

# ЛАЗЕРИ И ЛАЗЕРНИ ТЕХНОЛОГИИ

*Информационни материали*

# ЛАЗЕРНОТО РЯЗАНЕ В ИНДУСТРИЯТА

(Обзор)

## СЪДЪРЖАНИЕ

### 1. Въведение

### 2. Основи на технологичния процес на лазерно рязане

### 3. Основни технологични параметри

### 4. Технологични режими за рязане на различни материали с CO<sub>2</sub> - лазери

- Пластмаси (полимери)
- Композити
- Гума
- Дърво
- Други органични материали
- Кварц
- Стъкло
- Камъни
- Метали
- Въглеродна стомана
- Неръждаема стомана
- Легирани стомани
- Инструментални стомани
- Алюминиеви сплави
- Медни сплави
- Титан

### 5. Индустриални системи за лазерно рязане с CO<sub>2</sub> - лазери

- Конструктивни типове и основни технически характеристики
- Обзор на продуктите на по-известните производители

### 6. Индустриални лазери

- Устройство на индустриалния CO<sub>2</sub> лазер
- Основни технически и физични характеристики на индустриалните лазери, използвани за рязане
- Обзор на продуктите на по-известните производители

### 7. Компоненти на системите за лазерно рязане

- Система за транспортиране и фокусиране на лазерния лъч
- Оптико-механични възли за насочване на лъча
- Устройство за визуализация на основния лъч
- Оптична режеща глава
- Лазерна оптика

### 8. РЕФЕРЕНЦИИ

# ИНДУСТРИАЛНИ СИСТЕМИ ЗА ЛАЗЕРНО РЯЗАНЕ

## ЛАЗЕРНО РЯЗАНЕ

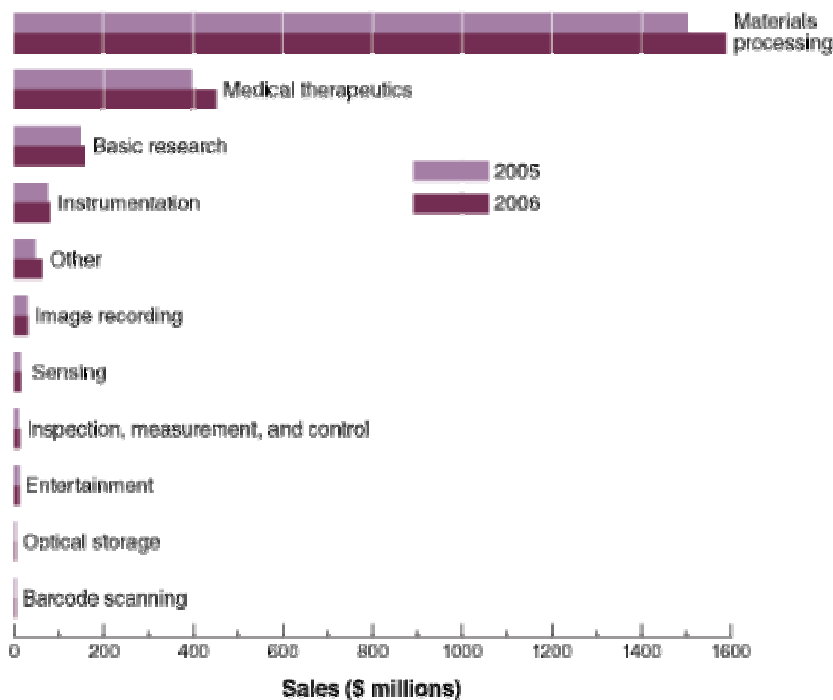
### Въведение

Отдавна рязането на листови метали е станало основното приложение на лазерите в обработващата промишленост (1). Счита се, че в момента в света са инсталирани приблизително 12 000 системи за лазерно рязане на обща стойност от 4,5 млрд. долара.

Над 60 % от това оборудване е инсталирано в Япония.

Обзорът на световният лазерен пазар (2) за 2005-2006г. потвърждава тенденцията за стабилен ръст в използването на индустриалните лазери за обработка на материали.

Figure 2. Worldwide nondiode-laser sales by application



Какво е лазерът (3).

Терминът ЛАЗЕР е абривиатура, съставена от първите букви на думите във фразата "усилване на светлината чрез принудително излъчване" на английски език (acronym LASER stands for Light Amplification Stimulated Emission Radiation).

Какво представлява лазерното рязане.

Лазерите за рязане са конструирани да концентрират голямо количество енергия в малко, добре оформено петно. Типичният диаметър на това петно е от порядъка на стотици микрони. Топлинната енергия, създадена от лазера, стопява или изпарява материалите в тази малка зона, а чрез подаване в зоната на работен газ / кислород, азот, CO<sub>2</sub> и др./ изпареният материал се издухва извън прореза.

Енергията на лъча се подава точно където е необходимо, с което се минимизира топлинното въздействие извън зоната на рязане.

Какви са предимствата и недостатъците на лазерното рязане.

Лазерното рязане е обикновено с по-висока скорост в сравнение с водоструйното при еднакви материали и дебелини. Лазерното рязане предизвиква появяването на град по среза, което може да бъде нежелателно при някои приложения.

Какви са ограниченията при лазерното рязане.

Много пластмаси при лазерно рязане се стапят и отделят токсични газове, които трябва да се вентилират в съответствие с действащите нормативи. Лазерите са неподходящи за рязане на дебели и силно отразяващи светлината материали, като алуминий и мед. Кристали, стъкло и други прозрачни материали са също неподходящи за лазерно рязане. В тези случаи водоструйното рязане е алтернативно решение.

Първото индустриално приложение на CO<sub>2</sub> лазерите е било прорязването на шперплатовите основи на щанците в опаковъчната индустрия (4). От това ранно приложение през 1972г., тази технология се е развила извънредно много и сега лазерите се използват с голям икономически и технически успех за рязане на почти всички материали. Беглият преглед на достъпната литература показва един огромен спектър от приложения от пробиването на бебешките биберони до изрязването на суперсплавите в аерокосмическата промишленост. Процесът на лазерното рязане има редица преимущества в сравнение с конкурентните технологии, които обясняват растежа на този отрасъл:

1. Това е безконтактен процес, което означава, че материалът трябва само да бъде леко закрепен или просто позициониран под лъча. Гъвкави и крехки материали могат да бъдат рязани с висока прецизност без риск за разрушаване, което обикновено става при механичните методи на рязане.

2. Широчината на среза е извънредно малка /обикновено между 0,1 и 1,0мм/ и много детайли могат да бъдат произведени без ограничения за минимални вътрешни радиуси, каквито съществуват при фрезването и при подобни механични процеси.

3. Процесът е напълно ЦПУ-контролиран. Това, съчетано с липсата на необходимост от сменяеми приспособления, позволява за секунди да се премине от рязане на детайл „А” от метал към рязане на детайл „Б” от пластмаса.

4. Въпреки че лазерното рязане е термичен процес, реалната зона на нагриване е много малка и по-голямата част от нагретия материал се отстранява в процеса на рязането. Ето защо топлината, въведена в обема на материала, е минимална, засегнатите от топлината зони минимални, а топлинните деформации са почти изключени.

5. Лазерното рязане е с по-висока скорост в сравнение с другите методи за обработване по контур. Например типичният 1200 Вт. Лазер реже 2 мм черна стомана със скорост 6м/мин, а 8мм акрилов лист със скорост 12 м/мин.

6. В болшинството от случаите / в т.ч. горните примери/ отрязаните детайли могат да се използват веднага, без никакви почистващи операции.

7. Присъщото на процеса ЦПУ-контрол, тесните срезове и липсата на механични сили върху листа позволява максимално доближаване на изрязваните детайли един до друг, т.е. минимизиране на отпадъка от рязането.

8. Въпреки че капиталните разходи за лазерна машина за рязане са съществени, текущите разходи са обикновено много ниски. Съществуват много случаи в индустрията, когато големи лазерни инсталации са се откупували в течение на една година.

9. Процесът е изключително тих в сравнение с конкурентните технологии, което подобрява работната среда и повишава ефективността на персонала.

10. Лазерните машини за несравнимо по-безопасни в експлоатация в сравнение с механичните им аналози.

## **Основи на технологичния процес**

Базовият механизъм на лазерното рязане е извънредно прост и може да се сведе до следното:

а/ Лазерът генерира високо интензивен лъч инфрачервена светлина.

б/ С помощта на лещи този лъч се фокусира върху повърхността на детайла.

в/ Фокусираният лъч нагрява материала и образува силно локализирана разтопена зона /обикновено с диаметър под 0,5 мм/ през цялата дебелина на листа.

г/ Разтопеният материал се отстранява от зоната с помощта на газова струя с високо налягане, действаща коаксиално с лазерния лъч. При някои материали този газ може да ускори процеса на рязане, изпълнявайки не само физически, но и химически функции. Така например, стоманата се реже със струя от чист кислород, при което възбудената от лазерната топлина реакция на окисляване генерира своя собствена топлина и с това съществено подобрява ефективността на процеса.

д/ Тази локализирана зона от отстраняван материал се движи напречно на повърхността на листа, което генерира рязането. Движението се постига чрез придвижване на лазерното петно чрез управляеми огледала или чрез механическо движение на листа посредством управляема дву- координатна работна маса. Възможни са и хибридни схеми, при които по едната ос се придвижва лазерното петно, а по другата материала.

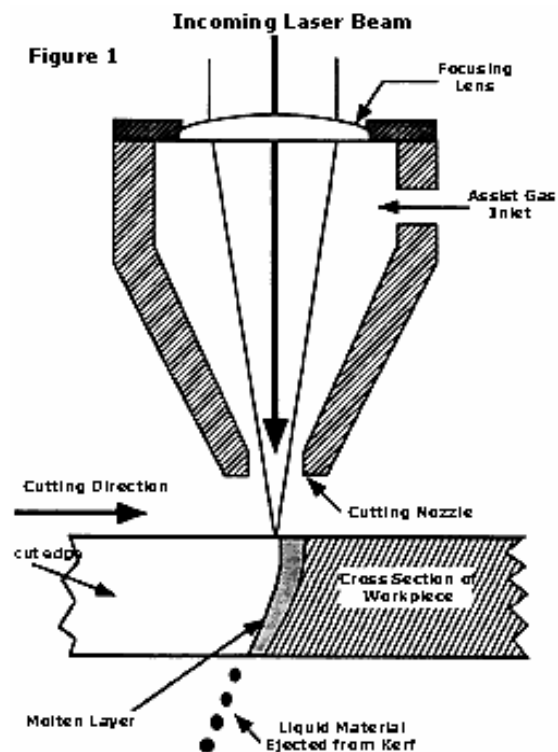
Лазерното рязане на металите (5) и повечето от другите материали се извършва по два подобни метода. Първият – топлинно рязане със спомагателен газ – представлява концентриране на светлината от лазера върху повърхността, така че материалът да се стопи. Стопеният материал след това се отстранява от протичащият под високо налягане газ. Вторият метод – реактивно рязане със спомагателен газ – е същият, с една разлика: спомагателният газ взаимодейства химически с материала и обезпечава повече енергия за процеса. Типичното разположение на оборудването е показано на Фиг.1.

Лазерният лъч, насочен вертикално надолу на чертежа, се фокусира от лещата върху повърхността на разрязвания материал. Пространството между лещата и материала е затворено от камера, в която се създава налягане от спомагателния газ излизащ през дюзата към повърхността на материала. Това разположение понякога се нарича „коаксиална газово-струйна режеща дюза”.

Важните характеристики на този процес са:

- Металите се стапят, не се изпаряват. Това означава, че лазерното рязане работи добре само когато лъчът преминава напълно през материала, така че стопеният материал да бъде изведен от прореза. Това означава също така, че процесът предполага образуването на град – полепване на стопен метал върху детайла.

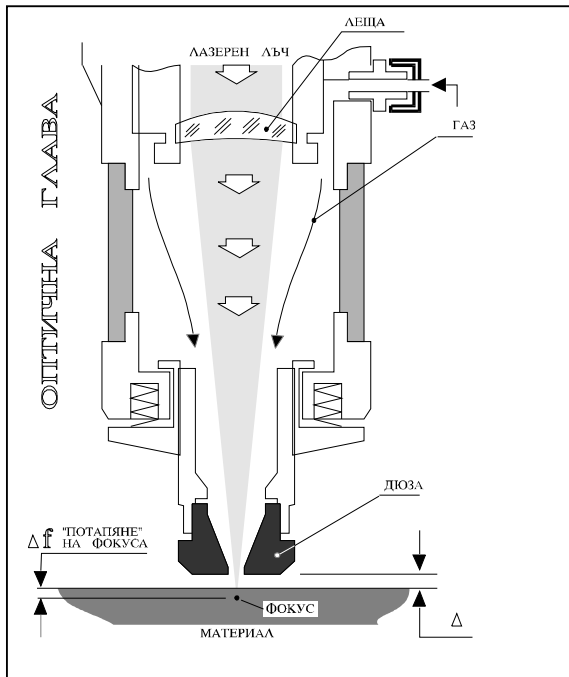
- Металът се отстранява от газа, не от лазера. Лазерът служи само като източник на топлина, която стапя метала. Повечето от величините, влияещи върху процеса на рязането, са свързани не с лазера, а с газовия поток.



Предният ръб на среза е леко отклонен от вертикала. Това означава, че процесът е много чувствителен към поляризацията на лазера и че ако материалът стане много дебел, лъчът няма да достига долния ръб на среза.

### Основни технологични параметри

Основните параметри, определящи технологичния процес на лазерната обработка на материалите са както следва:



1. Вид на технологичния процес (рязане, заваряване, закаляване).
2. Тип на обработвания материал.
3. Фокусно разстояние на лещата в оптичната технологична глава, мм.
4. Оперативна мощност на лазерния лъч, W.
5. Линейна скорост на обработката, м/мин.
6. Вид и налягане на технологичния газ, атм.
7. Положение на фокуса спрямо повърхността на обработвания материал:

- “потопяне”  $\Delta f$  (разстояние повърхност-фокус), мм
- “ $\Delta$ ” - разстояние дюза-повърхност, мм.

Въпреки че CO<sub>2</sub> лазери са способни да генерират лъч с извънредно голяма топлинна плътност, не е коректно да се твърди, че те могат да изпаряват и режат всички познати материали (6). Всеки материал има свои уникални качества по отношение светлинно въздействие и не всички от тях подхождат на ефекта на CO<sub>2</sub> лазерите. Ето защо въпросът за целесъобразността от използването на лазера за рязане на даден материал се свежда главно до способността му да поглъща добавената енергия. Това взаимодействие зависи от три ключови фактора :

- Състоянието на повърхността – колко добре по принцип поглъща енергия.
- Свойствата на топлинния поток – неговите коефициенти на топлинна дифузия и проводимост.

Изискванията към топлината, необходима за промяната на фазата на материала – количеството топлина необходимо да промени фазата, специфичната топлина и топлина на изпаряване.