



ЛАЗЕРНА ТЕХНОЛОГІЯ — сукупність технологічних прийомів і способів оброблення матеріалів з використанням **лазерів**. Л. т. зародилася на поч. 1960-х рр. За кілька років до того з'явилися перші лазери, почалися швидкий розвиток і виробництво лазер. систем. Уже на початку «лазер. ери» визначилася значна кількість потенцій. застосувань **лазерного випромінювання** в різних галузях людської діяльності. Найбільшого поширення воно набуло у промисловості (industrial laser applications). Власне поняття «Л. т.» нині зазвичай охоплює саме пром. застосування. В основі цих технологій лежать різні фіз.-хім. процеси взаємодії лазер. випромінювання з речовиною — локал. нагрівання, розплавлення, випаровування, вибух. руйнування, нанесення або зчитування інформації, абляція тощо. Вони можуть фактично переходити від однієї операції до ін. шляхом зміни одного-трьох параметрів лазер. випромінювання — потужності або густини потужності, тривалості дії на матеріал, довжини хвилі. Завдяки забезпеченню високої локальності дії на виробництві досягають надзвичай. точності та якості оброблення, виконують унікал. мікро- та нанооперації. Крім того, поєднання Л. т. з **інформаційними технологіями** дозволяє керувати зміною сфокусов. лазер. випромінювання у часі та просторі, що відкриває унікал. можливості для виконання великого розмаїття технол. завдань. До Л. т. належать: прошивання отворів, **різання**, **зварювання**, модифікування, програмов. термодетормування, маркування та гравіювання, балансування, вирощування тримір. виробів, текстурування мікрорельєфу поверхні, поверхневе очищення тощо. Прошивання отворів малих розмірів (10+ мкм) застосовують при виготовленні діафрагм, сит та ін. деталей у машино- та приладобудуванні. При цьому забезпечують регулювання форми отворів від циліндрич. до конічної та навіть гранованої. Гол. обмеженням під час виготовлення якіс. отворів є товщина матеріалу (до 5–10 мм). Продуктивність прошивання малих отворів може досягати десятків і навіть тисяч на сек. Особливо ефектив. є оброблення мікро- та наноотворів у деталях із надтвердих матеріалів — діаманта, сапфіра, рубіна, новіт. композитів тощо. Прошивання отворів виконують переважно завдяки використанню густини потужності, що спричиняє не тільки розплавлення, але і випаровування та навіть вибух. викидання матеріалу з зони дії сфокусов. лазер. випромінювання. На деяких режимах ініціюється процес локал. руйнування матеріалу — абляція (сублімація), що дозволяє отримати більш високу якість оброблення. Діапазон густини потужності для цієї операції складає 10^6 – 10^9 Вт/см². Різання матеріалів спочатку розглядалося лише як специф. опе-

рація для розділення надтвердих кристаліч. та аморф. матеріалів шляхом генерування локал. напруг з подальшим крих-ким терморозколюванням матеріалу в напрямку дії лазер. випромінювання. Різновидом такої операції стало виготовлення мікрощілин і мікропазів у матеріалах, що важко або зовсім неможливо було обробляти традиц. методами. З появою нових ефективніших лазер. систем стало можливим використовувати лазерне випромінювання для розкрою габарит. деталей із лист. матеріалів для різних маш.-буд. галузей — автомобілебудування, авіакосміч. промисловості, суднобудування, енергет. комплексу тощо. Швидкість розрізання таких матеріалів може досягати залежно від товщини матеріалу до кількох десятків метрів на хвилину при забезпеченні високої якості та точності і знач. економії. Густина потуж. сфокусов. випромінювання складає 108–109 Вт/см². **Лазерне зварювання** матеріалів стало вже майже традиційним у аерокосміч. комплексі, енергетиці, автомобілебудуванні, електроніці та ін. вироб. галузях. Широке застосування цієї нової технології сталося завдяки високій якості оброблення, можливості досягнення знач. швидкості, особливо в умовах автоматизації процесу, з'єднання різних за властивостями матеріалів. Зварювання проводять із забезпеченням густини потуж. сфокусов. лазер. випромінювання на рівні 10^4 – 10^5 Вт/см², достатньому для розплавлення матеріалу. Модифікування матеріалу є результатом терміч. впливу на нього. Воно проявляється у вигляді різних металогр. структур. перетворень під дією локалізов. нагрівання та надшвидкіс. охолодження за рахунок високої тепло-провідності метал. матеріалів. Такі процеси протікають в умовах опромінення метал. матеріалів лазер. променем з густиною потуж. 10^3 – 10^4 Вт/см². Серед різновидів модифікування — поверхневе зміцнення та поверхневе **легування**. Можливість отримувати вироби склад. простор. форми з листов. матеріалу деформуванням лазер. випромінюванням з'явилася порівняно недавно. Така технологія гнучка та не потребує спец. важкого обладнання. Її реалізують у результаті сканування фокусуємого лазер. променя згідно заданої програми. Технологію застосовують у хім. промисловості, виробництві електрич. і електрон. приладів. Одна з найпоширеніших Л. т. у різних галузях — маркування та гравіювання. Її особливість, на відміну від традиц. методів, — безконтактність, велика швидкість нанесення та зчитування інформації, можливість нанесення інформації на носії з будь-яких матеріалів. Завдяки цій технології глобал. розповсюдження набуло штрих-кодування виробів майже в усіх галузях виробництва. Гол. механізми нанесення знаків: випаровування, розплавле-

ння, абляція (для відповідал. виробів електрон. приладів) тощо. Балансування виробів лазер. випромінюванням — специф. операція, яка виконується під час виготовлення прециз. виробів, що обертаються з надзвичайно високою швидкістю (до кількох тисяч обертів на хвилину). У місці дисбалансу деталі за допомогою лазер. випромінювання видаляють зайвий матеріал з точністю до тисячних часток міліграма без зупинки обертання деталі. Вирощування тримір. виробів у спец. літературі нині відоме під різними назвами: 3D printing, Rapid Prototyping, Selective Laser Sintering, Free Form Fabrication, Additive Manufacturing, Laser Stereolithography, 3D Object Sintering та ін. Гол. принцип виготовлення об'єкта полягає в пошар. відтворенні запроєктов. виробу за допомогою лазер. випромінювання, що сканує у просторі згідно заданої програми. Для цього використовують метал. порошок. суміш або фотореактивну полімерну рідину (для Laser Stereolithography). Ці методи дають можливість виготовляти деталі склад. простор. форми без використання коштов. традиц. технологій та обладнання. Текстуруванням поверхні матеріалу отримують заданий дизайн мікрорельєфу поверхні виробу для надання їй спец. експлуатац. якостей. Це новий напрям, що активно розвивається для створення перспектив. конструкцій машин і приладів для аерокосміч., електрон. та ін. сучас. галузей. Поверхневе очищення виробів за допомогою лазер. випромінювання використовують для видалення різних типів мікро-

скопич. забруднень з відповідал. виробів у електрон. техніці, медицині, біології тощо.

Рекомендована література

1. Картавов С. А., Коваленко В. С. Применение оптических квантовых генераторов для технологических целей. К., 1967;
2. H. A. Elion. Laser Systems and Applications. London; Edingburg, 1967;
3. Гаращук В. П. Лазерная сварка тугоплавких металлов // АС. 1969. № 2;
4. Коваленко В. С. Обработка материалов импульсным излучением лазеров. К., 1977;
5. Реди Дж. Промышленные применения лазеров / Пер. с англ. Москва, 1981;
6. Коваленко В. С., Верхотуров А. Д., Головкин Л. Ф., Подчерняева И. А. Лазерное и электро-эрозионное упрочнение материалов. Москва, 1986;
7. V. S. Kovalenko et all. Laser Surface Hardening and Electric-spark Surface Hardening of Materials. New York, 1988;
8. Коваленко В. С. Лазерная технология. К., 1989;
9. Йоро ж. Modern Trends in Production Engineering High Technologies Development // Proc. of the Int. Conf. «3E-Security». Belgrade, 2009.

В. С. Коваленко

Бібліографічний опис:

Лазерна технологія / 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-53020>

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