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 барабана висівного апарату

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

Тарас ВОЛОХАТИЙ

Керівник **Віктор СЕНЧИШИН**

Рецензент

м. Тернопіль – 2026

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

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

ЗАТВЕРДЖУЮ
Голова циклової комісії
Марія ДРАНІВСЬКА

« 11 » травня 2026 року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

ВОЛОХАТОМУ Тарасу Івановичу

Тема роботи Проект вдосконалення технологічного процесу виготовлення барабана висівного апарату
Керівник роботи СЕНЧИШИН Віктор Степанович
(прізвище, ім'я, по батькові)
затверджений наказом від 20. 04. 2026 року № 4/9-200
Термін подання студентом роботи 19.06.2026р.
Вихідні дані до роботи креслення виробу, базовий технологічний процес виготовлення виробу
Зміст розрахунково-пояснювальної записки
1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ
1.1 Опис конструкції зварного виробу
1.2 Характеристика матеріалу зварного виробу
1.3 Технічні умови на виготовлення зварного виробу (зварної конструкції)
1.4 Аналіз базового технологічного процесу виготовлення зварного виробу (конструкції) та постановка задач на виконання кваліфікаційної роботи
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ
2.1 Технічне обґрунтування вибраного способу зварювання
2.2 Вибір зварювальних матеріалів
2.3 Вибір та розрахунок параметрів режиму зварювання
2.4 Вибір і обґрунтування зварювального устаткування
2.5 Вибір методу контролю якості виробу
2.6 Опис вибраного технологічного процесу виготовлення зварного виробу (конструкції)
2.7 Нормування технологічного процесу виготовлення зварного виробу (конструкції) і витрат матеріалів та електроенергії
3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ
3.1 Обґрунтування вибору типу пристосувань, які застосовуються при виготовленні виробу чи конструкції

3.2 Опис роботи зварювального пристосування
4 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ
4.1 Розрахунок кількості обладнання
4.2 Розрахунок кількості працівників
4.3 Визначення витрат і вартості основних матеріалів
4.4 Розрахунок фонду оплати праці
4.5 Калькуляція собівартості деталі
4.6 Розрахунок суми капіталовкладень для розробленого технологічного процесу та його економічної ефективності
4.7 Основні техніко-економічні показники розробленого технологічного процесу
5 ОХОРОНА ПРАЦІ
5.1 Сучасні заходи і засоби колективного та індивідуального захисту від дії характерних шкідливих і небезпечних факторів
5.2 Порядок проведення атестації робочих місць за умовами праці

Перелік графічного матеріалу

1. Технологічний процес виготовлення барабана висівного апарату – 1.0 (форм. А1)
2. Складальне креслення барабана висівного апарату – 1.0 (форм. А3)
3. Складальне креслення стенда для складання і зварювання барабану – 1.0 (форм. А1)
4. Складальне креслення обертача – 1.0 (форм. А1)

Консультанти розділів роботи

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

Дата видачі завдання 18.05.2026р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Студент _____ (підпис) Тарас ВОЛОХАТИЙ (ім'я, прізвище)

Керівник роботи _____ (підпис) Віктор СЕНЧИШИН (ім'я, прізвище)

АНОТАЦІЯ

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

ЗМІСТ

с.

ВСТУП 6

1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ 7

1.1 Опис конструкції зварного виробу 7

1.1.1 Технічні вимоги до зварного виробу 8

1.2 Характеристика матеріалу зварного виробу . . . 8

1.3 Технічні умови на виготовлення зварної конструкції . . 10

1.3.1 Вимоги до матеріалів і напівфабрикатів . . . 10

1.3.2 Вимоги до шорсткості, геометричності форми та розмірів 10

1.3.3 Вимоги до зварних з'єднань виробу 11

1.3.4 Вимоги до складання 12

1.3.5 Вимоги до якості зварної конструкції . . . 12

1.4 Аналіз базового технологічного процесу виготовлення зварної конструкції та постановка задач на виконання кваліфікаційної роботи 13

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ 16

2.1 Технічне обгрунтування вибраного способу зварювання . 16

2.2 Вибір зварювальних матеріалів 18

2.3 Вибір та розрахунок параметрів режиму зварювання . . 19

2.4 Вибір і обгрунтування 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 30

2.6.2 Складальні операції 31

2.6.3 Складально-зварювальні операції 31

2.6.4 Опоряджувальні операції 32
2.6.5 Допоміжні операції 32
2.6.6 Контроль якості 33
2.7 Нормування технологічного процесу виготовлення зварної конструкції і витрат матеріалів та електроенергії . . . 34
3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ 37
3.1 Обгрунтування вибору типу пристосувань, які застосовуються при виготовленні конструкції 37
3.2 Опис роботи зварювального пристосування . . . 39
4 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ 42
4.1 Розрахунок кількості обладнання 42
4.2 Розрахунок кількості працівників 48
4.3 Визначення витрат і вартості основних матеріалів . . 51
4.4 Розрахунок фонду оплати праці 52
4.5 Калькуляція собівартості виробу 58
4.6 Розрахунок суми капіталовкладень для розробленого технологічного процесу та його економічної ефективності . 59
4.7 Основні техніко-економічні показники розробленого технологічного процесу 60
5 ОХОРОНА ПРАЦІ 63
5.1 Сучасні заходи та засоби колективного та індивідуального захисту від дії характерних шкідливих і небезпечних факторів 63
5.2 Порядок проведення атестації робочих місць за умовами праці 66
ВИСНОВКИ 69
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ 70
ДОДАТКИ 72

ВСТУП

Зварювання є одним із найпрогресивніших методів отримання нероз'ємних з'єднань, який широко застосовується як у промисловості, так і в будівництві. Завдяки своїй універсальності та надійності, зварювальне виробництво постійно розвивається, охоплюючи практично всі галузі народного господарства. Сучасні підприємства оснащені передовою технікою та технологіями, що дозволяє досягати високої точності та продуктивності.

За рівнем автоматизації процесів та обсягом виконуваних робіт зварювальне виробництво займає провідні позиції у світі, що свідчить про його стратегічне значення для розвитку сучасної індустрії.

Кінцева мета зварювального виробництва полягає у випуску економічних та надійних зварних конструкцій, які відповідають своєму експлуатаційному призначенню та умовам роботи. Це означає, що вироби повинні мати оптимальні конструктивні форми, а також необхідні механічні і фізичні характеристики, які забезпечують їхню довговічність та безпечну експлуатацію.

Таким чином, головним завданням сучасного виробництва є поєднання економічності процесів із високими стандартами якості, що дозволяє створювати конструкції, здатні ефективно працювати в реальних умовах та відповідати вимогам різних галузей промисловості й будівництва.

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. 4].

1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Опис конструкції зварного виробу

У даному випадку виріб являє собою барабан, який входить до складу висівного апарату. Сам апарат є комплектуючим елементом сівалки, що використовується для посіву дрібнонасінних сільськогосподарських культур. Конструкції барабанного типу мають переваги над апаратами щіткового типу, адже забезпечують більш точне дозування посівного матеріалу. Це дозволяє рівномірно розподіляти насіння по ґрунту, зменшувати його перевитрати та підвищувати ефективність посівних робіт.

Конструкція барабану циліндричної форми (рис. 1.1) і складається з корпусу 1, втулки 2 та двох кілець 3. Габаритні розміри барабану висівного апарату:

- зовнішній діаметр 90 мм;
- довжина 164 мм.

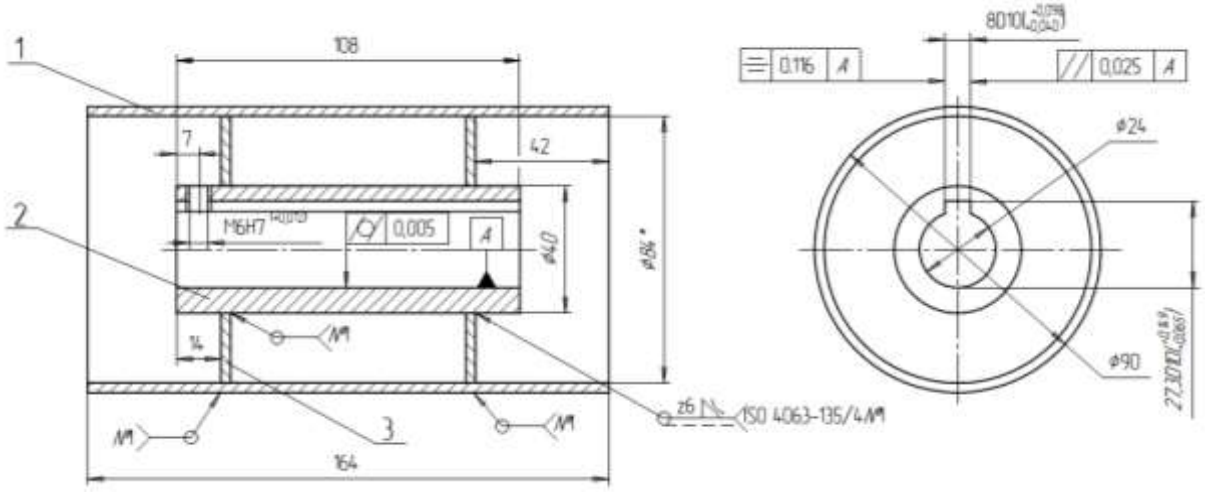

Рисунок 1.1 – Загальний вигляд барабана висівного апарату

1 – корпус, 2 – втулка, 3 – кільце

1.1.1 Технічні вимоги до зварного виробу

При виготовленні даної конструкції необхідно суворо дотримуватись ряду технічних вимог, які забезпечують якість та надійність кінцевого виробу. Насамперед підготовка кромок і складання деталей повинні відповідати робочим кресленням як за чистотою, так і за точністю розмірів конструктивних елементів. Усі зварювальні операції мають виконуватися в закритому приміщенні, що захищає робоче місце від атмосферних опадів та інших факторів, які можуть негативно вплинути на процес.

Крім того, усі з'єднання, підготовлені до зварювання, повинні проходити технічний контроль і бути прийняті перед виконанням робіт. Використовуване зварювальне обладнання має відповідати своїм технічним характеристикам, що гарантує стабільність процесу. Що стосується методів, то ручне дугове зварювання застосовується лише у випадках, коли використання інших, більш продуктивних способів є неможливим.

1.2 Характеристика матеріалу зварного виробу

Для виготовлення даної конструкції застосовується маловуглецева конструкційна сталь марки Ст3Гпс, яка характеризується невисоким вмістом вуглецю – не більше ніж 0,25 %. Такий склад забезпечує сталі добру зварюваність, достатню пластичність і міцність, що робить її придатною для використання у конструкціях. Її хімічний склад наведено у 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

Механічні властивості даної сталі для гарячекатаного прокату, приведені в таблиці 1.2 [2].

Таблиця 1.2 - Механічні властивості сталі Ст3Гпс

Границя текучості, σ_{02}, МПа	Границя міцності $\sigma_{в}$, МПа	Відносне видовження, δ_5
245	370-490	26

Зварюваність металу визначають за результатами розрахунку так званого 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, %.

Отже:

$$C_{екв} = 0{,}22 + \frac{1{,}1}{6} + \frac{0{,}15}{24} + \frac{0{,}30}{10} + \frac{0{,}30}{5} + \frac{0.30}{15} = 0{,}519 \quad \%.$$

Марганець у складі сталі відіграє важливу роль у підвищенні її ударної в’язкості, що забезпечує кращу стійкість матеріалу до динамічних навантажень і сприяє якісному зварюванню. Додавання невеликої кількості міді (близько 0,3–0,4 %) підвищує корозійну стійкість сталі, що особливо важливо для експлуатації конструкцій у складних умовах навколишнього середовища.

При зварюванні сталі марки Ст3Гпс необхідно дотримуватись спеціальних технологічних заходів, які забезпечують якість та надійність конструкції. Передусім потрібен попередній підігрів, що знижує ризик утворення тріщин і сприяє стабільності процесу. Для покращення захисту зварювальної ванни слід обрати оптимальний спосіб зварювання та ретельно виконати зачистку кромок, щоб уникнути дефектів у шві.

1.3 Технічні умови на виготовлення зварної конструкції

1.3.1 Вимоги до матеріалів і напівфабрикатів

Для виготовлення барабана висівного апарату необхідно застосовувати матеріали та напівфабрикати, що відповідають чинним стандартам і технічним умовам.

Вибір марки сталі для виготовлення зварної конструкції має здійснюватися з урахуванням її класу та рівня зварюваності. Для досягнення необхідних механічних властивостей і високої ударної в’язкості доцільно застосовувати сталь із підвищеним вмістом марганцю. Цей елемент покращує пластичність, стійкість до динамічних навантажень та сприяє формуванню якісних зварних швів.

Для виготовлення конструкції важливо, щоб застосовувані напівфабрикати не мали тріщин чи інших дефектів, які можуть знизити їхню експлуатаційну надійність. Якщо дефекти не перевищують допустимі відхилення, їх дозволяється усунути шляхом шліфування або засвердлювання.

Крім того, якість та властивості матеріалів і напівфабрикатів повинні відповідати встановленим технічним вимогам. На кожну партію має бути надано сертифікати виробника, що підтверджують відповідність продукції стандартам.

1.3.2 Вимоги до шорсткості, геометричності форми та розмірів

На несучу здатність та економічність зварної конструкції значний вплив мають точність підготовки деталей до зварювання, чистота їхніх поверхонь і якість складання. Підготовку кромок дозволяється здійснювати будь-якими методами механічної обробки, а також за допомогою газового різання. При цьому поверхня різу повинна бути рівною, а нерівності не перевищувати 0,5 мм.

Загальною вимогою технічних умов при розробці зварних виробів є гарантування достатньої жорсткості під час дії експлуатаційних навантажень.

Точність розмірів барабана висівного апарату зазвичай досягається за рахунок подальшої механічної обробки. При цьому всі можливі відхилення геометричної форми, а також перекоси чи зміщення елементів, що виникають у процесі заготівельних, складальних та зварювальних робіт, повинні відповідати вимогам технічних умов.

1.3.3 Вимоги до зварних з'єднань виробу

Протягом усього строку використання зварні з'єднання повинні забезпечувати достатню міцність, витривалість та стійкість при діючих навантаженнях і в умовах робочого середовища. Це гарантує надійність конструкції та її безпечну експлуатацію. Важливо, щоб метал шва за своїми характеристиками відповідав основному металу.

На міцність зварного з'єднання значно впливають такі дефекти, як тріщини, непровари, підвищена крихкість металу у зоні термічного впливу та інші недоліки. Тому під час розроблення технологічного процесу зварювання особливу увагу слід приділяти правильному вибору матеріалів, оптимальних способів, режимів роботи та відповідних зварювальних пристосувань. Це дозволяє мінімізувати ймовірність утворення дефектів і забезпечити високу якість з'єднання.

При складанні вузлів важливо дотримуватись точності розташування елементів: їхні геометричні осі повинні перетинатися в одній точці – центрі вузла. Це забезпечує правильний розподіл навантажень і підвищує надійність конструкції. Також необхідно створити умови для накладання зварних швів у зручному положенні, що спрощує процес виготовлення та зменшує ймовірність появи дефектів.

1.3.4 Вимоги до складання

Основні вимоги до складання зварної конструкції спрямовані на забезпечення її міцності, точності та довговічності. Вони охоплюють кілька ключових аспектів:

– геометричні осі деталей повинні перетинатися в центрі вузла, що гарантує правильний розподіл навантажень;

– конструкція має бути спроектована так, щоб зварювання виконувалося у найбільш раціональному положенні;

– кромки деталей повинні бути рівними, з мінімальними нерівностями, а поверхні чистими від окалини, іржі чи мастила;

– перекоси та зміщення елементів не повинні перевищувати допустимі норми, визначені технічними умовами;

– заготовки мають бути закріплені так, щоб виключити їхнє зміщення під час зварювання;

– усі параметри складання повинні відповідати стандартам і нормам, що регламентують виготовлення виробу.

1.3.5 Вимоги до якості зварної конструкції

При розробленні технологічного процесу складання і зварювання важливо прагнути до мінімізації перерізів швів та зменшення ширини біляшовної зони, наскільки це можливо без втрати високої якості. Ключовою умовою отримання надійного з’єднання є забезпечення вільного доступу до місця зварювання.

У випадку, коли у зварному з’єднанні присутні дефекти, які допускаються без виправлення, їхня загальна довжина не повинна перевищувати 15% від повної довжини шва.

У конструкції категорично не допускається наявність тріщин у зварних швах, тріщин у зоні термічного впливу, пропалень, непроварів та пор. Такі

дефекти значно знижують міцність і надійність з’єднання, створюють небезпеку руйнування конструкції.

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

Для виготовлення барабана висівного апарату застосовують метод дугового зварювання плавким електродом у середовищі вуглекислого газу. Основним інструментом є напівавтомат ПДГ-508, який працює від універсального випрямляча ВДУ-504. Така комбінація техніки дозволяє отримати рівномірне з’єднання з необхідними експлуатаційними характеристиками.

Під час виготовлення барабана висівного апарату параметри режиму зварювання наведені у таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 - Параметри режиму зварювання барабану висівного апарату

Параметри	Значення
Струм зварювання, А	270
Напруга на дузі, В	28
Діаметр електродного дроту, мм	1,6
Марка електродного дроту	Св-08Г2С
Захисний газ	CO_2
Товщина зварюваного металу, мм	3

У сучасному виробництві зварювання дедалі ширше застосовується для виготовлення різних конструкцій. Проте навіть найретельніше розроблений технологічний процес не може повністю виключити появу випадкових дефектів у зварних з’єднаннях.

Якість продукції визначається сукупністю її властивостей, які забезпечують здатність задовольняти певні потреби відповідно до призначення. Для підтвердження відповідності конструкцій цим вимогам проводяться механічні випробування. Такі тести дозволяють перевірити, чи відповідають зварні з'єднання необхідним показникам міцності та пластичності, що встановлені технічними умовами.

Виготовлення барабана висівного апарату складається з послідовності технологічних операцій, які забезпечують точність та надійність конструкції:

1) виготовлення втулки – здійснюється за допомогою металорізальних процесів, зокрема точіння, що дозволяє отримати необхідні розміри та форму.

2) приварювання кілець – кільця закріплюються на втулці для формування складальної одиниці;

3) монтаж у каркас – отриману деталь встановлюють у каркас, який являє собою трубу з зовнішнім діаметром 90 мм;

4) центрування – забезпечується точне співпадіння осей втулки та каркаса;

5) зварювання – остаточне з'єднання елементів у єдину конструкцію.

В існуючому технологічному процесі виготовлення барабана висівного апарату можна виділити кілька суттєвих недоліків:

– спосіб напівавтоматичного зварювання в CO_2 супроводжується підвищеним розбризкуванням електродного металу, що ускладнює отримання чистого шва; крім того, при інтенсивних роботах виникає потреба у використанні додаткового підігрівача;

– зварювання проводиться без допоміжних фіксаторів чи шаблонів, що знижує точність конфігурації конструкції та негативно впливає на її якість;

– необхідно впровадити більш сучасні зразки зварювальної техніки, які забезпечують стабільність процесу, меншу кількість дефектів та вищу продуктивність.

Для вдосконалення технологічного процесу виготовлення барабана висівного апарату пропонуються такі заходи:

1. Напівавтоматичне зварювання у суміші МІХ-1 – використання газової суміші, що складається з аргону (82%) та вуглекислого газу (18%). Це забезпечує кращий захист зварювальної ванни, зменшує розбризкування електродного металу та усуває проблему замерзання при високій інтенсивності робіт.

2. Спеціальні пристосування та устаткування – їх застосування дозволяє уникнути ведення металу під час процесу, забезпечує точне позиціонування та надійну фіксацію елементів конструкції.

3. Сучасне зварювальне обладнання – впровадження нових моделей апаратів підвищує стабільність процесу, зменшує кількість дефектів і покращує якість готових виробів.

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Технічне обгрунтування вибраного способу зварювання

Доцільність вибору конкретного способу зварювання при виготовленні барабана висівного апарату визначається комплексним аналізом низки чинників. Насамперед враховуються технічні та економічні вимоги, адже конструкція повинна бути не лише міцною й довговічною, а й виготовлятися з мінімальними витратами. Важливим критерієм є зварюваність матеріалу, яка визначає можливість отримання якісного шва без дефектів.

Не менш значущим є рівень продуктивності процесу, що дозволяє забезпечити необхідні темпи виробництва. При цьому враховується потенціал механізації та автоматизації, які зменшують частку ручної праці та підвищують точність виконання. Окремо оцінюється безпечність і нешкідливість роботи, адже технологія має відповідати нормам охорони праці та не створювати додаткових ризиків для персоналу.

Ручне дугове зварювання має певні переваги, серед яких варто відзначити простоту обладнання та відносно низькі економічні витрати у порівнянні з іншими методами. Водночас цей спосіб має низку істотних недоліків. Насамперед це низька продуктивність, що обмежує його застосування у масовому виробництві. Крім того, умови праці для зварника залишаються шкідливими, а якість результату значною мірою залежить від високої кваліфікації виконавця. Відсутність автоматизації процесу та велика ймовірність появи браку також знижують ефективність цього методу.

Напівавтоматичне зварювання в середовищі захисних газів має низку вагомих переваг. Воно забезпечує порівняно високий рівень автоматизації процесу, що зменшує залежність від людського фактору. Метод характеризується високою продуктивністю, невеликими економічними витратами та стабільною якістю зварних з’єднань. Важливою перевагою є можливість візуально контролювати дугу та зварювальну ванну, адже вони

залишаються відкритими. Крім того, технологія дозволяє працювати у різних просторових положеннях та з металами різної товщини – від тонколистового (0,2–0,9 мм) до масивного (10–20 мм).

Разом із тим, метод має і певні недоліки. Найбільш відчутним є інтенсивне розбризкування електродного металу, що призводить до забруднення апаратури та потребує додаткового догляду. Для роботи необхідне джерело постійного струму, що ускладнює оснащення. А відкритість дуги вимагає застосування захисних заходів проти світлової та теплової радіації, щоб гарантувати безпечні умови праці.

Газове зварювання має низку переваг, які роблять його зручним у певних умовах виробництва. Воно забезпечує більш плавний режим нагріву металу, не потребує джерела електроживлення, є простим і відносно дешевим способом. Важливою перевагою є можливість зварювати не лише чорні метали, а й кольорові сплави, що розширює сферу його застосування.

Разом із тим, цей метод має й суттєві недоліки. Він вважається вибухонебезпечним, складно піддається механізації та автоматизації, чутливий до протягів та низьких температур. Крім того, газове зварювання ефективне лише для металів малої товщини, що обмежує його використання у виготовленні масивних конструкцій.

Отже, для виготовлення барабана висівного апарату використовується напівавтоматичне зварювання в середовищі захисних газів, а саме у суміші MIX-1 (82% Ar+18% CO_2).

Схема даного способу зварювання показана на рисунку 2.1.

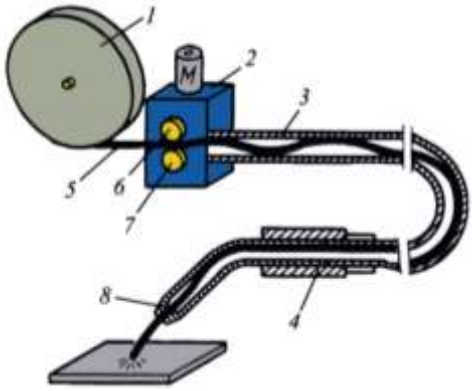

Рисунок 2.1 - Схема напівавтоматичного зварювання у суміші захисних газів [1, с.163]

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

2.2 Вибір зварювальних матеріалів

Використання захисних сумішей для зварювання замість традиційного вуглекислого газу відкриває значні технологічні переваги без потреби змінювати обладнання чи процес. Завдяки підвищеній стабільності дуги та покращеному перенесенню металу у зварювальну ванну, зростає швидкість роботи, а якість і надійність шва стають значно вищими.

Крім того, робочий діапазон регулювання режимів – як по струму, так і по напрузі – істотно розширюється. Наприклад, швидкість подачі дроту може збільшуватися з 6–7 м/хв до 12–14 м/хв, що суттєво підвищує продуктивність. У практиці такі суміші легко дозволяють перейти до режиму струменевого перенесення, при якому формується майже ідеальний зварний шов.

Таким чином, застосування газових сумішей забезпечує більш ефективний процес, тому, в якості захисного газу при виготовленні зварної конструкції використовуємо суміш МІХ-1 (82% Ar+18% CO_2).

Згідно з вимогами ТУ 2114-001-76237928-2013, процес зварювання барабана виконується із застосуванням аргону високої чистоти, масова частка якого становить 99,998%. Крім того, як захисний газ використовується вуглекислий газ вищого сорту, допустимий рівень домішок у якому не перевищує 0,2%. Це гарантує належний захист зварювальної ванни та сприяє отриманню міцного зварного з'єднання.

У процесі виготовлення барабана як зварювальний матеріал застосовується легований дріт марки Св-08Г2С, хімічний склад якого наведений у таблиці 2.1. Для покращення процесу та підвищення якості шва дріт Св-08Г2С повинен постачатися з обмідненою поверхнею. Це покриття зменшує тертя у механізмах подачі, стабілізує дугу, знижує ймовірність утворення дефектів і сприяє більш рівномірному перенесенню металу у зварювальну ванну.

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

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

2.3 Вибір та розрахунок параметрів режиму зварювання

При визначенні режиму зварювання важливо досягти потрібних параметрів шва – його розмірів, геометрії та якісних характеристик. Тому більш раціональним підходом є не підбір значень дослідним шляхом, а їх точний розрахунок.

У випадку виготовлення барабана висівного апарату застосовуються таврові з'єднання, для яких розрахунок проводиться на кутовий шов з катетом 6 мм. Це дозволяє визначити оптимальні значення струму, напруги та

швидкості подачі дроту.

Схематичне зображення такого з'єднання наведене на рисунку 2.2, де показано взаємне розташування деталей та форму шва.

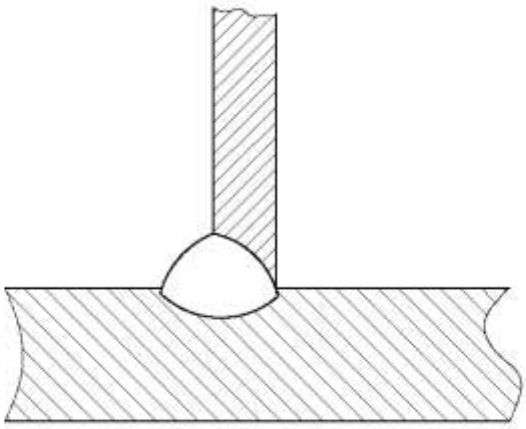

Рисунок 2.2 – Загальний вигляд таврового зварного шва

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

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

$$F_н = \frac{K^2}{2}, \tag{2.1}$$

де К – катет шва, К=6 мм,

$$F_н = \frac{6^2}{2} = \frac{36}{2} = 18 \quad мм^2.$$

Визначаємо висоту наплавленого металу $h_н$ за формулою [4, с.197]:

$$h_н = \sqrt{F_н}, \tag{2.2}$$

$$h_н = \sqrt{18} = 4{,}243 \quad мм.$$

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

$$l = \sqrt{2K^2}\,, \tag{2.3}$$

$$l = \sqrt{2 \cdot 36} = 8{,}485 \quad мм.$$

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

$$\psi_м = \frac{l}{H}. \tag{2.4}$$

Тоді:

$$H = \frac{l}{\psi_м}, \tag{2.5}$$

попередньо вибравши значення $\psi_м$, яке знаходиться в інтервалі величин 0,8 – 2,0 мм [4,с.196], приймаємо $\psi_м$=1,25.

Отже:

$$H = \frac{8{,}485}{1{,}25} = 6{,}788 \quad мм.$$

Менше значення $\psi_м$ відповідає великим струмам, відповідно великій продуктивності зварювання.

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

$$h_0 = H - h_н\,, \tag{2.6}$$

$$h_0 = 6{,}788 - 4{,}243 = 2{,}546 \quad мм.$$

Для зварювання конструкції із вуглецевої сталі з катетом 6 мм, вибираємо електродний дріт діаметром 1,0 мм.

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

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

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

$$I_{зв} = \frac{2,546}{1,45} \cdot 100 = 175,558 \quad I_{зв} \approx 176 \quad A.$$

Отже, приймаємо силу зварювального струму 176 А.

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

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

де α_p – коефіцієнт розплавлення, α_p=11,6 г/А·год [4, с.189];

ρ– густина електродного дроту, для сталі $\rho=7,8\times10^3$ кг/м^3;

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

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

Отже:

$$V_{п.д.} = \frac{11,6 \cdot 10^{-3} \cdot 176}{1,13 \cdot 10^{-6} \cdot 7,8 \cdot 10^3} = 333,431 \quad м/год.$$

Швидкість подачі електродного дроту $V_{п.д.}$=333 м/год.

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

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

$$U_д = 20 + \frac{50 \cdot 176}{1000 \cdot \sqrt{1,0}} \pm 1 = 28,8 \pm 1 \quad B.$$

Приймаємо $U_д$=29 В.

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

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

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

$$V_{зв} = \frac{3 \cdot 10^3}{176} = 17{,}046 \text{ м/год.}$$

Приймаємо $V_{зв}$=17 м/год.

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

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

де j – допустима густина електричного струму, для електродного дроту діаметром 1,0 мм j=90…400 А/мм^2 [5, с.244],

$$d_e = 1{,}13 \cdot \sqrt{\frac{176}{200}} = 1{,}06 \quad мм,$$

що є допустимо.

Витрати захисного газу $Q_г$ = 9 л/хв [4, с.226].

Розраховані параметри режиму зварювання приведено в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Параметри режиму зварювання

П А Р А М Е Т Р			значення
назва	символ	одиниці вимірювання	
Сила зварювального струму	$I_{зв}$	А	176
Напруга на дузі	$U_д$	В	29
Діаметр електродного дроту	d_e	мм	1,0
Швидкість зварювання	$V_{зв}$	м/год	17
Швидкість подачі електродного дроту	$V_{п.д.}$	м/год	333
Витрати захисного газу	$Q_г$	л/хв	9

2.4 Вибір і обгрунтування зварювального устаткування

Оптимальним варіантом зварювального устаткування при виготовленні барабана висівного апарату є напівавтомат Jasic MIG-250 (N257). Характеристики зварювального апарата повністю задовольняють умову розрахованих параметрів режиму зварювання, тому він також є найкращим варіантом з точки зору ціна – якість.

Jasic MIG-250 (N257) – це мобільне зварювальне джерело з майданчиком під балон із газом. У ланцюгах керування застосовуються контури зворотного зв'язку, які компенсують перепади напруги в мережі до ±15%. Інтелектуальна система охолодження працює лише у ті моменти, коли це потрібно. Широкий вибір режимів зварювання дозволяє замінити на один зварювальний апарат цілий парк техніки. Основне застосування - зварювання різних видів сталей (низьковуглецевих, нержавіючих і т.д.) [6].

Основні параметри зварювання (швидкість подачі дроту/напруга) встановлюються поворотними ручками із виведенням значень на дисплей. Також ручкою встановлюється величина індуктивності (жорсткість

зварювальної дуги). Група з трьох тумблерів відповідає за вибір: виду зварювання (MIG/TIG/MMA), режиму зварювання (2T/4T) та типу пальника (стандартний/Spool Gun) [6].

Пальник (рукав) до апарата можна підключити через один із двох роз'ємів, встановлених на передній панелі. Стандартний пальник для напівавтоматичного зварювання підключається через роз'єм типу KZ-2 ("євроroз'єм"), а для пальника типу Spool Gun встановлений роз'єм 9 pin [6].

Механізм подачі дроту вбудований, на два ролики та працює з касетами дроту вагою до 15 кг. Відмінна особливість механізму подачі Jasic MIG-250 (N257) – повний привід. Обидва ролики механізму – ведучі, а це означає мінімум прослизання та плавніший рух дроту під час зварювання. Верхній притискний ролик – незнімний, а нижній можна замінити за потреби. Розмір нижнього ролика 35x25x8 мм. Використовується дріт діаметром 0,8/1,0 мм. Кнопка керування холостим прогоном дроту винесена на панель керування [6].

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

Рисунок 2.3 – Загальний вигяд напівавтомата Jasic MIG-250 (N257) [6]

Таблиця 2.3 – Технічні характеристики напівавтомата Jasic MIG-250 (N257) [6]

Назва параметру	Значення
Напруга живильної мережі, В	3 х 380
Діапазон регулювання зварювального струму, А	30 – 250
Межі регулювання швидкості подачі зварювального дроту, м/хв	2 – 16
Кількість роликів, шт	2
Коефіцієнт потужності (cos φ)	0,83
Коефіцієнт корисної дії, %	85
Потужність, кВт	8,7
Діапазон робочої напруги, В	15,5 – 26,5
Напруга холостого ходу, В	57,7
Діаметр зварювального дроту, мм	0,8-1,0
Клас ізоляції	F
Маса, кг	47
Габаритні розміри (ДхШхВ), мм	900х450х755

Робочим інструментом при виконанні процесу зварювання є пальник, функціонал якого спрямований на формування зварного з’єднання. Тому напівавтомат Jasic MIG-250 (N257) буде комплектуватися пальником типу Binzel MB EVO PRO 401D.

Таблиця 2.4 – Технічні характеристики зварювального пальника Binzel MB EVO PRO 401D [7]

Функціонал	MIG/MAG
Періодичність вмикання при максимальному зварювальному струмі, %	60
Охолодження	рідинне
Діаметр зварювального дроту, мм	0,8-1,2
Довжина шлангів, м	3,0; 4,0; 5,0

2.5 Вибір методу контролю якості виробу

Під час контролю якості вихідних матеріалів – таких як основний метал, зварювальний дріт та захисний газ – необхідно переконатися, що вони відповідають встановленим вимогам. Спершу здійснюється перевірка їхніх сертифікатних характеристик, які повинні узгоджуватися з технологічним процесом. Далі проводиться візуальний огляд та оцінка відповідності матеріалів чинним нормативам і державним стандартам.

У зварювальних машинах та апаратах перед початком роботи проводиться ретельна перевірка. Контролюють справність регулюючих механізмів, наявність необхідних приладів, якість і довжину струмопідвідних провідників, а також стан електричних контактів та мундштуків. На установках для зварювання в середовищі захисних газів додатково перевіряють технічний стан газових редукторів, витратомірів, шлангів та пальників.

Контроль режиму зварювання є ключовим етапом, адже саме він забезпечує дотримання необхідних параметрів процесу. У першу чергу перевіряють, щоб струм, напруга та швидкість зварювання залишалися в межах встановлених норм. Для цього застосовують два основні методи контролю:

- візуальне спостереження за приладами;
- огляд зварного шва.

Під час контролю якості зварних з’єднань одним із найпоширеніших методів є зовнішній огляд. Він дозволяє швидко та економно оцінити стан готових швів і підготовку деталей до зварювання. Такий спосіб дає достатньо інформації для первинної перевірки, адже є найбільш оперативним і доступним.

За допомогою цього методу виявляють тріщини, підрізи, свищі, пропали, напливи та інші дефекти, що можуть знизити міцність конструкції.

Окрім цього, геометричні параметри шва перевіряють за допомогою спеціальних шаблонів або вимірювальних інструментів.

Для контролю барабана висівного апарату з огляду на технологічні та конструктивні особливості застосовують кілька методів перевірки:

- візуально-оптичний контроль;
- ультразвукова дефектоскопія (вибіркова).

Ехо-імпульсний метод ультразвукового контролю ґрунтується на реєстрації відбитих хвиль, які виникають при зустрічі ультразвукового імпульсу з межами середовища або внутрішніми дефектами. У процесі перевірки спеціальний дефектоскоп генерує короткі високочастотні імпульси, що поширюються крізь метал. Якщо матеріал однорідний, хвиля проходить безперешкодно й відбивається лише від протилежної поверхні. У випадку наявності дефектів – таких як тріщини, пори чи непровари – частина енергії відбивається від цих нещільностей і повертається до приймача. Прилад перетворює відбиті сигнали у візуальну інформацію на екрані, що дозволяє визначити місце розташування, розміри та характер дефекту.

На рисунку 2.4 представлена схема ультразвукового контролю зварного з’єднання.

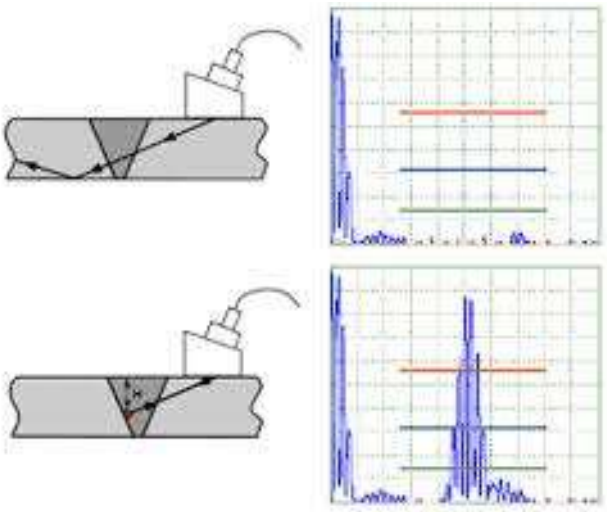

Рисунок 2.4 - Схема ультразвукового контролю

2.6 Опис вибраного технологічного процесу виготовлення зварної конструкції

Вдосконалений технологічний процес виготовлення конструкції має низку переваг у порівнянні з базовим. По-перше, розраховані параметри режиму зварювання є більш економічними, що дозволяє зменшити витрати енергії та матеріалів. По-друге, існуюче заводське обладнання демонструє нижчу продуктивність, тоді як удосконалений процес забезпечує ефективніший результат. І нарешті, заміна вуглекислого газу на спеціальну суміш МІХ-1 значно покращує захист металу шва.

Перелічені переваги вдосконаленого процесу безпосередньо впливають на якість та ефективність виробництва. Завдяки оптимізованим параметрам режиму зварювання покращуються механічні властивості шва.

Технологічний процес виготовлення даної конструкції складається з операцій , показаних на рисунку 2.5.

Рисунок 2.5 - Схема технологічного процесу виготовлення

2.6.1 Заготівельні операції

Для отримання заготовок, з яких формується барабан висівного апарату, необхідно виконати послідовність базових технологічних операцій:

- розмічування;
- різання;
- точіння.

Розмічування заготовок виконується із застосуванням простих, але ефективних інструментів: рулетки, металевої лінійки, маркера, кернера та спеціальних шаблонів. Використання цих засобів дозволяє точно нанести контури майбутніх деталей, що забезпечує правильність подальших операцій.

Вирізання заготовок здійснюється за допомогою апарату плазмового різання марки Thermacut EX-TRAFIRE 45SD, який показаний на рисунку 2.6.

Рисунок 2.6 – Апарат плазмового різання марки Thermacut EX-TRAFIRE 45SD

За допомогою точіння здійснюється виготовлення деталі – втулки, для цього використовується токарно-гвинторізний верстат марки JET GHB-1340A (рис. 2.7).

Рисунок 2.7 – Загальний вигляд токарно-гвинторізного верстату марки JET GHB-1340A

2.6.2 Складальні операції

Перед початком складання проводять візуальну перевірку деталей, щоб переконатися у їх відповідності кресленням та технічним вимогам. Під час формування конструкції важливо забезпечити правильне взаємне розташування елементів, яке відповідає кінцевому вигляду виробу.

Складальна система повинна мати достатню жорсткість і міцність, щоб уникнути деформацій у процесі зварювання. Для точного позиціонування та надійної фіксації деталей барабана застосовують спеціальні складально-зварювальні пристрої.

Складання даної конструкції здійснюється поетапно. Спочатку встановлюють заготовки корпуса, втулки та кілець, після чого виконують прихоплення для тимчасового закріплення деталей у правильному положенні. Коли всі складові надійно зафіксовані, формується повністю складена конструкція, яка передається на операцію зварювання.

2.6.3 Складально-зварювальні операції

За розрахунковими параметрами режиму зварювання здійснюється налагодження обладнання. Спочатку проводять регулювання напівавтомата та

газової апаратури, після чого встановлюють необхідну силу зварювального струму, визначають оптимальні витрати захисного газу та задають швидкість подачі електродного дроту.

Під час складання конструкції, коли всі елементи виробу розташовані у правильному проектному положенні, виконують прихоплювання у тих місцях, де надалі будуть проходити зварні шви. Після завершення прихоплювання конструкція набуває необхідної жорсткості й міцності, що забезпечує точність геометрії виробу. Далі проводять повне зварювання готового виробу, яке формує остаточні міцні та надійні з’єднання.

2.6.4 Опоряджувальні операції

Після завершення зварювання проводиться комплекс опоряджувальних операцій, спрямованих на доведення виробу до належної якості. Спочатку здійснюють зачищування швів та видаляють металеві бризки з поверхонь, що підлягали зварюванню.

Для цього використовують спеціальні інструменти та засоби індивідуального захисту: захисні окуляри Triarma, молоток Sigma 500 г, кутову шліфмашинку типу «Болгарка» GTM AG125/900VS із зачисним диском 3M Cubitron II, а також дискову плетену щітку Pferd POS RBG 12512/M14 ST для остаточного очищення поверхні. Після виконання зачищення виріб проходить контроль якості на предмет наявності дефектів.

2.6.5 Допоміжні операції

При виготовленні барабана висівного апарату окрім основних технологічних операцій виконуються також допоміжні роботи, які забезпечують безперервність та ефективність процесу:

1) налагоджувальні роботи – регулювання та підготовка обладнання до роботи, встановлення оптимальних параметрів для зварювання та механічної обробки.

2) перевантажувальні роботи – переміщення заготовок між різними ділянками виробничого процесу, що забезпечує їх послідовну обробку;

3) підіймально-транспортні роботи – використання вантажопідіймальних механізмів та транспортних засобів для переміщення важких деталей, що знижує трудомісткість і підвищує безпеку праці.

Ці допоміжні операції є невід'ємною частиною виробничого процесу, адже вони створюють умови для якісного виконання основних технологічних етапів і сприяють підвищенню продуктивності.

2.6.6 Контроль якості

Контрольні операції при виготовленні зварної конструкції охоплюють комплекс перевірок на кожному етапі виробничого процесу. Це дозволяє своєчасно виявляти відхилення та гарантувати високу якість готового виробу. До них відносяться:

– перевірка металу та інших заготовок перед їх використанням, щоб упевнитися у відповідності стандартам;

– оцінка якості електродів, дроту та захисних газів, що впливають на формування шва;

– перевірка точності виконання розмічування, різання, складання та зачищення;

– оцінка параметрів процесу та якості формування шва;

– виявлення можливих дефектів у швах за допомогою візуального та неруйнівного контролю;

– фінальна перевірка виробу на відповідність кресленням, технічним вимогам та стандартам.

Після завершення процесу зварювання проводиться ретельний зовнішній огляд, під час якого перевіряють форму та розташування швів відповідно до креслення, а також виявляють можливі зовнішні дефекти чи деформації конструкції.

Додатково проводять вибірковий ультразвуковий контроль ехо-імпульсним методом із застосуванням дефектоскопа УД 2-70 (рис. 2.8). Такий контроль дозволяє виявити внутрішні відхилення, які неможливо побачити зовнішнім оглядом, і визначити реальну якість виготовленої продукції.

Рисунок 2.8 – Загальний вигляд дефектоскопа УД 2-70

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

Нормування витрат зварювальних матеріалів проводиться для визначення їх кількості, необхідної при виготовленні зварних конструкцій, а також для забезпечення економного та раціонального використання ресурсів у промисловому та будівельному виробництві. Загальні правила нормування витрат і відходів зварювальних матеріалів, а також методи їх визначення у виробництві встановлює стандарт ДСТУ 3159-95 «Ресурсозбереження. Нормування витрат зварювальних матеріалів. Загальні вимоги, методи визначення нормативів ручного і механізованого електрозварювання» [8].

При механізованому зварюванні плавким електродом у захисних газах нормуванню підлягають витрати електродного дроту та захисного газу.

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

$$Q_н = \alpha_н \cdot I_{зв} \cdot l_ш, \qquad (2.12)$$

де $\alpha_н$ – коефіцієнт наплавлення, він визначає кількість наплавленого металу протягом 1 години горіння дуги, при силі струму 1 А, в нашому випадку $\alpha_н$ =14,6 г/А·год;

$I_{зв}$ – сила зварювального струму, $I_{зв}$=176 А;

$l_ш$ – загальна довжина зварних швів, $l_ш$=0,775 м.

Отже:

$$Q_н = 14{,}6 \cdot 10^{-3} \cdot 176 \cdot 0{,}775 = 1{,}991 \quad кг.$$

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

$$H_{ел} = Q_р + Q_{нп}; \tag{2.13}$$

де $Q_р$ – маса розплавленого електродного матеріалу,

$$Q_р = Q_н \cdot K_р, \tag{2.14}$$

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

$$Q_р = 1{,}991 \cdot 0{,}7 = 1{,}394 \quad кг,$$

$Q_{нп}$ – маса наплавленого металу,

$$Q_{нп} = Q_н \cdot K_0, \tag{2.15}$$

де $К_0$ – коефіцієнт втрат зварювального дроту, $К_0$=0,5;

$$Q_{нп} = 1{,}991 \cdot 0{,}5 = 0{,}996 \quad кг.$$

Отже:

$$H_{ел} = 1{,}394 + 0{,}996 = 2{,}39 \quad кг.$$

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

$$H_г = Q_р \cdot K_г, \tag{2.16}$$

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

$$H_г = 1{,}394 \cdot 0{,}9 = 1{,}255 \quad л/хв.$$

Визначаємо витрати електроенергії на 1 кг наплавленого металу за формулою:

$$E = \frac{U_д}{\alpha_н \cdot \eta_н \cdot K_н}, \tag{2.17}$$

де $U_д$ напруга на дузі, В;

$\eta_н$ – коефіцієнт корисної дії, %;

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

$$E = \frac{29}{14{,}6 \cdot 0{,}9 \cdot 0{,}75} = 2{,}943 \quad кВт.$$

Визначаємо витрати електроенергії на 1 м шва за формулою:

$$E = \frac{0{,}01 \cdot U_д \cdot I_{зв} \cdot t_0}{\eta_н \cdot K_н}, \tag{2.18}$$

де t_0 – час зварювання одного метра шва, t_0=0,059 год;

$$E = \frac{0{,}01 \cdot 29 \cdot 176 \cdot 0{,}059}{0{,}9 \cdot 0{,}75} = 4{,}461 \quad кВт \cdot год.$$

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Обгрунтування вибору типу пристосувань, які застосовуються при виготовленні конструкції

У процесі створення зварних виробів першочерговим етапом є уважне опрацювання креслень та технічних умов. Саме вони визначають вимоги до точності та якості майбутньої конструкції. Проте питання технологічності часто залишаються поза увагою конструкторів, що ускладнює подальше складання та зварювання.

Тому під час розробки технологічного процесу та вибору або створення зварювальних пристосувань необхідно проводити аналіз технологічності конструкції. Особливий акцент робиться на: формі деталей, точності виготовлення та стані поверхонь заготовок.

Розроблення технологічного процесу виготовлення конструкції є ключовим етапом у виробництві. Раціональний процес складання та зварювання виробу має бути детально опрацьований – як у форматі маршрутного процесу (загальна послідовність операцій), так і у вигляді розгорнутого технологічного процесу (з докладним описом кожної операції).

Аналіз виробничої програми випуску виробу є важливим етапом у підготовці виробництва. Він передбачає оцінку складності зварювальних пристосувань, визначення потреби в їх оснащенні та перевірку доцільності застосування механізмів механізації і автоматизації.

Вибір типу зварювального пристосування визначається низкою чинників, серед яких спосіб зварювання і складання, конструктивні особливості виробу, матеріал та поперечний переріз деталей, а також вимоги до якості складання і зварювання. Особливе значення має точність розмірів та рівень продуктивності, який необхідно забезпечити.

Вибір конкретного варіанта серед можливих здійснюється на основі техніко-економічного порівняння. Як правило, обирають найбільш раціональне рішення з технічної точки зору та рентабельне з економічної.

Складально-зварювальне обладнання класифікується за призначенням та сферою застосування, і може бути трьох основних типів:

а) універсальне обладнання – використовується для виконання широкого спектра робіт, придатне для різних конструкцій та умов виробництва;

б) спеціальне обладнання – розробляється для конкретних виробів або операцій, забезпечує високу точність і продуктивність у вузькій сфері;

в) спеціалізоване обладнання – призначене для певної групи виробів чи технологічних процесів, поєднує риси універсальності та спеціалізації.

Такий поділ дозволяє підприємствам обирати оптимальний варіант залежно від обсягів виробництва, складності конструкцій та вимог до якості.

Вибір типу зварювальних пристосувань визначається низкою факторів: способом зварювання і складання, конструктивними особливостями виробу, матеріалом та перерізом деталей, а також вимогами до точності складання і продуктивності виробництва.

При цьому важливо враховувати кілька ключових аспектів:

– зменшення витрат часу на допоміжні та складальні операції;

– забезпечення повторюваності результатів та відсутність дефектів;

– створення безпечного та зручного робочого середовища для зварювальників.

Точність підготовлення деталей, їхня чистота поверхонь та якість складання безпосередньо впливають на несучу здатність і економічність конструкції. Якщо заготовки мають відхилення у розмірах чи забруднені поверхні, це може призвести до дефектів у швах та зниження міцності виробу.

Складання конструкції полягає у встановленні та фіксації деталей у проектному положенні, яке передбачене кресленням. Для забезпечення точності

та стабільності цього процесу застосовують технологічні пристосування та оснащення.

Для виготовлення зварної конструкції високої якості необхідно забезпечити правильне розміщення деталей та їх надійне закріплення. Це створює умови для точного складання та запобігає виникненню деформацій у процесі роботи.

Не менш важливим є виконання самого процесу зварювання на відповідному рівні – з дотриманням технологічних режимів, використанням якісних матеріалів та застосуванням належних зварювальних пристосувань.

Для виготовлення барабану висівного апарату використовують складально-зварювальний стенд. На ньому проводять складання деталей, їх затискання-притискання і кінцеве зварювання.

3.2 Опис роботи зварювального пристосування

Конструктивні схеми складально-зварювальних пристосувань для виготовлення барабана висівного апарату забезпечують чітку послідовність виконання операцій. Це дозволяє організувати процес так, щоб деталі були правильно встановлені та надійно зафіксовані.

Основні етапи роботи з такими пристосуваннями:

– елементи конструкції розміщуються у пристосуванні відповідно до проектного положення;

– деталі вирівнюються та позиціонуються за допомогою упорів і фіксаторів, що гарантує точність розташування;

– остаточна фіксація деталей, яка забезпечує їх нерухомість під час зварювання та запобігає деформаціям.

Опори складально-зварювальних пристосувань є важливими елементами, що забезпечують правильне положення деталей під час складання та зварювання. Вони виконують функцію базових поверхонь, від яких залежить точність розташування конструктивних елементів.

Основні характеристики опор:

1. Фіксація деталей – опори утримують заготовки у визначеному положенні, запобігаючи їх зміщенню.

2. Забезпечення точності – правильне розташування опор гарантує відповідність розмірів і геометрії виробу кресленням.

3. Стабільність процесу – опори створюють умови для рівномірного навантаження та запобігають деформаціям під час зварювання.

4. Універсальність або спеціалізація – можуть бути стандартними для різних виробів або спеціально розробленими під конкретну конструкцію.

Отже, опори є базовим елементом будь-якого складально-зварювального пристосування, від якого залежить якість складання та надійність готової конструкції.

Упори складально-зварювальних пристосувань виконують роль базових елементів, які забезпечують точне позиціонування деталей у процесі складання та зварювання. Вони визначають правильне положення заготовок відповідно до креслень і гарантують відповідність геометричних параметрів виробу.

Основні функції упорів:

– створюють опорні точки при базуванні, від яких здійснюється точне встановлення конструктивних елементів;

– запобігають зміщенню заготовок під час складання та зварювання;

– дозволяють досягти високої точності розмірів і форми готової конструкції;

– працюють у комплексі з притискачами та фіксаторами, утворюючи єдину систему закріплення.

Процес складання зварного виробу являє собою послідовність операцій, які забезпечують точність та якість кінцевої конструкції. Спершу необхідно організувати подачу деталей або вузлів у робочу зону. Далі вони встановлю-

ються у складальному пристосуванні відповідно до проектного положення, після чого здійснюється їх надійне закріплення. Лише після цього виконується зварювання.

Для транспортування та точного встановлення деталей застосовують універсальне або спеціальне транспортне обладнання. Положення заготовок визначається установчими елементами пристосування чи суміжними деталями конструкції, а остаточна фіксація здійснюється за допомогою затискних елементів.

Притискні механізми призначені для надійного закріплення установлених у пристрої заготовок, деталей, складальних одиниць відповідно з вимогами технологічної документації в процесі всього періоду складання та зварювання [9, с.126].

До притискних механізмів висуваються наступні вимоги [9, 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;

ґ) 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 [9, с.127].

Для складання і зварювання барабану висівного апарату використовуються складально-зварювальні стенди, які дозволять значно підвищити продуктивність праці та зменшити трудові затрати робітників.

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 барабана висівного апарату

Показник	Одиниці вимірю-вання	Кількісна чи вартісна оцінка	
		фактичні дані	проектні дані
Габаритні розміри виробу	мм	885хø60х435	
Сума витрат по видах та марках основних матеріалів на виріб:			
металопрокат Ст3Гпс	кг	15	
зварювальний дріт Св-08Г2С	кг	0,9	
захисна суміш МІХ-1 (Ar 82% + CO_2 18%)	кг	0,45	
Розміри поворотних відходів на виріб	кг	2,0	
Ціна придбання матеріалу за кг:			
профільний прокат:			
сталь Ст3Гпс	грн	27,56	27,37
зварювальний дріт Св-08Г2С	грн	64,5	64,3
захисна суміш МІХ-1 (Ar 82% + CO_2 18%)	грн	15,45	15,25
Ціна реалізації поворотних відходів	грн	10	

Таблиця 4.2 – Характеристика технологічного процесу виготовлення барабана висівного апарату

Зміст операції	Варі-анти	Устаткування		Інструменти		Розряд роботи	Штучні норми часу
		Назва	Ціна, грн	Назва	Ціна, грн		
1	2	3	4	5	6	7	8
Правлення	З/П	Електромех. згин. верстат	229500	молоток	194	IV	3,6
Розмічування	З/П			рулетка шаблон лінійка маркер	179 905 132 98	IV	3,7/3,5
Різання	З/П	Установка плазмова Thermacut EX-TRAFIRE 45SD	115000			IV	3,8/3,4
Точіння	З/П	Ток. верстат JET GHB-1340A	160000	молоток	194	IV	2,0
Складання	З/П	Складально-зварювальн. стенд	161500	молоток	194	IV	5,8/5,1
Зварювання	З/П	Зварюв. напівавтом. Jasic MIG-250 (N257)	25000			IV	5,7/5,0
Зачищування	З/П	Кутова шліф. машина GTM AG125/900VS	6500	диск зачисний щітка молоток	163 110 194	III	3,7/3,4
Контроль якості	З/П	Дефектоскоп ультразвуков. УД2-70	115000			V	3,1
Транспортні операції	З/П	Тельфер електричний 4509	315000			IV	2,2

Штучна норма часу:

а) по технологічних операціях: по заводу 31,4;

по проекту 29,1;

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

по проекту 2,2.

Загальна штучна норма часу: по заводу 33,6;

по проекту 31,3.

Для виготовлення барабана висівного апарату застосовується технологічна форма організації виробництва. Режим роботи на дільниці приймаємо перервний при одній зміні в день. Дійсний фонд часу роботи устаткування визначаємо за формулою [10, с.9]:

$$Ф_{ус} = Д_{роб} \cdot S \cdot g \cdot (1 - K_p), \tag{4.1}$$

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

S - кількість робочих змін в добу;

g - тривалість зміни, год;

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

$$Ф_{ус} = 253 \cdot 1 \cdot 8 \cdot (1 - 0,08) \approx 1862 год.$$

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 [10, с.10]:

$$n = \frac{T_{шт} \cdot B_{пр}}{Ф_{ус} \cdot K_{вн}}, \tag{4.2}$$

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

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

$B_{пр}$ – програма випуску продукції, у нашому випадку $B_{пр}$ = 3600 *шт*.

Для виконання правлення (по заводському і проектному варіантах) кількість робочих місць становить:

$$n = \frac{3{,}6 \cdot 3600}{1862 \cdot 3{,}1} = 2{,}25 \approx 2 \text{ шт.}$$

Кількість робочих місць для виконання розмічування при виготовленні барабана висівного апарату становить:

- заводський варіант:

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

- проектний варіант:

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

Для вирізання заготовок кількість робочих місць рівна:

- заводський варіант:

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

- проектний варіант:

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

Для виконання точіння кількість робочих місць становить (за двома варіантами):

$$n = \frac{2{,}0 \cdot 3600}{1862 \cdot 3{,}1} = 1{,}25 \approx 1 шт.$$

Для виконання складання кількість робочих рівна:

- заводський варіант:

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

- проектний варіант:

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

Для виконання процесу зварювання кількість робочих місць становить:

- заводський варіант:

$$n = \frac{5{,}7 \cdot 3600}{1862 \cdot 3{,}1} = 3{,}56 \approx 4 шт,$$

- проектний варіант:

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

Кількість робочих місць для зачищення зварних швів**:**

- заводський варіант:

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

- проектний варіант:

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

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

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

Кількість транспортних засобів, які необхідні для виконання транспортних операцій визначається за формулою [10, с.12]:

$$n = \frac{\sum_{1}^{m} B_{тр} \cdot N_{кр} \cdot t_{кр}}{\Phi_{н} \cdot K_{кр}}, \qquad (4.3)$$

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

m - кількість різновидів вантажних об'єктів;

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

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

$\Phi_{н}$ - номінальний річний фонд часу, год., приймається для однозмінної роботи рівним 2100 год;

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

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

Приймаємо один електричний тельфер 4509 для між операційного транспортування частин і виробу в цілому.

4.2 Розрахунок кількості працівників

Розрахунок кількості основних працівників проводиться диференційовано для кожної професії. Хід розрахунку залежить від форми організації виробничого процесу. Для технологічної форми організації кількість основних робітників визначається за формулою [10, с.13]:

$$r_{oi} = \frac{B \cdot \sum_{1}^{y} T_{шт} i}{\Phi_{еф} \cdot K_{вн}}, \qquad (4.4)$$

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

$\sum_{1}^{y} T_{шт} i$ - штучна норма часу по *i*-тим операціям, год;

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

$\Phi_{еф}$- ефективний річний фонд часу роботи одного робітника, приймається 1850 год;

$K_{вн}$ - коефіцієнт виконання норм часу основними робітниками, приймається $K_{вн}$*=3,1...3,2;*

Необхідна кількість правильників:

$$r_{\text{oi}} = \frac{3600 \cdot 3{,}6}{1850 \cdot 3{,}1} = 2{,}26 \approx 2 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість розмічувальників:

- за заводським варіантом:

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

- за проектним варіантом:

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

Необхідна кількість різальників:

- за заводським варіантом:

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

- за проектним варіантом:

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

Кількість робітників для виконання точіння становить (за двома варіантами):

$$r_{\text{oi}} = \frac{3600 \cdot 2{,}0}{1850 \cdot 3{,}1} = 1{,}26 \approx 1 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість складальників:

- за заводським варіантом:

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

- за проектним варіантом:

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

Необхідна кількість зварювальників:

- за заводським варіантом:

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

- за проектним варіантом:

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

Необхідна кількість зачищувальників:

- за заводським варіантом:

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

- за проектним варіантом:

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

Необхідна кількість контролерів (за двома варіантами):

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

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

Результати розрахунків приведено у таблиці 4.3

Таблиця 4.3 - Зведена відомість промислово-виробничого персоналу

Категорія працівників	Кількість		Середній розряд	
	З	П	З	П
1	2	3	4	5
Основні робітники:				
правильники	2	2	IV	IV
розмічувальники	2	2	IV	IV
різальники	2	2	IV	IV
токарі	1	1	IV	IV
складальники	4	3	IV	IV
зварювальники	4	3	IV	IV
зачищувальники	2	2	III	III
контролери	2	2	V	V
транспортувальники	1	1	III	III
Допоміжні робітники:				
налагоджувальники	1	1	IV	IV
ремонтники	2	2	IV	IV
електрики	1	1	IV	IV
ІТР:				
майстер дільниці	1	1		
МОП: прибиральники	1	1	—	—
Разом	26	24	—	—

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 прейскурантної 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	27,56	27,37	413,4	410,55	1488240	1477980
З/П	Зварювальний дріт Св-08Г2С	кг	64,5	64,3	58,05	57,87	208980	208332
З/П	Зах. суміш МІХ-1 (Ar 82%+CO_2 18%)	кг	15,45	15,25	6,95	6,86	25029	24705
Р-ом					478,4	475,28	1722249	1711017

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	1,38	1,37	20,67	20,53	74412	73899	10	10	36000	36000
З/П	5	3,23	3,22	2,9	2,89	10449	10416,6				
З/П	5	0,77	0,76	0,35	0,34	1251,45	1235,25				
Р-ом		5,38	5,35	23,92	23,76	86112,45	85550,85	10	10	36000	36000

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 [10, с.18]:

$$З_{оо} = \sum_{1}^{y} C_{рі} \cdot T_{шт}, \quad , \tag{4.5}$$

де y - кількість технологічних операцій;

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

Приймаємо заводські тарифні ставки для машинобудування (з врахуванням відповідних коефіцієнтів збільшення) [10, с.18].

Додаткова заробітна плата основних робітників визначається за формулою [10, с.18]:

$$З_{до} = З_{оо}(Д_1 + Д_2), \tag{4.6}$$

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 [10, с.18]:

$$З_{по} = З_{оо} \cdot Р, \tag{4.7}$$

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

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

Затрати по оплаті праці правильників (за двома варіантами):

$З_{оо} = 5,35 \cdot 22 \cdot 3,6 = 423,72$ грн;

$З_{до} = 423,72 \cdot (0,2 + 0,15) = 148,3$ грн;

$З_{по} = 423,72 \cdot 0,4 = 169,49$ грн.

Затрати по оплаті праці розмічувальників:

- заводський варіант:

$З_{оо} = 5,2 \cdot 22 \cdot 3,7 = 423,28$ грн;

$З_{до} = 423,28 \cdot (0,2 + 0,15) = 148,15$ грн;

$З_{по} = 423,28 \cdot 0,4 = 169,31$ грн;

- проектний варіант:

$З_{оо} = 5,2 \cdot 22 \cdot 3,5 = 400,4$ грн;

$З_{до} = 400,4 \cdot (0,2 + 0,15) = 140,14$ грн;

$З_{по} = 400,4 \cdot 0,4 = 160,16$ грн.

Затрати по оплаті праці різальників:

- заводський варіант:

$З_{оо} = 4,95 \cdot 23 \cdot 3,8 = 432,63$ грн;

$З_{до} = 432,63 \cdot (0,2 + 0,15) = 151,42$ грн;

$З_{по} = 432,63 \cdot 0,4 = 173,05$ грн;

- проектний варіант:

$З_{оо} = 4,95 \cdot 23 \cdot 3,4 = 387,09$ грн;

$З_{до} = 387,09 \cdot (0,2 + 0,15) = 135,48$ грн;

$З_{по} = 387,09 \cdot 0,4 = 154,84$ грн.

Затрати по оплаті праці токарів (за двома варіантами):

$З_{оо} = 9,7 \cdot 22 \cdot 2 = 426,8$ грн;

$З_{до} = 426,8 \cdot (0,2 + 0,15) = 149,38$ грн;

$З_{по} = 426,8 \cdot 0,4 = 170,72$ грн.

Затрати по оплаті праці складальників:

- заводський варіант:

$З_{оо} = 3,75 \cdot 22 \cdot 5,8 = 478,5$ грн;

$З_{до} = 478,5 \cdot (0,2 + 0,15) = 167,48$ грн;

$З_{по} = 478,5 \cdot 0,4 = 191,4$ грн;

- проектний варіант:

$З_{оо} = 3,75 \cdot 22 \cdot 5,1 = 420,75$ грн;

$З_{до} = 420,75 \cdot (0,2 + 0,15) = 147,26$ грн;

$З_{по} = 420,75 \cdot 0,4 = 168,3$ грн.

Затрати по оплаті праці зварювальників:

- заводський варіант:

$З_{оо} = 3,5 \cdot 24 \cdot 5,7 = 478,8$ грн;

$З_{до} = 478,8 \cdot (0,2 + 0,15) = 167,58$ грн;

$З_{по} = 478,8 \cdot 0,4 = 191,52$ грн;

- проектний варіант:

$З_{оо} = 3,5 \cdot 24 \cdot 5,0 = 420$ грн;

$З_{до} = 420 \cdot (0,2 + 0,15) = 147$ грн;

$З_{по} = 420 \cdot 0,4 = 168$ грн.

Затрати по оплаті праці зачищувальників:

- заводський варіант:

$З_{оо} = 5,3 \cdot 22 \cdot 3,7 = 431,42$ грн;

$З_{до} = 431,42 \cdot (0,2 + 0,15) = 151$ грн;

$З_{по} = 431,42 \cdot 0,4 = 172,57$ грн;

- проектний варіант:

$З_{оо} = 5,3 \cdot 22 \cdot 3,4 = 396,44$ грн;

$З_{до} = 396,44 \cdot (0,2 + 0,15) = 138,75$ грн;

$З_{по} = 396,44 \cdot 0,4 = 158,58$ грн.

Затрати по оплаті праці контролерів:

$З_{оо} = 5,25 \cdot 30 \cdot 3,1 = 488,25$ грн;

$З_{до} = 488,25 \cdot (0,2 + 0,15) = 170,89$ грн;

$З_{по} = 488,25 \cdot 0,4 = 195,3$ грн.

Затрати по оплаті праці транспортувальників:

$З_{оо} = 9,9 \cdot 21 \cdot 2,2 = 457,38$ грн;

$З_{до} = 457,38 \cdot (0,2 + 0,15) = 160,08$ грн;

$З_{по} = 457,38 \cdot 0,4 = 182,95$ грн.

Для допоміжних робітників розрахунок проводять на річну програму окремо для кожної категорії за формулою [10, с.19]:

$$З_{од} = r_д \cdot C_р \cdot Ф_{еф}, \quad (4.8)$$

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

$r_д$ - чисельність допоміжних робітників даної категорії;

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

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

Затрати по оплаті праці налагоджувальників:

$З_{од} = 1 \cdot 33 \cdot 1850 = 61050$ грн;

$З_{дд} = 61050 \cdot 0,35 = 21367,5$ грн;

$З_{пд} = 61050 \cdot 0,4 = 24420$ грн.

Затрати по оплаті праці ремонтників:

$З_{од} = 2 \cdot 33 \cdot 1850 = 122100$ грн;

$З_{дд} = 122100 \cdot 0,35 = 42735$ грн;

$З_{пд} = 122100 \cdot 0,4 = 48840$ грн.

Затрати по оплаті праці електриків:

$З_{од} = 1 \cdot 33 \cdot 1850 = 61050$ грн;

$З_{дд} = 61050 \cdot 0,35 = 21367,5$ грн;

$З_{пд} = 61050 \cdot 0,4 = 24420$ 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[10, с.19]:

$$З_{оп} = r_п \cdot О_м \cdot 12, \quad (4.9)$$

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

r_n - чисельність працівників відповідної категорії;

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

12 - кількість місяців у році.

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

$$З_{оп} = 1 \cdot 9300 \cdot 12 = 111600 \text{ грн};$$

$$З_{дп} = 111600 \cdot 0,35 = 39060 \text{ грн};$$

$$З_{пп} = 111600 \cdot 0,4 = 44640 \text{ грн}.$$

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 робітників	**Основна зар. плата, грн**		**Додаткова зар. плата, грн**			
			за шкідливість		**інші доплати**	
	З	**П**	**З**	**П**	**З**	**П**
1	2		3		4	
Осн. робітники:						
правильники	214402,32		75040,81		85760,93	
розмічувальники	214179,68	202602,4	74962,89	70910,84	85671,87	81040,96
різальники	218910,78	195867,54	76618,77	68553,64	87564,31	78347,02
токарі	107980,4		37793,14		43192,16	
складальники	484242	319349,25	169484,7	111772,24	193696,8	127739,7
зварювальники	484545,6	318780	169590,96	111573	193818,24	127512
зачищувальники	218298,52	200598,64	76404,48	70209,52	87319,41	80239,46
контролери	247054,5		86469,08		98821,8	
транспортувальники	115717,14		40501		46286,86	

Продовження таблиці 4.5

Доп. робітники:						
налагоджувальники	61050		21367,5		24420	
ремонтники	122100		42735		48840	
електрики	61050		21367,5		24420	
ІТР	111600		39060		44640	
МОП	102000		35700		40800	
Разом	2763130,94	2380152,19	967095,83	833053,27	1540162,38	1386970,88

4.5 Калькуляція собівартості виробу

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

Таблиця 4.6 - Калькуляція собівартості виробу

Статті калькуляції	Сума затрат, грн	
	2	3
1	3	П
Основні матеріали: сталь Ст3Гпс зварювальний дріт Св-08Г2С захисна суміш МІХ-1 (Ar 82% + CO_2 18%)	478,4 413,4 58,05 6,95	475,25 410,55 57,87 6,86
Поворотні відходи	10	
Паливо та енергія на технологічні цілі	77,1	76,5
Основна заробітна плата основних робітників	640,37	533,99
Додаткова заробітна плата основних робітників	224,13	186,9
Премії та надбавки основних робітників	256,15	213,6
Відрахування на соціальне страхування	15,69	13,08
Відрахування на медичне страхування	28,02	23,36
Витрати на утримання та експлуатацію устаткування	183,15	183,15
Цехові (дільничні) витрати	160,2	160,2
Всього цехова собівартість	2053,21	1856,06

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:						
правильне	2	2	229500	229500	11475	11475
різальне	2	2	115000	115000	5750	5750
токарне	1	1	160000	160000	8000	8000
складальне	4	3	161500	161500	8075	8075
зварювальне	4	3	25000	25000	1250	1250
зачищувальне	2	2	6500	6500	325	325
контрольне	2	2	115000	115000	5750	5750
транспортне	1	1	315000	315000	15750	15750
Інструменти						
молоток	8	7	194	194	9,7	9,7
диск зачисний	2	2	163	163	8,15	8,15
щітка	2	2	110	110	5,5	5,5
рулетка	4	4	179	179	8,95	8,95
лінійка	4	4	132	132	6,6	6,6
шаблон	2	2	905	905	45,25	45,25
маркер	8	7	98	98	4,9	4,9
Разом						

Продовження таблиці 4.7

Види капітальних затрат	Загальна вартість, грн		Норма амортиз. відрах, %	Річна сума амортизаційних відрахувань, грн	
	З	П		З	П
Будівлі та споруди	4900000	4900000	5	245000	245000
Устаткування:					
правильне	470475	470475	8	37638	37638
різальне	235750	235750	8	18860	18860
токарне	168000	168000	8	13440	13440
складальне	654075	492575	7	45785,25	34480,25
зварювальне	101250	76250	6,5	6581,25	4956,25
зачищувальне	13325	13325	8	1066	1066
контрольне	235750	235750	6	14145	14145
транспортне	330750	330750	7	23152,5	23152,5
Інструменти:					
молоток	1561,7	1367,7		249,87	218,83
диск зачисний	334,15	334,15		53,46	53,46
щітка	225,5	225,5		36,08	36,08
рулетка	724,95	724,95	16	115,99	115,99
лінійка	534,6	534,6		85,54	85,54
шаблон	1855,25	1855,25		296,84	296,84
маркер	788,9	690,9		126,22	110,54
Разом	7115400,05	6928608,05		406632,01	393655,29

4.7 Основні техніко-економічні показники розробленого технологічного процесу

Річний економічний ефект визначається за формулою [10, с.27]:

$$E_ф = ((C_{пз} + E_н \cdot Ф_{мз}) - (C_{пп} + E_н \cdot Ф_{мп})) \cdot B, \quad (4.10)$$

де $C_{пз}$ - повна собівартість виробу за заводськими даними, грн ($C_{пз}$= 5404,68 грн);

$C_{пп}$ - повна собівартість виробу за проектними даними, грн ($C_{пп}$= 4972,92 грн);

$Ф_{мз}$ - фондомісткість продукції за заводськими даними, грн/шт ($Ф_{мз}$= 2053,21 грн/шт);

$Ф_{мп}$ - фондомісткість продукції за проектними даними, грн/шт ($Ф_{мп}$= 1856,06 грн/шт);

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

$$E_ф = ((5404,68 + 0,15 \cdot 2053,21) - (4972,92 + 0,15 \cdot 1856,06)) \cdot 3600 =$$
$$= 1660797 \text{ грн.}$$

Термін окупності капітальних вкладень визначається за формулою [10, с.28]:

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

де $Ф_{осз}$ - вартість основних виробничих фондів за заводським варіантом, грн ($Ф_{осз}$= 14100336 грн);

$Ф_{осп}$ - вартість основних виробничих фондів за проектним варіантом, грн ($Ф_{осп}$= 13216788 грн);

$E_{ур}$ - умовна річна економія, грн, яка розраховується за формулою [10, с.28]:

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

$$E_{ур} = 3600 \cdot (5404,68 - 4972,92) = 1554336 \text{ грн;}$$

$$T_{ок} = \frac{14100336 - 13216788}{1554336} = 0,57 \text{ р.}$$

Порівняльний аналіз техніко-економічних показників показано у таблиці 4.8.

Таблиця 4.8 - Основні техніко-економічні показники розробленого технологічного процесу

Показники	Одиниця вимірювання	Величина	
		З	П
1	2	3	4
Річна програма випуску продукції	шт	3600	3600
Кількість технологічного устаткування	шт	18	16
Собівартість товарної продукції	грн	5404,68	4972,92
Чисельність промислово-виробничого персоналу:			
- всього	чол	26	24
- основних робітників	чол	20	18
Фондомісткість продукції	грн/шт	2053,21	1856,06
Умовна річна економія	грн	-	1554336
Річний економічний ефект	грн	-	1660797
Термін окупності капітальних вкладень	роки	-	0,57
Місячний оклад основних робітників:			
- правильники	грн	15571,71	15571,71
- розмічувальники	грн	15555,54	14714,7
- різальники	грн	15899,15	14225,56
- токарі	грн	15684,9	15684,9
- складальники	грн	17584,88	15462,56
- зварювальники	грн	17595,9	15435
- зачищувальники	грн	15854,69	14569,17
- контролери	грн.	17943,19	17943,19
- транспортувальники	грн	16808,72	16808,72

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1 Сучасні заходи та засоби колективного та індивідуального захисту від дії характерних шкідливих і небезпечних факторів

Залежно від характеру застосування засоби захисту працівників поділяють на засоби колективного захисту та засоби індивідуального захисту (далі – ЗІЗ).

Засоби захисту мають бути безпечними для життя та здоров'я працівників за умови їх застосування за призначенням з урахуванням правильного обслуговування й використання [11].

Експлуатація засобів колективного та індивідуального захисту дозволена за умови [11]:

- наявності технічної документації (документів з експлуатації) з позначкою служби (відділу) технічного контролю виробника;

- своєчасного проведення необхідних експлуатаційних випробувань, якщо це вимагається нормативно-технічною документацією виробника;

- проведення щоденного огляду засобів захисту перед початком робіт з перевіркою справності, відсутності пошкоджень та дефектів, які можуть погіршувати їх захисні властивості.

Коли безпеку робіт не можуть забезпечити конструкція і розміщення засобів виробництва, організація виробничих процесів, проектно-технологічні рішення та засоби колективного захисту, необхідно застосовувати засоби індивідуального захисту. Різноманітні ЗІЗ застосовують працівником індивідуально [11].

Вони зменшують вплив на працівників небезпечних і шкідливих чинників, запобігають нещасним випадкам та професійним захворюванням.

ЗІЗ використовують відповідно до Мінімальних вимог безпеки і охорони здоров'я при використанні працівниками засобів індивідуального захисту на робочому місці, затверджених наказом Мінсоцполітики від 29.11.2018 №1804 (НПАОП 0.00-7.17-18).

Розрізняють такі види засобів індивідуального захисту [11]:

- рукавиці та рукавички (ЗІЗ рук);

- спецвзуття: черевики, чоботи, бахіли та ін.;

- маски, щитки, шоломи, каски, спеціальні шапки тощо (ЗІЗ голови);

- різні види захисних окулярів, маски (ЗІЗ органів зору);

- навушники, спеціальні протишумні вкладиші, шоломи (ЗІЗ органів слуху);

- респіратори, протигази, пневмошоломи та пневмомаски (ЗІЗ дихальних органів);

- захисні маски та щитки (ЗІЗ обличчя);

- спеціальні креми та пасти, гелі, мазі, засоби для вмивання (ЗІЗ шкіри);

- діелектричні килимки, запобіжні пояси та інші засоби індивідуального захисту;

- комбінезони, костюми, штани й куртки, кожухи, жилети, фартухи та нарукавники і ін. спецодяг;

- скафандри та пневмокостюми (спеціальні ізоляційні костюми).

ЗІЗ використовують лише за призначенням відповідно до інструкцій з експлуатації. Працівники зобов'язані інформувати роботодавця про недоліки щодо використання ЗІЗ за призначенням.

Засоби колективного захисту – це засоби, що використовуються для запобігання або зменшення впливу на працівників шкідливих і небезпечних виробничих факторів, а також для захисту від забруднення. На відміну від ЗІЗ вони мають захищати двох чи більше осіб за рахунок нормалізації умов їхньої трудової діяльності [11].

Вимоги до засобів колективного захисту наведені у ДСТУ 7238:2011 «Система стандартів безпеки праці. Засоби колективного захисту працюючих. Загальні вимоги і класифікація», затвердженому наказом Державного комітету України з питань технічного регулювання та споживчої політики №37 від 02.02.2011.

Загальні вимоги, технічні вимоги, вимоги щодо безпеки, методи випробувань, контролювання, вимоги до маркування, відомості, які надає виробник (зокрема, інструкції з експлуатації, тощо визначають у стандартах і технічних умовах на конкретні типи устаткування та засоби колективного захисту [11].

Види засобів колективного захисту залежно від конкретного небезпечного та/чи шкідливого виробничого фактору чи від конструктивних особливостей поділяють на типи [11]:

- ЗЗ від випромінювання (інфрачервоного, іонізуючого, ультрафіолетового, лазерного) та різних видів полів (електромагнітного, магнітного та електричного). До таких ЗЗ належать різні види огороджень, сигналізація, герметизація, автоматичний контроль та знаки безпеки;

- антишумові та противібраційні ЗЗ, а саме: звуко- та віброізоляція, спецогородження;

- ЗЗ від ураження струмом. Серед таких ЗЗ є захисне заземлення, огородження, дистанційне керування та автоматичне відімкнення;

- ЗЗ від механічних впливів. До цієї групи ЗЗ входять: сигналізація та обгородження, знаки безпеки, автоматичний контроль;

- ЗЗ для покращення і нормалізації освітлення робочих місць, приміщень. Серед таких ЗЗ є освітлювальне устаткування та прилади, різноманітні джерела світла, світлофори та світлозахисне устаткування;

- ЗЗ від хімічних чинників. До цих ЗЗ належать: очищення повітря, його вентиляція, герметизація, дистанційне керування, огородження та знаки безпеки;

- ЗЗ від низьких (високих) температур. Такі ЗЗ – це термоізоляція, дистанційне керування та автоматичний контроль, сигналізація й обгородження;

- ЗЗ для нормалізації повітряного середовища. Серед таких ЗЗ – опалення та кондиціювання повітря, його вентиляція, автоматичний контроль і сигналізація.

Вибирають конкретний тип засобу колективного захисту з урахуванням вимог безпеки для певного процесу або виду робіт [11].

Отже, конструкція засобів колективного захисту повинна забезпечувати можливість контролювати виконання ними свого призначення до початку та/або у процесі функціонування виробничого устаткування. ЗІЗ займають важливе місце при виконанні зварювальних робіт, тому що вони призначені для безпосереднього захисту зварників від контактних шкідливих впливів на них різних факторів.

5.2 Порядок проведення атестації робочих місць за умовами праці

Атестація робочих місць за умовами праці проводиться на підприємствах і в організаціях незалежно від форм власності й господарювання, де технологічний процес, використовуване обладнання, сировина та матеріали є потенційними джерелами шкідливих і небезпечних виробничих факторів, що можуть несприятливо впливати на стан здоров'я працівників, а також на їхніх нащадків як тепер, так і в майбутньому [12, с.172].

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

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

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

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

До проведення атестації можуть залучатися проектні та науково-дослідні організації, технічні інспекції праці профспілок, територіальні органи Держпраці [12, с.173].

Атестація робочих місць за умовами праці передбачає [12, с.173]:

− встановлення факторів і причин виникнення несприятливих умов праці;

− санітарно-гігієнічне дослідження факторів виробничого середовища, важкості й напруженості трудового процесу на робочому місці;

− комплексну оцінку факторів виробничого середовища і характеру праці на відповідність їхніх характеристик стандартам безпеки праці, будівельним та санітарним нормам і правилам;

− встановлення ступеня шкідливості й небезпечності праці та її характеру за Гігієнічною класифікацією праці;

− обґрунтування віднесення робочого місця до категорії зі шкідливими (особливо шкідливими), важкими (особливо важкими) умовами праці;

− визначення (підтвердження) права працівників на пільгове пенсійне забезпечення за роботу в несприятливих умовах;

− складання переліку робочих місць, виробництв, професій та посад з пільговим пенсійним забезпеченням працівників;

− аналіз реалізації технічних і організаційних заходів, спрямованих на оптимізацію рівня гігієни, характеру та безпеки праці.

Гігієнічні дослідження факторів виробничого середовища і трудового процесу проводяться лабораторіями, атестованими Держпраці і МОЗ в порядку, визначеному Мінсоцполітики разом з МОЗ [12, с.174].

Оцінка умов праці під час атестації робочих місць проводиться з метою

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

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

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

Результати атестації використовуються для розроблення заходів поліпшення умов праці й оздоровлення працівників та під час визначення права на пенсію за віком на пільгових умовах, пільг і компенсацій за рахунок підприємств, установ та організацій, обґрунтування пропозицій про внесення змін до списків виробництв, робіт, професій, посад і показників, зайнятість в яких дає право на пенсію за віком на пільгових умовах [12, с.174].

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

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

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі розглянуто проект вдосконалення технологічного процесу виготовлення барабана висівного апарату. Щоб власне вдосконалити дану технологію виробництва пропонуються такі заходи:

1. Напівавтоматичне зварювання у суміші МІХ-1 – використання газової суміші, що складається з аргону (82%) та вуглекислого газу (18%). Це забезпечує кращий захист зварювальної ванни, зменшує розбризкування електродного металу та усуває проблему замерзання при високій інтенсивності робіт.

2. Спеціальні пристосування та устаткування – їх застосування дозволяє уникнути ведення металу під час процесу, забезпечує точне позиціонування та надійну фіксацію елементів конструкції.

3. Сучасне зварювальне обладнання – впровадження нових моделей апаратів підвищує стабільність процесу, зменшує кількість дефектів і покращує якість готових виробів.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Гуменюк І.В., Іваськів О.Ф., Гуменюк О.В. Технологія електродугового зварювання: підручник. Київ: Грамота, 2006. 512 с.

2. Сталь Ст3Гпс. Продукція, характеристики, хімічний склад, механічні властивості, аналоги, застосування сталі Ст3Гпс: веб-сайт. URL: https://metinvestholding.com/ua/products/steel-grades/st3gps (дата звернення: 21.05.2026).

3. Квасницький В.В. Теорія процесів зварювання. Дослідження фізико-хімічних і металургійних процесів та здатності металів до зварювання: навч. посіб. Миколаїв: УДМТУ, 2002. 181 с.

4. Технологія і обладнання зварювання плавленням. Зварювання і споріднені процеси: веб-сайт. URL: http://drawings.zp.ua/ index.php/literatura/87-metallurgiya/zwariuvannia-i-sporidneni-protsessy/ zahal`na-literatura-po-zwariuvanniu /558-A-a-i-tekhnologiya-i-obladnannia-zwariuvannia -plavlenniam (дата звернення: 25.05.2026).

5. Технологія електричного зварювання плавленням. Загальна література по зварюванню: веб-сайт. URL: http:// drawings.zp.ua/ index.php/literatura/87-metallurgiya/ zwariuvannia-i-sporidneni-protsessy/ zahal`na-literatura-po-zwariuvanniu /337-D-s-i-tekhnologiya-elektriychnogo-zwariuvannia -plavlenniam (дата звернення: 25.05.2026).

6. Зварювальний напівавтомат Jasic MIG-250 (N257). Зварювальні напівавтомати: веб-сайт. URL: https://jasic.com.ua/ru/mig-250-n257-1101?gclid=CjwKCAjwt7XQBhBkEiwAtStpp-eoMe5lGbqA75EjhRKRo1zZm-R0haP50_OJT3XyfNpIhKeLBrJQxBoCGPkQAvD_BwE (дата звернення: 25.05.2026).

7. Пальник Binzel MB EVO PRO 401D. Зварювальні пальники MIG/MAG: веб-сайт. URL: https://svarka-trading.com.ua/uk/product/gorelka-mb-evo-pro-401d-4m/?gad_source=1&gad_campaignid=22598517798&gbraid =0AAAADNxq_8FXmDqeQ3vDCXdEqtqbhhkD&gclid=CjwKCAjwt7XQBhB

kEiwAtStpp9WGDKkR4oFw4fndWC8eQPem7UK6o8yWusnsJLR3us1jvBL7Uh TTKRoCgJoQAvD_BwE (дата звернення: 25.05.2026).

8. 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).

9. Карпенко А.С. Технологічна оснастка у зварювальному виробництві /2-ге видання, переробл. та доповн.: навч. посібник. Київ: Арістей, 2006. 272 с.

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

11. Засоби колективного захисту працівників. Служба охорони праці: веб-сайт. URL: https://pro-op.com.ua/article/355-zasobi-kolektivnogo-zakhistu-pratsivnikiv (дата звернення: 11.06.2026).

12. Охорона праці та цивільний захист: підручник для студентів, які навчаються за спеціальностями галузей знань «Автоматизація та приладобудування» / Левченко О.Г., Полукаров О.І., Зацарний В.В., Полукаров Ю.О., Землянська О.В.; за ред. О.Г. Левченка. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. 420 с.

ДОДАТКИ