

Laser

Engº Roberto Joaquim
Engº José Ramalho

INTRODUÇÃO

Dentre as várias aplicações industriais da tecnologia LASER, como soldagem, marcação, tratamentos térmicos de superfície, furação, o corte, é atualmente o de maior interesse. Estima-se que a porcentagem de utilização para este fim seja da ordem de 60%.

A maioria dos cortes executados com este processo encontra-se nos materiais metálicos (ferrosos e não ferrosos em geral). O corte de materiais não metálicos como madeira, couro e mármore tem uma pequena parcela de utilização, quando comparada com a anterior. Os materiais plásticos e compósitos, devido ao aumento de sua utilização, apresentam-se como segmentos de grande crescimento para o uso do processo.

DESCRIÇÃO DO PROCESSO

O nome LASER é a abreviatura da descrição do processo em inglês: Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation. Em uma tradução livre para o português podemos dizer que seria: Amplificação da luz através da emissão estimulada de radiação.

Em uma rápida definição, podemos dizer que o LASER é um dispositivo que produz um feixe de radiação. Ao contrário do que se pensa, o que torna este processo altamente interessante não é a quantidade de radiação emitida, e sim a qualidade desta. A alta concentração do feixe proporciona uma excelente qualidade de corte em altas velocidades.

Os conceitos de amplificação da luz e emissão estimulada de radiação são os tópicos básicos para se entender o funcionamento do processo LASER.

A aplicação de uma dada energia em um meio ativo, via descarga elétrica, radiação luminosa, reação química ou outra forma qualquer, aumenta seu nível energético e com isto os elétrons passam a girar em órbitas mais externas. Este processo é denominado excitação.

O acréscimo energético causado pela excitação será liberado após um tempo de vida, e o elétron voltará a seu nível energético original, liberando a energia ganha. O retorno do elétron ao seu nível original procede das seguintes maneiras:

- Colisões: O elétron choca-se com outro consumindo sua energia.
- Emissão espontânea: O elétron emite um fóton naturalmente para perder o diferencial energético.

Utilizando-se a inversão de população e criando condições para que o retorno e consequente emissão ocorram de maneira controlada, teremos a chamada emissão estimulada. A inversão de população consiste em fazer com que se tenha mais elétrons nos níveis energéticos superiores.

A emissão estimulada ocorre quando se tem um átomo excitado e este recebe o impacto de um fóton. O fóton recebido causará a emissão de outro. Este processo passa a ser interessante pois, um único fóton pode estimular a emissão de mais do que um, caracterizando com isto um ganho real.

Entretanto, no mecanismo descrito, a radiação é emitida de modo desorientado e policromático, ou seja, sem direções particularmente privilegiadas e sem que o feixe apresente um comprimento de onda definido. A obtenção do feixe colimado é conseguida graças a cavidade ressonante (figura 1).



Figura 1 - Cavidade ressonante

No caso particular de corte, é também necessária a presença de um gás, chamado gás de assistência que, entre outras, tem a função de remover o plasma e o material fundido da frente de corte.

MECANISMOS DE CORTE

O LASER de CO₂ pode apresentar distintos mecanismos de corte. Estes mecanismos são detalhados a seguir:

3.1 – Fusão

Neste mecanismo, a densidade de potência aplicada no material a seccionar eleva a temperatura até a formação de um orifício conhecido como "Keyhole". O gás de assistência remove o material, e o "Keyhole" atua como um corpo negro absorvendo a energia do feixe.

Uma variante deste mecanismo é conhecida como fusão reativa. Caracteriza-se pela utilização de Oxigênio para que se tenha uma reação exotérmica em um mecanismo semelhante ao oxicorte.

3.2 – Vaporização

Neste mecanismo, mostrado na figura 2 a densidade de energia é suficiente para aquecer o material acima de sua temperatura de vaporização. Com isto o material deixa a frente de corte sob a forma de vapor. É um mecanismo que ocorre em materiais que se volatilizam quando submetidos a aquecimento. ex. PVC, acrílico, etc.

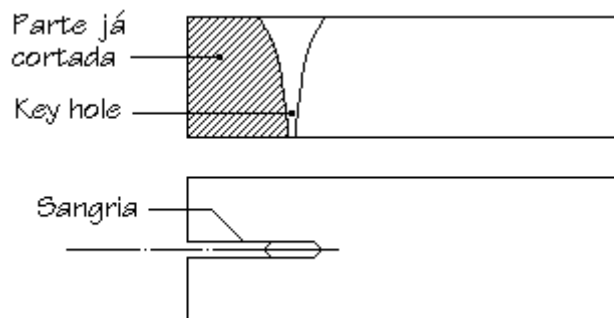


Figura 2 - Formação do "Keyhole"

3.3 - Ablação ou degradação química

Aqui a energia do LASER quebra as ligações químicas interrompendo a integridade estrutural do material. A velocidade de corte é menor, porém, apresenta bom acabamento. As superfícies apresentarão sempre uma fina camada de Carbono livre de aproximadamente 300 micra.

APLICAÇÕES

O corte de materiais por LASER é um processo bastante flexível para produzir superfícies de corte com alta qualidade. Uma de suas principais utilizações é sem dúvida a execução de pequenos lotes (protótipos), uma vez que não é necessária a construção de ferramental. Outras aplicações importantes são:

- Corte de geometria complexas difíceis de produzir por outros processos.
- Corte pulsado preciso, como por exemplo para aços ferramenta.
- Materiais difíceis de cortar por outros processos como por exemplo: Titânio, Alumínio
- Materiais não metálicos: madeiras, placas de propaganda, tecidos, etc.

EQUIPAMENTOS

Conforme ilustrado na figura 3, o equipamento de LASER é composto basicamente de 3 sistemas:

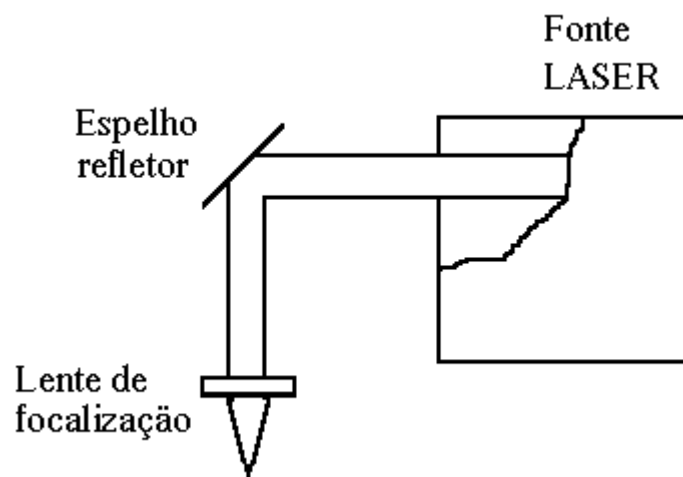


Figura 3 - Esquema básico de um equipamento LASER

A fonte de alimentação é a responsável pelo fornecimento da energia primária utilizada na excitação e, principalmente pelo processo de produção de inversão de população.

Por meio ativo entende-se o material utilizado como conversor de energia elétrica em energia radiante. Este material caracterizará o LASER ex. CO₂, Nd-YAG, etc. A cavidade ressonante é o local onde ocorre o processo de amplificação da radiação. Este processo é mantido em função da própria construção da cavidade, uma vez que esta, tem dois espelhos que refletem e amplificam o feixe.

Um espelho é totalmente refletor e o outro tem um pequeno orifício com aproximadamente 1% da área, sendo que as paredes da câmara são totalmente espelhadas. O comprimento da cavidade deve ser igual a um múltiplo do comprimento de onda desejado, para que o feixe produzido apresente o comprimento de onda e a direção de propagação esperados.

VARIÁVEIS DO PROCESSO

Os principais parâmetros de corte a serem controlados são apresentados à seguir:

- A potência do feixe é que determinará a capacidade do LASER em interagir com um dado material e iniciar o corte. Como regra geral, um aumento de potência permite cortar com velocidades maiores, mantendo a mesma qualidade de corte, ou cortar materiais de maiores espessuras.

Entende-se por modo a distribuição da energia pela secção transversal do feixe. Este parâmetro se relaciona com o ponto focal, influenciando diretamente a qualidade do corte.

A velocidade de corte deve ser determinada juntamente com a potência e a pressão e vazão do gás de assistência. Quando se utiliza de um valor muito elevado, aparecem estrias na superfície de corte, rebarbas na parte posterior da superfícies de ataque da radiação, ou ainda em casos extremos pode-se até não se conseguir efetivar o corte por a penetração ser insuficiente. Com velocidades baixas, observa-se um aumento da Zona Termicamente Afetada (ZTA) e um decréscimo na qualidade de corte.

A vazão do gás de assistência deve ser suficiente para remover o material fundido proveniente do corte. Vazões mais elevadas devem ser utilizadas nos casos de corte de materiais reativos como plásticos, madeiras ou borrachas. Nos cortes de metais, deve ser utilizado Oxigênio pois este proporcionará uma reação exotérmica, aumentando ainda mais a temperatura, e possibilitando com isto velocidades de corte ainda maiores.

O ponto focal é o ponto de máxima concentração de energia do feixe. Deve ser colocado na superfície para chapas finas, ou ligeiramente abaixo da superfície para chapas grossas, com valor máximo de 1/3 da espessura.

TÉCNICAS OPERATÓRIAS

Por se tratar de processo de alta densidade de energia, onde o feixe é muito concentrado e preciso, e o corte dar-se sob velocidades elevadas, não se opera o processo manualmente, sempre haverá a necessidade de dispositivos auxiliares de movimentação.

O mais comum é a utilização de mesas móveis com comando numérico, com capacidade de movimentação nos eixos x, y e z. Os eixos x e y estabelecem as coordenadas de corte, enquanto que o eixo "z" servirá para corrigir a altura do ponto focal em relação a superfície da peça. A variação da distância ponto focal/peça ocorre por deformações na chapa provocadas pelo corte térmico.

Geralmente a mesa é acoplada a um sistema CAD que comandará as coordenadas de deslocamento. Para pequenas potências, pode também ser utilizado um robô com movimentos espaciais, para tanto, o feixe LASER é

transferido por meio de fibras óticas (este processo tem sido muito utilizado na indústria automobilística).

COMPARAÇÃO COM OUTROS PROCESSOS

A tabela abaixo tem por finalidade mostrar as principais vantagens e desvantagens do processo.

Tabela 1 - Análise do processo LASER

LASER DE CO²	
VANTAGENS	DESVANTAGENS
Baixa entrega térmica	Elevado investimento inicial
Largura de corte estreita	Dificuldade em cortar materiais reflectivos
Grande precisão no corte	Dificuldade em cortar materiais de boa condutividade térmica
Ausência de contato físico	Formação de depósitos de Carbono livre na sup. de corte de materiais orgânicos
Boa qualidade na superfície cortada	Liberação de produtos tóxicos
Processo não ruidoso	Necessidade de adequação do "lay out" de plantas já instaladas
Flexibilidade	Necessita integração a sistema CNC, com mesa x,y
Ideal para protótipos	Necessidade de gás de assistência

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 - GOUVEIA, H A Competitividade entre os processos de soldadura por "feixes de alta densidade de energia"
- 2 - AGA Fatos sobre corte a LASER
- 3 - SPRINT RA 79/87 Folheto de divulgação de tecnologia LASER
- 4 - AGA Como selecionar o sistema ideal de corte térmico
- 5 - AGA Fatos sobre processamento de materiais a LASER
- 6 - RAMALHO, J Notas de aula do curso de pós-graduação em Engenharia industrial
- 7 - AGA Gases para LASERs de CO₂
- 8 - AGA Comparativo entre processamento a LASER e outros métodos de corte e solda.
- 9 - RAMALHO, J e JOAQUIM, R Corte por alta densidade de energia: LASER e Jato de Água.