

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Вдосконалення технологічного процесу виготовлення шпулі

Виконав(ла): студент(ка) 4 курсу, групи МЗс-41

спеціальності 131 «Прикладна механіка»

(шифр і назва спеціальності)

	(підпис)	<u>Тимочко Н.С.</u> (прізвище та ініціали)
Керівник	(підпис)	<u>Береженко Б.М.</u> (прізвище та ініціали)
Нормоконтроль	(підпис)	<u>Ткаченко І.Г.</u> (прізвище та ініціали)
Завідувач кафедри	(підпис)	<u>Окіпний І.Б.</u> (прізвище та ініціали)
Рецензент	(підпис)	(прізвище та ініціали)

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

Факультет Факультет інженерії машин, споруд та технологій
(повна назва факультету)

Кафедра Кафедра інжинірингу машинобудівних технологій
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Окіпний І.Б.
(прізвище та ініціали)

(підпис)

« »

20__ р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

на здобуття освітнього ступеня бакалавр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 133 «Прикладна механіка»
(шифр і назва спеціальності)

студенту Тимочку Назарію Степановичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Вдосконалення технологічного процесу виготовлення шпулі

Керівник роботи Береженко Богдан Миколайович, старший викладач кафедри МТ
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «22» Січня 2021 року № 4/7-37

2. Термін подання студентом завершеної роботи _____

3. Вихідні дані до роботи _____

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

1. Аналітична частина; 2. Технологічна частина; 3. Конструкторська частина;

4. Безпека життєдіяльності та основи охорони праці

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

1) Технологічний процес виготовлення виробу 1 аркуш А1; 2) Машина для зварювання шпулі

1 аркуш А1; 3) Поворотний стіл 2 аркуші А1; 4) Діафрагмовий затискач 1 аркуш А1

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота для здобуття освітнього рівня бакалавр на тему: «Вдосконалення технологічного процесу виготовлення шпулі», складається із розрахунково-пояснювальної записки. Об'ємом 46 аркушів формату А4 і графічної частини об'ємом 5 аркушів формату А1. Розрахунково-пояснювальна записка складається з таких частин: аналітична, технологічна, конструкторська, безпека життєдіяльності та основи охорони праці.

В даній кваліфікаційній роботі проведено аналіз питань, щодо вдосконалення технологічного процесу та устаткування для виготовлення шпулі.

Ключові слова: КОНТАКТНЕ СТИКОВЕ ЗВАРЮВАННЯ, ОХОРОНА ПРАЦІ, ТРАНСФОРМАТОР, ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС.

ЗМІСТ

ВСТУП	5
1. Аналітична частина	6
1.1 Опис конструкції зварного виробу	6
1.2 Характеристика матеріалу зварного виробу	6
1.3 Технічні умови на виготовлення зварного виробу.	7
1.4 Аналіз базового технологічного процесу виготовлення зварного виробу та постановка задач на проектування.	9
2. Технологічна частина	12
2.1 Обґрунтування способу зварювання	12
2.2 Вибір і обґрунтування основного зварювального устаткування.	18
2.3 Вибір методу контролю якості виробу	20
2.4 Опис запропонованого технологічного процесу виготовлення зварного виробу	21
2.5 Техніко-економічне обґрунтування технологічного процесу	22
3. Конструкторська частина	26
3.1 Вибір та розрахунок елементів основного чи додаткового зварювального устаткування	26
3.2 Опис конструктивних схем пристосувань та принципи їх роботи	31
4. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ	33
4.1 Оцінка запропонованого технологічного процесу з умов техніки безпеки, електробезпеки, пожежної безпеки	33
4.2 Протипожежні заходи, передбачені в спроектованому технологічному процесі	36
4.3 Розрахунок захисного заземлюючого пристрою для спроектованої ділянки	38
ВИСНОВКИ	42
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	44
ДОДАТКИ	46

ВСТУП

Зварюванням називається процес отримання нероз'ємного з'єднання безпосередньо встановленням міжатомних зв'язків між з'єднувальними частинами при їх нагріванні і розплавленні чи пластичній деформації. При дуговому зварюванні для нагрівання і розплавлення використовують електричну дугу.

Для зварювання деталей із тонколистового металу використовують переважно контактне зварювання.

Контактне зварювання – це зварювання з використанням тиску, при якому використовується тепло яке виділяється в контакті зварювальних деталей при проходженні електричного струму. Цей тип зварювання в свою чергу поділяється на декілька видів: точкове контактне зварювання, шовне контактне зварювання, рельєфне зварювання, стикове контактне зварювання оплавленням, стикове контактне зварювання оплавленням з попереднім підігрівом і контактне зварювання опором.

Точкове контактне зварювання – це зварювання при якому зварне з'єднання одержується між торцями електродів, які підводять і передають зусилля стиску. Місце контакту з'єднувальних деталей розплавляється теплом, яке виділяється при проходженні електричного струму, електроди стискаються зусиллям, в результаті чого утворюється зварна точка. Точкове контактне зварювання широко використовується при з'єднанні листів в напуск.

Контактне зварювання використовується в літакобудуванні, автомобілебудуванні при виготовленні виробів із спеціальних сталей і легких сплавів. Успішно використовують контактне зварювання при виготовленні ріжучого інструменту, арматури для залізобетонних конструкцій, тонкостінних посудин, дрібних фасонних виробів та іншого.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Опис конструкції зварного виробу

Загальний вигляд виробу показаний на рисунку 1.1.

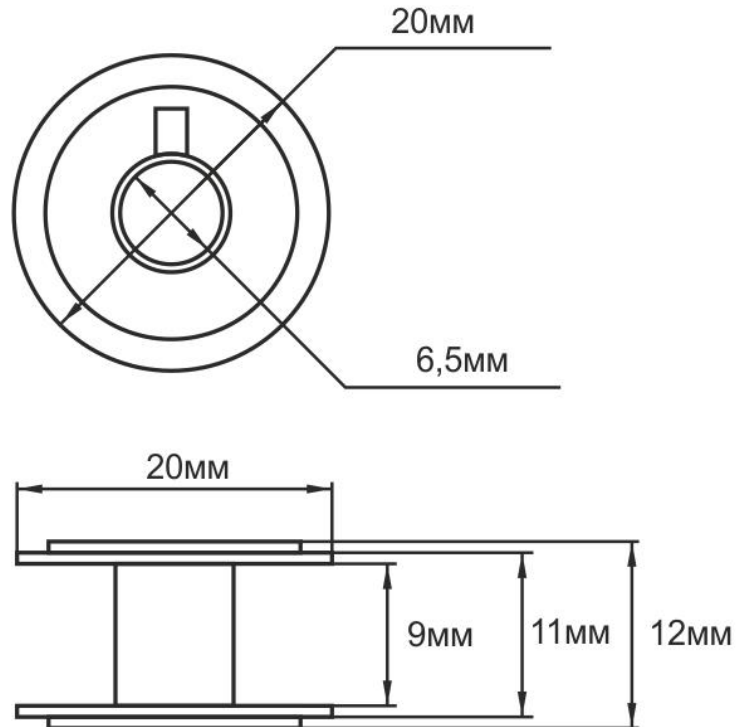


Рисунок 1.1 – Загальний вигляд шпулі

Виріб являє собою шпулю діаметром 20 мм та шириною 12 мм, яка виготовляється з алюмінієвого сплаву АМг6.

1.2 Характеристика матеріалу зварного виробу

Для виготовлення даного виробу застосовуємо стрічковий алюміній товщиною 1 мм, марки АМг 6 –це алюмінієвий деформівний сплав .

Ці сплави застосовуються для виготовлення штампованих та штамповувальних виробів, струмоведучих пружин, контактів штепсельних рознімачів, виробів хімічного обладнання.

Механічні властивості алюмінієвих сплавів досить високі. Із збільшенням вмісту легуючих елементів зростає твердість і міцність сплавів, але при цьому знижується пластичність. Зі збільшенням температури міцнісні характеристики цих сплавів змінюються в різних степенях, що визначає їх застосування в залежності від температурного діапазону .

1.3 Технічні умови на виготовлення зварного виробу

При виготовленні даного виробу повинні виконуватися наступні технічні умови:

- підготовка зварюваних деталей і складання зварних з'єднань повинні відповідати вимогам робочих креслень, як по чистоті, так і по відношенні розмірів конструкційних елементів;
- всі зварювальні операції повинні виконуватися в закритому приміщенні;
- виріб, який призначений для зварювання, повинен бути проведеним і прийнятим технічним контролем;
- зварювальне обладнання повинно відповідати своїм технічним даним.

До виробів і напівфабрикатів, які зварюються точковим зварюванням ставлять наступні вимоги:

- вироби повинні виготовлятися з матеріалів, які добре зварюються контактним зварюванням;
- складні вироби повинні бути раціонально розділені на під вузли оптимальних габаритних розмірів з оптимальним розміщенням зварних швів;
- при проектуванні зварної конструкції важливо забезпечити зручний підхід електродів до місця зварювання;
- виріб повинен мати мінімальне число зварних швів на лицевих поверхнях;

- конструкція повинна забезпечити можливість розміщення електродів при точковому зварюванні під кутом до площини зварювання не менше $82 - 85^\circ$;
- матеріали та напівфабрикати повинні забезпечувати високу електропровідність та забезпечувати мінімальний опір проходженню електричного струму в процесі експлуатації;
- напівфабрикати не повинні мати тріщин та інших дефектів, які знижують експлуатаційну надійність виробу;
- якість і властивості матеріалів та напівфабрикатів повинні задовільнити технічні вимоги.

Також ставляться ще такі вимоги до геометричної форми та розмірів виробу:

- загальною вимогою технічних умов на проектування конструкції є забезпечення необхідної жорсткості в процесі навантажень;
- точність розмірів деталей досягається наступним механічним обробленням. Відхилення заготовок від товщини від заданої кривизни, повинно бути ± 1 мм на 1 м довжини, але не більше 10 мм на всю довжину;
- відхилення геометричної форми зварного виробу, величина перекосу і зміщення одного елемента відносно іншого, які виникають в результаті зварювання і складання, вказуються в технічних умовах для виготовлення конструкцій.

Зварні з'єднання повинні відповідати наступним вимогам:

- міцність металу шва повинна відповідати міцності основного металу;
- на протязі усього терміну експлуатації, зварні з'єднання повинні зберігати необхідну і достатню міцність, витривалість і стійкість при заданому навантаженні;
- великий вплив на міцність зварного з'єднання мають тріщини, не провари, крихкість металу біля шовної зони та інші дефекти. Тому при розробленні технологічного процесу, необхідну увагу приділяємо

вибору таких вимог: способу і режиму зварювання, зварювальних пристроїв, при яких ймовірність утворення дефектів є мінімальна.

Складанням називається процес послідовного з'єднання деталей між собою в порядку вказаному в технологічних картах і закріплення їх між собою.

Складання має забезпечувати точне встановлення зварюваних деталей у відповідності з кресленням, а також найкращі умови для зварювання.

Важливою умовою досягнення високої якості зварних конструкцій мінімальні зазори між деталями, які з'єднуються, тому що під час контактного точкового зварювання при збільшеному зазорі частина зусилля електродів затрачається на усунення цих зазорів.

Необхідна якість зварних з'єднань, виконаних точковим зварюванням забезпечується при дотриманні усього технологічного процесу зварювання і складання конструкції. Важливим також є стан зварювального устаткування та інструментів. Необхідна якість зварного з'єднання і виробу може бути досягнена при виконанні наступних умов:

- виконання роботи тільки відповідними матеріалами: електродами (використовуються лише певні встановлені види та з певного матеріалу);
- не допускати щоб після зварювальних робіт залишались не провари;
- суворо стежити за якістю проведення зварювальних робіт;
- контрольні взірці для механічних випробувань повинні бути ідентичні до зварних деталей;
- в процесі складання важливим є контроль геометрії деталей і вузлів;
- найбільш повну уяву про якість зварних з'єднань можна отримати за допомогою методу металографічного дослідження.

1.4 Аналіз базового технологічного процесу виготовлення зварного виробу та постановка задач на проектування

Якість технологічного процесу виготовлення зварного виробу в основному визначає їх техніко-економічні показники. В проекті технології

виготовлення розробляються наступні операції: заготівельні, складальні, зварювальні і контролю якості готового виробу, раціонально розроблений проект повинен забезпечити виготовлення виробу при мінімальній трудомісткості операцій мінімальних затратах зварювальних матеріалів і електроенергії і з високою якістю зварних з'єднань при найменших залишкових деформаціях конструкції і при дотриманні заходів з техніки безпеки.

Технологічний процес виготовлення шпулі складається із таких операцій:

- заготівельні;
- складальні;
- зварювальні;
- опоряджувальні;
- контрольні.

Раціонально розроблений проект повинен забезпечити виготовлення виробу при мінімальній трудомісткості операцій мінімальних затратах зварювальних матеріалів і електроенергії і з високою якістю зварних з'єднань при найменших залишкових деформаціях конструкції і при дотриманні заходів з техніки безпеки.

Заготівельні операції складаються з наступних: правлення, різання, зачищення. Метою складальних операцій є забезпечення правильного взаємного розміщення і закріплення деталей.

Складання повинно забезпечити точне встановлення деталей у їх відповідності з кресленням, а також найкращі умови для зварювання.

Всі складальні операції забезпечуються механізмом подачі, а також поворотнім столом, який транспортує складені заготовки до електродів точкової машини.

Перед початком зварювання проводять налагоджування контактної машини МТ-810.

До опоряджувальних операцій відносяться зачищення виробу від виплесків (у разі необхідності) і переналагоджування машини.

При роботі машини можливі зміни навантаження і вібрація, тому періодично потрібно перевіряти і підтягувати різьбові з'єднання вторинного контуру, консолей, тримачів, а також зварювального трансформатора.

Періодична перевірка зварювального обладнання є однією із важливих операцій, тому що від справності машини залежить якість зварювання.

Спочатку якість зварювання перевіряють візуально. Цю операцію (зовнішній огляд) потрібно проводити старанно, кваліфіковано з обов'язковою реєстрацією всіх зовнішніх дефектів для їх статистичного аналізу і виявлення причин.

Якщо візуально не виявлено дефектів, то зварну точку піддають статичному навантаженню і визначають міцність зони зварювання.

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Обґрунтування способу зварювання

Вибір того або іншого способу зварювання визначається товщиною і матеріалом деталей, конструкцією вузла, масштабом і характером виробництва, вимогами до якості з'єднань і продуктивності процесу.

Деформівні алюмінієві сплави в деталях товщиною до 4 мм зварюються всіма способами дугового зварювання без попереднього підігріву. Деформівні алюмінієві сплави великих товщин, а також ливарний алюміній зварюються з підігрівом.

При зварюванні вугільним електродом в якості присаджувального металу застосовують литі алюмінієві стержні діаметром 5 - 10 мм того ж складу, що і зварювальний метал. Флюс для зварювання алюмінію виготовляється на борній основі - бура і Борна кислота, та ін. Зварювання виконують постійним струмом прямої полярності.

Зварювання алюмінію металевим електродом проводять електродами, що мають стержень, подібний за хімічним складом до основного металу, і різні товсті покриття. Зварювання здійснюється постійним струмом зворотної полярності.

Струм підбирається з розрахунку 30 - 40 А на 1 мм діаметру металевого стержня електрода.

Автоматичне зварювання алюмінію плавким електродом під флюсом забезпечує задовільні результати. Режим зварювання підбирається в залежності від товщини з'єднувальних деталей і діаметра зварювального дроту.

Вищезгадані методи зварювання алюмінію більш доцільно використовувати для зварювання товстих деталей, тому для зварювання шпулі, раціонально використовувати контактне точкове зварювання.

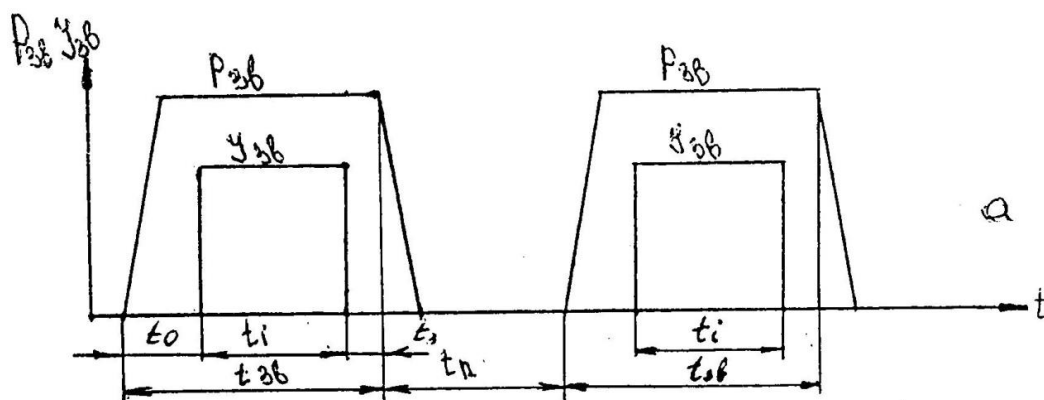
Контактне точкове зварювання в порівнянні з іншими видами зварювання містить такі переваги як:

- економія зварювальних матеріалів. Відпадає необхідність застосування присаджувального дроту, захисних газів, флюсу;
- легко піддається процесу механізації та автоматизації зварювання;
- забезпечує мінімальну кількість опоряджувальних операцій.

Для зварювання шпулі використовуємо точковий спосіб зварювання односторонній, одним електродом.

Для того, щоб отримати якісне зварне з'єднання треба не тільки вибрати спосіб зварювання, а і максимально точно розрахувати параметри режиму зварювання, які в свою чергу можуть впливати на розміри та властивості шва і біля шовної зони. До основних параметрів при контактному точковому зварюванні відносять зварювальний струм, час проходження струму, зусилля стиску.

Для зварювання шпулі вибираємо циклограму з постійним зусиллям стискання і одним імпульсом струму. Циклограма показана на рисунку 2.1[5,с.148].



$P_{зв}$ - зусилля зварювання; $I_{зв}$ - струм зварювання; t_i, t_n - час імпульсу струму і паузи; $t_{зв}$ - час дії зусилля стиску;

Рисунок 2.1 – Циклограма з постійним зусиллям стиску і одним імпульсом струму

Величина зусилля стискання електродів визначається за формулою [6,с.16]:

$$P_{зв} = 500 + 2 \cdot 10^6 \cdot \delta \quad (2.1)$$

де δ - товщина пластини, $\delta = 1 \cdot 10^{-3}$ м.

$$P_{зв} = 500 + 2 \cdot 10^6 \cdot 1 \cdot 10^{-3} = 2.5 \cdot 10^3 \text{ Н.}$$

Час імпульсу зварювального струму визначається за формулою [6,с.17]:

$$t_i = 0.025(1 + \delta^2 \cdot 10^{-6}), \quad (2.2)$$

$$t_i = 0.025(1 + (1 \cdot 10^{-3})^2 \cdot 10^{-6}) = 0.1 \text{ с.}$$

Час стиску електродів визначається за формулою [6,с.17]:

$$t_0 = (2 \div 3)t_i, \quad (2.3)$$

$$t_0 = 2 \cdot 0.1 = 0.2 \text{ с.}$$

При контактному точковому зварюванні час паузи вибирається довільно, але слід враховувати наступні моменти:

- фізичні можливості пересування деталей або вузла вручну;
- можливість пересування вузла за допомогою автоматичних або напівавтоматичних механізмів незв'язаних безпосередньо з самою зварювальною машиною.

Враховуючи вищесказане вибираємо величину паузи 5 с.

Загальний час зварювання визначається за формулою [6,с.18]:

$$t_3 = (0,3 \div 0,5)t_i, \quad (2.4)$$

$$t_3 = 0.3 \cdot 0.1 = 0.03 \text{ с.}$$

На основі рівняння теплового балансу можна визначити діюче значення зварювального струму за формулою [5,с.45]:

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4, \quad (2.5)$$

де Q - загальна кількість тепла, що виділяється між електродами під час зварювання ;

Q_1 - тепло, що затрачається на нагрів до $T_{пл}$ циліндра металу висотою

$\delta_1 + \delta_2$ діаметром $d_{\text{я}}$;

Q_2 - тепло, що затрачається на нагрів металу у вигляді кільця шириною X_2 , яке оточує лите ядро;

Q_3 - тепло, що затрачається на нагрів електродів (нагрів умовно циліндра висотою X_3 до середньої температури T_e);

Q_4 - тепло, що затрачається на випромінювання з поверхні деталей в навколишнє середовище.

Тепло, що затрачається на нагрів до T_{nl} циліндра металу висотою $\delta_1 + \delta_2$ діаметром $d_{\text{я}}$ визначається за формулою [5,с.46]:

$$Q_1 = k \frac{\pi d_{\text{я}}^2}{4} (\delta_1 c_1 \gamma_1 T_{nl1} + \delta_2 c_2 \gamma_2 T_{nl2}), \quad (2.6)$$

де k_1 - температурний коефіцієнт, $k_1 = 0.8$;

$d_{\text{я}}$ - діаметр ядра, м ($d_{\text{я}} = 2 \cdot 10^{-3}$ м);

δ - товщина зварювальних пластин, м ($\delta = 1 \cdot 10^{-3}$) [3,с.49];

c - теплоємність зварювального матеріалу, $\frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{K}^\circ}$ ($c = 838 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{K}^\circ}$);

γ - густина зварювального матеріалу, кг/м^3 ($\gamma = 2780 \text{ кг/м}^3$);

T_{nl} - температура до якої потрібно нагріти метал під час зварювання, $^\circ\text{K}$ ($T_{nl} = 893 \text{ }^\circ\text{K}$).

$$Q_1 = 0.8 \frac{3.14 \cdot (2 \cdot 10^{-3})^2}{4} \cdot 0.5 \cdot 10^{-3} \cdot 838 \cdot 2780 \cdot 893 + 0.5 \cdot 10^{-3} \cdot 838 \cdot 2780 \cdot 893 = 6.45$$

Дж.

Під час розрахунку Q_2 приймаємо, що помітне підвищення температури спостерігається на відстані X_2 від границь ядра.

Значення X_2 для алюмінію визначається за формулою [5,с.46]:

$$X_2 = 3,3 \sqrt{t_i} \cdot 10^{-2}, \quad (2.7)$$

$$X_2 = 3,3\sqrt{0,1} \cdot 10^{-2} = 0,01 \text{ м.}$$

Тепло, яке затрачається на нагрівання металу у вигляді кільця шириною X_2 навколо литого ядра визначається за формулою [5,с.46]:

$$Q_2 = \kappa_1 \pi X_2 (d_2 + X_2) \left(\delta_1 c_1 \gamma_1 \frac{T_{nl1}}{4} + \delta_2 c_2 \gamma_2 \frac{T_{nl2}}{4} \right) \quad (2.8)$$

$$Q_2 = 0,8 \cdot 3,14 \cdot 0,01 \cdot (2 \cdot 10^{-3}) \cdot \left(0,5 \cdot 10^{-3} \cdot 838 \cdot 2780 \cdot \frac{893}{4} + 0,5 \cdot 10^{-3} \cdot 838 \cdot 2780 \cdot \frac{893}{4} \right) = 420,6 \text{ Дж.}$$

Тепло, що затрачається на нагрів електродів (нагрів умовно циліндра висотою X_3 до середньої температури $\frac{T_{nl}}{8}$.) визначається за формулою [5,с.47]:

$$Q_3 = k_2 \frac{\pi (d_1^e)^2}{4} X_{31} c_1^e \gamma_1^e \frac{T_{nl1}}{8} + k_2 \frac{\pi (d_2^e)^2}{4} X_{32} c_2^e \gamma_2^e \frac{T_{nl2}}{8}, \quad (2.9)$$

де k_2 - коефіцієнт, який враховує форму електродів, $k_2 = 2$ [5,с.46];

X_3 - висота нагрівання електродів, $\frac{T_{nl}}{8}$, м;

c - теплоємність металу електрода, $\frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{K}^\circ}$ ($c = 838 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{K}^\circ}$);

γ – густина металу електрода, кг/м^3 ($\gamma = 2780 \text{ кг/м}^3$).

Висота нагрівання електродів, $\frac{T_{nl}}{8}$ визначається за формулою [5,с.46]:

$$X_3^e = 3,3\sqrt{t_i} \cdot 10^{-2}; \quad (2.10)$$

$$X_3^e = 3,3\sqrt{0,1} \cdot 10^{-2} = 0,01 \text{ м.}$$

$$Q_3 = 2 \cdot \left(2 \frac{3,14 (2 \cdot 10^{-3})^2}{4} \cdot \left(0,01 \cdot 838 \cdot 2780 \cdot \frac{893}{8} \right) \right) = 1,73 \text{ Дж.}$$

$$Q = 6.4 + 420.6 + 1.73 = 428.9 \text{ Дж.}$$

Опір деталі в кінці нагрівання визначається за формулою [5,с.29]:

$$R_{\text{кін}} = A_0^1 k_n \frac{\rho_t}{\delta}, \quad (2.11)$$

де k_n - коефіцієнт, що враховує пониження опору деталей внаслідок часткового протікання, частини струму через відносно холодні ділянки металу поруч зварювальної точки $k_n = 0.8 \div 0.69$;

A_0^1 - коефіцієнт, що залежить від співвідношення d_k/δ ;

Залежність опору від температури визначається за формулою [5,с.26]:

$$\rho_t = \rho(1 + \alpha_p T_{\text{кін}}), \quad (2.12)$$

де ρ – питомий електричний опір при температурі 20 °С матеріалу деталей, що зварюються, Ом·м ($\rho = 7,1 \cdot 10^{-8}$);

α_p - температурний коефіцієнт зміни опору, 1/рад ($\alpha_p = 0,0016$ 1/рад);

$T_{\text{кін}}$ – температура в кінці нагрівання деталей, °С ($T_{\text{кін}} = 795$ °С).

$$\rho_t = 7.1 \cdot 10^{-8}(1 + 0.0016 \cdot 795) = 1,5 \cdot 10^{-7} \text{ Ом}\cdot\text{м.}$$

$$R_{\text{кін}} = 0,54 \cdot 0,8 \cdot \frac{1,5 \cdot 10^{-7}}{0,5} = 6,38 \cdot 10^{-5} \text{ Ом.}$$

Величина зварювального струму визначається за формулою [5,с.47]:

$$I_{\text{зв}} = \sqrt{\frac{Q}{k_3 R_{\text{кін}} t_i}}, \quad (2.13)$$

де k_3 – коефіцієнт, який враховує зміну опору під час зварювання, $k_3 = 1,4$.

$$I_{\text{зв}} = \sqrt{\frac{428,9}{1,4 \cdot 6,38 \cdot 10^{-5} \cdot 0,1}} = 45,13 \cdot 10^3 \text{ А.}$$

Загальна величина зварювального струму у вторинному контурі машини, яка проходить в момент зварювання визначається за формулою [5,с.42]:

$$I_2 = I_{зв} + I_{ш}, \quad (2.14)$$

де $I_{ш}$ - струм шунтування, А.

Струму шунтування в нашому випадку не буде.

$$I_{ш} = 0.$$

Величина струму зварювання у вторинному контурі трансформатора буде:

$$I_2 = 45.13 \cdot 10^3 \text{ А.}$$

Приймаємо струм зварювання $I_2 = 4513 \text{ А.}$

2.2 Вибір і обґрунтування основного зварювального устаткування.

До зварювального устаткування відносять зварювальний трансформатор, контактна машина, приводи керування машини. Все зварювальне устаткування має повні технічні характеристики, але до них ставляться наступні вимоги: зварювальний трансформатор повинен забезпечувати потрібну для даного технологічного процесу силу струму і напругу.

До апаратів з приладами керування відносять: контактори і регулятори контактного зварювання. За допомогою апаратури управління здійснюється вмикання, регулювання величини вмикання і вимикання зварювального струму, регулювання послідовності і тривалості окремих операцій циклу зварювання в тому числі і часу протікання зварювального струму, вмикання і регулювання зусилля стискання електродів та ін.

Контактор встановлюється в первинній обмотці зварювального трансформатора. Він призначений для вмикання-вимикання зварювального струму. В більшості випадків застосовують тиристорний контактор, тому що він має ряд переваг перед іншими:

- велика довговічність;
- малі габаритні розміри;

- високий коефіцієнт корисної дії.

Регулятор – це електронний пристрій призначений для управління послідовністю дій всіх зварювальних позицій і для витримки необхідних часових інтервалів на кожній позиції. Використовуємо регулятор циклу РКС-502. Основні технічні характеристики регулятора циклу подано в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 - Основні технічні характеристики регулятора циклу РКС-502 [7,с.12]:

Номинальна робоча напруга мережі, В	380±19
Номинальна частота мережі, Гц	50±0,75
Межі регулювання тривалості позиції зварювального циклу (в періодах)	
- попереднє стискання	01 – 99
- стискання	01 – 99
- зварювання	01 – 99
- пауза	01 – 99
Середнє значення напруги живлення електропневмоклапана при номінальній напрузі мережі, В	24
Нижня межа регулювання діючого значення зварювального струму, %	50

Технічні характеристики контактної точкової машини МТ-810 для виготовлення шпулі подані в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Технічні характеристики контактної точкової машини МТ-810 [8,с.53]:

Номінальний зварювальний струм, кА	8
Номінальна потужність кВ·А	20
Зусилля, номінальне	30
максимальне зварювальне	5
Виліт, мм	200-315
Розтвір	150-270
Максимальний робочий хід електрода, мм	20

2.3 Вибір методу контролю якості виробу

Для своєчасного виявлення і прийняття технічних та організаційних заходів з метою попередження дефектів необхідний систематичний контроль всіх ланок виробництва зварних вузлів, а саме:

- в стадії проектування виробу;
- під час виконання операцій, які супроводжуються зварюванням;
- самих зварювальних операцій;
- зварювального обладнання.

Якість продукції залежить від того, чи відповідає конструкція вимогам експлуатації.

Задачею контролю є встановлення таких показників, які визначають якість; міцність, відповідність матеріалу нормативам і заданим розмірам, обробленню, а також саме головне – відсутності дефектів.

Правильність виробничого режиму зварювання виробу і якість зварних з'єднань повинні контролюватись наступними методами:

- а) зовнішнім оглядом місць зварювання;
- б) механічним випробуваннями на міцність пробних або контрольних зразків.

Вибраний режим зварювання повинен бути перевірений на зварювані зразків заданих розмірів, які потім піддаються механічним випробуванням на міцність. Найбільш доцільним видом механічного випробування зварних з'єднань для шпулі є випробування “на зріз”.

При руйнуючому виді випробування якість зварювання і міцність зварного з'єднання визначають за місцем і характером руйнування, а також по значенню навантаження, при якому воно утворилося, якість зварювання рахується високою, а режим зварювання правильно підібраним, якщо при випробуванні зразків руйнування утворилося по основному металу контакту поза зоною зварювання.

При контактному зварювані зовнішнім оглядом виявляють дефекти геометричної форми (перекоси, зміщення), тріщини, перепал металу з'єднання, надмірне зминання поверхонь пластин в місці їх контакту з електродами, пори в зоні зварювання та інші дефекти, які знижують міцність зварних з'єднань.

2.4 Опис запропонованого технологічного процесу виготовлення зварного виробу.

При виконанні заготівельних операцій застосовують такі види оброблення металу:

- очищення поверхні зварювальних заготовок від бруду, мастила, окисних плівок та ін.;
- випрямлення;
- різання.

Очищення поверхні зварювального металу проводиться хімічним методом. Травлення проводиться шляхом занурення заготовок в ванну з розчину сірчаної і соляної кислоти з витримкою на протязі певного проміжку часу. Після травлення зварювальні заготовки промиваються і осушуються.

При виготовленні шпулі використовуються заготовки, які одержують шляхом їх штампування із алюмінієвої стрічки. Стрічка поступає в касетах, які розміщують на механізм розмотування, після чого за допомогою подаючого

механізму проходить через правильні валки і потрапляє на штампувальний верстат.

Складальні операції забезпечують правильне взаємне розташування та закріплення деталей виробу, що складаються і зварюються.

Зварювані деталі встановлюються на базуючі місця корпусу, на підпружиненому столі. Після чого стіл з деталями піднімається вгору. Деталі лягають на нижній електрод зварювальної машини, підводиться верхній електрод, відбувається зварювання шпулі.

Після виготовлення зварного виробу, при необхідності проводять зачищення зварного з'єднання від виплесків і проводять контроль якості зварювання, після чого упаковують і відправляють на склад.

До допоміжних відносять наступні операції:

- змащування поверхонь тертя тонким шаром мастила ЦИАТИМ – 201;
- завантаженням відповідних секцій напівавтомату штифтами та пластинами;
- перевірка легкості повороту важеля, що регулює подачу заготовок;
- регулювання швидкості переміщення поршнів пневмоциліндрів виконуючих механізмів.

Контрольні роботи містять комплекс контрольних операцій на кожному етапі виготовлення зварного виробу, включаючи контроль вихідних зварюваних і зварювальних матеріалів, контроль якості заготівельних, складальних, зварювальних і опоряджувальних операцій, контроль зварних з'єднань і готової продукції.

Контроль якості зварювання проводиться візуально.

2.5 Техніко-економічне обґрунтування технологічного процесу.

Розрахунок ціни реалізації шпулі визначаємо за формулою [15, с.33]:

$$C_{\epsilon} = (C_{\epsilon} + 0,8 \cdot Z_{oo}) \cdot 1,1 + 0,15(C_{\epsilon} + 0,8 \cdot Z_{oo}) \cdot 1,1, \quad (2.15)$$

Де - 0,8 – коефіцієнт загальнозаводських витрат на виріб;

C_{ϵ} – цехова собівартість виробу по заводських даних, грн.;

1,1 – коефіцієнт, що враховує поза виробничі видатки;

1,15 – коефіцієнт рентабельності виробництва.

$$\Pi_{\text{в}} = (4,7 + 0,8 \cdot 0,290) \cdot 1,1 + 0,15(4,7 + 0,8 \cdot 0,290) \cdot 1,1 = 3,82 \text{ грн}$$

Розрахунок обсягу реалізації продукції визначаємо за формулою [15, с.33]:

$$B_{\text{ц}} = B \cdot \Pi_{\text{в}}, \quad (2.16)$$

$$B_{\text{ц}} = 180000 \cdot 3,82 = 687600 \text{ грн.}$$

Прибуток від реалізації продукції визначаємо за формулою [15, с.33]:

$$\Pi = B \cdot \Pi_{\text{в}} - B(C_{\text{ц}} + 0,8 \cdot 3_{\text{оо}}) \cdot 1,1, \quad (2.17)$$

по заводу:

$$\Pi = 180000 \cdot 3,82 - 180000 (4,7 + 0,8 \cdot 0,290) \cdot 1,1 = 103546 \text{ грн.}$$

по проекту:

$$\Pi = 180000 \cdot 3,82 - 180000 (4,7 + 0,8 \cdot 0,173) \cdot 1,1 = 116317 \text{ грн.}$$

Собівартість реалізації продукції визначаємо за формулою [15, с.33]:

$$C = B \cdot C_{\text{н}} = B \cdot (C_{\text{ц}} + 0,8 \cdot 3_{\text{оо}}) \cdot 1,1 \quad ; \quad (2.18)$$

$$C = 180000 \cdot (4,7 + 0,8 \cdot 0,173) \cdot 1,1 = 668923 \text{ грн.}$$

Фондовіддачу визначаємо за формулою [15, с.34]:

$$\Phi_{\text{в}} = \frac{B_{\text{ц}}}{\Phi_{\text{ос}}}, \quad (2.19)$$

де, $\Phi_{\text{ос}}$ – загальна вартість основних виробничих фондів, грн.

$$\Phi_{\text{в}} = \frac{862400}{217216,3} = 3,92 \text{ грн.}$$

Фондомісткість продукції визначаємо за формулою [15, с.34]:

$$\Phi_{\text{м}} = \frac{\Phi_{\text{ос}}}{B}, \quad (2.20)$$

$$\Phi_{\text{м}} = \frac{217216,3}{180000} = 1,2 \text{ грн/ шт.}$$

Продуктивність праці визначаємо за формулою [15, с.34]:

$$A = \frac{B_u}{\chi_{нвп}}, \quad (2.21)$$

де, $\chi_{нвп}$ – середньоспискова чисельність промислово-виробничого персоналу, чол.

$$A = \frac{862400}{3} = 287466 \text{ грн/чол.}$$

Рентабельність виробництва визначаємо за формулою [15, с.34] :

$$R = \frac{\Pi}{\Phi_{oc} + O_b} \cdot 100\%, \quad (2.22)$$

де, O_b – вартість нормативу оборотних коштів, грн.

$$R = \frac{116317}{217216,3 + 410000} \cdot 100 \% = 185,5\%.$$

Рівень механізації та автоматизації визначається за формулою [15, с. 12]:

$$y_M = \frac{T_M}{T_M + T_b} \cdot 100\%, \quad (2.23)$$

де T_M – кількість робітників, які виконують роботу механізованим способом, чол;

T_b - кількість робітників, які виконують роботу вручну, чол.

По заводу:

$$y_M = \frac{4}{4+2} \cdot 100\% = 66\%.$$

По проекту:

$$y_M = \frac{3}{3+1} \cdot 100\% = 75\%.$$

Зниження собівартості продукції визначаємо за формулою [15, с.35]:

$$\Delta C = \frac{C_1 - C_2}{C_1} \cdot 100\%, \quad (2.24)$$

де, C_1, C_2 – собівартість одиниці продукції по базовому і проектному варіантах, грн..

$$\Delta C = \frac{4,7 - 3,08}{4,7} \cdot 100\% = 4,92 \%$$

Ріст продуктивності праці визначаємо за формулою [15, с.35]:

$$B = \frac{\Delta T_{umt} \cdot 100\%}{100 - T_{umt}}, \quad (2.25)$$

де, ΔT_{umt} - процент зниження норми часу на виготовлення одиниці продукції по проектному варіанту.

$$B = \frac{64,3 \cdot 100\%}{100 - 0,014} = 64,3\%.$$

Річний економічний ефект визначається за формулою [15, с.35] :

$$E_{\phi} = ((C_{nz} + E_n \cdot \Phi_{mz}) - (C_{nn} + E_n \cdot \Phi_{mn})) \cdot B, \quad (2.26)$$

де C_{nz} – повна собівартість виробу по заводських даних, грн.;

C_{nn} – повна собівартість виробу по проектних даних, грн.;

Φ_{mz} – фондомісткість продукції по заводських даних, грн.;

Φ_{mn} – фондомісткість продукції по проектних даних, грн.;

E_n – нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень, $E_n=0,14$.

$$E_{\phi} = ((4,31 + 0,16 \cdot 0,203) - (4,01 + 0,16 \cdot 0,158)) \cdot 180000 = 115520 \text{ грн.}$$

Термін окупності додаткових вкладень визначаємо за формулою [15, с. 35]:

$$T_{ок} = \frac{\Phi_{осп} + \Phi_{осз}}{E_{yp}}, \quad (2.27)$$

де $\Phi_{осп}$ - вартість основних виробничих фондів по проектному варіанті, грн.;

$\Phi_{осз}$ - вартість основних виробничих фондів по заводському варіанті, грн.;

E_{yp} - умовна річна економія, грн..

Умовна річна економія (грн.) визначається за формулою [15, с.35]:

$$E_{yp} = B \cdot (C_{nz} - C_{nn}) \quad ; \quad (2.28)$$

$$E_{yp} = 722000 \cdot (4,7 - 3,08) = 115520 \text{ грн.}$$

$$T_{ок} = \frac{62376,2 + 67522,4}{115520} = 1,7 \text{ років.}$$

3 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1 Вибір та розрахунок елементів основного чи додаткового зварювального устаткування.

Виробництво штампо-зварювальних вузлів вимагає достатньої кількості інструментальної оснастки, призначення якої забезпечити швидке і точне складання і якісне зварювання, а відповідно, і принцип взаємного обміну, на якому засноване масове виробництво[10, с. 165].

Пристосування це пристрої для складання і взаємного розміщення зварюваних деталей окремо від зварювальної машини. Інколи елемент машини може бути вмонтований на пристосування, складаючи лише невелику його частину. В оснастку зварювальної машини входить комплект електродів, електродотримачів і пристосувань, які встановлюються безпосередньо на машині. Пристосування в залежності від їх складності поділяються на головні і другорядні кондуктора, середні і малі пристосування.

Конструкцію кондукторів необхідно розробляти з врахуванням наступних положень:

- складання деталей у пристосуванні і їх фіксація повинні бути зручними та простими. Система фіксації повинна виключати можливість неточного складання;
- до місця зварювання необхідно забезпечити вільний доступ технологічної оснастки зварювальної машини з якомога меншим вильотом;
- затискні пристрої повинні бути швидкодіючими. Найбільш досконалими є затискачі з пневматичним або гідравлічним приводом, які дозволяють здійснювати одночасно або групову їх роботу.

При необхідності можливе використання швидкодіючих ручних затискних пристроїв:

- кондуктор повинен бути жорстким і міцним;
- затискачі потрібно розташовувати навпроти упорів, це забезпечує більш стабільну геометрію;
- фіксатори, затискачі і шпильки необхідно надійно захищати від розбризкування, якщо поблизу проводять зварювання;
- знімання зварного вузла необхідне проводитися легко і швидко;
- знімні пристрої можуть бути різноманітних систем: з важільним, або пневматичним приводом.

Вибір баз фіксації, розміщення затискачів і фіксаторів та конструкції цих частин базуються на аналогічних принципах роботи, що для звичайних робочих пристосувань.

Базуванням називають визначення положення деталей в виробі один відносно іншого, або виробу відносно пристосування, робочого інструменту, технологічного зварювального обладнання.

Базування – це розміщення деталей у пристосуванні таким чином, щоб технологічні бази опирались на установочні елементи пристосувань.

Базування деталей обґрунтовується на врахуванні специфіки складання декількох деталей, а також величини зусилля їх затискання після базування. Важливо правильно намітити бази фіксації окремих вузлів і узгодити їх з попереднім і наступним процесом складання. Існують такі схеми базування деталей [11, с.315]:

- для призматичних деталей вибирають три бази – установчу, напрямну і опорну;
- циліндричні деталі зазвичай базують спеціально виготовленій призмі;
- базування деталей з отворами;
- при базуванні за пальцем і площиною використовують два варіанти:
 - а) короткий палець і велика торцева поверхня;
 - б) базування на довгому пальці і невеликій площині опори.

Упори поділяються:

- постійні;
- з'ємні.

Оскільки точно розрахувати навантаження на упори досить важко, то роблять їх з великим запасом міцності [12, с.240]:

- установчі пальці. Служать для встановлення деталі з отвором, можуть бути постійними і змінними, можуть регулюватися по висоті;
- призми. Застосовують для базування циліндричних деталей. Призми випускають за ГОСТ 12195-66;
- для довгих деталей використовуються упорні гнізда. Вони застосовуються для грубого розміщення виробів за трьома поверхнями. Ширина гнізда як правило рівна ширині деталі;
- ложемент – це упорне гніздо з криволінійною поверхнею.

При виготовленні шпулі застосовуємо ложемент з криволінійною поверхнею.

В складально-зварювальній оснастці найчастіше застосовують затискачі з механічним, пневматичним, гідравлічним, магнітним та електромагнітним приводами. Затискні елементи бувають з ручним, механізованим приводом і автоматичної дії [13, с. 156].

В складально-зварювальному виробництві знайшли широке застосування різноманітні затискні механізми, які діють від пневматичного приводу. Такий привід простий по конструкції і в управлінні, являється швидкодіючим, надійним і має порівняно малу собівартість.

Для даної машини використовуємо і розраховуємо пневмопривід.

Силовий пневматичний привід складається з пневмодвигуна (пневмоциліндр, пневмокамери, пневмошланга), пневматичної апаратури та повітропроводів.

Пневматичні силові вузли виконують у вигляді циліндрів. Циліндри виготовляють односторонньої і двохсторонньої дії.

Осьова сила на штоці пневмоциліндр односторонньої дії при подаванні повітря зі сторони поршня визначається за формулою [14,с.155]:

$$Q = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot p \cdot \eta \cdot Q_1, \quad (3.1)$$

де D – діаметр пневмоциліндра, мм;

p – тиск стисненого повітря цехової мережі, МПа, $p = 0,6$ МПа;

η - коефіцієнт корисної дії, який враховує втрати в пневмоциліндрі, $\eta = 0,85 \dots 0,9$;

Q_1 – сила опору зворотної пружини в кінці робочого ходу пружини $Q = 450$ Н.

З формули (3.6) визначаємо необхідний діаметр пневмоциліндра [14, с.155]:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot (Q + Q_1)}{\pi \cdot p \cdot \eta}}, \quad (3.2)$$

З врахуванням прийнятої величини зусилля притискання $Q = 2000$ Н, діаметр пневмоциліндра становить:

$$D = \sqrt{\frac{4(2000+450)}{3.14 \cdot 0.6 \cdot 0.85}} = 78,2 \text{ мм.}$$

Заокругливши знайдене значення до найбільшого стандартного значення приймемо діаметр пневмоциліндр $D = 80$ мм.

Навантаженням основи пристосування є власна вага, вага пневмоциліндра вага поворотного стола , та зусилля, яке створює пневмоциліндр.

Заокругливши знайдене значення до найбільшого стандартного значення приймемо діаметр пневмоциліндр $D = 80$ мм.

Навантаженням основи пристосування є власна вага, вага пневмоциліндра вага поворотного стола , та зусилля, яке створює пневмоциліндр.

Допустимий прогин для основи пристосування визначається за формулою [12,с.105]:

$$f \leq \frac{1}{500} \cdot L, \quad (3.3)$$

де L – довжина опорної балки, $L=660$ мм;

$$f \leq \frac{1}{500} \cdot 660 = 1.32 \text{ мм.}$$

Тепер визначимо максимально допустиме навантаження яке може сприймати основа пристосування. Основа пристосування являється сталевим швелером №10. Розрахункова схема основи зображено на рисунку 3.1.

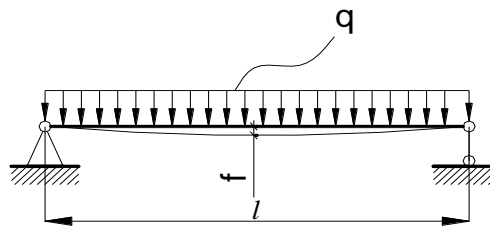


Рисунок 3.1 - Розрахункова схема основи пристосування

$$f = \frac{5 \cdot q \cdot L^4}{348 \cdot EI}, \quad (3.4)$$

звідси: [12,с.111]:

$$q = \frac{348 \cdot E \cdot I \cdot f}{5 \cdot L^4}, \quad (3.5)$$

де E – модуль пружності (модуль Юнга), для сталі $E=2.1 \cdot 10^8$ МПа,

I – момент інерції, для швелера №5 $I_y=5,61 \cdot 10^{-8}$ м⁴,

$$q = \frac{348 \cdot 2.1 \cdot 10^8 \cdot 5.61 \cdot 10^{-8} \cdot 2.03 \cdot 10^{-3}}{5 \cdot 0.66^4} = 8.772 \cdot 10^6 \text{ Н/м.}$$

Для виготовлення шпулі використовується контактний точковий спосіб зварювання. При цьому способі зварювання існують два види зусиль притискання деталей між :

- зусилля ковки, R_k ;
- зусилля зварювання, $R_{зв}$.

Оскільки для виготовлення даного виробу використовуються заготовки малих товщин, то в процесі зварювання їх не потрібно піддавати зусиллю ковки, а лише зусиллю зварювання – тобто зусиллю стискання електродів. Величина зусилля стискання електродів визначається за формулою [6,с.16]:

$$P_{зв} = 500 + 2 \cdot 10^6 \cdot \delta \quad (3.6)$$

де δ - товщина пластини, $\delta = 1 \cdot 10^{-3}$ м.

$$P_{зв} = 500 + 2 \cdot 10^6 \cdot 1 \cdot 10^{-3} = 2.5 \cdot 10^3 \text{ м.}$$

3.2 Розрахунок зварних з'єднань на міцність

Допустиме зусилля на одну точку визначається за формулою [12,с.261]:

$$T = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot [\sigma']_{в.т}, \quad (3.7)$$

де $[\sigma']_{в.т}$ – допустиме напруження при відриві точкового з'єднання, МПа;

d – діаметр точки, м.

Допустиме напруження при відриві точкового з'єднання визначається за формулою [12,с.326]:

$$[\sigma']_{в.т} = 0,3 \cdot [\sigma]_p, \quad (3.8)$$

де $[\sigma]_p$ - допустиме напруження основного металу на розтяг, МПа.

Допустиме напруження металу при розтягу визначається за формулою [12,с. 20]:

$$[\sigma]_p = \frac{\sigma_T}{n_2}, \quad (3.9)$$

де σ_T - межа текучості матеріалу виробу, МПа ($\sigma_T = 190$ МПа);

n_2 – коефіцієнт запасу міцності який рівний $n_2 = 1,4 \dots 1,6$.

Приймаємо $n_2 = 1,4$.

$$[\sigma]_p = \frac{190}{1,4} = 135,7 \text{ МПа};$$

$$[\sigma']_{\text{в.т.}} = 0,3 \cdot 135,7 = 41 \text{ МПа};$$

$$T = \frac{3,14 \cdot (2 \cdot 10^{-3})^2}{4} \cdot 41 = 0,00020096 = 0,201 \text{ кН.}$$

Отже допустиме зусилля на відрив штифта від пластин визначається за формулою:

$$T_K = T \cdot n_T, \quad (3.10)$$

де n_T - кількість зварних точок.

$$T_K = 0,201 \cdot 1 = 0,201 \text{ кН.}$$

4. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

ТА ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Оцінка запропонованого технологічного процесу з умов техніки безпеки, електробезпеки, пожежної безпеки

Розглянутий вище спосіб зварювання потребує дотримання визначного комплексу правил охорони праці, які знайшли відображення в технологічному процесі і суворо дотримуються при виконанні зварювальних робіт. При зварюванні шпулі з метою охорони праці всі технологічні процеси виконуються згідно вимог інструкції з безпечної експлуатації устаткування:

- 1) вимоги техніки безпеки до експлуатації устаткування:
 - а) - устаткування повинно бути заземлено. Заземлено повинно бути зварювальні трансформатори і шафи керування;
 - б) - при роботі і ремонті устаткування існують джерела небезпеки:
 - електричний струм;
 - механічна дія;
 - в) - забороняється допускається до ремонту сторонніх працівників;
 - г) - при ремонті устаткування використовують тільки справний інструмент;
- 2) перед початком роботи устаткування зварник – оператор проводить технічний огляд устаткування:
 - а) - повитирати залишки мастила ганчіркою;
 - б) - поставити на місце огорожу, яка була знята під час змащування;
- 3) під час роботи устаткування діляниці, необхідно дотримуватись таких вимог з техніки безпеки і слідкувати за:
 - а) - витіканням води і температурою води в системах охолодження;
 - б) - струмопередаючими деталями вторинного контура;
 - в) - кількістю мастила в деталях, які труться;
 - г) - станом різьбових з'єднань;
 - д) - станом насосної установки згідно її експлуатаційним документам;

е) - по мірі потреби зачищати електроди від налипання металу, нагорання і нерівностей дрібнозернистим наждаком або папером;

є) - не доторкатись і не перевіряти руками місця зварювання виробу, електродів при роботі устаткування;

ж) - не проводити підтягування різьбових з'єднань під час роботи устаткування;

з) - не працювати при несправному реле тиску пневмосистеми .

При роботі з зварювальним устаткуванням, забороняється:

доторкатись до електроустаткування і струмоведучих частин;

- 1) натискувати на робочі органи устаткування сторонніми предметами;
- 2) працювати із знятими кожухами і огорожею;
- 3) працювати при несправностях в одному із механізмів;
- 4) знаходитись стороннім предметам в зоні рухомих частин машини.

По закінченні роботи, необхідно вимкнути зварювальне обладнання від джерела живлення.

Заходи боротьби з несправностями зварювального устаткування і їх попередженнями:

- періодично змащувати поверхні, які труться, не рідше одного разу на місяць;
- замінювати мастильний матеріал в підшипниках не рідше ніж один раз в місяць;
- місце розміщення устаткування повинно бути просторовим і освітленим;
- ремонт електроустаткування дозволяється проводити бригаді чисельністю не менше двох чоловік, із яких один має кваліфікаційну групу з техніки безпеки не нижче четвертої, при цьому використовувати тільки відповідний інструмент;
- місце де розміщено зварювальне устаткування повинно бути чистим і охайним;

- періодично проводити профілактичний огляд електроустаткування не рідше одного разу в місяць;
- для захисту очей від виплесків розплавленого металу виробу і іскор, зварник – оператор який обслуговує машину повинен мати захисні окуляри;
- для захисту тіла від попадання виплесків розплавленого металу виробу і іскор, зварник – оператор повинен мати спецодяг із брезентової тканини;
- для захисту рук і ніг – брезентові, або гумові рукавиці і черевики на гумовій підошві, на підлозі перед машиною повинен лежати гумовий килимок;
- для забезпечення нормального повітряного середовища має місце в дільниці місцева вентиляція;
- освітлення робочої зони на робочому місці досягається за допомогою природного і штучного освітлення.

Правилами техніки безпеки категорично забороняється доторкатись до струмоведучих частин устаткування, не дозволяється відкривати двері шаф і трансформаторів під час роботи устаткування машини багатоточкового зварювання. Найбільша небезпека виникає при випадковому контакті з елементами первинного контуру трансформатора, який знаходиться під напругою 365 В, чи у випадку прибирання, чи замикання обмотки на вторинний виток трансформатора. Для попередження від ураження струмом, вторинний виток і корпус трансформатора надійно заземлюють.

Всі органи керування – кнопки, регулятори, рубильники живляться напругою 36 В.

Причини пожеж, які можуть виникнути в дільниці при виготовленні циліндричного корпусу пральної машини на контактній багатоточковій машині можуть бути різноманітними:

- а) недотримання вимог і експлуатації промислового устаткування;
- б) куріння працівників в забороненій зоні.

При зварюванні джерелом пожеж можуть бути виплески розплавленого металу і іскри. В місці, де проходить зварювання не повинно бути легкозаймистих предметів і матеріалів.

В дільниці де виготовляється виріб, для швидкої ліквідації пожеж, які можуть виникнути, є засоби гасіння: пожежний щит, вогнегасник, лопата, відро, сокира і ящик з піском.

Виходячи із вищесказаного можна зробити висновок, що при виготовленні шпулі спроектований технологічний процес задовольняє вимогам електробезпеки і пожежної безпеки.

4.2 Протипожежні заходи, передбачені в спроектованому технологічному процесі

Відповідальність за дотримання необхідного протипожежного режиму і своєчасне виконання протипожежних міроприємств в дільниці покладається на керівника підприємства і на начальника дільниці, в якій виготовляється циліндричний корпус пральної машини. Вони зобов'язані:

а) забезпечити повне і своєчасне виконання правил протипожежної безпеки і протипожежних вимог будівельних норм при проектуванні, будівництві і експлуатації об'єктів;

б) організувати на підприємстві пожежну охорону, добровільну пожежну дружину і пожежно – технічну комісію і керувати ними.

На підприємстві відповідними наказами або розпорядженнями встановлюється порядок проведення протипожежного інструктажу і занять по пожежно – технічну мінімуму з зварниками та іншими працівниками.

Протипожежний інструктаж проводять в два етапи. На першому етапі інструктаж проводить начальник місцевої пожежної охорони, або інженер по охороні праці.

Під час проведення повторного інструктажу зварників та інших працівників ознайомлюють з загальними правилами пожежної безпеки для даної дільниці виробництва шпулі, з пожежною небезпекою технологічного устаткування.

В дільниці цеху, де виготовляється виріб, для швидкої ліквідації пожеж, які можуть виникнути, є первинні засоби пожежогасіння: вогнегасник, бочки з водою, відра, ящики з піском лопати, сокири та інше.

Для підвищення вогнетривалості дільниці і всього підприємства можна облицюванням або оштукатурюванням металевих конструкцій. Перевагою користуються облицювальні матеріали, які володіють мінімальною масою і мінімальним коефіцієнтом температуропровідності. Так при облицюванні сталевих колон гіпсовими плитами товщиною 60мм границя вогнетривалості підвищується від 0,25 до 3,3 годин. В дільниці також існують протипожежні перешкоди, до них відносять стіни, перегородки, перекриття, двері, люки, вікна. Протипожежні стіни повинні бути виконані із негорючих матеріалів, мати границю вогнетривалості не менше 2,5 годин і опиратись на фундаменти. Двері, вікна, люки в протипожежних стінах повинні мати границю вогнетривалості не менше 1,2 годин, а перекриття – 1 годину. В дільниці також повинен висіти на стіні план евакуації людей на випадок виникнення пожежі. При виникненні пожежі працівники повинні покинути дільницю і будівлю на протязі мінімального часу, який визначається короткою відстанню від місця їх знаходження до виходу на зовні.

Використання на підприємстві, зокрема і в дільниці, автоматичних засобів визначення пожежі являється одним із основних умов забезпечення пожежної безпеки, так як дозволяє повідомити черговий персонал про пожежу і місце її виникнення.

При зварюванні шпулі з метою охорони праці всі технологічні процеси експлуатації устаткування:

а) корпус машини, зварювальні трансформатори і шафа керування повинні бути заземлені;

б) для захисту тіла, рук, ніг, і голови використовувати одяг і рукавиці із вогнетривкої тканини (брезенту), гумові рукавиці, гумові черевики і шапочка, так як попадання іскр і виплесків розплавленого металу може привести до загорання одягу зварника.

Під час обіду, або відпочинку, куріння працівники повинні проводити в спеціально відведених для цього місцях, туалетах, на вулиці.

Виходячи із вищесказаного можна зробити висновок, що при виготовленні циліндричного корпусу пральної машини на контактній багатоточковій машині протипожежні заходи, передбачені в спроектованому технологічному процесі задовільняють вимогам пожежної безпеки роботи працівників на підприємстві.

4.3 Розрахунок захисного заземлюючого пристрою для спроектованої ділянки

Захисне заземлення – передбачене з'єднання з землею або її еквівалентом металічних не струмоведучих частин, які можуть випадково бути під напругою.

Захисне заземлення є ефективною мірою захисту при живленні електроустаткування від електричних мереж напругою до 1000 В з ізольованою нейтраллю і напругою більше 1000 В з любым режимом нейтралі.

У відповідності ПУЕ захисне заземлення потрібно виконувати при паузі змінного струму 380 В і більше і постійного струму 440 В і більше у всіх електроустановках.

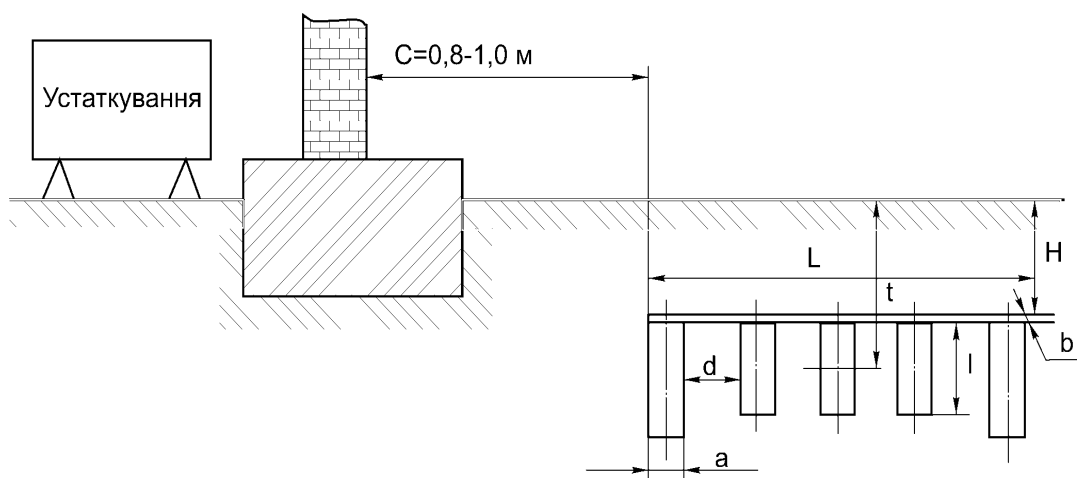
При номінальній напрузі змінного струму більше 42 В і постійного струму більше 110 В - тільки в електроустановках, які розміщені в приміщеннях з підвищеною небезпекою, особливо небезпечних, а також в зовнішніх установках; при любій напрузі змінного і постійних струмів, у вибухонебезпечних установках.

Захисна дія заземлення основана на зниженні напруги дотику, що досягається шляхом зменшення потенціалу на корпусі устаткування відносно поверхні землі.

Заземлюючим пристроєм називається наявність заземлювача (металевого провідника чи групи провідників, які безпосередньо знаходяться в контакті із землею) і заземлюючих провідників, які з'єднують частини електроустановки із заземлювачем.

Матеріалом захисного заземлюючого пристрою є сталь. В залежності від розміщення заземлювачів по відношенню доустаткування, яке заземлене – заземлення буває виносне і контурне.

Схема розрахунку захисного заземлюючого пристрою для спроектованого устаткування показано на рисунку 4.1.



C – відстань від стіни до заземлювачів;

L – довжина заземлювача;

H – відстань на яку заглиблений заземлювач;

b – ширина стрічки;

l – довжина кутників;

d – крок

Рисунок 4.1 – Схема розрахунку заземлюючого пристрою

Проводимо розрахунок захисного заземлюючого пристрою. Завдання: розрахувати захисне заземлення ділянки з виробничими установками, які живляться від мережі напругою 380В з ізольованою нейтраллю. В якості

електродів – заземлювачів приймаємо сталеві трубки (кутники) довжиною l і діаметром d , які з'єднані між собою сталюю смужкою шириною $a = 0,04$ м, що показано на рисунку 4.1. Коефіцієнти використання заземлювачів η_3 і з'єднувальної стрічки η_c . Крок між заземлювачами рівний d . Заглиблення верхнього кінця трубки і з'єднувальної стрічки $H=0,7$ м. Питомий опір ґрунту ρ .

Дано: $\rho=150$ Ом м; $l=3$ м; $a = 0,045$ м; $d = 6$ м; $\eta_3= 0,74$; $\eta_c= 0,75$.

Визначаємо розрахунковий питомий опір ґрунту ρ_p в якому мав бути розміщений заземлювач за формулою:

$$\rho_p = \rho \cdot \psi, \quad (4.1)$$

де ψ - кліматичний коефіцієнт, який вибирається в залежності від вологості ґрунту, $\psi=1,32$.

Звідси:

$$\rho_p = 150 \cdot 1.32 = 198 \text{ Ом м.}$$

Визначаємо опір розтікання струму одного вертикального заземлювача (труби), заглибленого нижче рівня землі на $H = 0,7$ м за формулою:

$$R_3 = \frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot \ell} \left(\ell_n \frac{2\ell}{d} + \frac{1}{2} \ell_n \frac{4t + \ell}{4t - \ell} \right), \quad (4.2)$$

де $t=H+0,5 \cdot \ell$ - відстань від поверхні ґрунту до середини труби;

$$t=0,7+0,5 \cdot 3=2,2 \text{ м}$$

Звідси:

$$R_3 = \frac{150}{2 \cdot 3,14 \cdot 3} \left(\ell_n \frac{2 \cdot 3}{0,045} + \frac{1}{2} \ell_n \frac{4 \cdot 2,2 + 3}{4 \cdot 2,2 - 3} \right) = 41,7 \text{ Ом.}$$

Визначаємо необхідну кількість заземлювачів за формулою:

$$n = \frac{R_H}{R_n \cdot \eta_3}, \quad (4.3)$$

де R_H – нормований опір заземлюючого пристрою (ПУЕ).

Звідси:

$$n = \frac{41,7}{4 \cdot 0,74} = 14.$$

Визначаємо опір розтікання струму з'єднувальної смуги за формулою:

$$R_c = \frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot L_c} \cdot \ell_n \frac{2 \cdot L_c}{\epsilon \cdot H}, \quad (4.4)$$

Звідси:

$$R_c = \frac{150}{2 \cdot 3,14 \cdot 81,9} \cdot \ell_n \frac{2 \cdot (81,9)^2}{0,04 \cdot 0,7} = 3,81 \text{ Ом}.$$

Визначаємо довжину з'єднувальної смуги, якщо електроди розміщені в ряд:

$$L_c = 1,05 \cdot d \cdot (n-1), \quad (4.5)$$

якщо смуги розміщені по контуру, то:

$$L_c = 1,05 \cdot d \cdot n = 1,05 \cdot 6 \cdot 14 = 88,2 \text{ м};$$

$$L_c = 1,05 \cdot 6 \cdot (14-1) = 81,9 \text{ м}.$$

Визначаємо загальну величину опору розтікання струму заземлюючого пристрою за формулою:

$$R_{zn} = \frac{R_3 \cdot R_c}{R_3 \cdot \eta_n + R_c \cdot \eta_3 \cdot n} = \frac{41,7 \cdot 3,81}{41,7 \cdot 0,46 + 3,81 \cdot 0,74 \cdot 14} = 2,7 \text{ Ом}. \quad (4.6)$$

Величина опору штучних заземлювачів задовольняє вимогу $R_{zn} \leq 4 \text{ Ом}$.

ВИСНОВКИ

В даній кваліфікаційній роботі розроблено питання щодо вдосконалення технологічного процесу та вибору раціонального зварювального устаткування і пристосувань для виготовлення шпулі.

У порівнянні з базовим варіантом, у проектному варіанті запропоновано:

- односторонній спосіб точкового зварювання одним електродом;
- використання, в якості складальних пристосувань, гвинтових струбцин замінено на напівавтоматичні пневматичні кондуктори;

У кваліфікаційній роботі було проведено дослідження зварного з'єднання на міцність, а також вплив на неї термодформаційних процесів. Визначали оцінку міцнісних характеристик зварного з'єднання при дії на нього різних видів навантажень, а саме: осьове навантаження, поперечне навантаження, згинний момент, розрахунок на відрив та міцність при одночасній дії декількох видів навантажень. Також проводилося дослідження впливу зміни температури на міцність зварного з'єднання і опору пластичної деформації

При вдосконаленні технологічного процесу необхідно врахувати вплив шкідливих та небезпечних факторів на людину і можливість виникнення надзвичайних ситуацій, тому в даній роботі запропоновано ряд заходів з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

Внаслідок впровадження у виробництво запропонованого вдосконаленого технологічного процесу і зварювального устаткування та пристосувань для виготовлення шпулі:

- зростання рівня механізації і автоматизації на 75 %;
- досягнуто зниження собівартості на 4,92%;
- зростання продуктивності праці на 64,3 %;
- підвищення якості продукції за рахунок застосування складально-зварювальних кондукторів;

- річний економічний ефект від впровадження нового технологічного процесу становитиме 115520 грн.. при річній програмі випуску продукції 722857 шт.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Єрмолаєв Г.В. Міцність зварних з'єднань/ Г.В. Єрмолаєв – Видавництво НУК. Миколаєв, 2007. – 220 с.
2. Козловський С.Н. Основы теории и технологии контактной точечной сварки: Монография / С. Н. Козловский, СибГАУ. — Красноярск, 2003,-300 с.
3. Штанов Е. Н. Цветные металлы и сплавы / Е. Н. Штанов, И. А. Штанова – издательство ТОО «Вента-2». Нижний Новгород, 1994. – 283 с
4. Бердичевский А.Е., Редькин Е.Н., Элик К.А. Многоэлектродные машины для контактной сварки/ А.Е. Бердичевский, Е.Н. Редькин– Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отд-ние,1984-264 с.
5. Орлов Б.Д. Технология и оборудование контактной сварки / Под ред. Б. Д. Орлова – М.: Машиностроение, 1975 – 536 с.
6. Гельман А. С. Теоретические основы контактной сварки/ А. С. Гельман – М.: Машиностроение, 1968 – 90 с.
7. Методичні вказівки до лабораторної роботи №3 з дисципліни: “Обладнання для зварювання тиском” для студентів напряму “Технологія і обладнання зварювального виробництва” – Тернопіль: ТДТУ, 2008-16с.
8. Риськова З. А. Трансформаторы для электрической контактной сварки/ З.А. Риськова - Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отд-ние,1990-424 с.
9. Гельман А. С. Технология контактной электросварки / А.С. Гельман – М.: Машиностроение, 1952 – 324 с.
10. Карпенко А. С. Технологічна оснастка у зварювальному виробництві / А.С. Карпенко .-К.: Арістей, 2005. – 268 с.
11. Рымаров Е. В. Новые сварочные приспособления /Е. В. Рымаров - М.: Стройиздат, 1988-725с..
12. Николаев Г. А., Куркин С. А., Винокуров В. А. Сварные конструкции. Прочность сварных соединений и деформации конструкций/Г. А. Николаев,

- С. А. Куркин, В. А. Винокуров – М.: Высшая школа, 1982-272с.
13. Николаев Г. А., Куркин С. А., Винокуров В. А. Сварные конструкции. Технология изготовления. Автоматизация производства и проектирования сварных конструкций/Г.А. Николаев, С. А. Куркин, В. А. Винокуров – М.: Высшая школа, 1983-344с.
 14. Чулошников П. Л. Контактная сварка/ П. Л. Чулошников – М.: Машиностроение, 1987 – 176 с.
 15. Вовчак І. С., Дубик О. І. Методичні вказівки до виконання організаційно-економічної частини дипломних проектів та курсових робіт по дисципліні «Організація, планування і управління машинобудівним виробництвом (ОПіУВ)» для студентів спеціальності «Обладнання і технологія зварювального виробництва» / І.С.Вовчак, О.І.Дубик. М.П. Галушак та ін. - Тернопіль.: ТПІ, 1993-40 с
 16. Юдин Е. Я., Белов С. В. Охрана труда в машиностроении / Под ред. Е.Я.Юдин, С.В. Белов.- М.: Машиностроение, 1983. - 432 с.

ДОДАТКИ