

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет інженерії машин, споруд та технологій

(повна назва факультету)

Кафедра інжинірингу машинобудівних технологій

(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему:

Вдосконалення технологічного процесу зварювання газового
балона

Виконав(ла): студент(ка) 4 курсу, групи МТс-41
спеціальності 131 «Прикладна механіка»

(шифр і назва спеціальності)

	<u>Рискальчик С.І.</u> (підпис)	<u>Рискальчик С.І.</u> (прізвище та ініціали)
Керівник	<u>Базар М.С.</u> (підпис)	<u>Базар М.С.</u> (прізвище та ініціали)
Нормоконтроль	<u>Ткаченко І.Г.</u> (підпис)	<u>Ткаченко І.Г.</u> (прізвище та ініціали)
Завідувач кафедри	<u>Окіпний І.Б.</u> (підпис)	<u>Окіпний І.Б.</u> (прізвище та ініціали)
Рецензент	<u>Шанайда В. В.</u> (підпис)	<u>Шанайда В. В.</u> (прізвище та ініціали)

Тернопіль
2022

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота бакалавра на тему: " Вдосконалення технологічного процесу зварювання газового балона " складається із розрахунково-пояснювальної записки об'ємом 63 аркушів формату А4 і графічної частини об'ємом 6 аркушів формату А1. Розрахунково-пояснювальна записка складається із таких частин: аналітична, технологічна, конструкторська та безпека життєдіяльності, основи охорони праці.

Для висвітлення питань, які розглядаються у кваліфікаційній роботі, розрахунково-пояснювальна записка містить 24 рисунків, 12 таблиць, 3 додаток. При написанні розрахунково-пояснювальної записки використано 25 першоджерел.

В роботі обґрунтовано параметри технологічного процесу зварювання газового балона та запропоновано нове зварювальне устаткування, що дозволяють підвищити продуктивність монтажних робіт та підвищити якість конструкції.

Проведено вибір складально-зварювального устаткування та розрахунок їх елементів. Передбачено заходи з безпеки життєдіяльності та охорони праці при реалізації технологічного процесу.

Ключові слова: АВТОМАТИЧНЕ ЗВАРЮВАННЯ, МЕХАНІЗОВАНЕ ЗВАРЮВАННЯ, ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС, РЕЖИМИ ЗВАРЮВАННЯ, НАПІВАВТОМАТ.

Зміст

Вступ.....	6
1. Аналітичний розділ.....	8
1.1 Опис конструкції зварного виробу.....	8
1.2 Характеристика матеріалу зварного виробу.....	10
1.3 Технічні умови на виготовлення газового балона Г-50-5.....	12
1.4 Аналіз базового технологічного процесу виготовлення зварного виробу та постановка задач на проектування.....	15
2. Технологічний розділ	19
2.1 Вибір способу зварювання.....	19
2.2 Розрахунок норм витрат зварювальних матеріалів	24
2.3 Вибір основного зварювального обладнання	25
2.4 Опис запропонованого технологічного процесу виготовлення зварного виробу	31
2.5 Вибір методу контролю якості зварних швів газового балона	36
3. Конструкторський розділ	41
3.1 Вибір типу пристосувань	41
3.2 Розрахунок зубчатої передачі	46
3.3 Розрахунок необхідних зусиль стягування і зміщення кромки.....	51
4. Безпека життєдіяльності та основи охорони праці.....	56
4.1 Оцінка спроектованого технологічного процесу з охорони праці	56
4.2 Вимоги охорони праці до проектованої дільниці.....	57
4.3 Пожежна безпека на дільниці	58
Висновки	60
Перелік посилань на джерела	61
Додатки.....	63

ВСТУП

Зварюванням називається процес отримання цілісних з'єднань виробів (деталей) шляхом встановлення міжатомних зв'язків між з'єднаними деталями в процесі нагрівання, пластичного деформування або одночасної дії теплової та пластичної деформації.

На сьогодні можливості зварювання практично безмежні, для радіоізотопних кожухів із високолегованої сталі товщиною 0,8 мм, захисних кожухів для ядерних реакторів і штамповок товщиною до 3400 мм. Зварюють не тільки метали, а й такі матеріали, як пластик, скло, кварц тощо.

Зварювання використовується практично у всіх галузях народного господарства, але основна роль зварювання все ще відводиться в машинобудуванні та будівництві.

Основними напрямками зварювального виробництва є: заміна клепових, ливарних і ковальських конструкцій на більш економічні зварювальні конструкції, розширення виробництва зварювальних матеріалів та впровадження високоефективних методів автоматичного зварювання.

У багатьох випадках зварювання є єдиним можливим і найефективнішим методом створення цілісного з'єднання конструкційних матеріалів і отримання ресурсоефективної заготовки, яка геометрично наближається до оптимальної форми готової деталі або конструкції.

Завдяки використанню зварювання можливе виготовлення унікальних водяних і парових турбін, які використовують деталі та вузли складної форми, а також різні леговані сталі, біметалічні, низьковуглецеві або низьколеговані сталі товщиною більше 6 мм, покриті шаром високої сталі або алюмінієво-магнієвого сплаву.

Найбільш поширеним у промисловості є спосіб зварювання в середовищі захисного газу, особливо в їх сумішах. Це пов'язано з відносно низькою вартістю деяких захисних газів, покращеною якістю та продуктивністю зварювання. Цей

метод дозволяє напівавтоматичним і автоматичним методом з'єднувати різні матеріали в різних просторових місцях зварного з'єднання.

1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

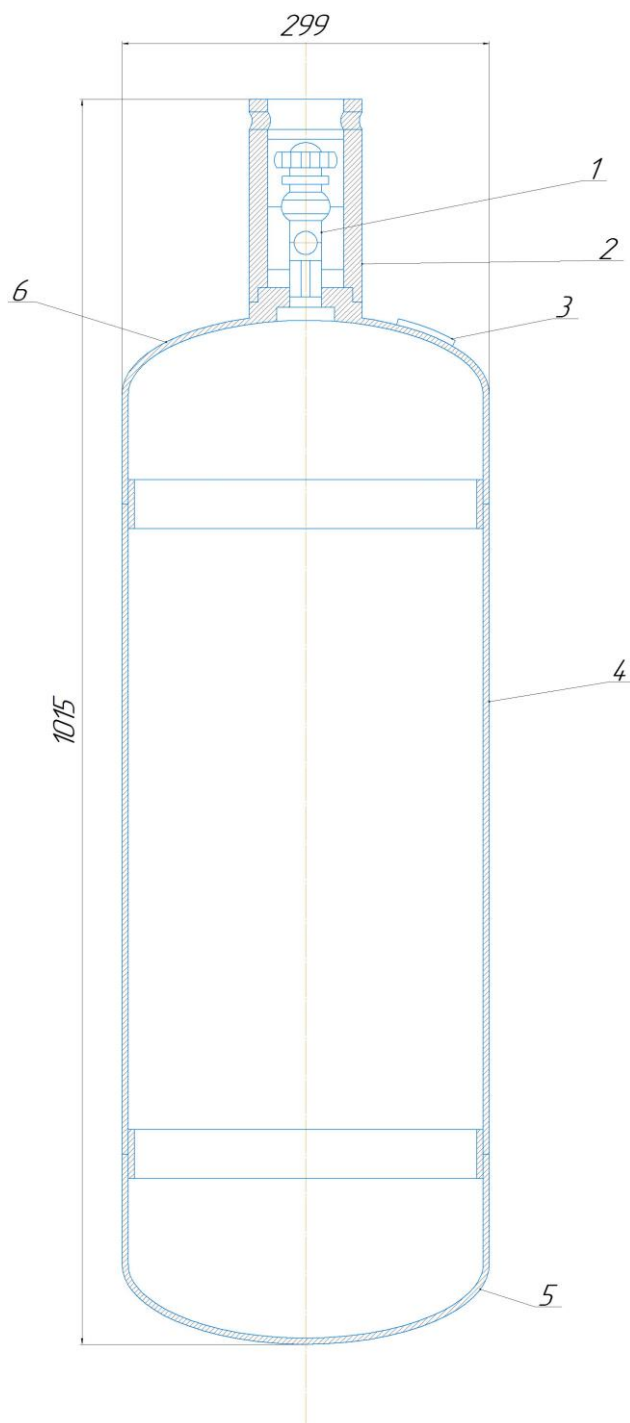
1.1 Опис конструкції зварного виробу

Балон - зварна ємність, призначена для транспортування і зберігання зріджених вуглеводневих газів (пропану, бутану та їх сумішей) об'ємом 5, 12, 27 і 50 літрів і тиском до 1,6 МПа за ГОСТ 15860.[1]

Виробом є газовий балон Г-50-5 тонкостінна ємність, місткістю 50 л, товщиною стінки 5 мм, довжиною – 1015 мм, діаметром – 299 мм. Загальний вигляд балона представлений на рисунку 1.1.



Рисунок 1.1 - Загальний вигляд газового балона



1 – вентиль; 2 – колпак; 3 – табличка; 4 – обичайка; 5 – нижнє днище;
6 – верхнє днище

Рисунок 1.2 – Схематичне зображення газового фалона

Щоб підвищити жорсткість конструкції, полегшити збірку днища і обичайки та забезпечення повного провару, всередині розташовані два підкладних кільця. На корпусі (обичайці) є фланець для кріплення впускно-відпусного обладнання.

Згідно з правилами експлуатації, 50 літровий газовий балон можна наповнити 42,5 літрами зрідженого газу. Даний обсяг вмісту для газового балона 50 л.

встановлений нормативною документацією, в якій йдеться, що з метою безпеки, ємність може бути заповнена не більше ніж на 85%.

Насправді заправники балонів намагаються не ризикувати і найчастіше вони наповнюють ємність лише на 75%. Крім того, не можна витратити вміст посудини остаточно.[2]



Рисунок 1.3 – Місткість газового балона [2]

1.2 Характеристика матеріалу зварного виробу

Враховавши те, що балон часто використовується для роботи в різних кліматичних умовах, то для забезпечення надійної і тривалої роботи виробу при виготовленні балону вибрав низьколеговану конструкційну вуглецеву сталь марки 10ХСНД.

Дана сталь часто використовується як конструкційний матеріал при створенні обладнання високого ступеня надійності й затребувана в суднобудуванні, вагонобудуванні, хімічному машинобудуванні та енергетиці.

Може застосовуватися при створенні зварних конструкцій, до яких висувають підвищені вимоги до атмосферної стійкості.

Фізико-механічні властивості сталі 10ХСНД показані в таблиці 1.1, а хімічний склад сталі 10ХСНД показаний в таблиці 1.2.

Таблиця 1.1 – Фізико-механічні властивості низьковуглецевої конструкційної сталі 10ХСНД за ГОСТ 19281 [3]

ГОСТ	Стан постачання	Переріз, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	$\delta 5\%$
			МПа		
			не менше		
19281	Листи гарячекатані	від 2 до 3	390	510	19

Таблиця 1.2 – Хімічний склад сталі 10ХСНД за ГОСТ 19281, % [3]

<i>C</i>	<i>Mn</i>	<i>Si</i>	<i>V</i>	<i>As</i>	<i>P</i>	<i>S</i>	<i>Cr</i>	<i>Ni</i>	<i>Cu</i>
не більше									
До 0,12	0,50-0,80	0,80-1,10	0,12	До 0,08	0,030	0,035	0,60-0,90	0,50-0,80	0,40-0,60

Маловуглецеві сталі мають добру зварюваність, але технологія їх зварювання повинна передбачати та забезпечувати певний комплекс вимог, основною з яких являються досягнення однакової міцності зварного з'єднання з основним металом. В металі шва не повинно бути тріщин, непроварів чи інших дефектів.

Однією з найважливіших технологічних характеристик сталей є зварюваність – це еквівалент вмісту вуглецю. Її визначають за формулою [4]:

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

де *C*, *Mn*, *Si*, *Ni*, *Cr*, *Mo*, *Cu*, *V*, *B* – вміст елементів у відсотках.

$$[C_{\text{екв}}] = 0,12 + \frac{0,5}{6} + \frac{0,8}{24} + \frac{0,5}{10} + \frac{0,75}{5} + \frac{0,50}{15} + \frac{0,12}{14} = 0,44$$

Еквівалент вуглецю для сталі 10ХСНД $C_{\text{екв}} < 0,45$, це показник доброї зварюваності. Тому, при зварюванні сталі 10ХСНД проведення попереднього або супутнього підігрівання не потрібне.

1.3 Технічні умови на виготовлення газового балона Г-50-5

Основними технічними вимогами при виготовленні балона є: дотримання розмірів які вказані на кресленнях, дотримання правильної форми виробу згідно креслень, дотримання підібраних режимів зварювання.

Ці технічні умови поширюються на сталеві балони для зріджених вуглеводневих газів під тиском до 1,6 МПа.

Технічні вимоги на виготовлення балона:

- балони повинні виготовлятися відповідно до вимог «Правил будови і безпечної експлуатації ємностей, що працюють під тиском»;
- хімічний склад і механічні властивості матеріалу повинні відповідати вимогам національних стандартів і технічних умов;
- якість і характеристики матеріалу повинні бути підтверджені компанією у відповідному сертифікаті;
- додаткові вимоги до матеріалів, які вказані в стандартах або технічних умовах, повинні бути зазначені в технічній документації.

Газовий балон виготовляється з листової низьколегованої конструкційної сталі марки 10ХСНД за ГОСТ 19281, яка повинна постачатися з гарантованим хімічним складом і механічними властивостями.

Не мають мати сталеві листи таких дефектів як: загусенець, хвилястості, тріщини чи інших дефектів, які знижують експлуатаційну надійність [5] .

Якість матеріалів та напівфабрикатів зобов'язані задовольняти вимоги стандартів і технічних умов. Матеріали повинні бути сертифікованими заводами, що виготовляють їх.

Згідно правил Держтехнагляду на виготовлення обичайок, для зберігання та транспортування продуктів газової промисловості допуски форм і розташування поверхонь при виготовленні балонів та їх складових частин повинні бути не більше:

- зміщення кромки у стикових зварних з'єднаннях, мм: повздовжніх швів – $0,1 S$, кільцевих швів – $0,1 S^{+1}$ (де S - товщина стінки балона);
- відносна овальність обичайки і циліндричної частини днищ зібраного балона – 1,0%;
- відхилення від заданого кута кромки у зварних швах для балонів з обичайкою – $0,1 S^{+3}$ мм
- днища балонів повинні мати еліптичну форму;

Основні розміри і елементи виробу повинні відповідати кресленню.

Значний вплив на якість зварних з'єднань цього виробу має складання під зварювання. При виготовленні ємностей для зберігання зрідженого газу необхідно дотримуватись усіх вимог, зазначених у технічній документації. Зварені кромки та прилеглі поверхні основного металу, шириною не менше 15 мм, видаляють іржу та бруд перед зварюванням, щоб надати металу блиск. Поверхня очищеної кромки повинна бути гладкою і не повинно бути подряпин глибше 0,5 мм.

Збірка повинна забезпечувати паралельність кромкових з'єднань і зазор між ними має бути в межах, дозволених специфікацією.

Кромки та поверхні слід підготувати до зварювання за допомогою механічної обробки або термічного різання з наступною механічною обробкою (різцем, фрезою, абразивним інструментом).

Кромки та прилеглі ділянки деталей, що підлягають зварюванню, повинні бути очищені від окалин, фарби, масла та інших забруднень.

Прихоплення необхідно проводити з використанням присадочного матеріалу, зазначеного в технічній документації для зварювання цього виробу.

Прихоплення при подальшому зварюванні знімаються або переплавляються основним зварним швом [6].

Переплавка прихоплень у кутових і напусткових швах можлива лише після шліфування та візуального контролю якості. При цьому такі прихоплення повинні виконуватися кваліфікованими зварювальниками.

Зварні з'єднання повинні підтримуватися необхідної міцності, довговічності і стабільності для заданого навантаження та робочого середовища протягом усього

терміну експлуатації. Міцність металу шва має бути така ж сама, як і міцність основного металу [6].

Вагому дію на міцність зварних з'єднань мають такі дефекти, як тріщини, пори, непровари, пропали, крихкість зварного металу біляшовної зони, кратери та інші дефекти. Тому при розробці технологічного процесу зварювання особливу увагу слід уділяти вибору матеріалів, режимів, способів зварювання та зварювальних пристосувань, щоб мінімізувати ймовірність виникнення дефектів.

Конструкція резервуара для зберігання зрідженого газу та зварні шви повинні передбачати:

- можливість зварювання з дотриманням всіх встановлених вимог;
- у випадку необхідного місцевого термічного оброблення, вільне розміщення нагрівальних приладів;
- контроль якості зварних з'єднань за допомогою передбачених для цього методів;
- можливість проведення ремонту.

Під час зварювання плавленням для забезпечення необхідного проплавлення кромки використовують спеціальну обробку – розроблення. Для кожного способу зварювання рекомендовані тип і конструктивні розміри елементів зварного з'єднання відповідно до товщини металу та стандарту на спосіб зварювання.

Якість зварювання забезпечується наступними умовами [6]:

- 1) зварювальні роботи можна проводити тільки з відповідними матеріалами;
- 2) не допускати дефекти зварних з'єднань;
- 3) необхідною точністю складання;
- 4) контроль якості зварювання слід проводити за допомогою ультразвукової діагностики.

У металі шва та в зоні термічного впливу не допускаються тріщини, непровари та пори.

Під час виготовлення виробу необхідно перевіряти:

- чи метали зварювальних деталей та зварювальні матеріали відповідають вимогам НД;

- чи якість підготовки кромки і збирання під зварювання відповідає вимогам чинних стандартів і креслень;
- дотримання технологічного процесу зварювання та термічної обробки згідно вимог НД;
- раковини, тріщини і глибокі подряпини на зовнішній і внутрішній поверхнях балона не допускаються;
- балон повинен бути міцним і герметичним. Не допускаються ознаки розриву, течіння та видимої залишкової деформації;
- руйнівний тиск газового балона повинен бути не менше 5 МПа;
- виправляти дефекти зварювального з'єднання допускається, але не більше одного разу в одному і тому ж місці;
- різьба на фланці повинна бути повною. На різьбі не допускаються вм'ятини, задирки і викришування;
- зовнішня поверхня балона повинна бути пофарбована атмосферостійкою червоною емаллю. Перед фарбуванням поверхню балона необхідно очистити від бруду, масла, іржі та ґрунтовки. Ґрунтування та фарбування сполучних поверхонь фланців не допускається..

1.4 Аналіз базового технологічного процесу

Технологічний процес виготовлення газових балонів включає наступні етапи: заготівельні, складальні, зварювальні, опоряджувальні, допоміжні, контрольні.

Схема технологічного процесу така: спочатку виготовляють деталі, кожна на своїй ділянці, потім комплект надходить до місця збирання та зварювання балонів, потім контролюють і піддають пневмовипробуванням готовий продукт, в разі проходження відправляють на фарбування і на склад.

Щоб отримати заготовки, які потім підлягатимуть складанню потрібно виконати такі операції:

- а) зачищення;

- б) правлення;
- в) розмічування;
- г) різання;
- д) вальцювання.

На листозачисній машині проводять зачищення листів. Зачищенню піддають тільки забруднені листи.

Правлення відбувається на листопрямильній машинці. Правляться лише деформовані листи, які деформувалися під час транспортування або зберігалися неналежним чином. Схема процесу правлення листового прокату показана на рисунку 2.1. [7]

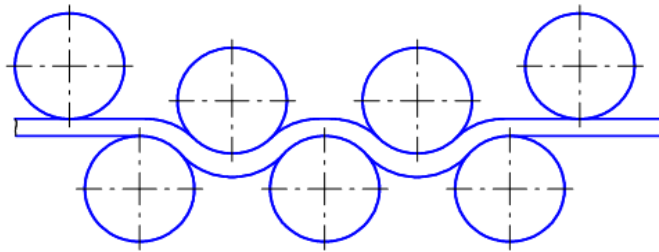
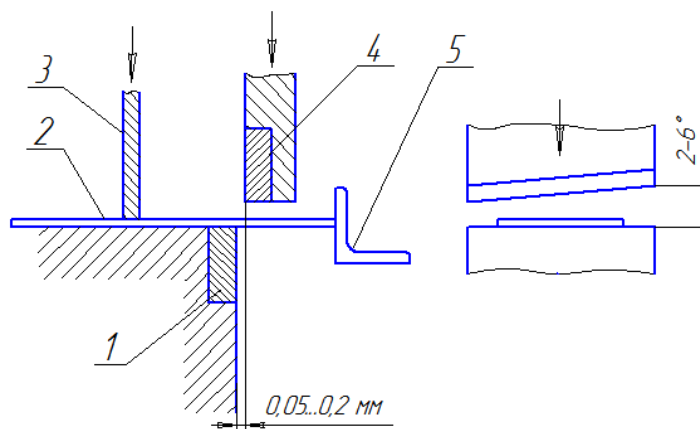


Рисунок 1.4 – Схема процесу правлення листового прокату

Розмічування листів за розмірами відбувається на спеціальній дільниці, яке проводиться вручну або механізованим або напівмеханізованим способом.

Різання листів з прямими кромками проводять на гільйотинних ножицях. Схема процесу різання показана на рисунку 2.2. [7]



1 – нижній ніж; 2 – лист металу; 3 – притискач; 4 – верхній ніж; 5 – упор

Рисунок 1.5 – Схема процесу різання листового прокату на гільйотинних

Вальцювання обичайки проводиться на вальцювальному пристрої або катку. Схема вальцювання показана на рисунках 2.3. [7]

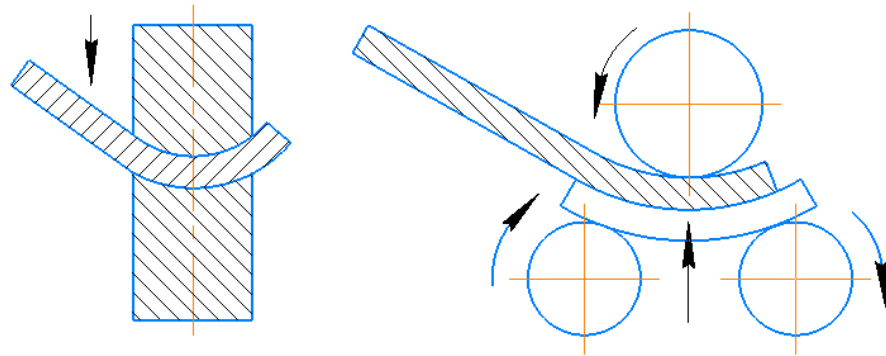


Рисунок 1.6 – Схема вальцювання обичайки

На першому етапі виготовлення газового балона виготовляється днище з листа товщиною 5,0 мм. Листи металу подаються в зону і гільйотинними ножицями розрізають на заготовки потрібного розміру.

Далі пакет із заготовками подається в ділянку штампування, де на пресі формується днище.

Потім виготовляється обичайка балона. Заготівельні операції у виробництві обичайки подібні до операцій для днищ. Але у цьому випадку спочатку під фланець висвердлюється отвір, потім формується заготовка під обичайку, потім вона монтується в спеціальне затискне пристосування і поздовжній зварний шов під шаром флюсу зварюється.

Наступний етап це виготовлення і прихоплення підкладних кілець.

Після виготовлення складальних одиниць балона збирають і прихоплюють днища з обичайкою і підкладними кільцями.

Нарешті, фланець і балон зварюються між собою напівавтоматичним зварюванням в середовищі CO_2 .

Після зварювання зачищають шви, щоб видалити металеві бризки з поверхні виробу. Зачищають вручну або механізованим методом.

Ручні інструменти які використовуються: молоток, зубило, металева щітка. Механічні: пневмошліфувальні машини, шліфувальні і фрезерні верстати. Після очищення виріб підлягає внутрішньому та зовнішньому контролю дефектів.

До допоміжних операцій, що виконуються під час виготовлення цього продукту, належать:

- налагоджувальні;
- перевантажувальні;
- піднімально-транспортні операції;

Перед тим як приступити до зварювання, робляться налагоджувальні роботи на обладнанні, засипають флюс і встановлюємо початковий виліт електродного дроту.

Перевантажувальні і піднімально-транспортні операції включають в себе: перевезення заготовок з дільниці на дільницю, встановлення деталей в складальні пристосування, транспортування продукції на склад.

До недолік технологічного процесу можна віднести:

- 1) використовується застаріле обладнання
- 2) висока вартість інструментів і зварювальних установок
- 3) нераціонально підібрані параметри режиму зварювання

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Вибір способу зварювання

Найпоширеніші методи дугового зварювання, які дуже універсальні і прості у реалізації. По-перше, це зварювання покритими електродами, напівавтоматичними і автоматичними методами зварювання з використанням зварювального дроту суцільного перерізу в середовищі вуглекислого газу або його сумішах, під флюсом, порошковим зварювальним дротом.

Процес виготовлення газових балонів повинен бути максимально механізованим і автоматизованим, оскільки методи зварювання, які використовуються для виготовлення виробу, трудомісткі і мають значні витрати часу. Механізові і автоматизовані методи зварювання мають більшу продуктивність праці, знижену трудомісткість і підвищену якість зварних швів.

Можна використовувати ручне дугове зварювання, але цей процес вимагає високої кваліфікації зварників і тому вимагає багато часу, що неприпустимо з огляду на збільшення виробництва.

Напівавтоматичне зварювання в вуглекислому газі можна виконувати в будь-яких просторових місцях.

Зварювання флюсом, особливо напівавтоматичне, утруднене через неможливість точно направляти електрод уздовж осі стикового зазору і стежити за утворенням зварного шва.

Незважаючи на складне обладнання та високу вартість, автоматичне зварювання під флюсом знайшло широке застосування. Використання такого способу зварювання дозволяє забезпечити стабільність режимів зварювання та якість зварювального шва.

Автоматичне зварювання має ряд переваг перед напівавтоматичним:

- а) вища продуктивність;
- б) кваліфіковані зварювальники не потрібні, тільки один оператор;
- в) економія зварювальних матеріалів;

г) можливе глибше пропалення за один прохід.

Важливим недоліком є те, що автоматичне зварювання під флюсом використовується в основному тільки для зварювання у нижньому просторовому положенні.

Тому, враховуючи особливості різних методів зварювання та технічні характеристики зварювання низьколегованої та високолегованої сталі, ми вибираємо зварювання поздовжніх та кільцевих швів газового балона автоматичне дугове зварювання під шаром флюсу, та зварювання в середовищі CO₂ для приварювання фланця до балона.

З метою забезпечення необхідних механічних властивостей металу шва та високої стійкості до утворення тріщин і пор при зварюванні високолегованих і низьколегованих сталей застосовують зварювальні матеріали зі зниженою схильністю до розтріскування, тобто леговані кремнієм і марганцем.

Тому зварювання газових балонів зі сталі 10ХСНД здійснюється зварювальним дротом суцільного перерізу марки Св08Г2С. Дана марка зварювального дроту може використовуватись у зварюванні в будь-яких просторових положеннях. Завдяки достатньому вмісту кремнію та марганцю метал шва добре розкислюється і формується, а також має високу міцність і пластичність.

Хімічний склад дроту Св 08Г2С приведено в таблиці 2.1. [3]

Вміст елементів, %						
<i>C</i>	<i>Si</i>	<i>Mn</i>	<i>Cr</i>	<i>Ni</i>	<i>S</i>	<i>P</i>
			не більше			
0,05-0,11	0,70-0,95	1,8-2,1	0,20	0,25	0,025	0,03

Таблиця 2.1 – Хімічний склад дроту Св08Г2С згідно ГОСТ 2246-70

Для автоматичного зварювання дротом марки Св08Г2С під флюсом сталі марки 10ХСНД рекомендується використовувати флюс АН-348-А або ОСК-45 за ГОСТ 9087-69.

З огляду на те що конструкція відповідальна, то вибираємо для захисту металу зварної ванни флюс АН-348-А, що забезпечить менше відхилення хімічного складу основного металу. Вміст хімічних елементів даного флюсу наведено в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Хімічний склад флюсу АН-348-А згідно ГОСТ 9087-69 [8]

Вміст елементів, %								
<i>SiO₃</i>	<i>MnO</i>	<i>CaO</i>	<i>MgO</i>	<i>Al₂O₃</i>	<i>CaF₂</i>	<i>Fe₂O₃</i>	<i>S</i>	<i>P</i>
41-44	34-38	6,5	5-7,5	4,5	4-5,5	2,0	0,15	0,12

Комбінація дроту Св08Г2С і флюсу АН-348-А дозволяє отримати метали шва з механічними властивостями, що відповідають основним металам.

Основні параметри зварювання – це напруга дуги, сила зварювального струму, діаметр зварювального дроту, швидкість його подачі і швидкість зварювання.

Для забезпечення високої міцності необхідна висока якість зварного з'єднання, тому зварювання проводять на підкладних кільці.

Розрахунок параметрів режиму зварювання здійснюється за типом з'єднання, показаним на рисунку 2.1.

Схема зварювання при виготовленні циліндричної частини балона здійснюється за ГОСТ 8713-79 автоматичним зварюванням під флюсом, ескіз якого наведений на рисунку 2.1.

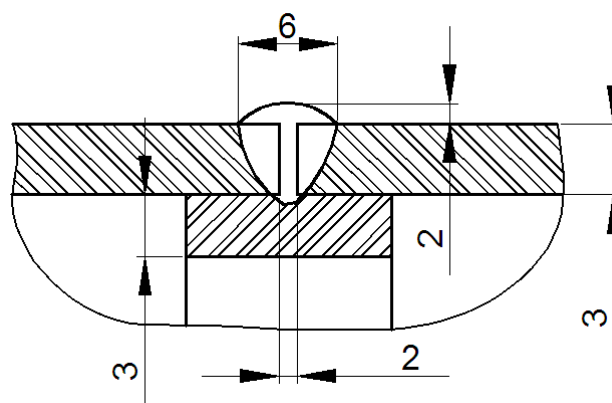


Рисунок 2.1 – Схема зварного стикового з'єднання С2 за ГОСТ 8713-79

Сила зварювального струму визначається за формулою:

$$I_{зв} = \frac{h}{k} \cdot 100, \quad [9] \quad (2.1)$$

де h – глибина проплавлення, мм. За умовою повного проплавлення, приймається 5 мм;

k – коефіцієнт пропорційності, мм/100А.

Для електродного дроту діаметром 5 мм, $k=1$ мм/100А.

$$I_{зв} = \frac{5}{1} \cdot 100 = 500 \text{ А.}$$

Зварювальний струм приймається 500А.

Діаметр зварювального електродного дроту визначається за формулою:

$$d_e = 1,13 \sqrt{\frac{I_{зв}}{j}} \quad [9] \quad (2.2)$$

j – густина струму, А/мм²;

$$d_e = 1,13 \sqrt{\frac{500}{50}} = 3 \text{ мм.}$$

Приймається діаметр електродного дроту рівний 3 мм.

Напруга на дузі визначається за формулою:

$$U_d = 20 + \frac{50 \cdot 10^{-3}}{d_e^{0,5}} \cdot I_{зв} \pm 1, \quad [9] \quad (2.3)$$

$$U_d = 20 + \frac{50 \cdot 10^{-3}}{3^{0,5}} \cdot 500 = 34,4 \text{ В.}$$

Напруга на дузі приймається рівна 30 В.

Площа наплавленого металу в поперечному перерізі шва рівна сумі площ підсилення і величини зазору в поперечному перерізі шва.

Площа підсилення в поперечному перерізі шва розраховується за формулою:

$$F_1 = 0,75 \cdot l \cdot q, \quad (2.4)$$

де l – ширина зазору шва, м;

q – величина підсилення шва, м;

$$F_1 = 0,75 \cdot 1,5 \cdot 10^{-3} \cdot 28 \cdot 10^{-3} = 32 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2.$$

Площа наплавленого металу в зазорі поперечного перерізу шва визначається за формулою:

$$F_2 = h_{ш} \cdot l \cdot h_p \cdot tg\alpha \cdot h_p, \quad (2.5)$$

де $h_{ш}$ – висота шва, м;

h_p – висота розроблення, м;

α – кут розроблення;

$$F_2 = 5 \cdot 1,5 \cdot 2 \cdot tg90 \cdot 3 = 75 \cdot 10^{-6} m^2.$$

Площа наплавленого металу в поперечному перерізі шва тоді буде рівна:

$$F = F_1 + F_2, \quad (2.6)$$

$$F = 32 \cdot 10^{-6} + 75 \cdot 10^{-6} = 107 \cdot 10^{-6} m^2.$$

Коефіцієнт наплавлення розрахується за формулою:

$$\alpha_H = A + B \cdot \frac{I_{зв}}{d_{ел}}, \quad [9] \quad (2.7)$$

де A – коефіцієнт пропорційності постійного струму, $A=2,3$;

B – коефіцієнт пропорційності постійного струму, $B=0,04$;

$$\alpha_H = 2,3 + 0,04 \cdot \frac{500}{3} = 8,9 \text{ г} \cdot \text{А/год}.$$

Швидкість подачі електродного дроту визначається за формулою:

$$V_{п.д} = \frac{4 \cdot \alpha_H \cdot I_{зв}}{\pi \cdot d_{ел}^2 \cdot \gamma}, \quad [9] \quad (2.8)$$

де γ – густина наплавленого металу, 7800 кг/м^3 .

$$V_{п.д} = \frac{4 \cdot 8,9 \cdot 500}{3,14 \cdot 3^2 \cdot 7800} = 80,7 \text{ м/год} \approx 81 \text{ м/год}.$$

Швидкість зварювання розрахується за формулою:

$$V_{зв} = \frac{\alpha_H \cdot I_{зв}}{F_H \cdot \gamma \cdot 100}, \quad [9] \quad (2.9)$$

$$V_{зв} = \frac{8,9 \cdot 10^{-3} \cdot 500}{107 \cdot 10^{-6} \cdot 7800 \cdot 100} = 53,3 \text{ м/год}.$$

Результати розрахунків заносимо в таблицю 2.3.

Таблиця 2.3 – Параметри режиму автоматичного зварювання під шаром флюсу газового балона

Сила струму $I_{зв}, \text{А}$	Напруга на дузі $U_d, \text{В}$	Діаметр дроту $d_e, \text{мм}$	Швидкість зварювання $V_{зв}, \text{м/год}$	Швидкість подачі дроту $V_{п.д}, \text{м/год}$
500	30	3	53	81

2.2 Розрахунок норм витрат зварювальних матеріалів

Розрахунок норм витрат зварювального матеріалу здійснюється на основі креслень деталей машин, специфікації деталей, технологічних процесів зварювання та різання.

При нормуванні вартості зварювальних матеріалів використовується конкретний показник, тобто встановлюється вартість матеріалу на виріб. Для процесу дугового зварювання питомим показником є показник витрати матеріалу на 1 метр зварювального шва.

Розрахунки вартості зварних газових балонів проводяться для стикових з'єднань.

Визначити витрати зварювального дроту для виконання зовнішніх швів можна за формулою за формулою:

$$H_b = M \cdot k_b, \quad [10] \quad (3.11)$$

де M – маса наплавленого металу, кг;

k_b – коефіцієнт витрат матеріалу, $k_b=1.10$.

Масу наплавленого металу визначаємо за формулою:

$$M = F \cdot \rho \cdot L, \quad [10] \quad (3.12)$$

Згідно креслень довжина шва становить, $L=2,68$ м

$$M = 107 \cdot 10^{-6} \cdot 7800 \cdot 2,68 = 2,236 \text{ кг};$$

$$H_b = 2,236 \cdot 1,1 = 2,46 \text{ кг}.$$

Витрату флюсу АН-348-А для зварювання зовнішніх швів визначаємо за формулою:

$$Q_\phi = H_b \cdot K_\phi, \quad [10] \quad (3.13)$$

де K_ϕ – коефіцієнт маси витраченого дроту, $K_\phi=1,7$;

$$Q_\phi = 2,46 \cdot 1,7 = 4,18 \text{ кг}.$$

Витрати електроенергії для зварного шва визначаємо за формулою:

$$Q_e = \frac{U_d}{\alpha_n \cdot n \cdot R_u}, \quad [10] \quad (3.14)$$

де R_u – коефіцієнт роботи дуги, $R_u=0,2$;

n – коефіцієнт пропорційності, $n=0,75$.

$$Q_e = \frac{30}{8,9 \cdot 0,75 \cdot 0,2} = 22,5 \text{ кВт} \cdot \text{год}.$$

Час зварювання шва визначаємо за формулою:

$$t_0 = \frac{H_b}{I_{зв} \cdot \alpha_H}, \quad [10] \quad (2.15)$$

$$t_0 = \frac{2,46}{500 \cdot 8,9} = 3 \text{ хв}.$$

2.3 Вибір основного зварювального обладнання

При виборі зварювального обладнання необхідно враховувати, що для зварювання газових балонів треба застосовувати зварювальне обладнання, за допомогою якого можна зварювати товщини 3-8 мм.

Зварювання газового балона здійснюєм за допомогою автомата А-1416. Це підвісний самохідний автомат призначений для електродугового зварювання низьковуглецевих і легованих сталей електродом, що плавиться (суцільний дріт) під флюсом на постійному струмі з незалежними від параметрів дуги швидкостями зварювання і подачі електродного дроту. Широкий діапазон зварювання досягається зміною швидкості переміщення автомата та подачі зварювального дроту шляхом заміни змінних шестерень. Автомат має ступінчасте регулювання подачі зварювального дроту та швидкості зварювання. [11]



Рисунок 2.2 – Загальний вигляд підвісного самохідного зварювального автомата А-1416

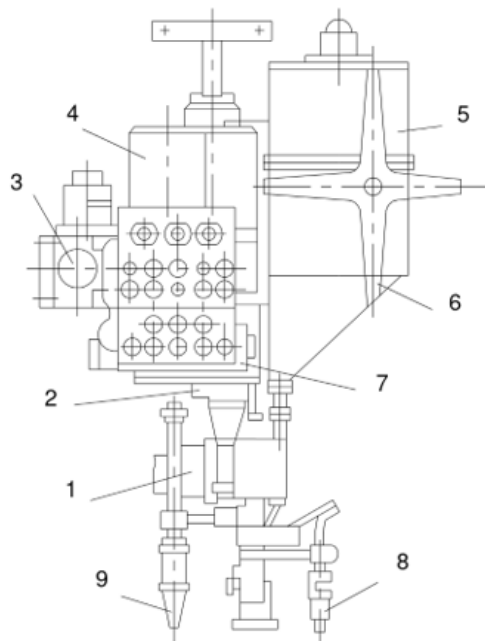


Рисунок 2.3 – Схема зварювального автомата А-1416

Головка А-1416 складається з трьох комплектних вузлів А, В і С, кожен з яких спеціалізується на виконанні певних операцій.

Вузол А є найпростішою підвісною зварювальною головою, що складається з механізму подачі 1, мундштука 2, механізму випрямлення дроту 3, панелі управління 4 та механізму підвіски з механізмом корекції 5.

Вузол В складається з підйомного механізму 6, флюсоапарата 7 з пристроєм відсмоктування і котушки для дротяного електрода.

Вузол С — трьохколісний візок велосипедного типу з незалежним електроприводом.

Правлення дроту виконується шестироликовим механізмом. Для полегшення заповнення дроту монтажна роликова система оснащена ексцентриком, за допомогою якого ролик можна переміщати досить далеко для вільного проходження дроту.

Напрямок руху електродів у місці стику регулюється вручну за допомогою бічного коректора і покажчика, або автоматично за допомогою спеціального тривалкового копіювального апарату.

Флюсоапарат головки побудований за гібридною схемою і працює через мережу установок стисненого повітря. Верхня частина флюсового блоку складається з ежектора, що створює розрідження у всмоктувальній трубі, і сепаратора, в якому струмінь повітряно-флюсової суміші поділяється на флюс, падаючий вниз і повітря, що виходить. Нижня частина флюсоапарата є бункером флюсу і одночасно рухомою штангою підйомного механізму. До низу штанги кріпиться труба і на шов заливається флюс.

Трьохколісний візок велосипедного типу приводяться в рух окремими асинхронними двигунами. Лівий бігунок на візку - приводний, правий і верхній - холості. На роликах є клиноподібні канавки для збільшення зчеплення. Для ручного переміщення головки її візок оснащений муфтою, яка від'єднує повзунк приводе від механізму візка.

Технічна характеристика автомата А-1416 показана в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Технічна характеристика автомата А-1416 [11]

Параметри	Значення
Номінальна напруга мережі живлення,	380
Частота струму мережі живлення, Гц	50
Номінальний зварювальний струм, А	при ПВ=60% 630
Діапазон регулювання зварювального струму, А	60 - 630
Кількість електродів, шт	1
Діаметр суцільного електродного дроту, мм	1,2-5
Межі ступінчастого регулювання швидкості подачі електродного дроту, м/год	47 - 509
Діапазон ступінчастого регулювання швидкості зварювання, м/год	12 - 120
Поперечне переміщення зварювального електрода (мундштука): хі	±75 від руки
Регулювання кута нахилу електрода (мундштука) до вертикалі, гра	±25 ручне
Маршова швидкість переміщення зварювальної головки, м/год	950
Маса, кг:	
- зварювальної головки	325
- джерела живлення	230
Габаритні розміри, мм:	
- зварювальної головки	960×860×18 60
- джерела живлення	805×600×10 30

Джерело живлення для зварювальної дуги повинно відповідати наступним вимогам:

- а) мати необхідні силу струму і напругу дуги зварювання;
- б) мати необхідні зовнішні характеристики для забезпечення стабільного горіння дуги;
- в) можливість налаштуватись на потрібний режим зварювання;
- г) мати необхідні динамічні характеристики для забезпечення нормального збудження дуги та мінімального коефіцієнта розбрискування.

Як джерело живлення для автомата А-1416 ми використовуємо зварювальний випрямляч КИГ-601 (рисунок 2.4).



Рисунок 2.4 – Загальний вигляд зварювального випрямляча КИГ-601

Цей зварювальний випрямляч призначений для напівавтоматичного дугового зварювання в середовищі захисних газів.

Збільшена кількість ступенів перемикання зварювальної напруги дозволяє перекривати з малою дискретністю широкий діапазон зварювальних струмів без застосування складних електронних пристроїв, що забезпечує чудові зварювальні властивості, мінімальне розбризкування, економію зварювальних матеріалів.

Випрямляч простий у керуванні та надійний у роботі.

Таблиця 2.5 – Технічна характеристика випрямляча КИГ-601 [12]

Параметри	Значення
Номінальна напруга мережі живлення,	380
Частота струму мережі живлення, Гц	50
Номінальний зварювальний струм, А	
ПВ 100%	480
ПВ 80%	540
ПВ 60%	630
Межі регулювання зварювального струму, А	60 - 630
Межі регулювання робочої напруги,	17 - 46

Номінальна споживана потужність, кВА	46
Напруга холостого ходу,	60
Габаритні розміри, мм	740×590×952

Зварювання проводять на постійному струмі зворотньої полярності. Це пояснюється тим, що на прямій полярності процес зварювання характеризується великим розбризкуванням, навіть при зварюванні значно меншими струмами. Це приводить до зменшення глибини провару.

Для приварювання фланця до баллона вибираємо напівавтомат ПДГ-601 УЗ.1 з джерелом живлення - випрямлячем ВДГ-601.

Технічна характеристика зварювального випрямляча ВДГ-601 наведена в таблиці 2.6.

Таблиця 2.6 – Технічна характеристика зварювального випрямляча ВДГ-601 [13]

Технічна характеристика	Показник
Напруга мережі живлення, В	380
Номінальний зварювальний струм, А	630
Діапазон регулювання струму, А	100...630
Напруга холостого ходу, В не більше	90
Номінальна робоча напруга, В	66
Первинна потужність, кВт	69
Коефіцієнт корисної дії, %	82
Габарити, мм	900×1250×1125
Маса, кг	570

Випрямляч ВДГ-601 має жорсткі зовнішні характеристики, які плавно регулюють вихідну напругу мережі. Випрямляч складається з трансформатора з нормальною магнітною дисперсією і трифазного дроселя насичення. Робоча обмотка дроселя міститься в блоці випрямляча. Регулювання вихідної напруги поступове - плавне. Випрямляч має дистанційне керування. Через високе

споживання енергії використання випрямляча більшої потужності з подібними зовнішніми характеристиками не буде економічно вигідним.

Технічна характеристика напівавтомата наведена в таблиці 2.7.

Таблиця 2.7 – Технічна характеристика зварювального напівавтомата ПДГ-601 [14]

Технічна характеристика	Показник
Номінальний зварювальний струм, А	630
Діапазон регулювання зварювального струму, А	50-630
Діаметр електродного дроту, мм	2...8,0
Швидкість подачі електродного дроту, м/год	120-1200
Габарити, мм	750×605×950
Маса подавального пристрою, кг	270
Джерело струму	ВДГ-601

2.4 Опис запропонованого технологічного процесу виготовлення зварного виробу.

Щоб отримати заготовки, які потрібні для виготовлення балона, повинні виконатись подальші операції:

- правлення;
- розмічування;
- різання;
- зачищення.

Для створення заготовок використовують листовий прокат.

Якість складання та готової зварної конструкції забезпечує виконання правлення металопрокату. Правлення здійснюють за допомогою спеціальної листопрямильної машини Bendmak BPSM 20/18 (рисунок 2.5)



Рисунок 2.5 – Загальний вигляд листопрямильної машини Bendmak BPSM 20/18 [15]

Він має високоякісні роликові підшипники, які забезпечують менше тертя. Регулювання валків здійснюється за допомогою гідравлічної системи. Також передбачені заходи щодо захисту електричної системи від перевантажень. Зручне керування за допомогою мобільної панелі керування дозволяє контролювати всю свою роботу.

Технічна характеристика листопрямильної машини наведена в таблиці 2.7.

Таблиця 2.8 – Технічна характеристика листопрямильної машини Bendmak BPSM 20/18 [15]

Технічна характеристика	Показник
Максимальна товщина листа, мм	18
Максимальна ширина листа, мм	1500
Потужність, кВт	20
Тип приводу	Гідравлічний

Розмічування заготовок здійснюється оптичними методами, тому ми не використовуємо шаблони, розмічаємо по кресленню, спроектованих на поверхню розмітки.

Для різання листа обичайки застосовуємо гільйотинні ножиці з ЧПУ Yangli MS8 6x3200 (рисунок 2.6). Рух ножа в гідравлічній стрижці відбувається за рахунок тиску гідравлічного масла. Цей тип приводу дає можливість різати метал великої товщини - до 12 мм (залежно від моделі гільйотини). Гідравлічні преси також

мають більш міцну та надійну конструкцію з підвищеною стійкістю до вібрації під час роботи.

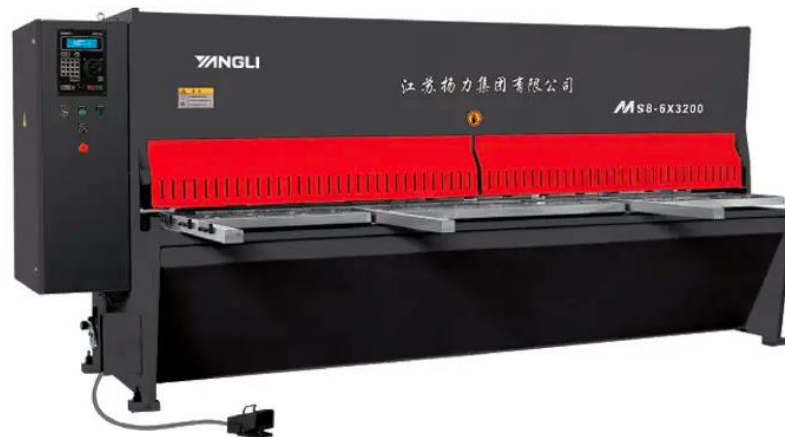


Рисунок 2.6 – Загальний вигляд гільйотинних ножиць Yangli MS8 [16]

Таблиця 2.9 – Технічна характеристика гільйотинних ножиць Yangli MS8 [16]

Технічна характеристика	Показник
Товщина різ, мм	6
Довжина різ, мм	3200
Кут нахилу лез, град	0,5-2,0
Переміщення заднього упору, мм	1000
Швидкість переміщення заднього упору, мм	200
Вага, кг	7500
Габаритні розміри, мм	3888x2580x1750

Тоді формується обичайка за допомогою 3-х валкового листозгинального верстата ЗНЕМ. Він підходить для згинання листів довжиною від 1500 до 4000 мм і товщиною від 3 до 30 мм (рисунок 2.7).



Рисунок 2.7 – Загальний вигляд 3-х валкового листозгинального верстата ЗНЕМ [17]

Наступним етапом буде виготовлення днищ. Починаємо з вирізання круглих заготовок на порталній плазморізальній машині с ЧПУ Aural (рисунок 2.8), яка призначена для надточного різання металевих листів. З його ж допомогою вирізається отвір для фланця на одному днищі. Його технічна характеристика наведена в таблиці 2.10.



Рисунок 2.8 – Загальний вигляд порталної плазморізальної машини Aural [18]

Таблиця 2.10 – Технічна характеристика порталної плазморізальної машини Aural [18]

Технічна характеристика	Показник
Загальна ширина, мм	2000
Робоча ширина різання, мм	1500
Швидкість різання, мм/хв	50-5500
Шорсткість обробленої поверхні, Rz	70
Товщина металу, що обробляється, мм	5-300

Тоді формується саме днище. Воно формується на гідроформному пресі РРН (рисунок 2.9). Водні преси серії РРН широко використовуються в галузі, оскільки дозволяють гідроформування поліцентричних, овальних і круглих днищ товщиною до 8 мм.



Рисунок 2.9 – Загальний вигляд гідроформного преса РРН [19]

Після того як усі заготовки зроблені починається саме зварювання. Спочатку зарюється обичайка за допомогою зварювального автомата А-1416, який встановлений на спеціальному зварювальному апараті Р-879. Тоді приварюються верхнє і нижнє днище до обичайки. І до верхнього днища приварюється фланець напівавтоматичним зварюванням в середовищі CO₂.

Після зварювання виконується зачищення швів. Для попереднього обстукання від шлаку використовується молоток JUCO M8152 і захисні окуляри Delta Plus Galeras Clear (рисунок 2.10). Потім використовуємо пікоструменеву апарат TORIN TRG4020В (рисунок 2.11) [20] для кінцевого очищення швів від залишків шлаку, щоб при контрольному огляді дефекти (якщо вони присутні) можна було легко виявити.



Рисунок 2.10 – Загальний вигляд захисних окулярів Delta Plus Galeras Clear



Рисунок 2.11 – Загальний вигляд пікоструменевого апарата Torin Trg4020b

Перед тим, як проводити зварювання настраюємо зварювальне обладнання та встановлюємо необхідні параметри режиму зварювання, регулюємо витрати захисного газу, а також виліт електродного дроту.

При виконанні перевантажувальних і підйомно-транспортних робіт здійснюємо встановлення деталей в кондукторі, перевезення заготовок на робоче місце.

2.5 Вибір методу контролю якості зварних швів газового балона

При перевірці якості зварних конструкцій необхідно вибрати метод, який забезпечує техніко-економічну ефективність, зручний у роботі та гарантує виявлення всіх можливих дефектів зварювання. Метод контролю вибирають в залежності від загального розміру конструкції, товщини металу, типу матеріалу та призначення конструкції.

Під дефектами розуміють невідповідність кожного окремого товару встановленим вимогам. Дефекти зварних з'єднань за джерелами їх походження можна поділити на дефекти металургійного характеру та технологічні.

Металургійні дефекти виникають під час виготовлення виливків та їх подальшої обробки. До технологічних дефектів належать дефекти, отримані при механічній і термічній обробці матеріалу, а також зварні елементи, утворені методами обробки тиском.

До технологічних дефектів належать також дефекти зварювання, які поділяються на дефекти підготовки, складання та процесу зварювання.

Дефект зварного з'єднання не означає, що конструкція стала недієздатною. Для оцінки впливу дефектів на зварні з'єднання використовуються конструкторські та експлуатаційні фактори. Однак ці фактори важко розділити, тому використовується широке поняття конструкторських та експлуатаційних факторів.

При визначенні критеріїв дефектності зварних з'єднань, що працюють під навантаженням, необхідно визначити їх вплив на механічні властивості з'єднання. При статичному навантаженні основним показником є міцність. Критерії дефектності встановлюються за результатами механічних випробувань, аналізу руйнування та металографії зварних з'єднань. Результати встановлюють кореляцію між геометричними об'єктами та міцністю зв'язку.

Вплив дефектів залежить від їх форми. Найнебезпечнішими є тріщини, непровари та підрізи, а менш небезпечними - пори. Дефекти з гострими контурами можуть призвести до крихких пошкоджень навіть при статичних навантаженнях.

Низькі температури (-50 ...- 100°C) відіграють особливу роль у конструкції та експлуатаційних факторах. У цьому випадку навіть невеликі дефекти можуть призвести до крихкого руйнування. Це пов'язано з тим, що напруга руйнування перевищує межу текучості, внаслідок чого зв'язке руйнування стає крихким.

Такі дефекти, як непровари, підрізи та тріщини, небезпечні при вібраційних і динамічних навантаженнях. Дефекти дуже малих розмірів можуть призвести до втрати працездатності. Їх дія посилюється наявністю залишкового водню в металі шва. Тому зварні з'єднання конструкцій, що працюють в динамічних умовах, треба виконувати зварювальними матеріалами з низьким вмістом водню в металі шва.

Згідно з ГОСТ 15467—79, вищезгадані дефекти поділяються на дві категорії: об'ємні (пористість, включення, непровари, підрізи) і тріщини (гострі). Об'ємні дефекти відносно безпечні щодо втрати працездатності з'єднань. Згідно до ГОСТ 15467-79 це незначні дефекти. Дефекти, схожі на тріщини, дуже небезпечні і вважаються серйозними. Ці дефекти взагалі неприпустимі.

Для контролю якості зварних швів газових балонів використовуватимемо візуальний контроль, контроль за допомогою вимірювальних інструментів і шаблонів та ультразвуковий контроль.

Деталі, що підлягають зварюванню, необхідно оглядати ззовні по всій довжині кромки зварного шва та прилеглих поверхонь. Потрібно проводити зовнішній огляд зварних конструкцій після складання і перед зварюванням.

Контроль якості складання шляхом вимірювання перед зварюванням проводять, щоб перевірити:

- кут розробки кромки;
- глибину розробки кромки;
- розмір затуплення кромки;
- розмір зазорів;
- сумісність поверхонь деталей стикових з'єднань;
- розміри та розташування прихваток, розташування кріплень;

Всі вимірювання проводяться після або одночасно із контролем зовнішнім оглядом. Деталі вимірюються перед тим, як їх зібрати в конструкцію. Контроль вимірювання здійснюється за допомогою вимірювальних інструментів та шаблонів, що забезпечують необхідну точність вимірювань і дозволені до використання метрологічною службою заводу.

Контроль якості зварних швів шляхом зовнішнього огляду та вимірювання проводиться під час зварювання та приймання кінцевої продукції.

Металеві бризки, шлак та інші забруднення необхідно видалити з поверхні зварного шва та прилеглих поверхонь перед зовнішнім оглядом.

Метою зовнішнього огляду зварних з'єднань є:

- перевірка якості очищення від шлаку, бризок на зварювальних поверхнях, зварних швах і місцях стиків;
- виявлення тріщин, зазорів, незаварених ямок, напливів, свищів, пор, раковин, неправильної форми швів, а також включення шлаку, металу, оксиду та флюсу на поверхні з'єднання.

Зовнішній огляд шва та біляшовної зони проводиться по всій довжині шва з обох сторін.

Зварні шви і з'єднання вимірюють щоб перевірити:

- ширину шва;
- форму і висоту підсилення шва;
- катет шва;
- довжину і відстань між переривчастими швами;
- глибину і довжину подрізів;
- зсуви у верхній частині стикового з'єднання;

Наявність одиничної пористості в зварному шві не повинна перевищувати 0,1% мінімальної товщини зварювальної деталі, що міститься в зварному з'єднанні; подрізів основного металу глибина яких, повиненна бути не більше 0,5-1 мм, довжина 15 мм.

Під час зовнішніх оглядів використовують оглядову лупу (марка Вuгоmax-75, Вuгоmax-60) зі збільшенням до 2-х разів та подвійну лобну лупу (Ridni-9892H). Для пошуку та оцінки дефектів використовуються кишенькові лупи (Sparta 91, Magnifier 30x) зі збільшенням 2,5-7 і 7-30.

Виявити внутрішні дефекти, наприклад внутрішні тріщини, непровари, включення шлаку, пор тощо, можна за допомогою ультразвукового метода контролю. Ультразвуковий контроль зварного шва є неруйнівним контролем і є ефективним засобом виявлення дефектів на глибині зварного шва від 1-2 мм до 6-10 м. Ультразвукове виявлення засноване на здатності ультразвукових хвиль відбиватися від поверхні. При перевірці дефектів ультразвукові хвилі отримують у п'єзоелектричних матеріалах (кварц, титанат барію та ін.).

П'єзоелектричний зонд ультразвукового дефектоскопа розміщується на поверхні контрольованого зразка і періодично посиляє спрямовані ультразвукові коливання на метал у вигляді імпульсів, як правило, на частотах понад 20 кГц. Коли виявляється дефект, виникають відбиті ультразвукові хвилі, які сприймаються іншими зондами. Відбитий сигнал перетворюється в електричний і подається на осцилограф, який має на екрані імпульс у вигляді піку. Ультразвуковий контроль дозволяє виявити дефекти розміром в 1-2% товщини заготовки, визначити його розташування, але не завжди дозволяє визначити тип дефекту.

Ультразвуковий дефектоскоп УД4-76 (рис. 2.12) використовується для контролю зварювального шва газових балонів ультразвуковими хвилями. Перед застосуванням ультразвукового контролю видаляють металеві бризки на зварному шві. Протирають зачищену поверхню і наносять на них шар контактної речовини.



Рис. 2.12 - Дефектоскоп УД4-76 [21]

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Вибір типу пристосувань

При виготовленні високоякісних зварних конструкцій необхідна правильна збірка різних частин зварного виробу, тобто їх належне розміщення та кріплення один до одного. Для цього використовується складальне обладнання для зварювального виробництва.

Вибираючи тип пристрою, необхідно переконатися в дотриманні наступних вимог:

- а) можливість механізації транспортних операцій;
- б) надійність і швидкість базування;
- в) простота монтажних і зварювальних операцій;
- г) ефективність закріплення деталі в обладнанні.

За різним функціональним призначенням монтажне обладнання поділяється на складально-зварювальне і складальне. Операції складання на складальному обладнанні закінчують прихопленням деталей. На складально-зварювальному обладнанні, крім складання, виріб повністю або частково зварюють, а іноді й витримують після зварювання для зменшення зварювальних деформацій. Вибір обладнання визначається технологічним процесом, який в основному залежить від форми, розміру, необхідної точності виробу, типу виробництва, наявності виробничих площ, способу зварювання та інших факторів.

Для виготовлення газових балонів ми використовуємо спеціалізовану установку Р-879. Оснащена вона обертачем і затискним пристроєм, які допомагають складати і зварювати обичайки та приварювати днища до обичайок.

Розташування складальних деталей у пристрої здійснюється за правилами прив'язки. Положення будь-якого твердого тіла в просторі визначається шістьма ступенями свободи — переміщення вздовж трьох взаємно перпендикулярних осей і обертається навколо них. Щоб зафіксувати тверде тіло, необхідно обмежити всі

ступені свободи. Це досягається притисканням корпусу до шести опорних точок, розташованих у трьох взаємно перпендикулярних площинах.

У нашому випадку це циліндрична деталь, тому в основі її лежить призма. Призма — монтажний елемент, робоча поверхня якого має форму паза, утвореної двома площинами, нахиленими під кутом α . Ці дві площини утворюють ролики каркаса ролика, які забезпечують надійну основу для виробу в процесі зварювання, оскільки більшість операцій виконується на цьому обладнанні.

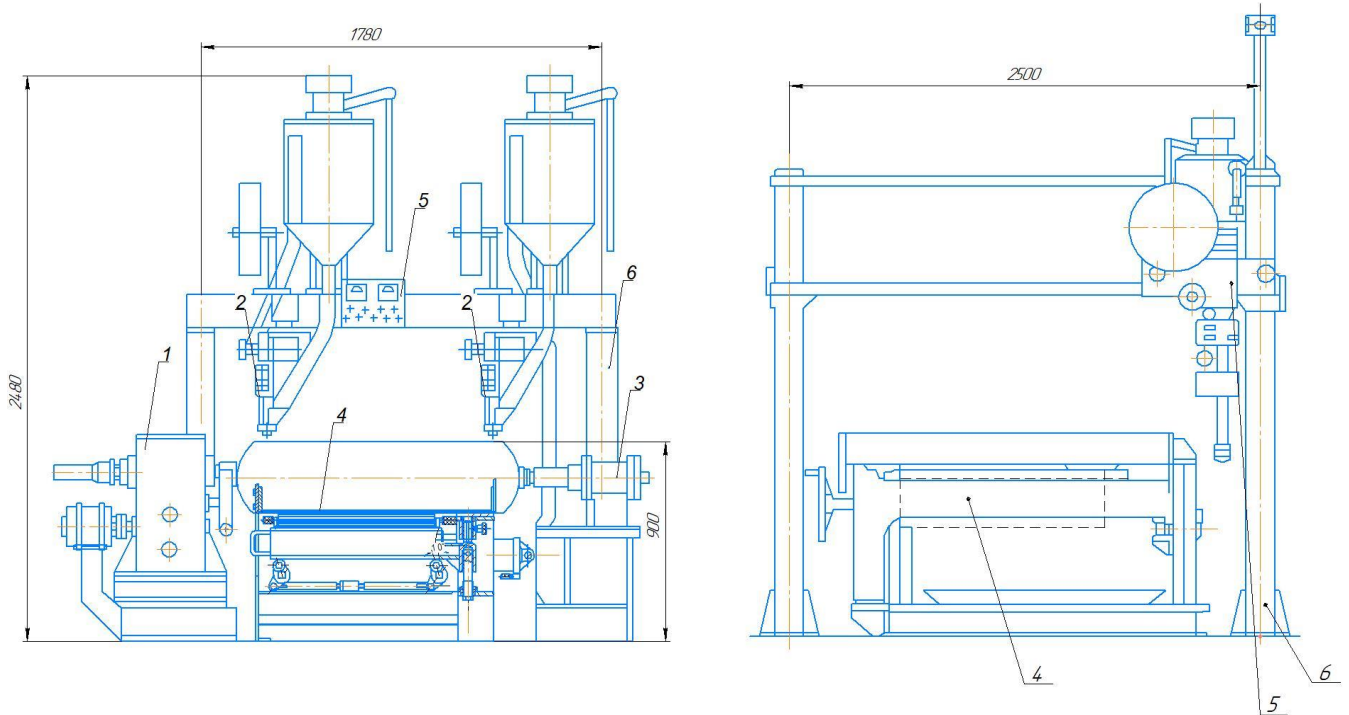
Спеціальна установка Р-879 призначена для зварювання під флюсом зовнішнього циліндрового шва: двох кільцевих і одного поздовжнього (рис. 3.1, 3.2). Пристрій має два робочих положення: одне - для зварювання поздовжніх швів (оснащено затискним пристроєм і зварювальним апаратом, що переміщується по металоконструкції), інше - для зварювання двох кільцевих швів (за допомогою обертача, задньої бабки з пневмопідтисканням та двома зварювальними головками).[22]

У процесі виготовлення тонкостінних резервуарів для зварювання поздовжніх швів можуть використовуватися й інші спеціалізовані установки, наприклад побутові установки Р-946, Р-620, Р-805. [22]

У масовому виробництві тонкостінних резервуарів монтаж кільцевих з'єднань часто можна спростити без використання спеціальних пазів або підкладних кілець. Завдяки такому спрощенню зазвичай виробляються порожнисті сталеві кульки, які масово виробляються машинобудівними та суднобудівними заводами. Для виготовлення таких масштабних зварних конструкцій зазвичай використовується спеціальне обладнання.



Рисунок 3.1 – Загальний вигляд установки для дугового зварювання
обичайок під флюсом



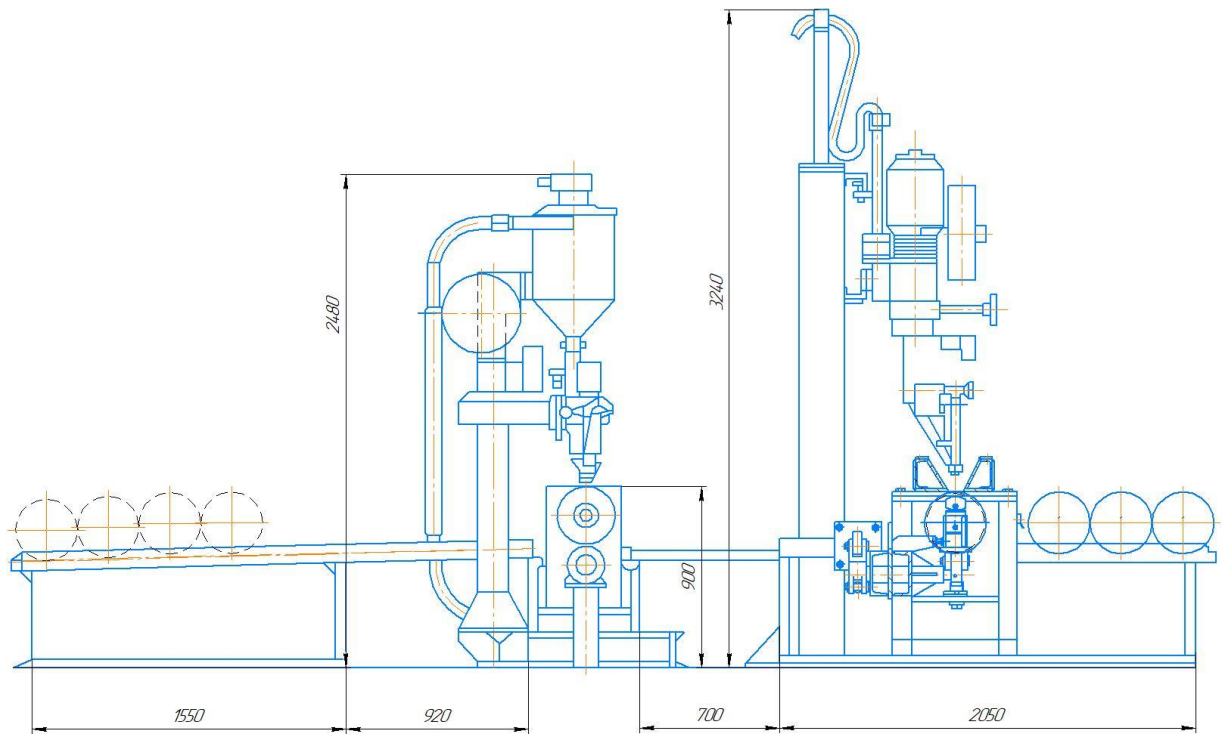


Рисунок 3.2 - Схема спеціалізованої установки для дугового зварювання зовнішніх швів балонів під флюсом (тип Р-879, ІЕЗ ім. Є.О. Патона НАНУ): 1 — обертач; 2 — зварювальна головка; 3 — задня бабка; 4 — затискний пристрій; 5 — зварювальний апарат; 6 — металоконструкція. [22]

Зварювання тонкостінних резервуарів зазвичай проводять дуговим зварюванням або в середовищі захисного газу або під флюсом. Зварне складання зазвичай здійснюється за допомогою затискних пристроїв. Використовування затискних пристроїв, який рівномірно і щільно притискають краї обичайок до підкладок, що дозволяє виконувати одностороннє зварювання в такому пристрої без прихоплення.

Затискач повинен забезпечувати застосування правильного зусилля затиску, щоб утримувати деталь на місці без зміщення відносно установчих баз, надійно утримувати деталь протягом усього процесу складання та зварювання, швидкість, легкість монтажу деталі в обладнанні, зручність при зварюванні, а також можливість знімати виріб з обладнання після роботи.

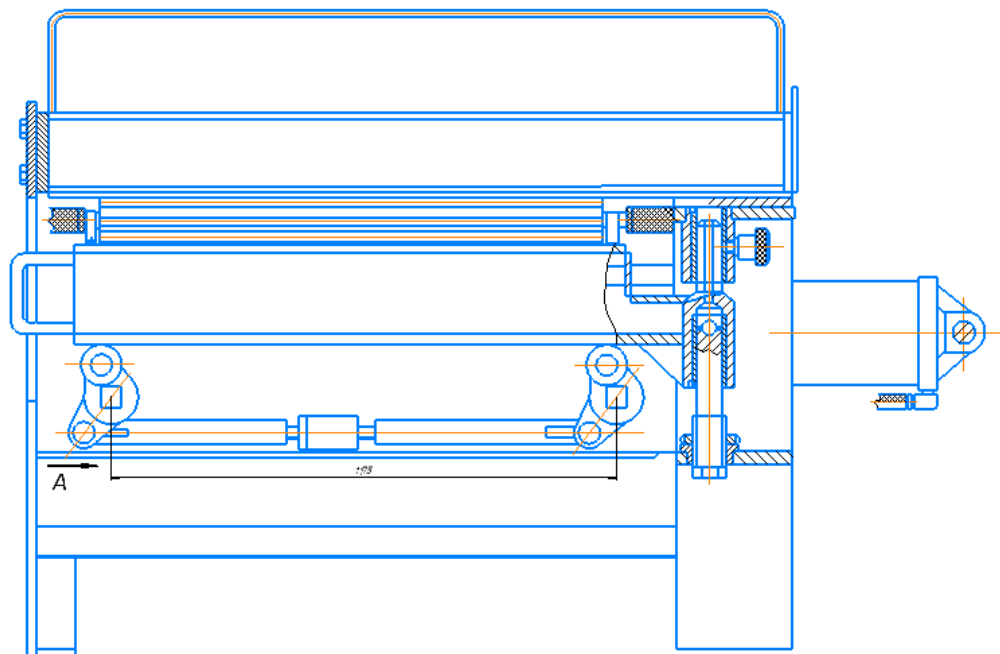
Слід зазначити, що затискачі можуть бути ручними або механічними. Притискачі з механічним приводом, більш дорогі і складні, незважаючи на це вони мають такі переваги перед ручними:

- більша сила затиску;
- швидкість;
- дистанційне керування;
- притискачі можна розміщувати у важкодоступних місцях;
- можливість вмикання одночасно кількох притискачів.

За способом отримання зусилля затиску розрізняють механічні, пневматичні, гідравлічні та магнітні. Найпоширенішим є пневмопривід, який має наступні переваги:

- доступність за рахунок наявності на заводі мережі стисненого повітря;
- відносно проста конструкція;
- надійність роботи;
- простота в експлуатації.

Поширеним затискним пристроєм є жорсткий пристрій. Широко використовується як затисно-зварювальний пристрій для поздовжніх з'єднань обичайок діаметром 350...1000 мм, товщиною стінки до 10 мм і довжиною до 1500 мм. [22]



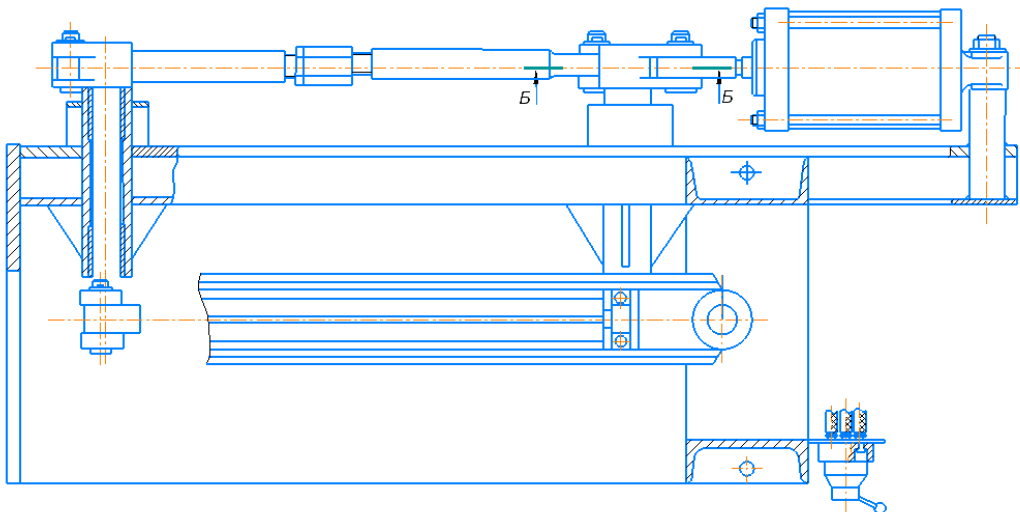


Рис. 3.3 – Схема затискних пристроїв для зварювання поздовжніх швів тонких обичайок і стиків плоских листів.

Для герметизації зварного корпусу консоль повертають навколо осі колони на кут $30 \dots 90^\circ$. Обичайку встановлюють на консоль і підвішують на обертовій балці, спираючись на мідну підкладку. Потім, поворотом балки, консоль повертається в робочий стан, при цьому вільний кінець консолі підтримується поворотним кронштейном через ручку. Повертаючи маховичок підйомного механізму, зведеться балку разом із звареною оболонкою і щільно підтискають її до верхньої балки, а потім зварюється обичайка. Рама затискного пристрою складається з пари балок, з'єднаних з вертикальною рамою і базовою рамою.[22]

Принцип роботи механізму затиску підйомної балки полягає в наступному: під час обертання маховика гвинта на обох кінцях є ліва і права різьби, а дві гайки сходяться, щоб важіль обертався навколо нерухомої осі. В результаті балка підвішена на важелях піднімається.

3.2. Розрахунок зубчатої передачі

Для виготовлення обичайки використовуються консольні катки, що працюють за рахунок одноступінчастого редуктора.

Вихідними даними є потужність електродвигуна $P_{дв} = 1.5$ кВт і швидкість обертання консольного ролика $n_T = 16$ об/хв.

Суть розрахунку редуктора в конструкції полягає у виборі значення динамічного коефіцієнта для зубчастої передачі, яке не відрізняється від розрахункового динамічного коефіцієнта цієї ж передачі більш ніж на 0,001.

Розрахований діаметр шестерні - (d_{w1}) виявляється з математичної кореляції для визначення розрахункової контактної напруги в зубах шестерні:

$$\sigma_k = 12270 \cdot z_H \cdot z_\varepsilon \cdot \frac{1}{d_{w1}} \cdot \sqrt{\frac{T_1}{\psi_{bd} \cdot d_{w1}} \cdot \frac{u_H}{u} \cdot Khv \cdot Kh\beta}, [23] \quad (3.1)$$

Знаходження модуля прямозубої передачі:

$$m = \frac{d_{w1}}{z_1}, [23] \quad (3.2)$$

міжосьової віддалі передачі

$$\alpha_w = (z_1 + z_2) \cdot \frac{m}{2}, [23] \quad (3.3)$$

та лінійної швидкості ковзання

$$v = \frac{\pi \cdot d_{w1} \cdot n}{60000}, [23] \quad (3.4)$$

Розрахунковий коефіцієнт динамічності – ($khvr$) визначають за формулою:

$$khvr = 0,98 + 0,014 \cdot v + \frac{3 \cdot \alpha_w}{u \cdot 10000} + (st - 6) \cdot 0,02. [23] \quad (3.5)$$

Після аналізу результатів перераховують модуль до тих пір, поки різниця між заданим динамічним коефіцієнтом - (Khv) і розрахунковим динамічним коефіцієнтом - ($khvr$) не стане менше 0,001.

Наступний етап розрахунку пов'язаний з визначенням модуля зачеплення за наданими умовами

Крутний момент на шестерні	$T_1 = 60$	Нм
Допустима контактна напруга	$\sigma = 600$	МПа
Число зубів шестерні	$z_1 = 40$	
Число зубів колеса	$z_2 = 125$	
Кількість обертів шестерні	$n = 1500$	Об/хв
Точність зубчастої передачі (ступінь)		
рекомендовано (6... 8)	$st = 7$	
Коефіцієнт, який враховує форму спряжених поверхонь зубів	$zn = 1.76$	

Для коробок передач в діапазоні $(0,2 \dots 0,4)$ рекомендується використовувати відношення ширини вінця до початкового діаметру.

$$\psi_{bd} := 0,3$$

Залежно від розташування зубчастої передачі відносно опори вибирають 1 з трьох варіантів розміщення шестерні:

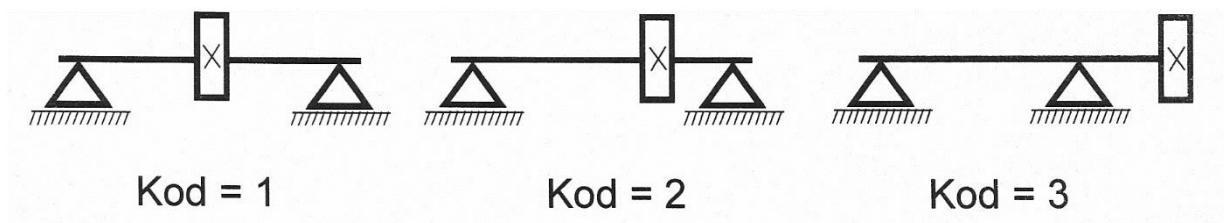


Рисунок 3.4 - Варіанти розміщення зубчастої передачі відносно опор

Код розміщення передачі:

$$\text{kod} := 1$$

Коефіцієнт перекриття торця:

$$\varepsilon_{\alpha} := 1,88 - 3,2 \cdot \left(\frac{1}{z_1} + \frac{1}{z_2} \right)$$

Коефіцієнт, сумарної довжини контактних ліній:

$$z_{\varepsilon} := \sqrt{\frac{4 - \varepsilon_{\alpha}}{3}}$$

Передаточне число прямозубої передачі ($u > 1$) визначається:

$$u_r := \frac{z_1}{z_2} \quad u := \text{if} \left(u_r < 1, \frac{1}{u_r}, u_r \right) \quad u_n := u - 1$$

Коефіцієнт розподілу навантажень по ширині вінця:

$$K_{h\beta 1} := 0,915 + 0,0588 \cdot \psi_{bd} + 0,799 \cdot \psi_{bd}^2 - 0,554 \cdot \psi_{bd}^3 + 0,17 \cdot \text{kod}$$

$$K_{h\beta 2} := 0,283 \cdot \psi_{bd} \cdot \text{kod}^2 + 0,0933 \cdot \psi_{bd}^2 \cdot \text{kod}^2 - 0,0474 \cdot \text{kod}^2 - 0,684 \cdot \psi_{bd} \cdot \text{kod}$$

$$K_{h\beta} := K_{h\beta 1} + K_{h\beta 2}$$

Динамічний коефіцієнт передачі:

$$K := 1 \quad K_{hv} := K, K + 0,001 \cdot K + 1$$

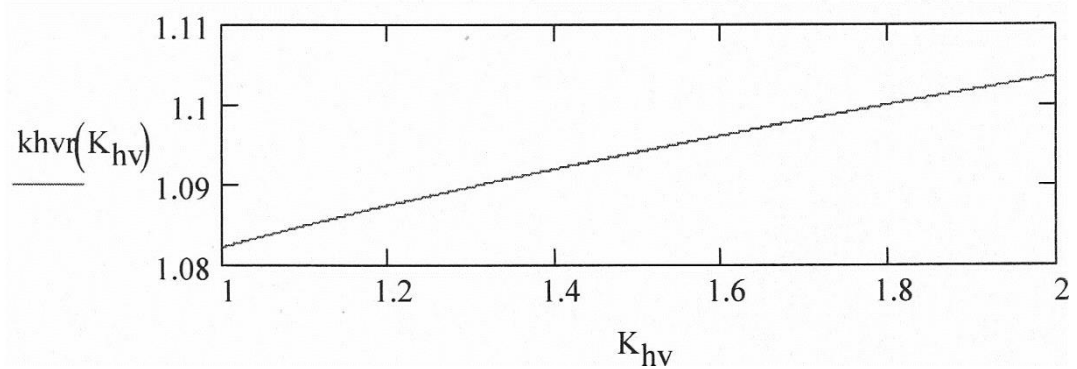
$$dw1(k_{hv}) := \sqrt[3]{\frac{12270^2 \cdot z_n^2 \cdot z_{\varepsilon}^2 \cdot T_1 \cdot u_n \cdot K_{hv} \cdot K_{h\beta}}{\psi_{bd} \cdot u \cdot \sigma^2}}$$

$$v(K_{hv}) := \pi \cdot dw1(K_{hv}) \cdot \frac{n}{60000}$$

$$mh(K_{hv}) := \frac{dw1(K_{hv})}{z1}$$

$$aw(K_{hv}) := (z1 + z2) \cdot \frac{mh(K_{hv})}{2}$$

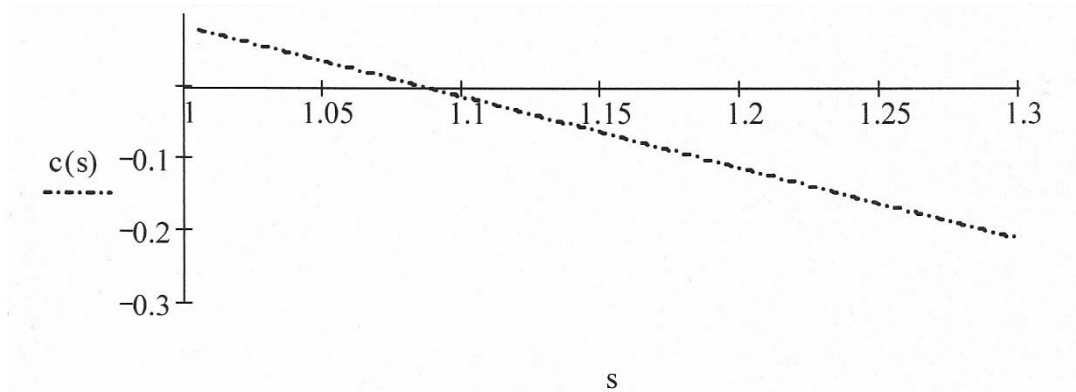
$$khvr(K_{hv}) := 0,98 + 0,014v(K_{hv}) + (st - 6) \cdot 0,02 + \frac{(3 \cdot aw(K_{hv}))}{(u \cdot 10000)}$$



$$\alpha := 1,006, 1,00 \ 61..1,2$$

$$sp := 1,005 \quad s := sp, (sp + 0,001)..1,3$$

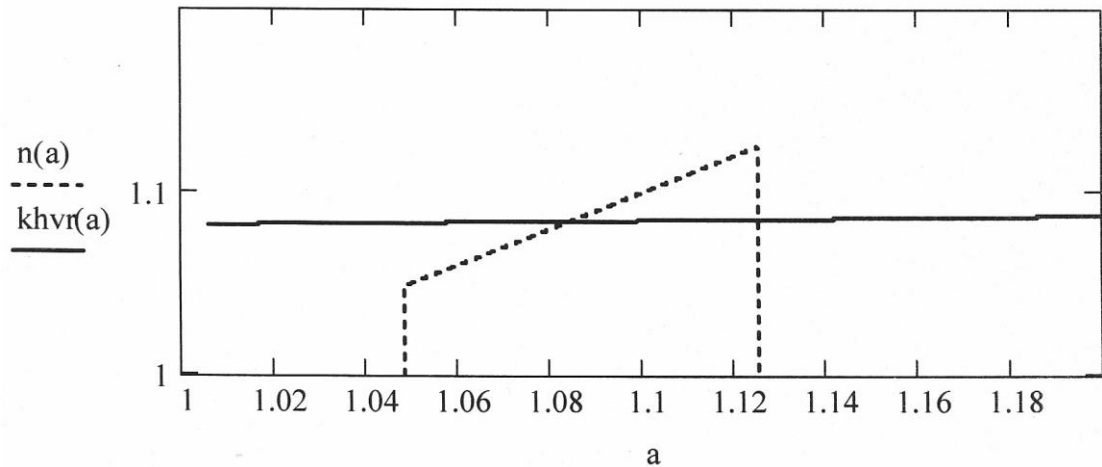
$$c(s) := khvr(s) - s \quad z(s) := 0$$



$$s := sp \quad Khv := \text{root}(c(s), s) \quad Khv = 1,084$$

$$e(b) := khvr(b) - Khv \quad e(Khv) = -5,404 \times 10^{-5}$$

$$n(\alpha) := \text{if}[(|e(\alpha)|) < 0,001, \alpha, 0]$$



$$e(1.035) = -1.357 \times 10^{-3} \quad e(1.11) = 6.035 \times 10^{-4}$$

$$e(1.055) = -8.252 \times 10^{-4}$$

З умов контактної міцності визначаємо діаметр шестерні:

$$dw1(K_{hv}) := \sqrt[3]{\frac{12270^2 \cdot zn^2 \cdot z\varepsilon^2 \cdot T1 \cdot un \cdot K_{hv} K_{h\beta}}{\psi bd \cdot u \cdot \sigma^2}}, [23]$$

Максимально допустимий модуль, для контактних напруг

$$mhr := \frac{dw1}{z1} \quad dw1 = 65,047$$

$$mhr = 1,626$$

Коефіцієнт модуля, для прямозубих передач $km := 14$

Коефіцієнт розподілу навантаження по ширині

$$Kf\beta1 := 0,759 + 1,081 \cdot \psi bd + 0,985 \cdot \psi bd^2 - 0,423 \cdot \psi bd^3 + 0,232 \cdot kod$$

$$Kf\beta2 := 0,380 \cdot \psi bd \cdot kod^2 + 0,313 \cdot \psi bd^2 \cdot kod^2 - 0,0549 \cdot kod^2 -$$

$$-1,022 \cdot \psi bd \cdot kod$$

$$Kf\beta := Kf\beta1 + Kf\beta2$$

$$Yf := 3,518 + \frac{6,0}{z1 - 10} - \frac{0,11}{z1 - 16} + (z1 - 60) \cdot 0,00034$$

Допустимі згинні напруги $\sigma f := 200$ МПа

Мінімальний допустимий модуль згинних напругах

$$mf := km \cdot \sqrt{\frac{T1 \cdot Kf\beta \cdot Yf}{z1^2 \cdot \psi bd \cdot \sigma f}}$$

РЕЗУЛЬТАТИ:

- розрахунковий модуль

допустимих напруг при згині зуба

$$mf = 0.68 \text{ мм}$$

- розрахунковий модуль

контактної міцності зуба

$$mhv = 1.626 \text{ мм}$$

$$q := 0.4 \quad m_1 := \quad qq := 5.7 \quad r := 8 \quad qqq := r..13 \quad j := 0..13$$

1
1.25
1.75
2
2.5

$$m_{qq} := m4 + \frac{qq - 4}{2}$$

$$qr \cdot (qqq) := \text{if}[r \neq qqq, (qqq - r) + 1, 1]$$

$$m_{qqq} := m7 + 2 \cdot qr(qqq) \quad \text{mod}_j := m_j$$

$$mr1(j) := \text{if}(mf < \text{mod}_j, \text{mod}_j, 0) \quad mr2(j) := \text{if}(mhr < \text{mod}_j, \text{mod}_j, 0)$$

$$m(j) := \text{if}(mr(j) \neq 0, \text{if}(mr(j) \neq 0, mr(j), 0), 0)$$

mr1(j) =	mr2(j) =	m(j) =
1	0	0
1.25	0	0
1.75	1.75	1.75
2	2	2
2.5	2.5	2.5
3	3	3
3.5	3.5	3.5
4	4	4
6	6	6
8	8	8
10	10	10
12	12	12
14	14	14
16	16	16

Рисунок 3.5 – Результати розрахунків

З розрахунку видно, що мінімальне розрахункове значення модуля прямозубої передачі, що відповідає нормальному значенню, становить $m = 1,75$ мм. Рекомендується вибирати значення модуля з першого рядка нормальних значень. Модуль $m = 2$ мм можна легко використовувати для виконання проектних робіт.

3.3 Розрахунок необхідних зусиль стягування і зміщення кромки

Заготовки оболонок виготовляють використовуючи згинальні валки. Отримані таким чином оболонки можуть мати такі відхилення від правильної циліндричної форми:

1. Недовальцювання, яке характеризується дуже великим зазором між поздовжніми краями оболонки;
2. Зміщення поздовжніх кромek оболонки по діаметру;
3. Зміщення торців корпусу.

Значний опір огороження необхідно подолати, усунувши значні зазори між торцевими кромками і перекосом. Для розрахунку силових ланок монтажно-зварювального обладнання треба визначити зусилля, необхідне для при складанні для зварювання поздовжніх швів.

Силу стягування країв можна приблизно визначити, якщо розглядати корпус як один поворот спіральної пружини, де кут φ — поворот одного кінця корпусу відносно іншого (рисунок 3.6).

$$\varphi = \frac{ML}{EI}, [24]$$

де $M=PD/2$ - згинальний момент, Нм;

$I = \frac{B\delta^3}{12}$ - момент інерції поперечного перерізу листа, м⁴;

P - сила на кромці обичайки, Н;

D - діаметр обичайки, м;

φ - кут повороту (недовальцювання обичайки), рад.;

$L=\pi D$ - розгорнута довжина обичайки, м;

E - модуль пружності, Мпа;

B - довжина обичайки, м;

δ - товщина обичайки, м.

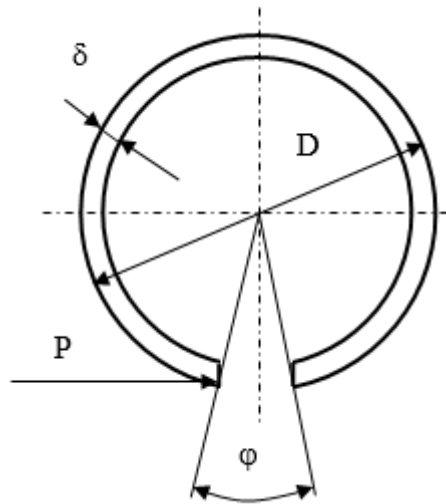


Рисунок 3.6 – Розрахункова схема визначення сили для стягування кромки обичайки

Враховуючи значення згинальних моментів, отримуємо $\varphi = \frac{\pi P D}{2 E I}$, тоді потрібна сила стягування $P = \frac{2 \varphi E I}{\pi D^2}$.

У цю формулу введемо значення коефіцієнта недовальцювання та моменту інерції оболонки $K = \pi / \varphi = 180^\circ / \varphi^\circ = 18$. Сила стягування тоді:

$$P = \frac{B E \delta^3}{6 K D^2} = \frac{1,015 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 10^6 \cdot 0,005^3}{6 \cdot 18 \cdot 0,299^2} = 2,759 \times 10^3 \text{ Н}, [24]$$

Розрахунок зусилля усунення зміщення кромки по діаметру обичайки. Зміщення кромки по діаметру оболонки - Δ . При відомому зміщенні кромки Δ необхідну для вирівнювання силу P_1 необхідно прикладати в радіальному напрямі. Розраховану силу можна визначити за формулою

$$P_1 = \frac{\Delta B E \delta}{1,5 \pi D^3}, [24]$$

де Δ – зміщення кромки, м;

B – довжина обичайки, м;

δ – товщина листа обичайки, м;

D – діаметр обичайки, м;

E – модуль пружності, МПа.

$$P_1 = \frac{20 \cdot 10^{-3} \cdot 1,015 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 5^6 \cdot (10 \cdot 10^{-3})^3}{1,5 \cdot 3,14 \cdot 0,299^3} = 529 \text{ Н}$$

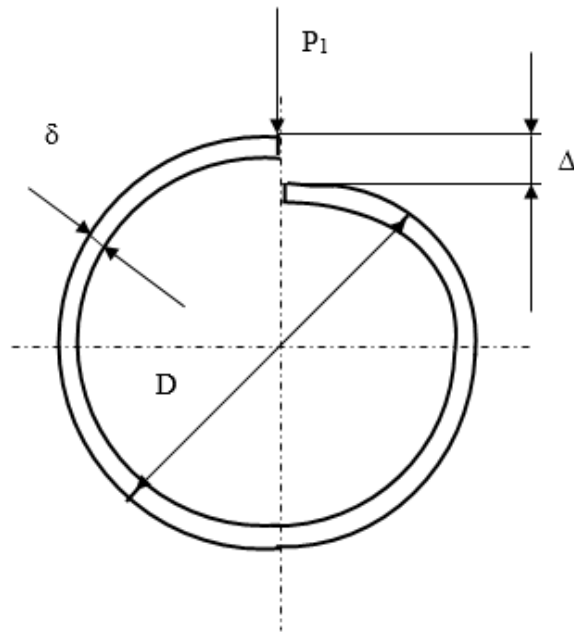


Рисунок 3.7 – Схема визначення величини сили для усунення зміщення кромки

Розрахунок сил при вирівнюванні торців обичайки. Щоб вирівняти торці, необхідно навантажити корпус із зусиллям у напрямку осі корпусу.

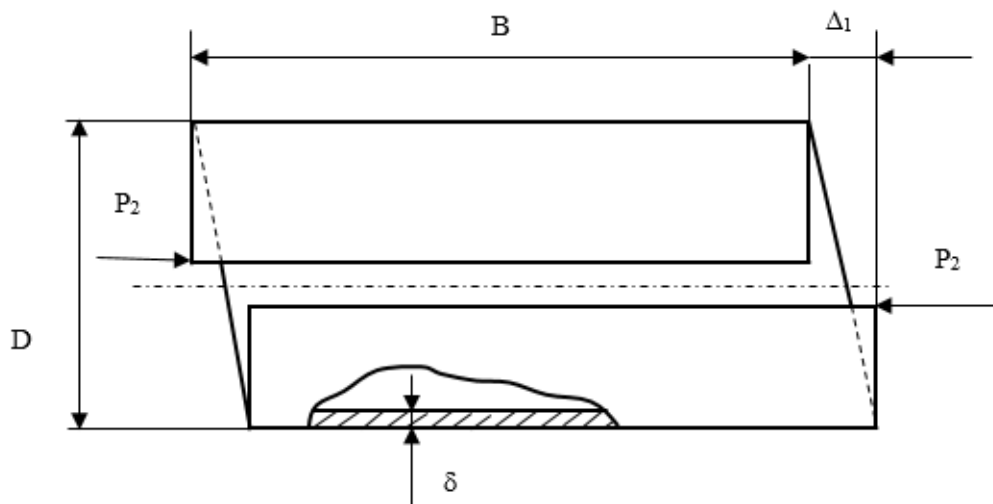


Рисунок 3.8 – Розрахункова схема визначення величини сили для вирівнювання торців циліндричної обичайки

Для визначення сили, щоб вирівняти торці використовуємо формулу:

$$P_2 = \frac{B^2 \delta^3 G \Delta}{2,8 \cdot D^3 (B^2 + \delta^2)}, [24]$$

де $G = \frac{E}{2(1+\nu)}$ - модуль зсуву.

Коефіцієнта Пуассона для сталі $\nu=0,3$, тоді знаходимо G

$$G = \frac{2,1 \cdot 10^5}{2 \cdot (1 + 0,3)} = 8,077 \times 10^4 \text{ МПа}$$

$$P_2 = \frac{1,015 \cdot 0,005^3 \cdot 8,077 \cdot 10^4 \cdot 10^6 \cdot 0,05}{2,8 \cdot 0,299^3 \cdot (1,015^2 + 0,05^2)} = 6629 \text{ Н}$$

4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Оцінка спроектованого технологічного процесу з охорони праці

Вибраний в цьому випадку спосіб зварювання підпорядковується комплексу правил охорони праці, які повинні бути відображені на технічних кресленнях і суворо дотримані при проведенні зварювальних робіт.

При зварюванні тим чи іншим способом може виникнути небезпечний вплив на зварника через:

- 1) ураження електричним струмом при дотику людини до струмопровідної частини кола;
- 2) пошкодження очей і відкритої поверхні шкіри під час зварювання;
- 3) опіки крапельками металу та шлаком під час зварювання;
- 4) отруєння шкідливими газами та пилом, що виділяються під час зварювання;
- 5) вибух, спричинений неправильним використанням балонів зі стисненим газом;
- б) пошкодження різних механічних характерів. [25]

Щоб зменшити ризик ураження електричним струмом, необхідно вжити таких заходів:

а) надійна ізоляція всіх проводів, підключених до електроживлення та зварювальної дуги, і надійна герметизація заземлювального пристрою вимикача корпусу зварювального апарату;

б) надійна конструкція пальника і ізоляція, яка гарантує, що не буде випадкового контакту струмопровідних частин пальника і зварювального виробу

в) працювати в сухому спецодязі та рукавицях. [25]

Для запобігання небезпечних травм очей необхідно використовувати захисні фільтри, темніші фільтри для зварювальників і світліші фільтри для допоміжних працівників, які повинні значно поглинати шкідливе випромінювання, пов'язане з горінням дуги. Для цього також використовуються переносні щитки.

Щоб захиститись від капання розплавленого металу, найкраще використовувати комбінезон з брезенту або спеціальних тканин.

4.2 Вимоги охорони праці до проектованої ділянки

Знаючи вимоги, інструкції, правила, норми та закони щодо охорони праці, можна забезпечити особисту безпеку під час виконання зварювальних та монтажних робіт.

Охорона праці — це система правових, організаційно-технологічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів і засобів, призначених для охорони життя, здоров'я і працездатності людини в процесі праці [25].

Гігієнічно-гігієнічні умови та обов'язкові заходи безпеки регулюються «Системою стандартів безпеки праці», «Будівельними державними нормами», правилами техніки безпеки та виробничої гігієни при виконанні окремих видів робіт, правилами щодо окремих видів безпечної експлуатації обладнання, вимоги безпеки до проектування, різноманітні інструкції, вказівки та інші документи. Усі особи, зайняті на зварювальних роботах, повинні проходити попередні та періодичні медичні огляди [25].

МОЗ України встановило нормативи гранично допустимих концентрацій небезпечних речовин (КНР) у повітрі робочих місць та кількість повітря, необхідного для розчинення небезпечних аерозолів у КНР.

Швидкість повітря поблизу джерела небезпечного матеріалу повинна бути в межах норми.

Основними вимогами безпеки до конструкції машин і механізмів є безпека, надійність і зручність використання.

ГОСТ 12.3.002-75 визначає загальні вимоги до виробничих процесів. Вони включають: заборонений безпосередній контакт працівників із сировиною, заготовками, напівфабрикатами, готовою продукцією та промисловими відходами, що викликають небезпечні наслідки.

При зварюванні під шаром флюсу, якщо апарат не заземлений або вийшов з ладу трансформатор, перемикач напруги без відключення трансформатора від джерела живлення може призвести до ураження струмом високовольтної напруги.

Зварювальні трансформатори забезпечують системи блокування від стрибків високої напруги, наприклад, вимикачі, коли первинне коло не замкнуте; дверцята шаф, консолі, рами з відкритими струмоведучими частинами мають блокування, яке забезпечує зняття напруги при відкритті.

Основними заходами для запобігання ураження електричним струмом є:

- уникання контакту людини з струмоведучими частинами;
- уникання ризику ураження електричним струмом, якщо на корпусах та інших частинах електричного обладнання може бути включена напруга. [25]

Ізоляція струмоведучих частин забезпечує захист від випадкового дотику людини до струмоведучих частин електрообладнання. Стан ізоляції характеризується її електричною міцністю, опором та діелектричними втратами. Завдяки високому опору ізоляція запобігає проходженню через неї струму.

Необхідно використовувати захисне заземлення, щоб уникнути ризику ураження електричним струмом під час подачі напруги до корпусів та інших частин електрообладнання.

Захисне заземлення - це електричне з'єднання із землею або її аналогом неструмовою металевою частиною які можуть бути під напругою.

Метою захисного заземлення є усунення небезпеки ураження людей електричним струмом при наявності напруги на конструктивних частинах електрообладнання (тобто замикання на корпус).

4.3 Пожежна безпека на ділянці

Зварювальні та інші зони вогневих робіт, пов'язані з нагріванням деталей до температур, які можуть спричинити загоряння матеріалів і конструкцій, можуть бути постійними, організованими у спеціально обладнаних цехах, майстернях чи на відкритих майданчиках, або тимчасовими, при гасінні пожежі, коли робота виконується безпосередньо на території будинків, будівель та об'єктів, що будуються або експлуатуються при проведенні монтажних робіт.

Постійні протипожежні робочі місця визначаються наказами, інструкціями, інструкціями власника підприємства. Закриті конструкції (перегородки, стелі, підлоги) у цих місцях повинні бути виготовлені з негорючих матеріалів.

Проведення вогневих робіт на постійних і тимчасових об'єктах дозволяється лише після вжиття заходів щодо виключення можливості пожежі: очищення робочого місця від горючих матеріалів, захисту горючих конструкцій, забезпечення первинними засобами пожежогасіння.

Тип і кількість первинних вогнегасників, які повинні бути забезпечені на робочому місці, визначаються відповідно до вимог до оснащення об'єкта первинними засобами пожежогасіння та вказуються в тимчасовому допуску на проведення пожежних робіт.

Після завершення вогневих робіт підрядники зобов'язані ретельно оглянути місце їх проведення та за наявності горючих конструкцій полити їх водою та усунути можливі причини пожежі.

Відповідальний за пожежну безпеку на будівельному майданчику протипожежних робіт повинен забезпечити проведення огляду будівельного майданчика протягом двох годин після закінчення будівництва.

Технологічне обладнання для робіт з гасіння пожежі перед початком таких робіт повинно бути вибухозахищеним.

ВИСНОВКИ

У цьому дипломному проекті розроблено технологію виробництва газового балона Г-50-5, що включає процес складання та зварювання корпусу балона і складання та зварювання корпусу балона з днищем.

На основі вдосконаленого аналізу існуючих технологій зварних виробів можна забезпечити необхідну якість шва та підвищити продуктивність.

Для зварювання газового балона вибрано автоматичне зварювання під флюсом самохідним підвісним зварювальним автоматом А-1416 на спеціальному зварювальному апараті Р-879. Відповідно до процесу виготовлення підібрали основне зварювальне обладнання та оснастка.

Така зварювальна техніка забезпечує більш високий рівень якості роботи та зменшує кількість основних засобів. Ці інновації дозволяють краще та швидше контролювати та коригувати параметри технологічного процесу, знижуючи витрати виробництва та підвищуючи прибуток.

У дипломному проекті запропоновано заходи щодо зменшення впливу шкідливих факторів, що діють в проєктованих цехах і приміщеннях, на здоров'я працівників, покращуючи тим самим безпеку праці та запобігаючи виробничому травматизму та виробничим захворюванням.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ НА ДЖЕРЕЛА

1. https://sovetsingenera.com/wp-content/uploads/2019/09/gost_15860_84.pdf
2. <https://sovetsingenera.com/gaz/equip/skolko-kubov-gaza-v-50-litrovom-ballone.html>
3. Марочник сталей и сплавов / Под ред. Зубченко А.С. – М.: Машиностроение, 2003. – 784 с.
4. Теория сварочных процессов / Под ред. В.М. Неровного. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. – 752 с.
5. ДСТУ ISO 4287:2012 Технічні вимоги до геометрії виробів (GPS). Структура поверхні. Профільний метод. Терміни, визначення понять і параметри структури.
6. Биковський О.Г., Довідник зварника [Текст] / О.Г.Биковський, І.В. Пінковський. – К.: Техніка, 2002. – 336 с.
7. Куркин С.А. Технология, механизация и автоматизация производства сварных конструкций: Атлас / С.А. Куркин , В.М. Ховов . – М.: Машиностроение,1999. – 327с.
8. ДСТУ EN ISO 14171:2015 Зварювальні матеріали. Дроти електродні суцільні й порошкові та комбінації дрiт електродний/флюс для дугового зварювання під флюсом нелегованих та дрібнозернистих сталей. Класифікація.
9. Акулов А.И., Бельчук Г.А., Демянцевич В.П. Технология и оборудование сварки плавлением. - М.: Машиностроение, 1977. – 432 с.
10. ДСТУ 3159-95. Ресурсозбереження. Нормування витрат зварювальних матеріалів. Загальні вимоги, методи визначення нормативів ручного і механізованого електрозварювання. – Чинний від 01.07.1996. - К.: Держстандарт України,1995. – 36 с.
11. <https://kzeso.com/catalog/electric-welding-equipment/machines-for-arc-welding-and-facing/a-1416/>
12. <https://kzeso.com/catalog/electric-welding-equipment/rectifiers/kig-601/>
13. <https://pvrt.ru/regim/regim-tab4.html>
14. <http://laborant.ru/eltech/11/1/2/45-01.htm>

15. <https://svartech.com.ua/ua/p1183680545-listopravilnaya-mashina-bendmak.html>
16. <https://svartech.com.ua/ua/p1515790171-gilotinnye-nozhnitsy-chpu.html>
17. <https://www.faccin.com/product/3hel>
18. <https://svartech.com.ua/ua/p525122211-portalnaya-mashina-chpu.html>
19. <https://www.faccin.com/product/hydroforming-press-pph/>
20. <https://ad-instrument.com.ua/ua/p520741527-peredvizhnoj-peskostrujnyj-apparat.html>
21. <https://zapadpribor.com/ud4-76/>
22. Кривов Г.О Виробництво зварних конструкцій: підручник для студентів вищих навчальних закладів / Г.О. Кривов, К.О. Зворикін. – К.: КВІЦ, 2012. – 896 с.
23. Розрахунки і проектування деталей машин. Частина 1. Механічні передачі: навчальний посібник / Б.З. Овчаров, А.В. Міняйло, Д.І. Мазоренко, Л.М. Тіщенко. – Харків: ХНТУСГ, 2006. – 366с.
24. Карпенко А.С. Технологічна оснастка у зварювальному виробництві: Навч. посібник / А.С. Карпенко. - К.: Арістей, 2005. - 268 с.
25. Левченко О. Г. Охорона праці у зварювальному виробництві. Навчальний посібник. – К.: Основа, 2010. – 240 с.

ДОДАТКИ