ISBN 966-02-2074-X

ЛА́ЗЕРНЕ ЗВА́РЮВАННЯ — один із видів зварювання плавленням, при якому джерелом тепла для розплавлення частин з'єднання є енергія світлового променя, одержана від оптичного квантового генератора — лазера. Завдяки своїм унікал. можливостям процеси з'єднання матеріалів лазерним випромінюванням отримали досить широке впровадження в різних галузях промисловості. На відміну від традиц. технологій зварювання, за його допомогою можливе отримання глибоких і вузьких зварюв. швів; з'єднання різнорід. матеріалів, малих і тонких заготовок; створення мін. зон терміч. впливу в матеріалах, що зварюються; досягнення високої металург. якості швів; проведення зварюв. процесів з високою швидкістю. Порівняно з найближчим аналогом процесу — електронно-променевим зварюванням — реалізація Л. з. не потребує для свого виконання умов вакуум. камери. Існують 2 принцип. механізми Л. з.: розплавленням матеріалу за рахунок теплопровідності (conduction welding); зварювання з глибоким проплавленням (keyhole welding). Перший механізм використовують для з'єднання матеріалів незнач. товщини. При цьому зона терміч. впливу є досить великою (ванна розплаву дуже широка, але мілка). Такий механізм реалізується з малою густиною потужності випромінювання. Другий механізм відбувається в умовах оброблення випромінюванням великої потужності, достатньої для формування початк. отвору (keyhole), через який тепл. енергія швидко передається вглиб матеріалу, а вже розплавлений матеріал поширюється далі в напрямку переміщення випромінювання. Таким чином збільшується глибина та локалізується процес розплавлення матеріалу. Порівняно з першим механізмом відношення глибини до ширини ванни розплаву (важлива складова характеристики процесу для оцінювання ефективності зварювання) збільшується в 3–5 разів. Цей процес застосовують для зварювання виробів знач. товщини. Ефективність процесу з'єднування матеріалів остан. часом підвищується застосуванням т. зв. гібрид., або комбінов. зварювання. Для цього в якості додатк. джерела енергії використовують електричну дугу або плазм. струмінь. Відповідно в англомов. спец. літературі процес також відомий як electric arc augmented laser welding та laser-plasma hybrid welding. Така комбінація дозволяє поліпшити якість зварювання та зменшити вартість вживаної енергії (вартість енергії лазер. випромінювання вища, ніж вартість електрич. енергії). Розміри зварюв. ванни залежать від кількості енергії, необхідної для нагрівання матеріалу, тривалості та інтенсивності дії лазер. променя (енергії або густини потужності), властивостей матеріалів, що обробляються. Серед властивостей матеріалу найважливішою є теплопровідність. Для міді з високою теплопровідністю глибина та ширина ванни розплаву є більшими, ніж для нікелю або молібдену, що мають менші значення теплопровідності. Завдяки високій швидкості та якості зварювання цей процес широко використовують для з'єднання тонких лист. матеріалів. Особливого поширення ця технологія набула в автомобілебудуванні. Висока ефективність продемонстрована для з'єднання деталей склад. простор. форми в технології виготовлення кузовів легк. автомобілів. Нині низка провід. автобуд. фірм використовують Л. з. для виготовлення кузовів легковиків з алюмінію та алюмінієвих сплавів, що раніше було неможливо здійснити традиц. методами зварювання. Це дало можливість не тільки запобігти корозії, типової для експлуатації таких виробів, але й дозволило значно зменшити масу автомобіля, що, в свою чергу, також призвело до знач. заощадження палива. Вагомі результати досягнуті у з'єднанні таким чином деталей з кераміки та композит. матеріалів. Так, високу ефективність Л. з. продемонстровано для приєднання ріжучих сегментів з діамант. композитів до сталевих диск. пил для оброблення каміння без водяного охолодження. Крім того, впровадження цього процесу з'єднання дає можливість значно економити срібла, що традиційно використовують для паяння таких сегментів. Л. з. є гнучкою технологією для з'єднування виробів з пластмас. Його можливості залежать від оптич. властивостей матеріалу. Загалом пластмаси добре абсорбують лазерне випромінювання, особливо з довжиною хвилі в інфрачервоному діапазоні. Для підвищення ефективності поглинання використовують нанесення спец. фарб, введення в пластмасу спец. добавок та ін. Із поширенням тенденцій до мініатюризації виробів постійно зростає потреба у прецизз. зварюванні делікат. деталей електрон. промисловості, мед. техніки тощо. Л. з. дозволяє виконати такі операції на мікро- та нанорівнях. Один з прикладів — з'єднання мікродроту діаметром 1–2 мкм з тонкою металевою плівкою мікродеталей електрон. приладу. Серед важливих напрямів Л. з. — наплавлення та нанесення покриттів. Наплавлення розглядають як засіб поліпшення експлуатац. якостей поверхонь деталей, а також як ефективну технологію відновлення зношених деталей та інструменту. Крім того, воно є одним із гол. процесів реалізації технології вирощування виробів (rapid prototyping, selective laser sintering, 3D components manufacturing, free form fabrication тощо).

Рекомендована література

1. Гаращук В. П. Лазерная сварка тугоплавких металлов // АС. 1969. № 2;
2. W. M. Steen. Arc augmented laser processing of material // J. of Appl. Phys. 1980. Vol. 11;
3. V. Kovalenko. Laser treatment of materials: Possibilities and prospects // Powder Metallurgy and Metal Ceramics. 1993. Vol. 32, № 5;
4. Його ж. Лазерный синтез 3-мерных объектов машиностроения // Информатизация и высокие технологии. 1996. № 4;
5. I. Krivtsun, V. Kovalenko. Combined laser-arc methods of material machining. Part 2 // Transactions of the National Technical University of Ukraine. 2001. № 6;
6. W. W. Duley. Fundamental Problems in Laser Welding // Proc. of the «LTWMP–2003»; V. Kovalenko, L. Golovko, J. Meijer, M. Anyakin. New developments in laser Sintering of diamond cutting disks // Annals of the CIRP. 2007. № 55(1); J. Yao, Q. Zhang, M. Anyakin. Modeling of laser cladding with Diode laser Robotized System // International J. «Surface Engineering and Electrochemistry». 2010. Vol. 46, № 3;
7. L. Li, M. Hong, M. Schmidt, M. Zhong, A. Malshe, B. H. Veld, V. Kovalenko. Laser Nano Manufacturing: State of the Art and Challenges // The CIRP Annals, Manufacturing Technologies. 2011.

В. С. Коваленко

Бібліографічний опис:
Лазерне зварювання / В. С. Коваленко // Енциклопедія Сучасної України [Електронний ресурс] / Редкол.: І. М. Дзюба, А. І. Жуковський, М. Г. Железняк [та ін.] ; НАН України, НТШ. — К. : Інститут енциклопедичних досліджень НАН України, 2016. — Режим доступу: https://esu.com.ua/article-53024

2001-2025 © Ця енциклопедична стаття захищена авторським правом згідно з чинним законодавством України (докладніше).