

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторної роботи № 2
«Дослідження технологічного процесу зварювання тертям. Вивчення
елементів конструкції машин зварювання»

з дисципліни «Технологія та устаткування зварювання тиском»

для студентів спеціальності G9 «Прикладна механіка»
освітніх програм «Технології та устаткування зварювання» та
«Відновлення та підвищення зносостійкості деталей і конструкцій»
усіх форм навчання

Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи № 2 «Дослідження технологічного процесу зварювання тертям. Вивчення елементів конструкції машин зварювання» з дисципліни «Технологія та устаткування зварювання тиском» для студентів спеціальності G9 «Прикладна механіка» освітніх програм «Технології та устаткування зварювання» та «Відновлення та підвищення зносостійкості деталей і конструкцій» усіх форм навчання / Укладач: В.В. Нетребко. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2024 р. – 12 с.

Укладач: В.В. Нетребко, професор, докт. техн. наук

Рецензент: М.Ю. Осипов, доцент, канд. техн. наук

Відповідальний

за випуск: В.В. Нетребко, професор, докт. техн. наук

ЗАТВЕРДЖЕНО:
на засіданні кафедри ІТЗ та МК
Протокол №5 від 29.11.2024 р.

Рекомендовано
до видання НМК ІФФ
Протокол №4
від 17.12.2024 р.

ЗМІСТ

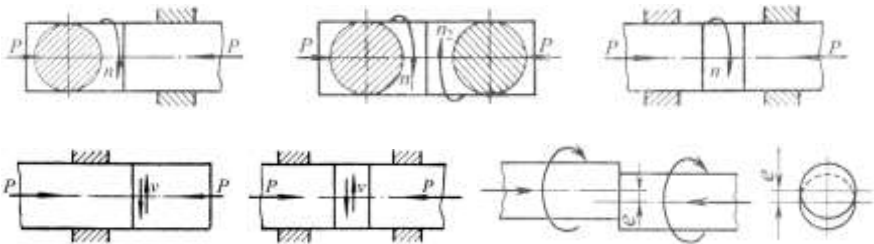
1 МЕТА РОБОТИ	4
2 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ЗВАРЮВАННЯ ТЕРТЯМ	4
3 КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ.....	6
4 МАТЕРІАЛИ, ІНСТРУМЕНТИ, ПРИЛАДИ І ОБЛАДНАННЯ	6
5 ВКАЗІВКИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ	7
6 ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ РОБОТИ	8
7 ЗМІСТ ТА ОФОРМЛЕННЯ ЗВІТУ	11
РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА.....	11

1 МЕТА РОБОТИ

Метою роботи є дослідження та аналіз впливу силового фактору за зварювання тертям на характер формування та якість зварного з'єднання, засвоєння навичок визначення та встановлення оптимальних параметрів режиму зварювання. Ознайомитись та вивчити елементи конструкції машин для зварювання тертям.

2 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ЗВАРЮВАННЯ ТЕРТЯМ

Зварювання тертям – це зварювання тиском без та з нагріванням металу в зоні з'єднання внаслідок тертя його поверхонь під час обертання або зворотно-поступального руху однієї поверхні відносно іншої (рис. 2.1).



- а – з обертанням однієї з деталей; б – з обертанням двох деталей у різні сторони;
в – з обертанням вставки; г – з вібрацією однієї з деталей;
д – з вібрацією вставки; е – із синхронним обертанням в одну сторону двох деталей,
осі яких зміщені на відстань e

Рисунок – 2.1 Схеми процесів зварювання тертям

Зварювання тертям (ЗТ) застосовується при виготовленні деталей, які мають форму тіл обертання. Співосно розташовані деталі стискаються з певним зусиллям, а одній із деталей надається обертання. При обертанні відбувається притирання торців та інтенсивне тепловиділення. Забруднення разом із розігрітим до пластичного стану металом витискаються із стику. Після нагрівання

до пластичного стану відносно переміщення деталей миттєво припиняють і їх стискають із зусиллям осадки.

Конвекційне зварювання тертям – різновид зварювання тертям, при якому механічна енергія, яка постійно поступає від джерела, безпосередньо перетворюється у теплову в тонких при поверхневих шарах металу поверхонь сполучених з'єднуваних заготовок.

При зварюванні цим способом дві деталі встановлюють співосно у затискачах зварювальної машини рис. 2.2. Одна з деталей нерухома, а іншій надають обертальний рух з кутовою швидкістю шпинделя ω . Після чого деталі зближують та докладають до них осьове зусилля стискання – F_n . В зоні контакту, на торцях деталей виникають сили (момент) тертя. Робота, яка витрачається на їх подолання, при відносному обертанні зварюваних заготовок перетворюється у тепло, що викликає локальне нагрівання невеликих об'ємів металу в зоні контакту (стику).

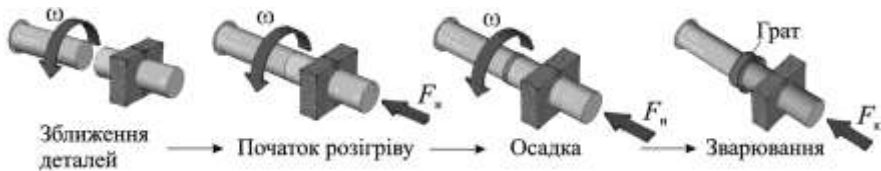


Рисунок 2.2 – Етапи конвекційного зварювання тертям

В початковий момент процесу тертя (стику) відбувається контакт забруднень на поверхні деталей. За контакту починається руйнування забруднень, оксидних плівок та мікронерівностей на контактуючих поверхнях. В процесі тертя метал нагрівається і стає пластичним. Метал разом із забрудненнями, під дією осьового зусилля та центробіжних сил, витискується в радіальних напрямках у вигляді ґрату (див. рис 2.2).

Відбувається осаджування – зближення та деформація деталей. Стадію нагріву регламентують або часом t_n , або спільною деформацією деталей – Δ_d . Процес нагріву завершується миттєвим припиненням відносного обертання зварюваних деталей. В цей момент у зіткнення залучаються чисті (ювенільні) та активовані поверхні заготовок – відбувається їх зварювання. Для отримання

міцного з'єднання цей метал піддають додатковій дії осевого зусилля (F_K) – куванню. Зусилля кування може бути тим самим як і при нагріві, або збільшеним.

3 КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Як утворюється з'єднання при зварюванні тертям?
2. Назвіть головні вузли машини для зварювання тертям.
3. Якими є технічні можливості та характеристики машини МСТ-2?
4. Які машини для зварювання тертям використовує промисловість?
5. Поясніть принцип роботи електричної схеми машини МСТ-2.
6. Назвіть основні параметри режиму зварювання тертям. Як вони впливають на якість зварювання?
7. Які ви знаєте галузі використання зварювання тертям?
8. Основні недоліки та переваги зварювання тертям.
9. Які циклограми застосовуються при зварюванні тертям?

4 МАТЕРІАЛИ, ІНСТРУМЕНТИ, ПРИЛАДИ І ОБЛАДНАННЯ

1. Машина для зварювання тертям МСТ-2 призначена для зварювання круглих заготовок з різних видів сталей, кольорових металів і сплавів в дрібносерійному і масовому виробництвах. Технічні характеристики машини МСТ-2 наведено у табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Технічні характеристики машини МСТ-2

Найменування параметра	Значення або характеристика
Напруга живлення (трифазна), В	380
Тип приводу обертання	Асинхронний двигун
Потужність машини, кВт	10
Частота обертання шпинделя, хв ⁻¹	1430

Тип приводу тиску	Пневматичний
Тиск повітря в мережі живлення, МПа	5
Осьове зусилля, Н	
максимальне	45000
мінімальне	500
Регулювання зусилля	Плавне
Тип затискачів деталей, що зварюються	Патрони
Діаметр зварюваних деталей, мм:	
сталь Р9 або Р18 + сталь 45	10...20
низьковуглецева сталь	10...25
Номінальна продуктивність машини, зв./г	75
Час зварювання, с	1...12
Габаритні розміри, мм	1700×700×1350
Маса машини, кг	900

2. Засоби індивідуального захисту (окуляри, рукавиці, халат, тощо).

3. Демонстраційні матеріали.

5 ВКАЗІВКИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ

До лабораторних (практичних) робіт допускаються студенти після інструктажу з охорони праці, при роботі з електроустановками до 1000 В та пожежної безпеки

Забороняється вмикати електричні прилади та обладнання без дозволу завідуючого лабораторією або викладача.

Для захисту від бризок та виплесків металу при зварюванні зварник (студент) повинен працювати в спеціальних прозорих окулярах або за прозорими щитами та мати відповідний спецодяг. Перебуваючи біля рухомих частин машин при подачі повітря та електричного живлення необхідно дотримуватися заходів безпеки (можливе спрацювання пневматичного приводу машини при несправних регуляторі або елементах пневматичного пристрою).

Вимірювання необхідно виконувати тільки після відключення машин від мережі автоматичним вимикачем. Рукоятку автомата необхідно перевести в положення «вимкнено».

У випадку виявлення неполадок обладнання студент повинен негайно повідомити викладача або завідуючого лабораторією.

У випадку виникнення пожежі або поразки електричним струмом студенти повинні діяти у відповідності із затвердженими інструкціями з охорони праці та пожежної безпеки.

6 ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ РОБОТИ

1. Перед тим, як приступати до виконання лабораторної (практичної) роботи студент зобов'язаний вивчити методичні вказівки, або за допомогою рекомендованої літератури самостійно ознайомитися з матеріалами конкретних робіт; вивчити інструкцію по техніці безпеки; відповісти на контрольні запитання викладача та отримати у нього дозвіл на виконання роботи.

2. Студенти ознайомлюються з технологічним процесом та обладнанням для зварювання тертям.

3. Послідовність налаштування обладнання та порядок роботи: машина МСТ-2 (рис. 4.1) змонтована на станині 1 та має двигун 2, який за допомогою клинопасової передачі 3 передає обертання трикулачковому патрону ($\varnothing$ 165 мм) передньої бабки 6. Головний робочий циліндр 7, забезпечує задане осьове зусилля разом зі штоком, на кінці якого встановлений патрон для закріплення другої деталі, яка не обертається. Механізм контролю осаду виконано у вигляді коромисла. Машина оснащена допоміжними пристроями: супортом 8, циліндром переміщення супорта (штовхачем) 4; противідкатними пристроями супорта 9; пультом управління 5, на якому розміщені манометр, сигнальні лампи, кнопки «Пуск» і «Стоп».

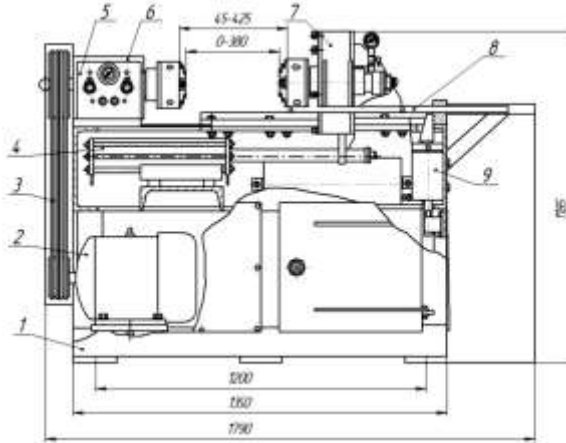


Рисунок 4.1 – Схема машина МСТ-2

Всі основні і допоміжні вузли і механізми машини змонтовані на зварній станині та об'єднані спільними електричними (рис. 4.2) та пневматичними (рис. 4.3) схемами.

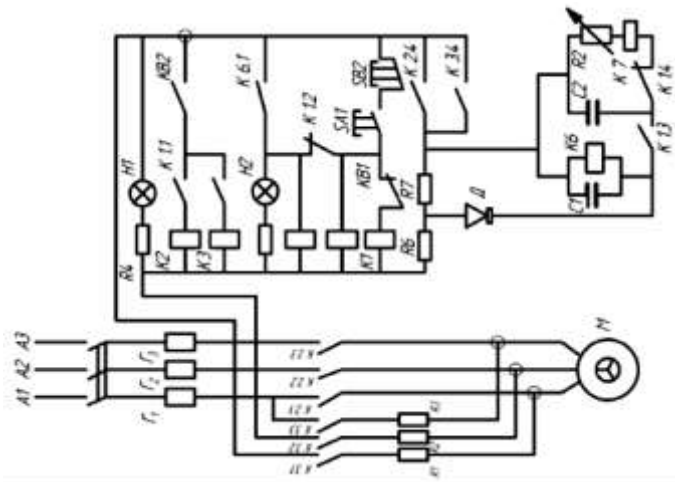
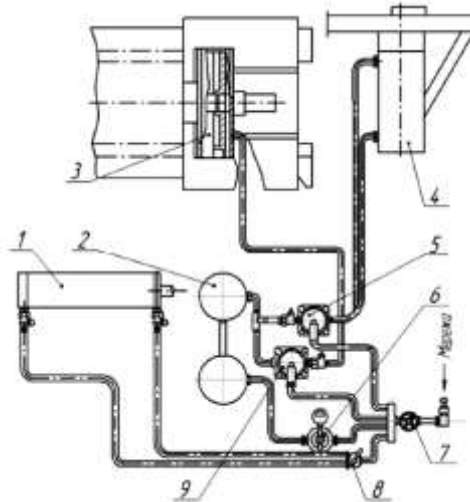


Рисунок 4.2 – Електрична схема машини МСТ-2



- 1 – штовхач; 2 – ресивери; 3 – робочий циліндр; 4 – циліндр клинового стопора;
 5 – електромагнітний пневматичний клапан «ЕПК-II»; 6 – редуктор; 7 – вентиль;
 8 – триходовий клапан; 9 – електромагнітний пневматичний клапан «ЕПК-I»

Рисунок 4.3 – Пневматична схема машини МСТ-2

Перед пуском машини МСТ-2 необхідно:

- увімкнути пневмосистему;
- увімкнути рубильник на фідері живлення та пакетний вимикач машини.

Налаштування на робочий режим машини МСТ-2 здійснюється в наступній послідовності:

- надійно закріпити зразки деталей у патроні на передній бабці та на супорті;
- за допомогою редуктора встановити тиск повітря 0,1...0,5 МПа (1...5 атм) в залежності від режиму зварювання;
- за допомогою реле часу встановити необхідний час зварювання;
- повернути рукоятку триходового крану для переміщення супорту до стискання торців зварюваних деталей;
- натиснути кнопку «Пуск» для запуску процесу зварювання в автоматичному режимі;

– після завершення зварювального циклу, звільнити одну затиснуту частину готового виробу із одного з патронів та вивести супорт з крайнього правого положення;

– після остаточного охолодження зварного з'єднання розімкнути другий патрон та вийняти готовий виріб.

4. Проводять дослідження впливу стискання на якість з'єднання на зразках запропонованих викладачем. Встановити, запропоновані зразки з вильотом 4 мм. Провести осадку на 1 мм ($\epsilon = 16,7 \%$), 2 мм ($\epsilon = 33,3 \%$) та 3 мм ($\epsilon = 50 \%$). Перевірити якість з'єднання. Зробити оцінку зварювання.

5. Виконати зварювання зразків із зачищеною та забрудненою поверхнею. Провести аналіз зварювання.

6. Зробити ескізи досліджуваних зразків (об'єктів).

7. Зробити вимірювання, розрахунки чи опис об'єктів.

8. Оформлюють звіт на загальних засадах. Роблять опис та призначення елементів обладнання.

9. Опрацювати контрольні запитання.

ЗМІСТ ТА ОФОРМЛЕННЯ ЗВІТУ

Звіт по виконаній роботі повинен містити наступні відомості:

- мета роботи;
- опис методики проведення експериментів чи досліджень;
- результати експериментів чи досліджень відобразити у вигляді таблиць, графіків чи ескізів або опису вивченого об'єкту;
- аналіз отриманих результатів опис та висновки по роботі повинні містити інформацію про проведені дослідження.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Крівцун, І. В. Спеціальні способи зварювання : підручник. [Текст] / І. В. Крівцун, В. В. Квасницький, С. Ю. Максимов, Г. В. Єрмолаєв, за загальною редакцією академіка

НАН України, доктора технічних наук, професора Б. Є. Патона. – Миколаїв : НУК, 2017. – 346 с.

2. Бугаєнко, Б. В. Технології та устаткування зварювання тиском : навчальний посібник. [Текст] / Б. В. Бугаєнко, А. М. Тубальцев, Є. А. Бутурля. – Миколаїв : НУК, 2018. – 135 с.

3. Пахаренко, В. А. Зварювання тиском: Навчальний посібник / В. А. Пахаренко. – Київ: «Екотехнологія», 2011. – 272 с.

4. Журнал «Автоматичне зварювання». Вид. Міжнародна Асоціація "Зварювання". [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://patonpublishinghouse.com/rus/journals/as> – 18.04.2024. Заголовок з екрану.

5. Журнал «Сварщик». Вид. ІЕЗ ім. Е.О. Патона. Київ. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://welder.stc-paton.com/ru/> – 18.04.2024. Заголовок з екрану.

6. Національна бібліотека України ім. В.І. Вернадського. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.nbuv.gov.ua/> – 18.04.2024. Заголовок з екрану.

7. Наукова бібліотека НУ "Запорізька політехніка". [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://library.zntu.edu.ua/> – 18.04.2024. Заголовок з екрану.

8. Кафедра Інтегровані технології зварювання та моделювання конструкцій. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://zp.edu.ua/kafedra-integrovanih-tehnologiy-zvaryuvannya-ta-modelyuvannya-konstrukciy> – 18.04.2024. Заголовок з екрану.