

EFEITO DO 'SHOT PINNING' NA NITRETAÇÃO A GÁS DE FERRO SINTERIZADO

L. Calicchio⁽¹⁾, J. Vatavuk⁽²⁾, M. F. Pillis⁽¹⁾

(1) Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares.

Centro de Ciência e Tecnologia de Materiais.

Av. Prof. Lineu Prestes, 2242 CEP 05508-000 São Paulo-SP.

mfpillis@ipen.br

(2) Universidade Presbiteriana Mackenzie

RESUMO

Este trabalho teve por objetivo avaliar a nitretação a gás de peças sinterizadas, previamente submetidas ao processo 'shot pinning'. O estudo verifica que as peças não jateadas por granalhas de aço antes da nitretação, não apresentam camada branca ou apresentam fina camada branca após longos tempos de nitretação. Foram observados nitretos no interior da peça. As peças jateadas por granalhas de aço antes de serem nitretadas tiveram sua porosidade superficial fechada, resultando na presença de camada branca para tempos menores de nitretação. Foi observado que a espessura da camada aumenta para tempos mais longos de nitretação. Não foram observados nitretos no interior da peça.

PALAVRAS-CHAVES: nitretação, shot peening, sinterizado.

INTRODUÇÃO

Materiais produzidos por metalurgia do pó, também chamados de sinterizados, são concebidos através da compactação de um ou mais pós, metálicos ou não, em um ferramental que pode ter a dimensão e formato da peça final⁽¹⁾. Após esta etapa, os compactados são aquecidos num processo conhecido por sinterização. Peças assim produzidas têm a vantagem de necessitar de uma baixa energia de transformação, porém, obtém-se uma peça porosa.

A nitretação é um processo termoquímico e consiste na introdução de nitrogênio na forma atômica, por difusão, no reticulado cristalino dos materiais. Devido à baixa difusividade do nitrogênio nas ligas à base de ferro, altas temperaturas e longos tempos de nitretação são utilizados⁽²⁾. O nitrogênio que se difunde combina-se com o ferro e com os elementos de liga presentes, e forma nitretos que modificam as propriedades físicas e mecânicas da superfície das peças. Com isso consegue-se, por exemplo, uma peça de superfície dura e resistente ao desgaste, e um núcleo tenaz, resistente à propagação de trincas. Atualmente, quando se tem a necessidade de nitretar peças produzidas pela metalurgia do pó, usa-se a nitretação a plasma. Apesar de ser um processo de alto custo, com diversas dificuldades operacionais e de ajuste de processo, é o único processo viável para esses materiais.

'Shot peening' é um processo mecânico, amplamente utilizado pela indústria para melhorar a resistência à fadiga em peças e estruturas. Trata-se de um processo de deformação plástica a frio, no qual a superfície do material é jateada com pequenas esferas, que agem como martelos diminutos batendo na superfície da peça, deformando-a e formando covas⁽³⁾. Os principais efeitos produzidos na superfície dos materiais são tensões residuais compressivas⁽⁴⁾, aumento de rugosidade, e aumento de dureza superficial. Segundo K.Funatani⁽⁵⁾, o processo de nitretação é acelerado pelo 'shot peening'.

Neste trabalho estão apresentados os resultados preliminares do efeito do 'shot peening' sobre o comportamento de nitretação convencional (a gás) de pastilhas de ferro sinterizadas, submetidas ou não a processamento por 'shot peening'.

MATERIAIS E MÉTODOS

O material estudado são peças sinterizadas produzidas a partir da mistura de pós de ferro puro atomizados em água, cuja composição química nominal (em peso)⁽⁶⁾ está indicada abaixo:

- 50% - atomet 28[®] – (0,05%C; 0,17%O; 0,005%S; 99,4% mín Fe; 0,008%Mn)
- 50% - atomet 1001[®] – (0,003%C; 0,08%O; 0,007%S; 99,4% mín Fe; 0,20%Mn)

Os sinterizados têm densidade de aproximadamente 6,5 g/cm³, segundo a empresa fornecedora. A escolha desse material deveu-se a sua ampla utilização em componentes automotivos sujeitos a condições de atrito elevado.

A nitretação a gás, em atmosfera de amônia, foi efetuada por períodos de 10 e 20 h a 400°C. Para cada um dos testes utilizou-se uma amostra como recebida (apenas sinterizada) e outra sinterizada e submetida ao processamento 'shot peening'. Neste processo as amostras foram jateadas com granalhas de aço.

Foi observada por microscopia óptica a secção transversal das amostras nitretadas, submetidas ou não previamente ao processo de 'shot peening'. Foi utilizado o reativo Nital para revelação da microestrutura.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na figura 1 está apresentada a micrografia do material sinterizado e nitretado por 10h a 400°C. Observa-se que este material não apresenta a camada branca, característica da nitretação a gás. Observa-se também a presença de poros, característica do material produzido por metalurgia do pó.

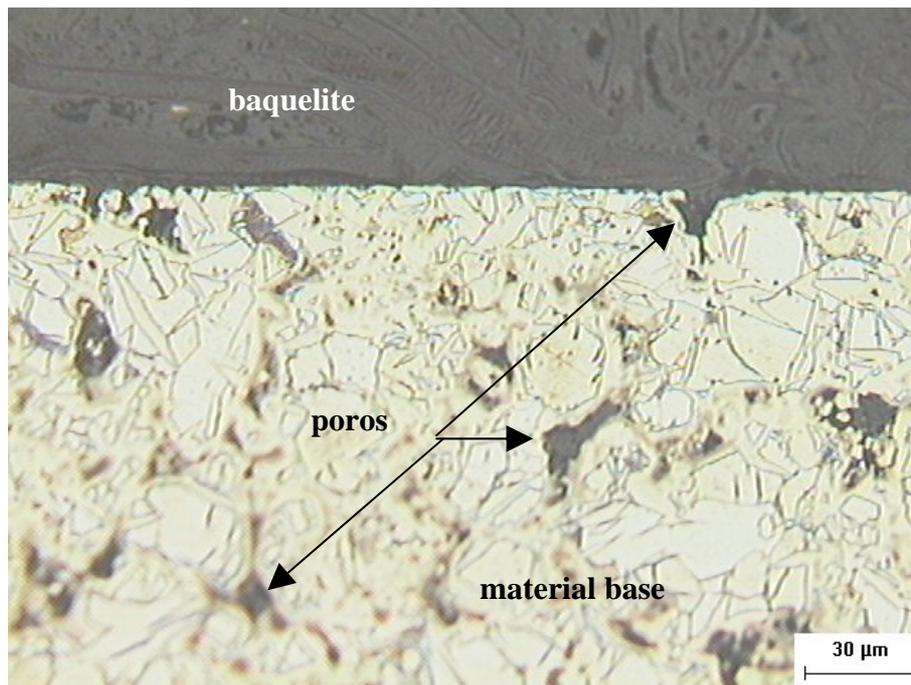


Figura 1 – Secção transversal do material sinterizado, não submetido a 'shot peening', e nitretado a 400°C por 10h. Região próxima à superfície.

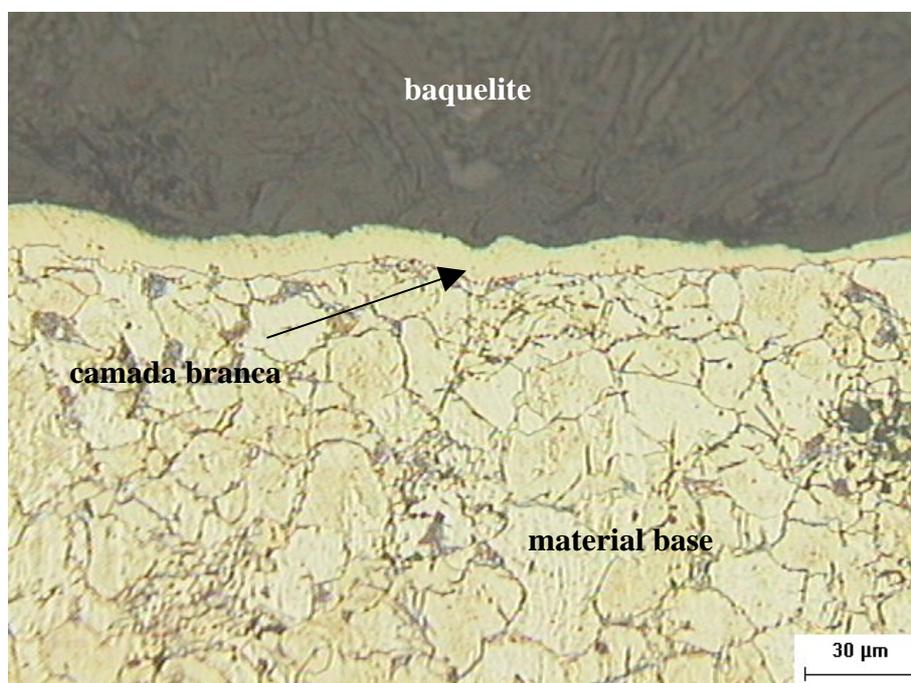


Figura 2 – Secção transversal do material sinterizado, submetido a 'shot peening', e nitretado a 400°C por 10h. Região próxima à superfície.

Na figura 2 está apresentada a secção transversal do material submetido ao processo 'shot peening' e posteriormente nitretado a gás por 10h. Observa-se a presença da camada branca e pode se observar também ausência dos poros na superfície, fechados durante o processo de 'shot peening'.

Na figura 3 está apresentada a secção transversal do material apenas sinterizado e nitretado, numa região próxima ao núcleo da peça. Observam-se nitretos de morfologia acicular, o que indica que o nitrogênio não teve ação apenas superficial, mas chegou ao núcleo da peça.

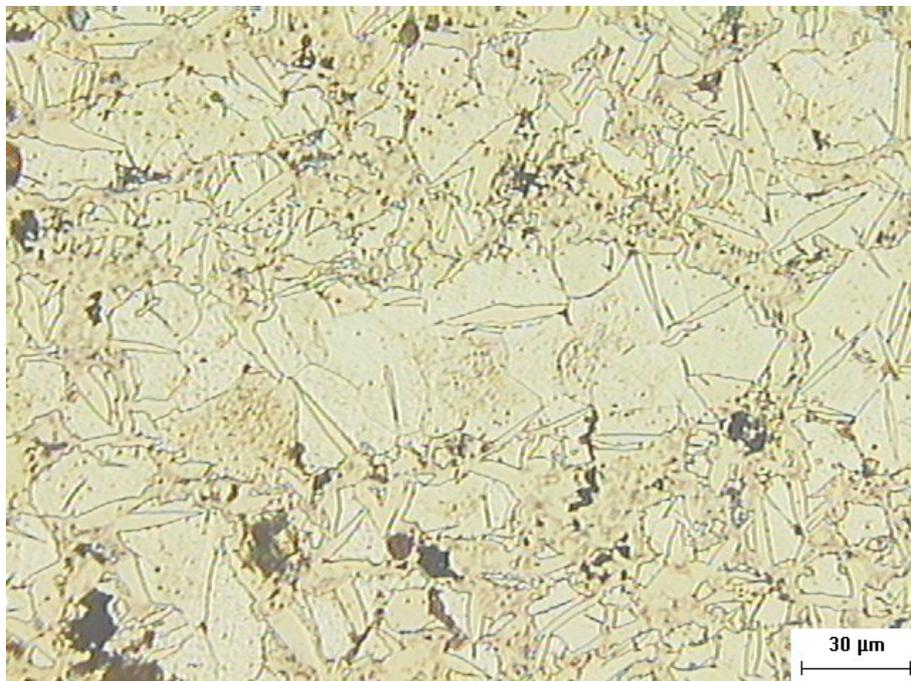


Figura 3 – Secção transversal do material sinterizado, não jateado com granalha de aço, e nitretado a 400°C por 10h. Região próxima ao núcleo.

Na figura 4 está apresentada a secção transversal do material sinterizado, previamente submetido a 'shot peening', e nitretado. Observa-se pequena incidência de nitretos de morfologia acicular. Provavelmente uma maior deformação superficial no processo shot peening, evitaria o surgimento desses nitretos no núcleo. Observa-se ainda, a presença de poros no núcleo da peça.

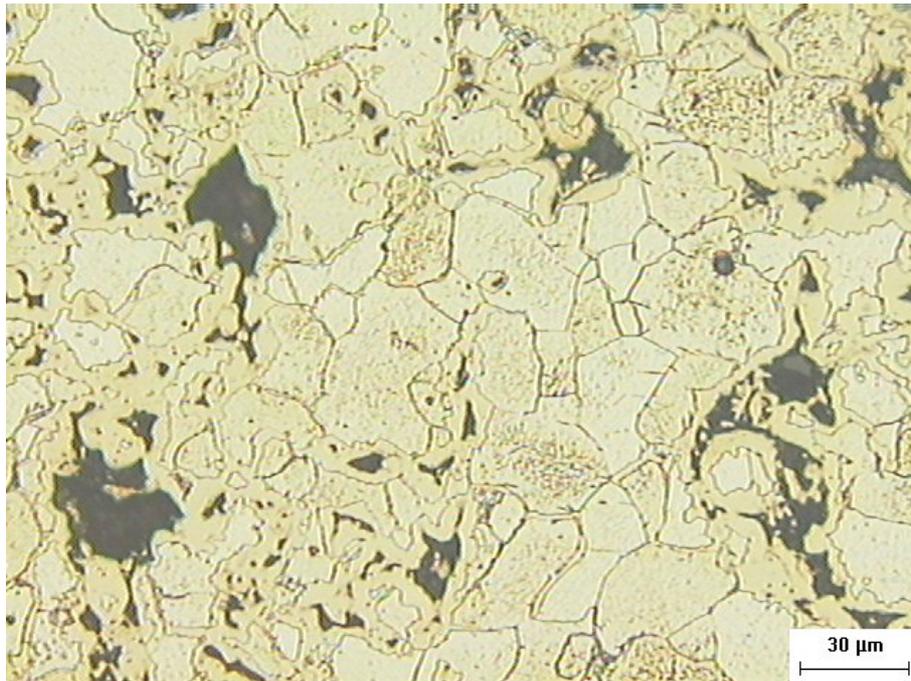


Figura 4 – Secção transversal do material sinterizado, previamente jateado com granalha de aço, e nitretado a 400°C por 10h. Região próxima ao núcleo.

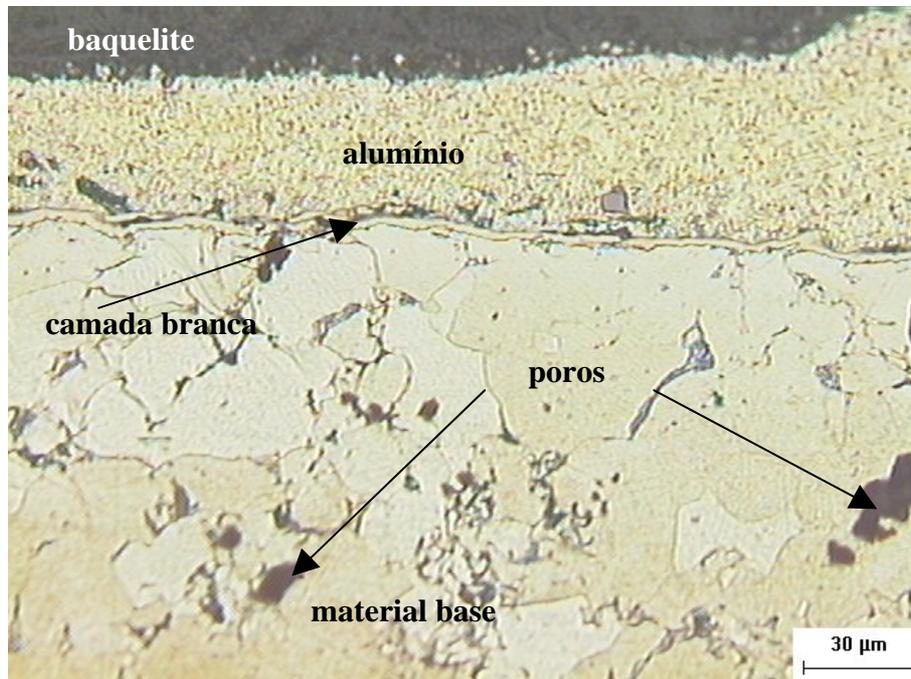


Figura 5 – Secção transversal do material apenas sinterizado, e nitretado por 20h a 400°C. Região próxima à superfície.

Na figura 5 está apresentada a secção transversal do material apenas sinterizado, e nitretado. Devido ao maior tempo dentro do forno de nitretação (20h) houve a formação de camada branca, embora de pequena espessura, diferentemente do que ocorreu para o teste efetuado em 10h. Observam-se também poros, característica dos materiais produzidos por metalurgia do pó.

Na figura 6 está apresentada a secção transversal do material sinterizado, jateado com granalha de aço, e nitretado. Verifica-se a formação de camada branca com espessura aproximadamente 3 vezes maior que na amostra não jateada previamente, e nitretada nas mesmas condições. Observa-se também o fechamento dos poros superficiais pelo processo 'shot peening'.

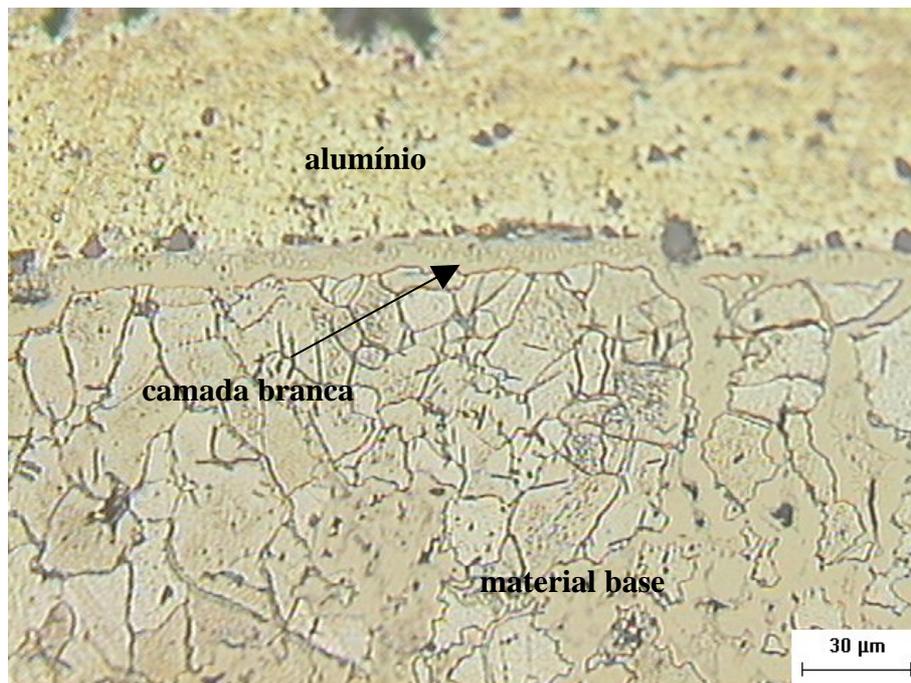


Figura 6 – Secção transversal do material sinterizado, jateado com granalha de aço, e nitretado por 20h a 400°C. Região próxima à superfície.

Como ocorrido na amostra não jateada e nitretada por 10h a 400°C, a amostra não jateada nitretada por 20h a 400°C também apresenta nitretos de morfologia acicular no núcleo da peça, como pode ser visto na figura 7.



Figura 7 – Secção transversal do material apenas sinterizado, e nitretado por 20h a 400°C. Região próxima ao núcleo.

Na figura 8 observa-se que a peça submetida ao processo de 'shot peening' antes do processo de nitretação não apresenta agulhas de nitreto em seu núcleo. Provavelmente, o 'shot peening' foi mais eficiente nessa amostra que na amostra da figura 4, que apresentou pequena quantidade de nitretos em seu núcleo. Como o 'shot peening' é um processo de ação superficial, verifica-se a presença de poros no interior da amostra.

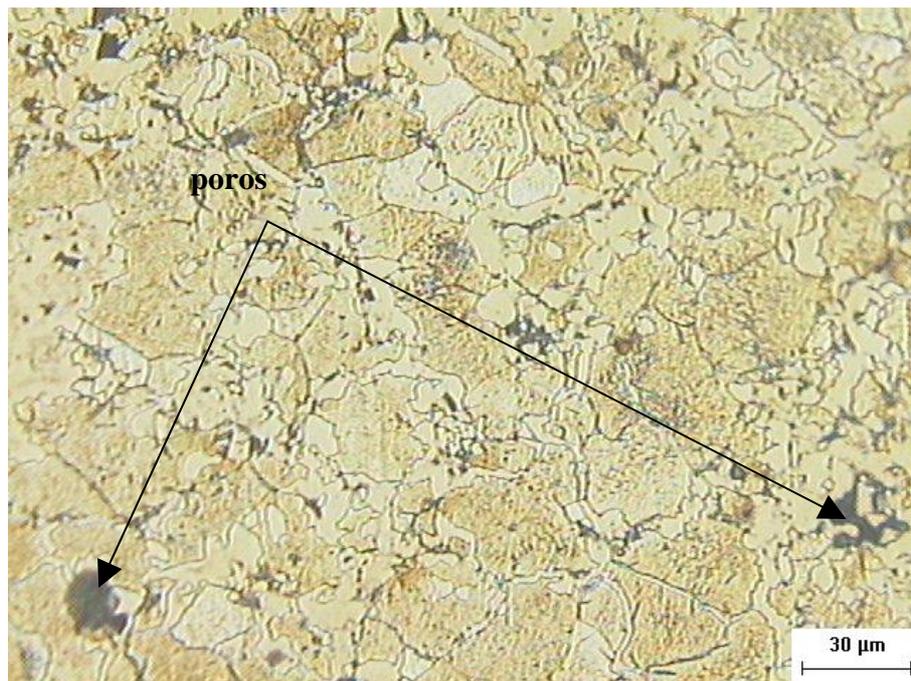


Figura 8 – Secção transversal do material sinterizado, jateado com granalha de aço, e nitretado por 20h a 400°C. Região próxima ao núcleo.

CONCLUSÕES

Pôde-se verificar neste trabalho, que o processo shot peening tem efeito satisfatório para o fechamento de poros superficiais de materiais produzidos por metalurgia do pó (sinterizados), e que a nitretação a gás pode ser viável para materiais produzidos nessas condições.

Durante a nitretação de materiais produzidos pela metalurgia do pó, a porosidade, característica dos materiais produzidos por esse processo, permite a penetração do meio nitretante no interior da peça, formando nitretos numa grande profundidade da amostra e, dificultando a formação da camada branca superficial.

Com o fechamento dos poros superficiais de materiais sinterizados pelo processo shot peening antes da nitretação, impede-se a penetração do meio nitretante na peça, impedindo a formação de nitretos no interior da mesma e favorecendo a formação da camada

branca. Com isso, tem-se uma peça com superfície resistente ao desgaste e com um núcleo tenaz.

REFERÊNCIAS

1. Chiaverini, V. Metalurgia do pó: Técnica e Produtos. 4ª Edição. São Paulo: Associação Brasileira de Metalurgia e Materiais, 2001.
2. Gu, J.F.; Bei, D.H.; Pan, J.S.; Lu, J.; Lu, K. Improved nitrogen transport in surface nanocrystallized low-carbon steels during gaseous nitridation. *Materials Letters* 55(2002) 340-343.
3. Colosio, M. Uma abordagem da vida em fadiga em barra estabilizadora automotiva considerando defeito superficial fisicamente pequeno. Instituto de Pesquisas Energética e Nucleares, São Paulo, 2003. Tese (doutoramento), 204p.
4. Mahagaonkar, S.B.; Brahmankar, P.K.; Seemikeri, C.Y. Effect of shot peening parameters on microhardness of AISI 1045 and 316L material: an analysis using design of experiment. *Int. J. Adv. Manuf. Techn.*, 2007. Disponível em <www.springerlink.com.w10077.dotlib.com.br/content/r453v632g3344751/fulltext.pdf>
5. Funatani, K. Low-temperature salt bath nitriding of steels. *Metal Science and Heat Treatment* 46:7-8 (2004) 277-281.
6. QMP – Quebec Powders Ltd. Disponível em www.qmp-powders.com. Acesso em 21 Nov. 2007.

SHOT PINNING EFFECT ON GASEOUS NITRIDING OF IRON SINTERED SAMPLES

ABSTRACT

The aim of this work was to evaluate the gas nitriding of sintered samples, first submitted to shot pinning process. Preliminary results showed that the white layer did not form over the samples just sintered and nitrides were observed in the bulk of the samples. Otherwise, samples that were first submitted to shot pinning process previously the nitriding process presented light layer. In this case, nitrides were not observed in the bulk of the samples.

Key words: nitriding, shot peening, sintered.