

ГА веде одночасний пошук у багатьох напрямках шляхом використання всієї популяції можливих розв'язків. Перехід від однієї популяції до іншої допомагає обійти локальний оптимум. Так популяції зазнають певних еволюційних змін: у кожному поколінні кращі розв'язки репродукуються, а гірші відмирають.

Таким чином виділяються дві основні переваги ГА над класичними методами оптимізації:

- ГА не висуває значних математичних вимог до видів функцій мети й обмежень. Відпадає потреба спрощувати модель об'єкта, з метою можливості застосування доступних математичних методів;
- класичні покрокові методики забезпечують визначення глобального оптимуму лише за умови, що задача має властивість випуклості. Еволюційні операції ГА успішно знаходять глобальний оптимум незалежно від випуклості чи вгнутості простору пошуку.

Особливо висока ефективність пошуку оптимальних розв'язків для різних варіантів автоматизованих виробничих систем досягається за умови комплексного використання методів генетичних алгоритмів, нечітких множин і нейронних мереж.

Література

1. Дудюк Д.Л., Загвойська Л.Д. Оцінка й елімінування втрат робочого часу в автоматизованих системах деревообробного виробництва: Монографія. – Львів: Панорама, 2003. – 140 с.
2. Загвойська Л.Д. Економіко-математичні моделі у виробничому менеджменті деревообробних підприємств. Дис. ... канд. екон. наук. – Львів: ЛНУ ім. Івана Франка, 2003. – 198 с.
3. Джонс М.Т. Программирование искусственного интеллекта в приложениях. – М.: ДМК Пресс, 2004.
4. Корнеев В.В., Гореев А.Ф., Васютин С.В., Райх В.В. Базы данных. Интеллектуальная обработка информации. – М.: Нолидж, 2000. – 352 с.
5. Ротштейн О.П. Интеллектуальные технологии идентификации: нечеткие множества, генетические алгоритмы, нейронные сети. – Винница: Универсум, 1999. – 320 с.
6. Дудюк Д.Л. та ін. Елементи теорії автоматичних ліній. – Київ, Львів: Престиж-Інформ, 1998. – 192 с.

УДК 674.02: 621.9.048.7

Доц. І.М. Озарків, канд. техн. наук;
магістрант М.Ю. Зарічна – УкрДЛТУ

ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ЛАЗЕРНОГО ОБРОБЛЕННЯ ДЕРЕВИНИ ТА ДЕРЕВИННИХ МАТЕРІАЛІВ

Розкрито особливості матеріалів (деревини, ДВП, ДСП, ДКМ) та їх оброблення лазерним випромінюванням. Дано аналіз факторам впливу на інтенсивність оброблення деревини лазером.

Doc. I.M. Ozarkiv; Master M.Yu. Zarichna – USUFWT

Physical – chemicals features cultivating for laser of timbers and wooden materials

In this work we have disclosed feature materials (timbers, WFP, particle boards, WPM) and their laserworking industry of radiation. This article describes the different factors influence on intensive cultivation timbers for laser.

Лазерне випромінювання, як відомо, характерне великою концентрацією енергії, що дає змогу забезпечувати значну інтенсифікацію процесів оброблення деревини. Крім того, лазерна технологія дає принципові нові результати оброблення матеріалів з деревини.

Останніми роками створено прості та надійні промислові лазери, які дають змогу керувати параметрами випромінювання та самим обробленням матеріалу. Накопичений досвід технологічного використання лазерів на сьогодні дає змогу розглядати лазерне випромінювання, як новий вид універсального інструмента [1]. З його допомогою можна використовувати різноманітні технологічні операції за рахунок зміни двох основних параметрів: густини потужності випромінювання і тривалості його впливу на матеріал (об'єкт оброблення). Тепер намітилася перспектива використання лазерних комплексів для різання саме деревинних матеріалів (деревинно-волокнистих і деревинно-стружкових плит, фанери і т.д.). При цьому забезпечується висока точність різання та його якість (мала шкурка, паралельні кромки), мала зона нагрівання, велика продуктивність процесу, можливість точного та автоматизованого керування. За нашими даними доля оброблення неметалевих матеріалів (сюди додано такі, як документний та газетний папір, гофрований картон, скло, целюлоза, поліетилен, пінополістирол, декоративно-захисне покриття) становить 68...70 % від всього об'єму використання лазерного різання [2-7].

У зв'язку з чим розглянемо фізико-хімічні особливості та закономірності різання неметалевих речовин лазерним випромінюванням. В першу чергу, до характерних особливостей необхідно віднести малу температуропровідність деревини. Це значить, що при високих швидкостях різання ($v_p > 10,0 \text{ мм/с}$) та діаметрі сфокусованого випромінювання не більше 0,50 мм. при товщині шару матеріалу $S_1 > 0,50 \text{ мм}$ в теплофізичному розумінні такий матеріал можна розглядати як напівбезмежне тіло [2]. Це значить, що гранична (порогова) густина потужності, яка необхідна для початку різання, практично не залежить від товщини матеріалу.

Необхідно, відзначити, що більша частина неметалевих матеріалів у межах спектра $\lambda = 6...15 \text{ мкм}$ (зокрема, коли $\lambda = 10,6 \text{ мкм}$) характерна великому коефіцієнту спектрального поглинання CO_2 – лазера ($A_\lambda = 0,75...0,90$).

Зауважимо, що при тривалій дії лазерного випромінювання на органічні матеріали проходять хімічні реакції деструкції, сублімації, термічні дисоціації із виділенням різних газів [8]. При різанні деревини, паперу, каучуку та деяких пластиків проходять утворення вільного вуглецю (сажі).

При швидкому випаровуванні матеріалу під дією випромінювання лазера навіть невеликих густин потужностей ($10^3...10^4 \text{ Вт/см}^2$) утворюється так званий "ерозійний факел", який екранує оброблювану поверхню, викликає поглинання випромінювання та знижує інтенсивність процесу нагрівання (рівень потужності, що викликає екранування, регламентується параметрами лазерного випромінювання, властивостями об'єкта оброблення та довколишнього середовища).

Крім розглянутих вище явищ (поглинання і розсіювання) у процесі оброблення неметалевих матеріалів виникають також викривлення (спотво-

рення) форм променю, теплове розплавляння, а також випадкові зміщення центру ваги пучка променів.

Деякі особливості виникають у процесі газолазерного різання матеріалів на основі фенолоформальдегідних та епоксидних смол (текстоліту, скло-текстоліту і т.п.), що пов'язано з утворенням під дією лазерного випромінювання в'язкої, запеченої маси, яку важко видалити із зони прорізу з допомогою газового струменя. Тому, власне через це, енерговитрати при різанні таких матеріалів переважають значення енергії, яка йде на випаровування.

У табл. 1 наведено значення питомої енергії різання $q_{різ} [кДж / г]$ для різних матеріалів.

Табл. 1. Значення питомої енергії різання $q_{різ} [10]$

№ з/п	Вид матеріалу	$q_{різ} [кДж / г]$
1. Деревина		
1.1	Сосна	0,90
1.2	Дуб	5,40
1.3	Фанера клеєна	5,40
1.4	Картон	0,80
2. Скло		
2.1	Звичайне	31
2.2	Кварцове	45
3	Текстоліт	50
4	Композиційні матеріали	80

У табл. 2 наводяться основні характеристики лазерного різання неметалевих матеріалів.

Табл. 2. Основні параметри лазерного різання різних матеріалів

№ з/п	Матеріал	Товщина, см	Швидкість різання, см/с	Потужність лазера, кВт	Джерело
1	Фанера	0,50	2,0	0,225	[11]
2	Фанера	2,00	0,46	0,225	[11]
3	Фанера	2,50	2,50	8	[12]
4	Гофрований картон	0,45	175	3,9	[13]
5	АБС – пластик (акрилонітрилбутадієн – стирол)	0,025	1000	0,375	Photon Sources
6	Поліетилен	0,0025	30	0,375	- //-
7	Скло	0,94	2,5	20	[12]
8	Документний папір	0,005	500	0,25	[14]
9	Газетний папір	0,0075	265	0,25	[14]
10	Дерево	0,50	4,5	0,850	[5]
11	Дерево	1,8...5,0	0,10...0,20	0,250	[5]
12	Дерево	2,5	2,0	2,00	[5]
13	Дерево	5,0	0,200	0,10	[5]

З табл. 1 видно, що питомі затрати енергії різання шаруватих пластиків є набагато більшими порівняно з іншими матеріалами. При газолазерному різанні основною проблемою є видалення продуктів руйнування в процесі різання матеріалів великої товщини.

При падінні лазерного випромінювання на поверхню матеріалу частина потоку променів відбивається поверхнею та незначним поверхневим шаром (залежить від глибини променю в матеріал), а друга частина, після проникнення на певну глибину h_λ , поглинається і переходить у тепло [15].

Розрізняють такі основні види оброблення деревини лазерних випромінюванням (залежно від кількості енергії, що вводяться в матеріал):

- поверхнева термообробка;
- лазерне зварювання;
- газолазерне зварювання.

Характер та ефективність того, чи іншого виду лазерного оброблення визначається, насамперед, густиною потужності лазерного випромінювання $E [Bm/cm^2]$ в зоні оброблення. Зокрема, коли $E = 10^4 \dots 10^5 Bm/cm^2$ відбувається розігрівання матеріалу до певного стаціонарного стану, при якому немає помітного випаровування або руйнування матеріалу (в даному випадку приймають, що на поверхні об'єкта оброблення діє точкове або розподілене джерело тепла густиною потужності:

$$q_{nad} = A_\lambda \cdot E,$$

де A_λ – коефіцієнт поглинання матеріалу.

Таке джерело використовується для термічного оброблення поверхні із оплавленням та без нього (наплавки, легування), а також для зварювання малих товщин ($A_\lambda \leq 0.35$).

У випадку, коли $E = 10^5 \dots 10^7 Bm/cm^2$, то поглинається активне плавлення, випаровування та руйнування залежно від теплоти випаровування, теплопровідності та тривалості нагрівання. В цьому режимі основна доля поглиненої енергії буде витрачатися на інтенсивне випаровування матеріалу та збільшення внутрішньої енергії парів та капель.

Ефективність лазерного оброблення (в нашому випадку різання) значно зростає при додатковому впливі на зону оброблення допоміжних газів (кисню, озону, вуглекислого газу, азоту та ін.), які формують вузький проріз із практично паралельними кромками. В даному випадку – $A_\lambda = 0.50 \dots 0.60$, а іноді коефіцієнт поглинання наближається до одиниці за рахунок ефекту пристінного самофокусування. Останнє полягає в тому, що при багаторазовому відбиванні лазерного випромінювання від стінок глибокого та вузького каналу відбувається періодичне збільшення густини потужності на осі пучка променів і, як наслідок, додаткове заглиблення каналу [17].

При значеннях густини потужності $E = 10^5 \dots 10^6 Bm/cm^2$ істотно збільшується об'єм рідкої фази в зоні оброблення за рахунок інтенсивного підплавлення стінок каналу по всій глибині. Таким чином, аналізуючи особливості лазерного випромінювання, ми бачимо, що інтенсивність процесу різання буде визначатися, як оптико-геометричними параметрами лазера, так і оптичними, теплофізичними та геометричними характеристиками об'єкта оброблення (в нашому випадку деревини).

Література

1. Озарків І.М., Зарічна М.Ю. Використання лазерного випромінювання в технологічних процесах деревообробки// Наук. вісник УкрДЛТУ: 36. наук.-техн. праць – Львів: УкрДЛТУ. – 2004, вип. 14.4. – С. 95-99.
2. Рыкалин Н.Н. Расчеты тепловых процессов при сварке. – М.: Машгиз, 1951. – 296 с.
3. Коваленко В.С. Обработка материалов импульсным излучением лазеров. – К.: Высш. шк., 1977. – 144 с.
4. Коваленко В.С. Прогрессивные методы лазерной обработки материалов. – К.: Высш. шк., 1985. – 88 с.
5. Коваленко В.С., Романенко В.В., Олещук Л.М. Малоотходные процессы резки лучом лазера. – К.: Техника, 1987. – 112 с.
6. Коваленко В.С. Лазерная технология. – К.: Высш. шк., 1989. – 280 с.
7. Рыкалин Н.Н., Уголов А.А., Зуев В.В., Кокора А.Н. Лазерная и электронно-лучевая обработка материалов: Справочник. – М.: Машиностроение, 1985. – 496 с.
8. Соболев Э.Н. Особенности разрушения диссоциирующих материалов при действии интенсивных потоков энергии// Журн. технич. физики, 1982, т.52, № 18. – С. 1697-1699.
9. Справочник по технологии лазерной обработки/ В.С. Коваленко, В.П. Котляров, В.П. Дятел и др./ Под общ. ред. В.С. Коваленко. – К.: Техника, 1985. – 167 с.
10. Бабенко В.П., Тыгинский В.П. Газолазерная резка материалов. – Л.: ЛДНТТ, 1976. – 34 с.
11. Lamb G.L., Jr., Kinney R.B., J. Appl. Phys., 40, 416 (1969).
12. Menzies R.T., Appl. Opt., 10, 1532 (1971).
13. Baumgartner R.A., Byer R.L., Opt. Lett., 2, 163 (1978).
14. Pridmore-Brown D.C., Appl. Opt., 12, 2188 (1973).
15. Озарків І.М. Спектродитометрические и поляризационные характеристики древесины/ Дис. ... канд. техн. наук. – Львов, 1989. – 277 с.
16. Megaw J.H., Kaye A.S. Multikilowatt laser processing// Laser – 77 Opto – Electronics: Proc. Of Conference. JPC business press. – P. 291-296.
17. Schawlow A.L. Laser interactions with materials// Laser – 77. Opto – Electronics: Proc. Of Conference. JPC business press. 1977. – P. 263-266.

УДК 674.02:621.923

Доц. Ю.І. Грицюк, канд. техн. наук – УкрДЛТУ

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ БАЗОВИХ КОНФІГУРАЦІЙ КАРТ РОЗКРОЮ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ПЛИТНОГО ДЕРЕВНОГО МАТЕРІАЛУ

З використанням однофакторного дисперсійного аналізу досліджено вплив карт розкрою різних базових конфігурацій та типорозмірів плит на ефективність використання плитного деревного матеріалу. За отриманими оцінками невідомих параметрів лінійних моделей дисперсійного аналізу для різних типорозмірів ПДМ встановлено так звані середні значення відгуків моделі, а також вплив ефектів фактора на різних рівнях його варіювання з врахуванням вагомості кожного з рівнів.

Doc. Yu.I. Gryciuk – USUFWT

The Investigation to Find the Influence for Basic Configurations of Cutting Maps on Utilization Efficiency of Plate Wooden Material

The influence of cutting maps for plates with different basic configurations and standard sizes on utilization efficiency of plate wooden material (PWM) is investigated by means of univariate dispersing analysis. The so called average values of model responses are defined for different standard sizes of PWM through obtained estimates of unknown parameters for linear models of dispersing analysis, as well as influence (positive or negative) of factor effects' different variation levels on nominal values of model responses taking into account the weight of every such level.