} = \frac{5100 \cdot 2,6}{1850 \cdot 2,1} = 3,41 \approx 3 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість зачищувальників:

- за заводським варіантом:

$$r_{oi} = \frac{5100 \cdot 2,4}{1850 \cdot 2,1} = 3,15 \approx 3 \text{ чол},$$

- за проектним варіантом:

$$r_{oi} = \frac{5100 \cdot 2,3}{1850 \cdot 2,1} = 3,02 \approx 3 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість контролерів (за двома варіантами):

$$r_{oi} = \frac{5100 \cdot 1,8}{1850 \cdot 2,1} = 2,36 \approx 3 \text{ чол.}$$

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

Результати розрахунків приведено у таблиці 4.3

					КР.422.13.00.00.000.ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 4.3 - Зведена відомість промислово-виробничого персоналу

Категорія працівників	Кількість		Середній розряд	
	З	П	З	П
1	2	3	4	5
Основні робітники:				
розмічувальники	3	3	III	III
різальники	3	3	III	III
верстатники	3	3	IV	IV
складальники	4	3	IV	IV
зварювальники	4	3	IV	IV
зачищувальники	3	3	III	III
контролери	2	2	VI	VI
транспортувальники	2	2	IV	IV
Допоміжні робітники:				
налагоджувальники	2	2	IV	IV
ремонтники	2	2	IV	IV
електрики	1	1	IV	IV
ІТР:				
майстер дільниці	1	1		
МОП: прибиральники	1	1	-	-
Разом	31	29	-	-

4.3 Визначення витрат і вартості основних матеріалів

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

Результати розрахунків подано у таблиці 4.4.

Таблиця 4.4 - Зведена відомість витрат на матеріальні ресурси

В-нт	Назва матеріалів ресурсів	Од. вим.	Ціна придб. за од. вим., грн/кг		Затрати в натуральних одиницях, грн			
					на один виріб		на програму	
З/П	Сталь Ст3Гпс	кг	35,2	35,08	133,76	133,3	682176	679850,4
З/П	Зв. дрiт Св-08Г2С	кг	169	168	87,88	87,36	448188	445536
З/П	Захисна сумiш	кг	36,45	36,25	40,82	40,6	208202,4	207060
Р-ом					262,46	261,26	1338566,4	1332446,4

Продовження таблиці 4.4

В- нт	Транспортно- заготівельні витрати			Загальна сума, грн				Вартість поворотних відходів, грн			
	% ц. куп.	в грн. на один кг		на один виріб		на програму		на один виріб		на програму	
З/П	5	1,76	1,75	6,69	6,67	34108,8	33992,52	2,5	2,5	12750	12750
З/П	5	8,45	8,4	4,39	4,37	22409,4	22276,8				
З/П	5	1,82	1,81	2,04	2,03	10410,12	10353				
Р-ом		12,03	11,97	13,12	13,06	66928,32	66622,32	2,5	2,5	12750	12750

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 [17, с.18]:

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

де y - кількість технологічних операцій;

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

Приймаємо заводські тарифні ставки для машинобудування (з врахуванням відповідних коефіцієнтів збільшення) [17, с.18].

Додаткова заробітна плата основних робітників визначається за формулою [17, с.18]:

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

де $Д_1$ - доплата за шкідливість, грн, $Д_1 = 12...24 \%$, приймаємо $Д_1 = 20 \%$; $Д_2$ - інші доплати, грн, $Д_2 = 15...20 \%$, приймаємо $Д_2 = 15 \%$.

Премії та надбавки основним робітникам визначаються за формулою [17, с.18]:

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

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

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

Затрати по оплаті праці розмічувальників:

- заводський варіант:

$$З_{oo} = 7 \cdot 24,7 \cdot 2,6 = 449,54 \text{ грн};$$

$$З_{до} = 449,54 \cdot (0,2 + 0,15) = 157,34 \text{ грн};$$

$$З_{по} = 449,54 \cdot 0,4 = 179,82 \text{ грн};$$

- проектний варіант:

$$З_{oo} = 7 \cdot 24,7 \cdot 2,4 = 414,96 \text{ грн};$$

$$З_{до} = 414,96 \cdot (0,2 + 0,15) = 145,24 \text{ грн};$$

$$З_{по} = 414,96 \cdot 0,4 = 165,98 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці різальників:

- заводський варіант:

$$З_{oo} = 7,3 \cdot 25,5 \cdot 2,4 = 446,76 \text{ грн};$$

$$З_{до} = 446,76 \cdot (0,2 + 0,15) = 156,37 \text{ грн};$$

$$З_{по} = 446,76 \cdot 0,4 = 178,7 \text{ грн};$$

- проектний варіант:

$$З_{oo} = 7,3 \cdot 25,5 \cdot 2,2 = 409,53 \text{ грн};$$

$$З_{до} = 409,53 \cdot (0,2 + 0,15) = 143,34 \text{ грн};$$

$$З_{по} = 409,53 \cdot 0,4 = 163,81 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці верстатників:

- заводський варіант:

$$З_{\text{оо}} = 8,2 \cdot 26 \cdot 2,1 = 447,72 \text{ грн};$$

$$З_{\text{до}} = 447,72 \cdot (0,2 + 0,15) = 156,7 \text{ грн};$$

$$З_{\text{по}} = 447,72 \cdot 0,4 = 179,09 \text{ грн};$$

- проектний варіант:

$$З_{\text{оо}} = 8,2 \cdot 26 \cdot 2,0 = 426,4 \text{ грн};$$

$$З_{\text{до}} = 426,4 \cdot (0,2 + 0,15) = 149,24 \text{ грн};$$

$$З_{\text{по}} = 426,4 \cdot 0,4 = 170,56 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці складальників:

- заводський варіант:

$$З_{\text{оо}} = 6,4 \cdot 25,7 \cdot 3,1 = 509,89 \text{ грн};$$

$$З_{\text{до}} = 509,89 \cdot (0,2 + 0,15) = 178,46 \text{ грн};$$

$$З_{\text{по}} = 509,89 \cdot 0,4 = 203,96 \text{ грн};$$

- проектний варіант:

$$З_{\text{оо}} = 6,4 \cdot 25,7 \cdot 2,5 = 411,2 \text{ грн};$$

$$З_{\text{до}} = 411,2 \cdot (0,2 + 0,15) = 143,92 \text{ грн};$$

$$З_{\text{по}} = 411,2 \cdot 0,4 = 164,48 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці зварювальників:

- заводський варіант:

$$З_{\text{оо}} = 6,3 \cdot 25,5 \cdot 3,2 = 514,08 \text{ грн};$$

$$З_{\text{до}} = 514,08 \cdot (0,2 + 0,15) = 179,93 \text{ грн};$$

$$З_{\text{по}} = 514,08 \cdot 0,4 = 205,63 \text{ грн};$$

- проектний варіант:

$$З_{\text{оо}} = 6,3 \cdot 25,5 \cdot 2,6 = 417,69 \text{ грн};$$

$$З_{\text{до}} = 417,69 \cdot (0,2 + 0,15) = 146,19 \text{ грн};$$

$$З_{\text{по}} = 417,69 \cdot 0,4 = 167,08 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці зачищувальників:

- заводський варіант:

					КР.422.13.00.00.000.ПЗ	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$З_{\text{оо}} = 7,6 \cdot 24,5 \cdot 2,4 = 446,88 \text{ грн};$$

$$З_{\text{до}} = 446,88 \cdot (0,2 + 0,15) = 156,41 \text{ грн};$$

$$З_{\text{по}} = 446,88 \cdot 0,4 = 178,75 \text{ грн};$$

- проектний варіант:

$$З_{\text{оо}} = 7,6 \cdot 24,5 \cdot 2,3 = 428,26 \text{ грн};$$

$$З_{\text{до}} = 428,26 \cdot (0,2 + 0,15) = 149,89 \text{ грн};$$

$$З_{\text{по}} = 428,26 \cdot 0,4 = 171,3 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці контролерів:

$$З_{\text{оо}} = 9,7 \cdot 29,5 \cdot 1,8 = 515,07 \text{ грн};$$

$$З_{\text{до}} = 515,07 \cdot (0,2 + 0,15) = 180,28 \text{ грн};$$

$$З_{\text{по}} = 515,07 \cdot 0,4 = 206,03 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці транспортувальників:

- заводський варіант:

$$З_{\text{оо}} = 11,3 \cdot 27 \cdot 1,6 = 488,16 \text{ грн};$$

$$З_{\text{до}} = 488,16 \cdot (0,2 + 0,15) = 170,86 \text{ грн};$$

$$З_{\text{по}} = 488,16 \cdot 0,4 = 195,26 \text{ грн};$$

- проектний варіант:

$$З_{\text{оо}} = 11,3 \cdot 27 \cdot 1,4 = 427,14 \text{ грн};$$

$$З_{\text{до}} = 427,14 \cdot (0,2 + 0,15) = 149,5 \text{ грн};$$

$$З_{\text{по}} = 427,14 \cdot 0,4 = 170,86 \text{ грн}.$$

Для допоміжних робітників розрахунок проводять на річну програму окремо для кожної категорії за формулою [17, 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.

					КР.422.13.00.00.000.ПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

Затрати по оплаті праці наладжувальників:

$$Z_{\text{од}} = 2 \cdot 33,5 \cdot 1850 = 123950 \text{ грн};$$

$$Z_{\text{дд}} = 123950 \cdot 0,35 = 43382,5 \text{ грн};$$

$$Z_{\text{пд}} = 123950 \cdot 0,4 = 49580 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці ремонтників:

$$Z_{\text{од}} = 2 \cdot 33,5 \cdot 1850 = 123950 \text{ грн};$$

$$Z_{\text{дд}} = 123950 \cdot 0,35 = 43382,5 \text{ грн};$$

$$Z_{\text{пд}} = 123950 \cdot 0,4 = 49580 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці електриків:

$$Z_{\text{од}} = 1 \cdot 33,5 \cdot 1850 = 61975 \text{ грн};$$

$$Z_{\text{дд}} = 61975 \cdot 0,35 = 21691,25 \text{ грн};$$

$$Z_{\text{пд}} = 61975 \cdot 0,4 = 24790 \text{ грн}.$$

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 [17, с.19]:

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

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

r_n - чисельність працівників відповідної категорії;

O_m - місячний посадовий оклад одного працівника, грн;

12 - кількість місяців у році.

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

					КР.422.13.00.00.000.ПЗ	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$З_{оп} = 1 \cdot 9000 \cdot 12 = 108000 \text{ грн};$$

$$З_{до} = 108000 \cdot 0,35 = 37800 \text{ грн};$$

$$З_{по} = 108000 \cdot 0,4 = 43200 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці МОП:

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

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

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

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

Таблиця 4.5 - Зведена відомість річного фонду оплати праці

Категорії працівників	Основна зар. плата, грн		Додаткова зар. плата, грн			
			за шкідливість		інші доплати	
	З	П	З	П	З	П
1	2		3		4	
Основні робітники:						
розмічувальники	341200,86	314954,64	119420,3	110234,12	136480,34	125981,86
різальники	339090,84	310833,27	118681,79	108791,65	135636,34	124333,31
верстатники	339819,48	323637,6	118936,82	113273,16	135927,79	129455,04
складальники	516006,66	312100,8	180602,33	109235,28	206402,66	124840,32
зварювальники	520248,96	317026,71	182087,14	110959,35	208099,58	126810,68
зачищувальники	339181,92	325049,34	118713,67	113767,27	135672,77	130019,74
контролери	260625,42		91218,9		104250,17	
транспортувальники	247008,96	216132,84	86453,14	75646,49	98803,58	86453,14
Допоміжні роб.:						
налагоджувальники	123950		43382,5		49580	
ремонтники	123950		43382,5		49580	
електрики	61975		21691,25		24790	
ІТР	108000		37800		43200	
МОП	102000		35700		40800	
Разом	3423058,1	2900235,62	1198070,33	1015082,47	1863104,49	1653975,5

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:	262,46	261,26
сталь Ст3Гпс	133,76	133,3
зварювальний дріт Св-08Г2С	87,88	87,36
захисний газ (суміш – Ar 75% +CO ₂ 25%)	40,82	40,6
Поворотні відходи	2,5	
Паливо та енергія на технологічні цілі	12,96	12,18
Основна заробітна плата основних робітників	569,25	466,74
Додаткова заробітна плата основних робітників	199,24	163,36
Премії та надбавки основних робітників	227,7	186,7
Відрахування на соціальне страхування	13,95	11,44
Відрахування на медичне страхування	24,9	20,42
Витрати на утримання та експлуатацію устаткування	164,05	164,05
Цехові (дільничні) витрати	111,18	111,18
Всього цехова собівартість	1583,19	1394,83

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

Необхідні визначення проектної суми капітальних витрат подано у таблиці 4.7.

					КР.422.13.00.00.000.ПЗ	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 4.7 - Зведена відомість капітальних витрат

Види капітальних затрат	Кількість натуральних одиницях		Вартість одиниці, грн		Затрати на перевезення та монтаж, грн	
	З	П	З	П	З	П
Будівлі та споруди					-	-
Устаткування:						
різальне	3	3	737580	737580	36879	36879
металообробне	1	1	2290000	2290000	114500	114500
складальне	4	3	114400	114400	5720	5720
зварювальне	4	3	105500	105500	5275	5275
зачищувальне	3	3	2100	2100	105	105
контрольне	2	2	20000	20000	1000	1000
транспортне	2	2	70000	70000	3500	3500
Інструменти:						
молоток	10	8	150	150	7,5	7,5
диск зачисний	3	3	48	48	2,4	2,4
щітка	3	3	720	720	36	36
рулетка	9	8	198	198	9,9	9,9
кернер	3	3	176	176	8,8	8,8
лінійка	9	8	122	122	6,1	6,1
маркер	9	8	62	62	3,1	3,1
Разом						
Види капітальних затрат	Загальна вартість, грн		Норма амортиз. відрах, %	Річна сума аморти. відрахувань, грн		
	З	П		З	П	
Будівлі та споруди	7990500	7990500	5	399525	399525	
Устаткування:						
різальне	2249619	2249619	8,5	191217,62	191217,62	
металообробне	2404500	2404500	8,5	204382,5	204382,5	

Продовження таблиці 4.7

складальне	463320	348920	7	32432,4	24424,4
зварювальне	427275	321775	7,5	32045,63	24133,13
зачищувальне	6405	6405	8,5	544,43	544,43
контрольне	41000	41000	6,5	2665	2665
транспортне	143500	143500	7,5	10762,5	10762,5
Інструменти:			15		
молоток	1507,5	1207,5		226,13	181,13
диск зачисний	146,4	146,4		21,96	21,96
щітка	2196	2196		329,4	329,4
рулетка	1791,9	1593,9		268,79	239,09
кернер	536,8	536,8		80,52	80,52
лінійка	1104,1	982,1		165,62	147,32
маркер	561,1	499,1		84,17	74,87
Разом	13733962,8	13513380,8		874751,64	858728,84

4.7 Основні техніко-економічні показники розробленого технологічного процесу

Річний економічний ефект визначається за формулою [17, 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 ($C_{nz} = 5389,14$ грн);

C_{nn} - повна собівартість виробу за проектними даними, грн ($C_{nn} = 4981,21$ грн);

Φ_{mz} - фондомісткість продукції за заводськими даними, грн/шт ($\Phi_{mz} = 1583,19$ грн/шт);

Φ_{mn} - фондомісткість продукції за проектними даними, грн/шт ($\Phi_{mn} = 1394,83$ грн/шт);

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

$$E_{\phi} = ((5389,14 + 0,15 \cdot 1583,19) - (4981,21 + 0,15 \cdot 1394,83)) \cdot 5100 = 2224538,4 \text{ грн.}$$

Термін окупності капітальних вкладень визначається за формулою [17, с.28]:

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

де Φ_{ocz} - вартість основних виробничих фондів за заводським варіантом, грн ($\Phi_{ocz} = 20933460$ грн);

Φ_{ocn} - вартість основних виробничих фондів за проектним варіантом, грн ($\Phi_{ocn} = 19768263$ грн);

E_{yp} - умовна річна економія, грн, яка розраховується за формулою [17, с.28]:

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

$$E_{yp} = 5100 \cdot (5389,14 - 4981,21) = 2080443 \text{ грн;}$$

$$T_{ок} = \frac{20933460 - 19768263}{2080443} = 0,56 \text{ р.}$$

Порівняльний аналіз техніко-економічних показників показано у таблиці 4.8.

					КР.422.13.00.00.000.ПЗ	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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	5100	5100
Кількість технологічного устаткування	шт	18	17
Собівартість товарної продукції	грн	5389,14	4981,21
Чисельність промислово-виробничого персоналу:			
- всього	чол	31	29
- основних робітників	чол	24	22
Фондомісткість продукції	грн/шт	1583,19	1394,83
Умовна річна економія	грн	-	2080443
Річний економічний ефект	грн	-	2224538,4
Термін окупності капітальних вкладень	роки	-	0,56
Місячний оклад основних робітників:			
- розмічувальники	грн	16520,6	15249,78
- різальники	грн	16418,43	15050,23
- верстатники	грн	16453,71	15670,2
- складальники	грн	18738,38	15111,6
- зварювальники	грн	18892,44	15350,11
- зачищувальники	грн	16422,84	15738,56
- контролери	грн	18928,82	18928,82
- транспортувальники	грн	17939,88	15697,4

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1 Організація протипожежного водопостачання на підприємстві

Господарський водопровід промислового підприємства може живитися водою від магістрального міського водопроводу або одночасно від підземних джерел – артезіанських свердловин та колодязів. Безпосередня подача води від міської мережі до внутрішньозаводської дозволяється у тому разі, коли міська мережа здатна забезпечити подачу води підприємству протягом доби під розрахунковим тиском, у відповідності до його графіка водоспоживання. При цьому для забезпечення надійності водоспоживання до підприємства від зовнішньої мережі необхідно мати не менше двох вводів від різних ділянок [18, с. 117].

Якщо вільний тиск у заводській мережі мусить бути більший, ніж у зовнішній міській мережі, влаштовують місцеві підвищуючі насосні станції. Вони можуть забирати воду безпосередньо від магістральної мережі або з резервуарів, що забезпечують збереження протипожежного запасу води та дотримання заданого графіку споживання води.

Заводські мережі водопостачання можуть бути прямоточними, зворотними та з послідовним використанням води [18, с. 117].

При прямому водопостачанні насосна станція, яка розташована біля водозабірної споруди, подає воду на виробничі потреби до цехів по виробничій мережі. При цьому вода проходить спеціальну підготовку на очисних водопровідних спорудах. Після використання у виробничому процесі вода поступає по каналізаційній мережі без очищення до джерела водопостачання або, за необхідності, на очисні споруди для очищення. У разі необхідності подачі води під різним тиском на насосній станції встановлюють декілька груп насосів, що постачають воду до окремих систем. Для господарсько-протипожежних вимог населеного пункту та цехів підприємства, де є потреба у воді питної якості, вода подається по

					КР.422.13.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

господарсько-протипожежній мережі спеціальними насосами [18, с. 117-118].

При зворотному водопостачанні використана вода не скидається до водоймища, як при прямоточному водопостачанні, а після обробки знов подається до виробничої мережі підприємства.

Насосами вода після охолодження на спорудах подається по трубопроводах до виробничих агрегатів. При використанні у виробничому процесі вода нагрівається. Для подальшого її використання підігріта вода поступає по трубопроводах на охолодження до споруд (градирні, бризкальні басейни, охолоджуючі ставки). Додаток свіжої води від джерела (поповнення витраченої води) відбувається насосами по водоводах. Об'єм додатка становить 3-5% від кількості загального об'єму води у мережі [18, с. 118].

Послідовне водопостачання займає місце між прямоточним та зворотним. Так кількість води, яка відбирається від джерела при послідовному водопостачанні менше, ніж при прямоточному, але більше, ніж при зворотному.

На одному і тому ж підприємстві можуть бути різні схеми водопостачання, які обслуговують різні виробництва, цехи. Так для деяких цехів може бути влаштоване зворотне водопостачання, а для інших – прямоточне, послідовне. Таким чином, кожна система водопостачання окремого виробництва – комбінована [18, с. 119].

5.2 Техніка безпеки при зварювальних роботах на висоті

З огляду на велику небезпеку і специфіку завдання охорона праці при висотних зварювальних роботах допускає тільки фахівців високого класу, які пройшли атестацію та медичне обстеження. Зварювальник не повинен мати проблем з вестибулярним апаратом, тиском, зором, слухом, координацією. Перед підйомом він обов'язково екіпірується спорядженням для висотних робіт, захисною маскою, захисним костюмом, повністю закритим шкіряним взуттям. В процесі роботи необхідно дотримуватися таких вимог [19]:

					<i>КР.422.13.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. При зварюванні на декількох рівнях висоти, фахівці, що розташовуються на нижніх ярусах, повинні бути захищені від падіння важких предметів, електродів, окалини. Для цього зазвичай використовують спеціальні каски, суміщені з захисною маскою.

2. При собі повинна бути спеціальна сумка для інструментів, а також вогнестійка ємкість для огарків. Останні суворо забороняється скидати вниз, аби запобігти виникненню пожежі.

3. Замість мотузки для робіт в безпорному просторі краще застосовувати металевий трос, оскільки звичайні мотузки не захищені від випадкових гарячих бризок, здатних перепалити волокно.

4. В процесі роботи зварювальник розташовується так, щоб оброблювана деталь знаходилася трохи в стороні від нього: це дозволяє зменшити кількість бризок гарячого металу і максимально знизити ризик отримання травми та запобігти попаданню огарків на незахищені від вогню частини конструкції.

5. Довжина кабелів повинна бути такою, щоб під час процедури не виникало втрат потужності, і при цьому працівникам було зручно переміщати обладнання. Оптимальний розмір – до 3 метрів [19].

Інструкція з охорони праці під час виконання робіт на висоті. Загальні положення [20]:

1. Роботи, які проводяться па висоті, відносяться до робіт з підвищеною небезпекою. Особи, які не виконують вимоги інструкції з охорони праці, залежно від характеру порушень притягуються до дисциплінарної, матеріальної, адміністративної та карної відповідальності.

Працівник зобов'язаний:

- дбати про особисту безпеку і здоров'я, а також про безпеку і здоров'я оточуючих людей в процесі виконання будь-яких робіт чи під час перебування на території підприємства;

- знати і виконувати вимоги нормативно-правових актів з охорони праці,

					КР.422.13.00.00.000.ПЗ	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

правила поводження з машинами, механізмами, устаткуванням та іншими засобами виробництва, користуватися засобами колективного та індивідуального захисту;

- проходити у встановленому законодавством порядку попередні та періодичні медичні огляди.

2. До робіт на висоті відносяться всі роботи, при яких виконавець знаходиться на висоті 1,3 м і більше від поверхні землі, підлоги, настилу і на відстані менше двох метрів від кордону перепаду по висоті.

3. До виконання робіт на висоті допускаються особи, які:

- досягли 18-років;
- пройшли медичний огляд та не мають медичних протипоказань;
- пройшли навчання, інструктаж з питань охорони праці, в тому числі при виконанні робіт з підвищеною небезпекою, правила першої допомоги потерпілим від нещасних випадків, про правила поведінки при виникненні аварій;
- за наявності наряду – допуску.

4. Роботи на висоті можна приводити:

- на приставних драбинах за умови, якщо висота від підлоги до сходинки, з якої виконується робота, не більш 1 м;
- з підмостя і риштувань, які мають огороження;
- з неогороженої поверхні при обов'язковому застосуванні перевірених і випробуваних запобіжних поясів.

5. Роботи на висоті повинні проводитись, як правило, в денний час. При необхідності проведення робіт в нічний час повинні бути розроблені додаткові заходи безпеки з відміткою в наряді - допуску.

1.6. Виробничий персонал, який виконує роботи на висоті зобов'язаний:

- вміти користуватися засобами колективного та індивідуального захисту;
- дотримуватися зобов'язань з охорони праці, передбачених колективним

					КР.422.13.00.00.000.ПЗ	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

договором (угодою, трудовим договором) та правилами внутрішнього трудового розпорядку підприємства, в тому числі своєчасно розпочинати роботу, дотримуватися технологічної та обідньої перерв;

- не виконувати роботи, непередбачені змінним завданням.

7. При виконанні робіт на висоті можливий вплив на працюючих небезпечних і шкідливих виробничих чинників – фізичних і хімічних [20].

Тому виконуючи будь-які роботи на висоті більше 1,3 м обов'язково потрібно дотримуватись цієї інструкції.

					КР.422.13.00.00.000.ПЗ	Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

Проаналізувавши присутні недоліки базового технологічного процесу виготовлення кульового балону потрібно прийняти певні міри по покращенню технології виготовлення конструкції, а саме:

- замінити захисний газ CO₂ на суміш газів Ar (75%) + CO₂ (25%);
- замінити гвинтові притискачі на швидкодіючі;
- підібрати та впровадити нове зварювальне обладнання.

Технологічний процес виготовлення балону кульового складається із таких операцій: заготівельних, складальних, зварювальних, допоміжних, контрольних та ін. Найбільш тривалішими та трудомісткими є складальні, тому для підвищення ефективності виробництва використовуються складальні кондуктори та зварювальні обертачі, які дозволяють підвищити продуктивність процесу та забезпечити стабільну якість виготовленої продукції.

					КР.422.13.00.00.000.ПЗ	Арк.
						66
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. Сталь Ст3Гпс. Прокат конструкційного і загального призначення: веб-сайт. URL: <https://metinvestholding.com/ua/products/steel-grades/st3gps> (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: 27.05.2025).
5. Биковський О.Г., Пінковський І.В. Довідник зварника. Київ: Техніка, 2002. 336 с.
6. Зварювальний напівавтомат Speedtec 180C Lincoln Electric. Зварювальні апарати Lincoln Electric: веб-сайт. URL: <https://svarkapro.com.ua/ua/poluvavtomat-speedtec-180c.html> (дата звернення: 28.05.2025).
7. Контроль якості зварних конструкцій. Науково-технічна бібліотека ІФНТУНГ: веб сайт. URL: <https://library.nung.edu.ua/kontrol-kachestva-svarnykh-konstruktsii.html> (дата звернення: 29.05.2025).
8. Компресор Hyundai HYS 1824 S. Безмасляні компресори: веб-сайт. URL: <https://hyundai-power-ukraine.com.ua/kompresor-hyundai-hys-1824-s/?srsltid=AfmBOor3jDWE0q-7sG1vHdQ5GqxRDzjbY5YFBtnnlosuBnzsU1EXVVIK> (дата звернення: 29.05.2025).

					КР.422.13.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

9. Верстат для плазмового різання NTMA. Верстати для плазмового різання: веб-сайт. URL: <https://ntma.com.ua/stanky-dlja-plazmovoji-rizky/stanok-dlja-plazmovoji-rizky-1500x3000-mm.html> (дата звернення: 02.06.2025).

10. Токарно-гвинторізний верстат Smart 410 Pro Bernardo. Універсальні токарно-гвинторізні верстати по металу: веб-сайт. URL: <https://bernardo-ukraine.com/ua/p730277235-smart-410-1000.html> (дата звернення: 02.06.2025).

11. Електромеханічний вальцювальний верстат MRC 2050 - 2,5 MD Bernardo. Вальцювальні електромеханічні верстати: веб-сайт. URL: <https://bernardo-ukraine.com/ua/p730277377-mrc-2050-valtsovochnyj.html> (дата звернення: 02.06.2025).

12. Гідравлічний штампувальний прес ELMALI. Пресове обладнання ELMALI: веб-сайт. URL: <https://hydrolider.com.ua/ua/p582859544-shtampovochnyj-press.html> (дата звернення: 02.06.2025).

13. Кутова шліфувальна машина Mächtz MAG-12/1370 VS. Болгарки (КШМ): веб-сайт. URL: <https://machtz.com.ua/ua/products/bolgarka-mchtz-mag-121370-vs> (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. Нові зварювальні пристосування. Технічна література: веб-сайт. URL: <https://prom.ua/ua/p2011113997-rymorov-novye-svarochnye.html> (дата звернення: 05.06.2025).

16. Чертов І.М. Зварні конструкції. Київ: Арістей, 2006. 376 с.

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

18. Антіпов І.А., Кулешов М.М., Петухова О.А. Протипожежне водопостачання. Підручник. Харків: 2004. 255 с.

					КР.422.13.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

19. Техніка безпеки при зварювальних роботах на висоті. Зварювальні роботи на висоті: веб-сайт. URL: <https://www.alptex.com.ua/tekhnika-bezpeky-pry-zvaryvalnykh-robotakh-na-vysoti/> (дата звернення: 13.06.2025).

20. Інструкція з охорони праці при виконанні робіт на висоті. Інструкції для навчальних закладів України: веб-сайт. URL: <https://osvita-docs.com/node/28> (дата звернення: 13.06.2025).

					КР.422.13.00.00.000.ПЗ	Арк.
						69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

					КР.422.13.00.00.000.ПЗ	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		