

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Запорізький національний технічний університет

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до лабораторної роботи №4  
«Зварювання полімерів інфрачервоним випромінюванням»  
з дисципліни “Зварювання пластмас”  
для студентів освітньої програми „Технології та устаткування  
зварювання” всіх форм навчання

2018

Методичні вказівки до лабораторної роботи №4 «Зварювання полімерів інфрачервоним випромінюванням» з дисципліни “Зварювання пластмас” для студентів освітньої програми „Технології та устаткування зварювання” всіх форм навчання / Укл. О.Є. Капустян. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2018 – 9 с.

Укладач: О.Є. Капустян, старш. викладач,  
Рецензент: А.О. Шумілов, канд. техн. наук, доцент  
Редактор: І.П. Аверченко  
Відповідальний за випуск: О.Є. Капустян

Затверджено  
на засіданні кафедри ОТЗВ  
Протокол № 6  
від 31.01.2018

Рекомендовано до видання  
НМК ІФФ  
Протокол № 6  
від 13.02.2018

## 1 МЕТА РОБОТИ

Опанування техніки і технології стикового зварювання поліетилену інфрачервоним випромінюванням, дослідження впливу параметрів режиму на якість зварних з'єднань.

## 2 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

Зварювання випромінюванням засноване на нагріванні поверхонь деталей в результаті перетворення в них енергії випромінювання в теплову енергію. Зварювання випромінюванням здійснюють без, або з присадним матеріалом із застосуванням накладок по схемах прямого чи непрямого нагрівання. Залежно від джерела випромінювання підрозділяють на зварювання інфрачервоним випромінюванням, лазерне і світлове. При зварюванні інфрачервоним випромінюванням використовуються промені з довжиною хвилі  $1,0 \text{ мкм} \div 15,0 \text{ мкм}$ , світлове – світлові промені з довжиною хвилі  $0,2 \text{ мкм} \div 1,0 \text{ мкм}$ , лазерне – когерентний світловий промінь у видимому чи інфрачервоному діапазоні довжин хвиль.

Після нагрівання зварюваних поверхонь до температури в'язкотекучого стану їх стискають з метою активації реологічних процесів та зближення з'єднуваних участків поверхонь на відстань, при якій між ними виникають сили міжмолекулярного зв'язку, в наслідок чого, після охолодження, утворюється нероз'ємне з'єднання.

Цим методом можна зварювати практично всі термопластичні матеріали. Технологія зварювання інфрачервоним випромінюванням подібна до зварювання нагрітим інструментом. Однак даний процес дозволяє більш точно дозувати кількість введенного тепла, зменшує ймовірність деструкції поверхневих шарів матеріалу і можливість прилипання їх до інструменту, полегшує автоматизацію процесу зварювання і забезпечує більш високу і стабільну якість зварних з'єднань.

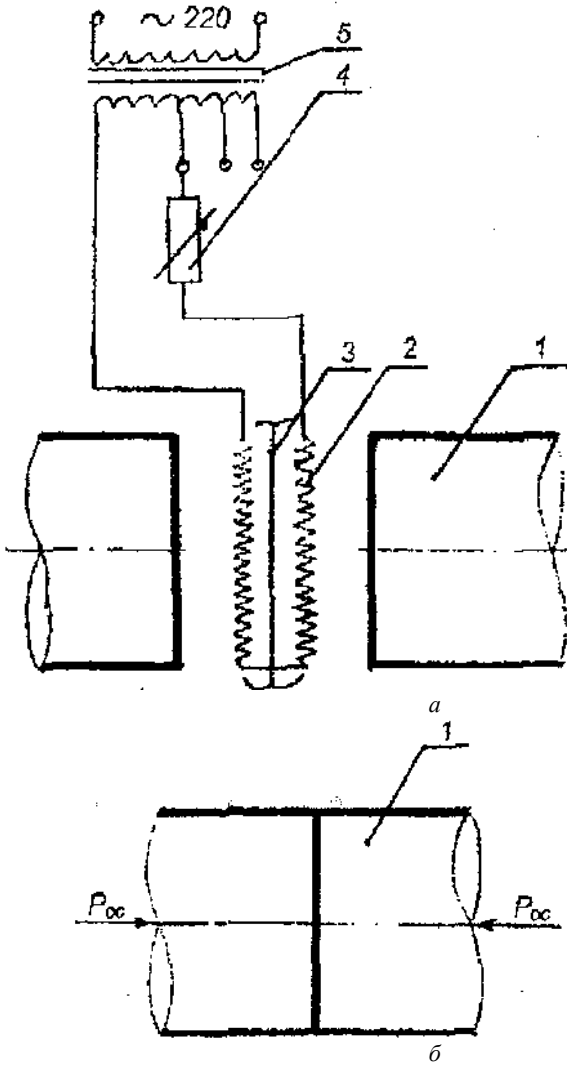
Інфрачервоний спектр випромінювання відзначається усіма властивостями видимого спектру. Таке випромінювання також може

відбиватись від поверхні матеріалу або поглинатись. Різні полімери поглинають різні частоти інфрачервоного спектру неоднаково. Для більшості полімерних матеріалів максимум поглинаючої здатності припадає на довжину хвилі більше 3 мкм. Такі довжини хвиль утворюються при температурах випромінювача менше 700° С. Однак інтенсивність випромінювання при такій температурі мала, тому практично доводиться користуватись випромінювачами, що генерують широкий спектр частот. Враховуючи, що в полімерних матеріалах є різні домішки (барвники, стабілізатори), які поглинають випромінювання інших частот, використання широкоспектрових нагрівачів часто є доцільним. Джерело інфрачервоного випромінювання складається з випромінювача (нагрівального елемента) і відбивача (рефлектора), який створює направлений потік променів. Для створення вузьких потоків випромінювання, які використовуються при виконанні повздовжніх швів, використовують рефлектори параболічної форми. При стиковому зварюванні профілів розвинутого перерізу використовують випромінювачі з плоскими рефлекторами (рис. 2.1).

В якості випромінювачів використовують ніхромові нагрівачі спіральні і стрічкові, а також силітові стержні. Для запобігання їх перегріванню вони мають примусове водяне або повітряне охолодження. Живлення нагрівачів здійснюється від джерел постійного або змінного струму. Інтенсивність випромінювання варіюють шляхом зміни величини напруги, що подається на нагрівальний елемент.

Після нагрівання до температури в'язкотекучого стану деталі стискають з певним зусиллям для утворення нероз'ємного з'єднання. Для цього використовують такі ж механізми осадки, як і при термоконтактному зварюванні. Основними параметрами режиму зварювання інфрачервоним випромінюванням є температура нагрівача, відстань від нагрівача до опромінюваної поверхні, час опромінювання і величина тиску осадки.

Величину напруги, що подають на нагрівач, обирають з таким розрахунком, щоб його температура знаходилась в межах 600 ° С ÷ 1000 ° С. Відстань від нагрівача до поверхні деталі доцільно утримувати в межах 5 мм ÷ 20 мм, а час нагрівання визначають експериментально. Зусилля осадки обирають аналогічно, як і при термоконтактному зварюванні.



1 – зварювані деталі; 2 – нагрівальний елемент випромінювача; 3 – рефlector;  
4 – регулятор сили струму; 5 – джерело живлення;  $P_{oc}$  – зусилля осадки

Рисунок 2.1 – Схема нагрівання (а) та осадження (б) деталей при зварюванні інфрачервоним випромінюванням

### **3 ЗАВДАННЯ НА ПІДГОТОВКУ ДО ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ**

При підготовці до лабораторної роботи необхідно з'ясувати суть процесу зварювання інфрачервоним випромінюванням, особливості виконання, застосовуване обладнання, правила техніки безпеки при виконанні роботи. До проведення роботи слід приготувати загальну частину звіту, в якій необхідно привести назву роботи, мету, методику виконання, таблицю для запису результатів.

### **4 КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ І КОНТРОЛЮ ПІДГОТОВЛЕНOSTІ СТУДЕНТІВ ДО РОБОТИ**

1. Суть процесу зварювання полімерів інфрачервоним випромінюванням.
2. Які використовуються нагрівачі для зварювання, як і в яких межах підтримують їхню температуру?
3. Яка технологія зварювання інфрачервоним випромінюванням?
4. Як впливає температура нагрівача на якість зварювання?
5. Як впливає тривалість нагрівання на якість зварювання?
6. Як залежить якість з'єднань від дистанції нагрівання?

### **5 МАТЕРІАЛИ, ІНСТРУМЕНТ, ПРИЛАДИ, ОБЛАДНАННЯ**

1. Зразки 16 мм × 8 мм × 80 мм з поліетиленових труб.
2. Шаблон для встановлення зразків.
3. Секундомір.
4. Ніж.
5. Терпуг.

6. Лещата.
7. Інфрачервоний нагрівач із джерелом живлення.
8. Механізм осадки установки УСТТ-110 для зварювання труб термопластів з пристроєм для кріплення зразків.

## **6 ВКАЗІВКИ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ**

1. Зварювальні роботи проводити при включеній витяжній вентиляції.
2. При роботі зі зварювальним обладнанням дотримуватись загальних правил електробезпеки. Не дозволяється проводити огляд, вивчення та ремонт зварювальних пристроїв, підключених до електричної мережі.
3. Ввімкнений нагрівач необхідно ставити в спеціальний держак. Поруч з ним не повинні знаходитись легkozаймисті предмети та речовини.
4. Не торкатись до нагрівача рукою.
5. Огляд і випробування зразків проводити після їх повного охолодження.

## **7 ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ**

1. Вивчити конструкцію, принцип дії та порядок включення інфрачервоного випромінювача.
2. Вивчити техніку встановлення за шаблоном і кріплення зразків в пристрої для осадки установки УСТТ-110.
3. Зачистити торці 12 поліетиленових зразків, скласти їх попарно і виміряти довжину кожної пари.
4. За допомогою шаблону виставити 2 зразки в пристрої для стискання таким чином, щоб відстань від поверхні зразка до нагрівального елемента становила 10 мм, і закріпити їх.
5. Підключити нагрівач до джерел живлення з напругою 25 В і

після стабілізації температури випромінювача, встановити його між поверхнями зразків і нагрівати протягом 10 с.

6. Після закінчення процесу нагрівання швидко витягнути нагрівач і стиснути зразки, приклавши до рукоятки пристрою осадки зусилля  $25 \text{ Н} \div 30 \text{ Н}$ .

7. По витримці 10 с під тиском витягнути зразки, поміряти їх сумарну довжину і визначити величину осадки при зварюванні.

8. Після повного охолодження зразків оцінити кут загину зварного з'єднання до початку руйнування.

9. Дослідити вплив тривалості нагрівання на якість з'єднань. Для цього зварити ще дві пари зразків при такій же напрузі, збільшивши період нагрівання до 20 с та 30 с. Зусилля осадки витримувати постійним. Оцінити величину осадки і кут загину зварених зразків. Дані занести в таблицю.

10. Збільшити величину напруги на нагрівачі до 28 В та 32 В, зварити зразки при витримці 20 с, оцінити їх якість і дані занести в таблицю.

Таблиця 7.1 – Вплив параметрів режиму зварювання на якість з'єднання

| Напруга на нагрівачі, В | Відстань до поверхонь, що нагріваються мм | Час нагрівання, с | Сумарна довжина зразків, мм (до зварювання / після зварювання) | Величина осадки, мм | Кут загину, мм |
|-------------------------|-------------------------------------------|-------------------|----------------------------------------------------------------|---------------------|----------------|
| 32                      | 10                                        | 10                |                                                                |                     |                |
| 32                      | 10                                        | 20                |                                                                |                     |                |
| 32                      | 10                                        | 30                |                                                                |                     |                |
| 35                      | 10                                        | 20                |                                                                |                     |                |
| 38                      | 10                                        | 20                |                                                                |                     |                |
| 38                      | 15                                        | 20                |                                                                |                     |                |

11. При закріпленні останньої пари зразків забезпечити дистанцію до нагрівача 15 мм і зварити їх при напрузі 32 В та витримці 20 с. Оцінити їх якість і занести дані в табл. 7.1.

12. Побудувати графічні залежності величини осадки і кута загину зварних з'єднань від температури нагрівача, тривалості нагрівання і відстані.

13. Зробити висновок про вплив параметрів режиму на якість з'єднань.

## **8 ЗМІСТ ЗВІТУ**

1. Назва, мета.
2. Методика проведення.
3. Результати дослідів, оформлені у виді таблиці.
4. Графічна залежність величини осадки і куту загину від напруги на нагрівачу, тривалості нагрівання і відстані до нагрівача.
5. Аналіз результатів.
6. Висновки.

## **9 РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА**

1. Справочник по сварке и склеиванию пластмасс / А.И. Шестопад, Ю.С. Васильев, Э.Л. Минеев и др. / - К.: Техніка, 1986. - 192 с.