

ESTUDOS DO TRATAMENTO TÉRMICO SUPERFICIAL
DE MATERIAIS VIA LASER

Berretta, J.R. COPESP/MM
Ferreira, P.I.; Lima, E.A.; Rossi, W.;
Vieira, N.D. IPEN/CNEN/SP

A irradiação de superfícies com laser se apresenta hoje como uma técnica promissora, pela grande versatilidade na modificação de propriedades dos aços. Com o controle da irradiação tem-se efeitos induzidos na superfície do material, como têmpera, revenimento, recozimento, sem modificações nas dimensões e rugosidade inicial, amorfização, superfície microligada e "shock hardening". Esta técnica permite realizar os tratamentos em áreas bem definidas do material. Com o objetivo de investigar esta técnica, iniciou-se um estudo no aço ABNT 1045, observando-se as modificações causadas pela influência da radiação laser.

INTRODUÇÃO

A irradiação de superfícies com laser se apresenta hoje como uma técnica promissora, pela sua grande versatilidade, na modificação de propriedades de superfície de aços. Com o controle dos parâmetros de irradiação tem-se efeitos induzidos na superfície do material, que podem ser separados em três grupos de aplicações.

No primeiro grupo tem-se o aquecimento da superfície a uma temperatura que não exceda a temperatura do ponto de fusão do material, mas é suficiente para que ocorram transformações da fase. Pelo controle do processo de aquecimento e resfriamento é possível obter-se diferentes efeitos na camada superficial, tais como têmpera, revenimento e recozimento, sem modificações nas dimensões iniciais e sem alteração da rugosidade.

No segundo grupo tem-se o aquecimento da superfície a uma temperatura entre a do ponto de fusão e do ponto de evaporação do material. Pelo controle das variáveis do processo pode-se obter, na superfície, uma estrutura temperada, uma estrutura amorfizada ou uma superfície microligada.

No terceiro grupo o método tem como fator característico a vaporização de um revestimento do material na interação da radiação laser com a amostra, o qual é realizado com pulsos de nanosegundos, gerando uma onda de choque que leva ao endurecimento superficial do material (shock hardening).

A técnica de irradiação de superfície com laser permite realizar tratamentos localizados, aplicados em áreas bem definidas do material. Com esta técnica pode-se controlar a dimensão da zona tratada e, em geral, resulta em uma zona afetada pelo calor muito estreita.

O objetivo deste trabalho é investigar esta técnica, para isso iniciou-se um estudo no aço ABNT 1045 comercial, observando-se as modificações causadas pela influência da irradiação com laser.

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Amostras do aço ABNT 1045 foram preparadas nas dimensões 1/2" de diâmetro e 12mm de comprimento, onde as superfícies foram inicialmente lixadas e polidas, de modo

a se obter uma grande variação da rugosidade superficial de uma amostra para outra, no intuito de se investigar o efeito do acabamento da superfície na absorção da radiação.

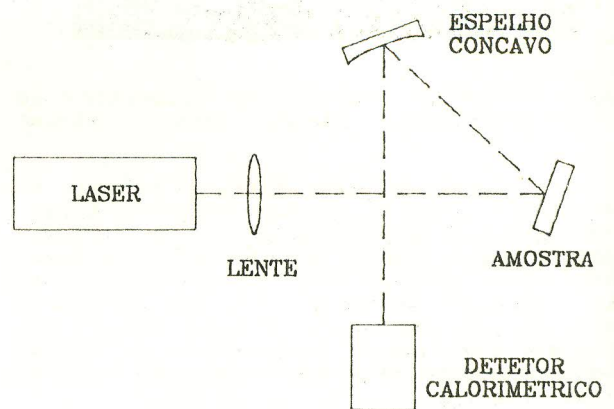


Fig.01- Esquema da montagem para estudo da absorção em função do acabamento da superfície

As amostras, a serem irradiadas, foram montadas sobre uma mesa de deslocamento xy de controle manual, foi utilizado um laser de HeNe para auxiliar no alinhamento do laser de irradiação e dos acessórios, bem como para indicar o ponto de incidência do feixe.

A irradiação foi executada com um laser de Rubi pulsado com comprimento de onda de 694 nm. Os parâmetros largura temporal e densidade de potência foram variados nas faixas de 1 a 1.25 ns e de 10^4 a 10^5 W/cm², respectivamente, para se estudar a sua influência sobre as propriedades da superfície obtida.

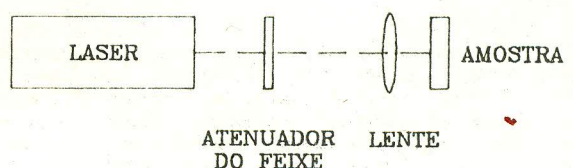


Fig.02- Esquema da montagem para irradiação de amostras

Nestas experiências preliminares, não foi utilizado revestimento na superfície tratada (para não contaminar a amostra durante a fusão do material), assim como também não foi usado fluxo de gás inerte (para a proteção da região afetada pelo calor contra a oxidação).

Para a análise por microscopia óptica, as amostras foram preparadas por procedimentos metalográficos convencionais e atacadas com nital a 5%.

As medidas de microdureza foram feitas num microdurômetro Wolpert com cargas de 100 g.

RESULTADOS

Os resultados do experimento, no qual investigou-se a influência do acabamento superficial na absorção da radiação laser, por método indireto, tanto para o laser de rubi quanto para o laser de nd:vidro (Fig.03).

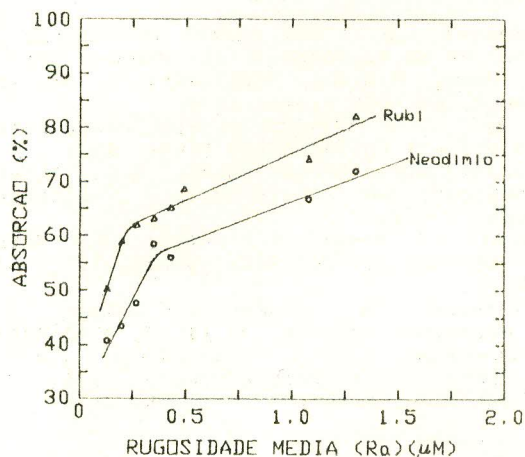


Fig.03- Resultados experimentais da absorção da radiação laser em função da rugosidade média da superfície para o aço ABNT 1045

Com o objetivo de determinar os melhores parâmetros para tratar o material em estado líquido, irradiou-se uma amostra em três condições diferentes (1.1×10^4 , 9.2×10^4 , 3.6×10^5 W/cm²), obtendo-se como efeito na superfície, o que se refere as modificações no acabamento (Fig.04) fusão nos pulsos um e dois e na dureza (Fig.05) valores bem expressivos no pulso um.

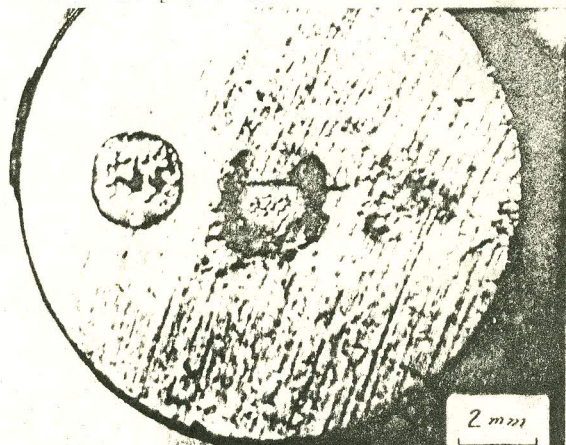


Fig.04- Superfície de uma amostra irradiada a laser com pulsos de diferentes densidades de potência

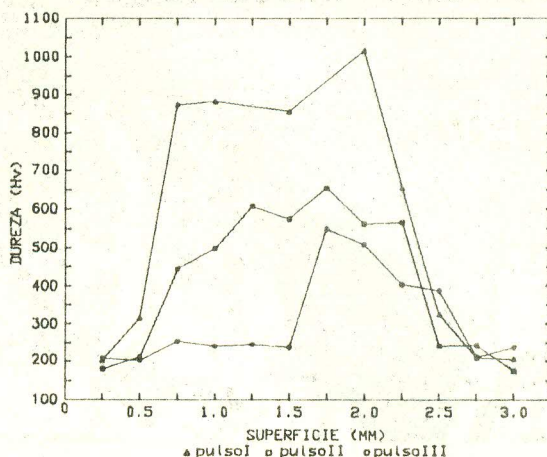


Fig.05- Medidas de dureza na superfície de uma amostra irradiada a laser com pulsos de diferentes densidades de potência

Na sequência do estudo, cortou-se transversalmente a amostra na área irradiada para se investigar, em função da profundidade, a microestrutura e a dureza do material.

Verifica-se por metalografia a microestrutura (Fig.06,07,08) de um modo geral, a existência de três diferentes regiões:

(1) o material base que não foi afetado, apresentando uma estrutura clássica de aço carbono hipoeutetoide, com seus dois componentes, grãos de ferrita e perlita.

(2) uma zona fundida de pequena espessura onde uma microestrutura altamente distorcida resultante da solidificação rápida é observada, com a existência de formação de martensita.

(3) uma zona afetada pelo calor, na qual ocorre um refinamento dos grãos do material base, sendo esta zona bem estreita devido ao aquecimento e resfriamento rápido.

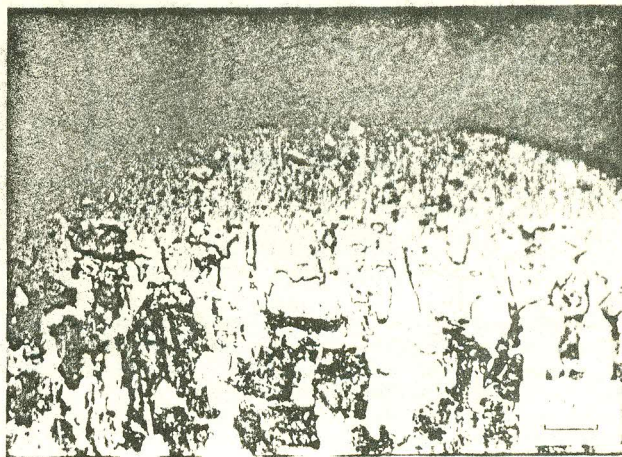


Fig.06- Metalografia do pulso I

As medidas de microdureza foram realizadas na seção transversal da amostra nas regiões afetadas pela irradiação com laser, sendo medidos pontos desde as proximidades da superfície até o material de base (Fig.09).

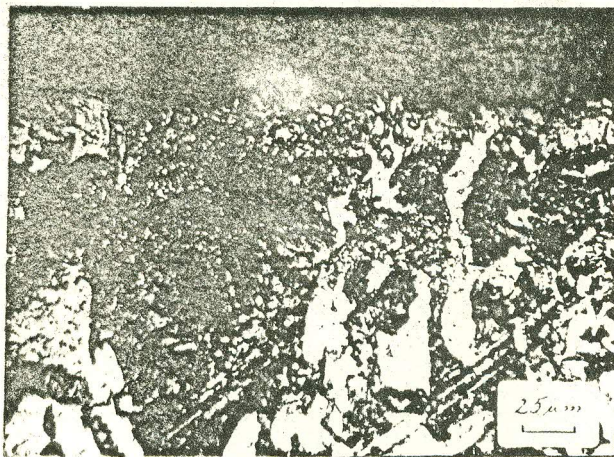


Fig.07- Metalografia do pulso II

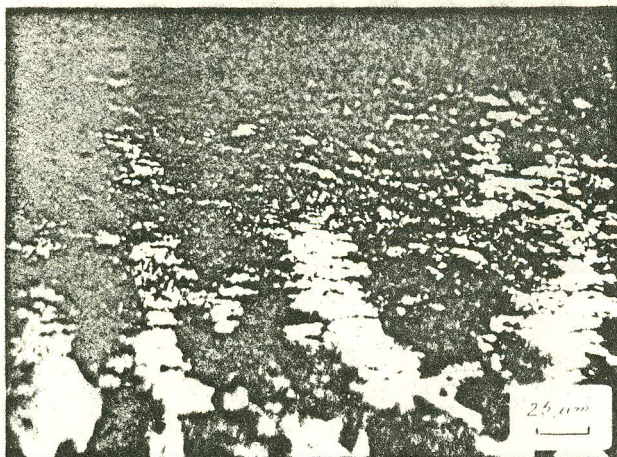


Fig.08- Metalografia do pulso III

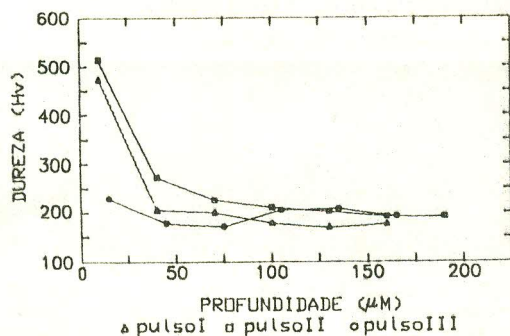


Fig.09- Medidas de dureza na seção transversal de uma amostra irradiada a laser com pulsos de diferentes densidades de potência

- CONCLUSÃO

O estudo mostra que é possível aumentar em até cinco vezes a dureza superficial do aço ABNT 1045. Os resultados obtidos, contudo, não são ainda satisfatórios, pois embora o endurecimento tenha sido grande, houve uma inaceitável perda de qualidade da superfície devido à fusão desta.

Um novo arranjo está sendo montado, onde um laser de neodímio será utilizado.

Este laser possui uma largura temporal maior, o que possibilitará, através de um foco adequado, manter o controle sobre a qualidade da superfície irradiada e ainda obter altas durezas.

- ABSTRACT

The laser irradiation of surfaces has proved to be a promising technique, because of the great versatility on modifying steel characteristics. The controlled irradiation process has induced effects on materials surface, as quenching, tempering and annealing, without modification on the original dimensions and rugosity, glassing, microalloying and shock hardening. This technique allows material treatments at well defined areas and it has been applied to study the SAE 1045 steel, by investigating modifications due to laser radiation.

- BIBLIOGRAFIA

- 1- Mailliet, H.; "O Laser Princípios e Técnicas de Aplicação"; ed. Manole; 1987
- 2- Goldman, M.D.L.; "Applications of the Laser"; ed. CRC Press; 1974
- 3- Ready, J.F.; "Effects of High-Power Laser Radiation"; ed. Academic Press; 1971
- 4- Arecchi, F.T.; Schulz-Dubois, E.O.; "Laser Handbook"; ed. North-Holland Publishing Company; 1972
- 5- Blaes, L.; Bauer, P.; Gonser, U.; Kern, R.; Zeitschrift für Metallkunde, 79 (1988) 278-281.
- 6- Pelletier, J.M.; Pergue, D.; Fouquet, F.; J. Materials Science, 24 (1989) 4343-4349.
- 7- Kovalenco, V.S.; Verkhoturov, A.D.; Golovko, L.F.; Podchernyaeva, I.A.; J. Soviet Laser Research, 9 (1988) 2-77.