

ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ ЛАЗЕРІВ В ПРОМИСЛОВОСТІ¹

С. В. Жук

Національний технічний університет України

„Київський політехнічний інститут”

Наведена історія виникнення і діапазон технічних характеристик лазерів. Проаналізована область застосування і специфічні переваги лазерів. Розглянуті особливості конкретних технологічних процесів лазерної обробки матеріалів.

Приведена история возникновения и диапазон технических характеристик лазеров. Проанализирована область применения и специфические преимущества лазеров. Рассмотрены особенности конкретных технологических процессов лазерной обработки материалов.

The broughted history of the origin and range of the technical features lazer. The analyzed application and specific advantage laser. The Considered particularities of the concrete technological processes of the laser processing material.

Перший у світі лазер було створено у 1960 році, а уже в 1962 році американська фірма “Спектра фізикс” поставила на ринок перші комерційні лазери. Велика кількість модифікацій та типів конструкції лазерів важко піддається обліку і аналізу. Самий мініатюрний лазер має довжину декілька мікрон, а найбільша лазерна установка “Нова” в Національній лабораторії Лоуренса Лівермора в США – 137 м і загальну потужність 1014 Вт. Вона використовується для фокусування випромінення на суміші дейтерію і тритію при термоядерному синтезі. В Європі найпотужніший лазер змонтований в інституті Макса Планка, він має потужність 1012 Вт, працює такий лазер на атомах йоду [1].

Область застосування лазерів досить велика, але найбільш масовою областю використання лазерної техніки є лазерна обробка матеріалів, в

¹ Робота виконана під керівництвом:

– доктора технічних наук В.П.Ліхошви, Фізико-технологічний інститут металів і сплавів, НАН України;

– доктора технічних наук, професора В.С.Богусевського, НТУУ „Київський політехнічний інститут”.

основі якої лежить теплова дія лазерного випромінювання. Вагомим внеском в розширення використання лазерного променя для обробки матеріалів стало створення газових лазерів безперервної дії і підвищеної потужності (понад 1 кВт). Завдяки цьому лазер розпочали використовувати в мікроелектроніці, приладобудуванні, машинобудуванні, металургії. Цьому сприяли унікальні властивості лазерного випромінювання як інструмента при обробці матеріалів. Високі щільності лазерного випромінювання суттєво переважають інші джерела енергії (до 108–109 Вт/см² в безперервному режимі і до 10¹⁶–10¹⁷ Вт/см² в імпульсному режимі) дозволяють не тільки значно збільшити продуктивність, але і отримати якісно нові результати по властивостям оброблюваних матеріалів. В зв'язку з цим лазерний промінь як джерело нагріву при термічній обробці матеріалів має як загальні особливості, які притаманні всім іншим висококонцентрованим джерелам, так і власні, специфічні переваги, серед яких можна виділити дві групи [2]:

1. *Висока концентрація та локальність енергії, яка підводиться.* Це дозволяє провести обробку тільки локальної ділянки без нагріву решти об'єму і порушення його структури та властивостей, що приводить до мінімального короблення деталей. Висока концентрація дозволяє провести нагрів і охолодження оброблюваного об'єму матеріалу з великими швидкостями при дуже малому часі дії. Це дозволяє отримати унікальні властивості і структури оброблюваної поверхні, а також досягти економічних переваг.

2. *Висока технологічність лазерного променя.* Вона характеризується можливістю регулювання параметрів обробки в дуже широкому інтервалі режимів, легкість автоматизації процесу, можливість обробки на повітрі, виключення механічної дії на оброблюваний матеріал, відсутність шкідливих відходів.

В результаті є можливість реалізувати таке широке коло технологічних процесів і методів обробки матеріалів: зварювання, наплавка, маркування, гартування, різка та інші, які не доступні іншим видам інструментів.

Розглянемо особливості конкретних технологічних процесів лазерної обробки матеріалів:

1. *Лазерна різка металів.* Лазерна різка сталевих листів товщиною до 6 мм по складному контуру є найбільш поширеним процесом лазерної обробки в промисловості. Її застосовують для вирізки таких деталей як прокладки, кронштейни, щитки, декоративні ґратки. Лазерна різка економічніша за різку водяним струменем та ерозійною проволокою.

2. *Зварювання.* Лазерним зварюванням досить просто формуються з'єднання з вуглецевих і легованих сталей товщиною до 10 мм. Найбільше

переваг лазерного зварювання реалізується при зварюванні тонких виробів (до 1 мм), електроконтактів, корпусів приладів, батарей акумуляторів, сільфонів, осердь трансформаторів.

3. Маркування. Цей процес отримав поширення при нанесенні розмірних шкал на вимірні інструменти, виготовлення табличок і покажчиків, маркуванні виробів та товарів.

4. Пробивання отворів. За допомогою цього метода можна отримати отвори діаметром 0,2–1,2 мм при товщині матеріалу до 3 мм. При співвідношенні висоти отворів до їх діаметрів 16/1 лазерне пробивання по економічності переважає всі інші методи.

5. Лазерне гартування. Дія лазерного випромінювання на поверхню сплавів дозволяє отримати глибину зміцнення до 1,5 мм при ширині одиничних смуг 2–15 мм. Обробці піддаються деталі, що працюють в режимі інтенсивного зносу: вали, барабани, ріжучий інструмент, кільця підшипників. Як правило досягається збільшення стійкості виробу в 1,5–5 разів.

6. Легування та наплавлення. За допомогою цих процесів на поверхні сплавів отримують шари з унікальними властивостями: високою зносостійкістю, теплостійкістю і т.д. Найбільше поширення отримало лазерне наплавлення з метою відновлення зношених деталей машин: колєвалів, клапанів, шестерень, штампів. Процес відрізняється мінімальними деформаціями деталей і підвищеною зносостійкістю поверхні.

Розробляються перспективні технології, серед яких більше місце займають комбіновані методи обробки, де дія лазерного променя разом з електричною дугою, плазмовим струменем чи газовою горілкою дозволяє в декілька раз підвищити дію, тобто збільшити товщину зварювання, різки чи гартування [3]. Застосування лазерного випромінювання при механічній обробці металів та сплавів дозволяє збільшити продуктивність в декілька разів, покращити якість обробки. Інтенсивно розвиваються методи лазерної обробки тонкостінних листових матеріалів для формування об'ємних конструкцій в наслідок направленої деформації. Таким чином, теорія і практика лазерної обробки матеріалів підтверджує широкі можливості лазерних технологічних процесів, які дозволяють ефективно вирішувати найскладніші промислові задачі, виводячи промисловість на новий високоінтелектуальний рівень.

Література

1. Голубев В.С., Лебедев Ф.В. Физические основы технологических лазеров. – М.: “Высшая школа”, 1987. – 190 с.
2. Лихошва В.П., Шатрава А.П., Бондар Л.А. Лазерное легирование узлов трения // Процессы литья. – 2007, № 3. – С. 35 – 37.
3. Лихошва В.П., Черней В.Г. Тонкая структура железохромистых сплавов после лазерного оплавления // Процессы литья. – 2007, № 4. – С. 39 – 43.