

Секція:

**Механічна інженерія**

УДК 621.791

Баглай В. – ст. гр. ПМ-422ск

*Відокремлений структурний підрозділ "Тернопільський фаховий коледж"  
Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя*

## **ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СПОСОБІВ ЗВАРЮВАННЯ ПЛАСТМАС**

Науковий керівник: Сенчишин Віт.С.

Baglai V.

*Separate structural subdivision "Ternopil Professional College" of Ternopil  
Ivan Puluji National Technical University*

## **DIRECTIONS FOR IMPROVING THE EFFICIENCY OF PLASTIC WELDING METHODS**

Supervisor: Senchyshyn Vit.S.

Ключові слова: пластмаси, зварювання, ефективність зварювання, термопластичні полімери, автоматизація

Keywords: plastics, welding, welding efficiency, thermoplastic polymers, automation

У сучасному виробництві полімерні матеріали займають дедалі важливіше місце завдяки поєднанню високих експлуатаційних властивостей, технологічності перероблення та економічної доцільності застосування. Пластмаси широко використовуються у машинобудуванні, будівництві, хімічній промисловості, електротехніці, медицині, транспортній галузі та пакувальному виробництві. У зв'язку з цим особливого значення набуває забезпечення надійного з'єднання полімерних елементів, серед способів якого зварювання є одним із найбільш поширених і технологічно обґрунтованих. Ефективність способів зварювання пластмас визначається сукупністю технічних, технологічних, економічних та експлуатаційних показників. До основних із них належать міцність і герметичність зварного з'єднання, стабільність якості шва, продуктивність процесу, енерговитрати, рівень автоматизації, трудомісткість виконання операцій та екологічна безпечність технології. У практичних умовах виробництва підвищення ефективності зварювання пластмас є важливим резервом покращення якості готової продукції та зниження її собівартості.

Одним із визначальних чинників є правильний вибір способу зварювання залежно від виду полімерного матеріалу, товщини деталей, конфігурації стику, вимог до міцності та умов експлуатації виробу. Для термопластів, зокрема поліетилену, поліпропілену, полівінілхлориду, поліаміду та полікарбонату, можуть застосовуватись зварювання нагрітим газом, нагрітим інструментом, екструзійне, ультразвукове, високочастотне та лазерне зварювання. Кожен із цих способів характеризується різною продуктивністю, точністю та рівнем енерговитрат, тому технологічна ефективність значною мірою залежить від обґрунтованого вибору конкретного методу.

Важливим напрямком підвищення ефективності є оптимізація режимів зварювання. Практика показує, що навіть за використання одного й того самого обладнання якість з'єднань може істотно змінюватися залежно від температури нагрівання, тиску притиснення, швидкості подачі, тривалості витримки та умов

охладження. Недостатнє нагрівання призводить до неповного формування міжмолекулярних зв'язків у зоні шва, тоді як перегрівання спричиняє термічну деструкцію матеріалу, зниження міцності та погіршення зовнішнього вигляду виробу. Саме тому одним із найважливіших резервів підвищення ефективності є точне встановлення та стабільне підтримання раціональних параметрів технологічного процесу.

Одним із найбільш перспективних шляхів підвищення ефективності є впровадження промислових роботів, систем машинного бачення та адаптивного керування, що дозволяє досягти високої точності позиціонування деталей, рівномірності переміщення інструмента та стабільності формування шва. Це особливо важливо для лазерного й ультразвукового зварювання, де відхилення геометричних параметрів навіть у незначних межах може призвести до погіршення якості з'єднання. Крім того, автоматизація сприяє скороченню тривалості технологічного циклу, підвищенню продуктивності праці та покращенню умов роботи персоналу.

Підвищення ефективності способів зварювання пластмас нерозривно пов'язане і з удосконаленням самих полімерних матеріалів. Розроблення нових композицій на основі термопластів, використання стабілізаторів, модифікаторів, армувальних компонентів та функціональних добавок створює можливості для покращення зварюваності, розширення інтервалу технологічних режимів і підвищення експлуатаційних характеристик з'єднань. Разом із тим це вимагає додаткових досліджень поведінки матеріалу в зоні термічного впливу та уточнення умов формування якісного шва. Значний потенціал для підвищення ефективності мають енергоощадні технології. У сучасному виробництві дедалі більшої актуальності набувають способи з локальним підведенням енергії, які дозволяють зменшити непродуктивні теплові втрати, скоротити тривалість нагрівання та знизити ризик перегріву навколишніх ділянок матеріалу. Саме тому високотехнологічні методи, такі як лазерне та ультразвукове зварювання, розглядаються не лише як засіб підвищення точності, а і як інструмент покращення енергетичної ефективності виробництва.

Підвищення ефективності способів зварювання пластмас є комплексним завданням, що охоплює вибір раціонального технологічного методу, оптимізацію параметрів процесу, удосконалення обладнання, автоматизацію виробництва, контроль якості та адаптацію технологій до нових полімерних матеріалів. Комплексна реалізація цих заходів дозволяє підвищити міцність і надійність зварних з'єднань, скоротити витрати ресурсів, забезпечити стабільність виробничого процесу та розширити сферу застосування полімерних конструкцій у сучасній промисловості.

1. Технології зварювання пластмас : навчальний посібник для здобувачів освітнього ступеня «Бакалавр» спеціальності 131 «Прикладна механіка» / укл. : І. Б. Окіпний, В. С. Сенчишин : ФОП Паляниця В. А., 2025. 128 с.
2. Potente H. *Welding of Plastics: Fundamentals and New Developments*. Munich: Hanser Publishers, 2004.
3. Haque M.S., et al. *Laser welding of thermoplastics – A review*. *Materials Today: Proceedings*. 2022.