

# OXINITROL®

## AUMENTO DE VIDA ÚTIL E RECUPERAÇÃO DE MOLDES E MATRIZES PARA TRABALHO A QUENTE \*

\*

Shun Yoshida

### Resumo

O trabalho apresenta os resultados práticos encontrados na aplicação do processo OXINITROL®, em termos de aumento de vida útil, e SOBREVIDA para moldes e matrizes de fundição sob pressão de alumínio e matrizes de forjamento a quente. Descreve os procedimentos iniciais, o processo em si, e resultados totais ou parciais, para matrizes de clientes da COMBUSTOL TRATAMENTO DE METAIS LTDA.

**Palavras-chave:** Moldes e matrizes para trabalho a quente; Aumento da vida útil e moldes novos; Recuperação e sobrevida em moldes usados; Redução de retrabalhos em peças fundidas ou forjadas.

### OXINITROL® - LIFE INCREASE AND REPAIR FOR HOT WORKING MOLDS AND DIE

### Abstract

The paper shows practical results encountered in implementing the process named OXINITROL®, in terms of life increase and repair for long time used molds and dies, prolonging the lifetime for aluminum die casting dies and hot forging dies. Showing the initial procedures, some details of the process, e partial or complete results, for tools from customers of COMBUSTOL TRATAMENTO DE METAIS LTDA.

**Keywords:** Hot working molds and dies; New dies life increase; Recovery and repair in used dies; Rework reduction in casted and forged parts.

<sup>1</sup> Engenheiro Metalurgista pela Escola Politécnica da USP, Responsável por Pesquisa e Desenvolvimento de Produtos e Mercado, Grupo COMBUSTOL-METALPÓ, São Paulo-SP.

## 1 INTRODUÇÃO

Para os usuários de moldes e matrizes para fundição sob pressão de Al ou forjamento a quente, o aumento da vida útil destas ferramentas assume aspecto vital, seja por questões de custo, seja por questões envolvendo a produtividade, uma vez que a substituição ou reparos não previstos sempre serão sérios empecilhos para uma produção saudável, em termos de custos.

Assim, os diversos setores de engenharia envolvidos de alguma forma com moldes e matrizes tem procurado soluções para melhorar a condição de produção, aumentando a vida útil, seja através da introdução de aços mais modernos e de melhor rendimento, seja através de tratamentos térmicos e tratamentos de superfície, objetivando combater os fatores que influem na redução da vida útil.

O tema central deste trabalho, é focado nos processos de NITRETAÇÃO/NITROCARBONETAÇÃO e suas diversas variantes, de resto já consagrados no mercado como uma solução economicamente viável e eficiente, cujo principal objetivo é proteger a superfície da ferramenta do “ataque” físico-químico-mecânico do produto em questão. Estes processos, aplicados em moldes novos, tem contribuído para significativo aumento na vida útil, sendo extensivamente aplicados na industria.

Entretanto, um segundo fator de importância relevante, é **“o que fazer com moldes já em final de vida, que apresentam sérios problemas de degradação da superfície, necessitando reparos caros, através, p.ex., soldagem, e produção de peças com muitas rebarbas e outros defeitos, que necessitam custosos retrabalhos, afetando a produtividade e, conseqüentemente, os custos finais?”**

Para responder à essa demanda do mercado, os setores de Engenharia da COMBUSTOL TRATAMENTO DE METAIS LTDA., desenvolveram o processo aqui denominado OXINITROL®, combinando o processo proprietário de nitrocarbonetação NITREG-C®, com um processo especial de OXIDAÇÃO rico em enxofre, gerando um camada que apresenta excepcionais resultados em termos de SOBREVIDA dos moldes e matrizes, particularmente para fundição sob pressão de Al e forjamento a quente de aços.

## 2 DESGASTE ADESIVO E FADIGA TÉRMICA – O EFEITO DO OXINITROL®

A camada OXINITROL® é basicamente formada por uma camada nitrocarbonetada pelo processo NITREG-C®, isenta de camada branca, e com elevado grau de controle sobre a morfologia da camada, muito superior aos demais processos gasosos disponíveis no mercado, e uma oxidação controlada desta camada, com composto rico em enxofre, para gerar uma camada dupla na superfície da ferramenta.

O processo NITREG-C® é um processo proprietário desenvolvido pela empresa canadense NITREX, consistindo numa nitrocarbonetação gasosa, mas diferenciando-se dos demais processos do mercado, devido ao alto grau de controle da camada, obtida basicamente pelo controle do fluxo de gases em tempo real, na câmara de reação. O fluxo de gases formadores da camada nitrocarbonetada é

continuamente monitorada, e, em função do Potencial de Nitretação pré-setado (através de receitas desenvolvidas pela engenharia) alterado em tempo real, permitindo o citado controle da camada (fig1).

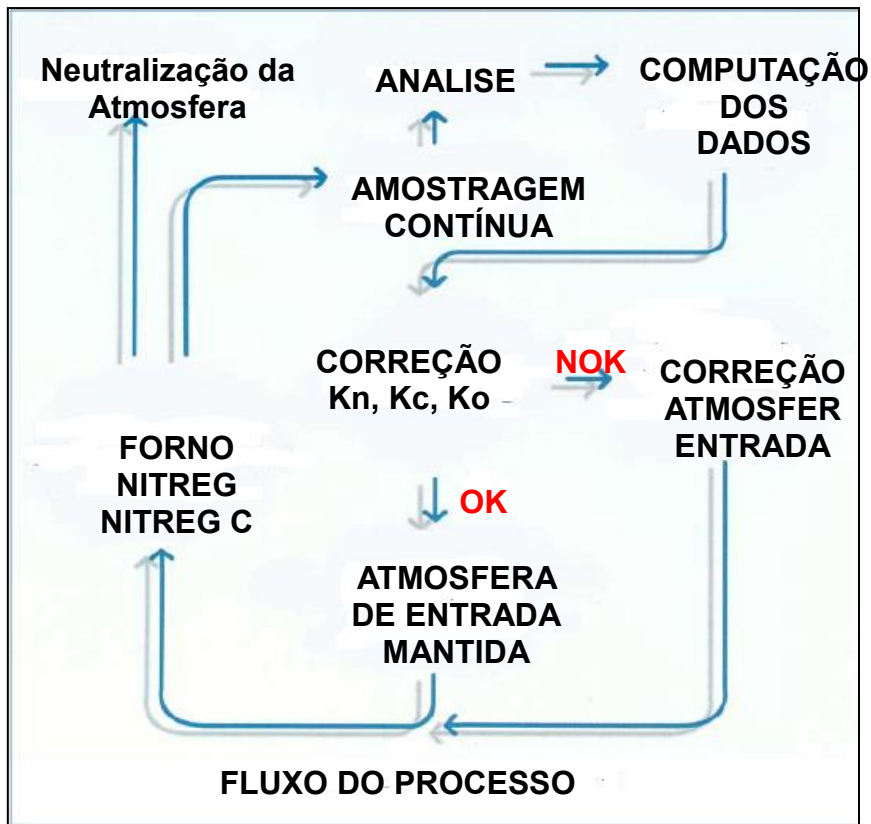


Fig 1.: Fluxo básico de processo para o NITREG-C® (COMBUSTOL)

O processo NITREG-C® gera, adicionalmente, elevada resistência à corrosão, e alta dureza de superfície, superior aos processos convencionais de nitrocarbonetação gasosa, como ilustra a figura 2, abaixo.

**Pistões de Freio após  
400 hs SS (ASTM B117)  
Nitreg x Processo Concorrente**



Fig. 2: Item produtivo ilustrando o efeito do processo NITREG na resistência à corrosão (NITREX).

O processo de OXIDAÇÃO posterior é conduzido em outro tipo de equipamento, gerando camada rica em óxidos e sulfetos. A composição da camada, obtida através de análise de microsonda, em média apresenta 40% de Fe, 58% de O<sub>2</sub> e 2% de S.

A camada produzida pela oxidação vai servir como “barreira” contra o ataque de Alumínio líquido (no caso de fundição sob pressão de Al), inibindo o conhecido efeito de erosão (ref.1), comum em fundição sob pressão de Al.

O mecanismo, em resumo, consiste de um ataque químico do alumínio líquido ao Ferro contido no aço ferramenta, formando fase intermetálica rica em Si (proveniente do Al). Esta fase gradualmente cresce, destacando-se do substrato, mas trazendo consigo fragmentos da matriz (ref.2). Após a formação deste defeito na superfície o desgaste evolui, danificando a matriz e causando defeitos na peça (fig3).

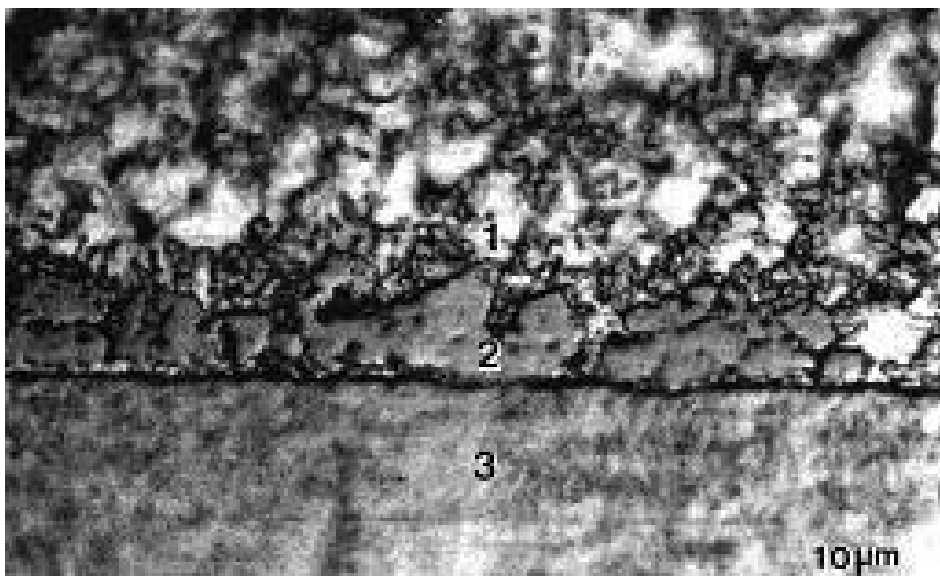


Fig.3: Formação do intermetálico (2) entre o alumínio (1) e o aço ferramenta (3) (ref.1)

Além do efeito de inibir a reação entre o alumínio líquido e o aço ferramenta, a camada óxida, em função do seu conteúdo de S, agirá como lubrificante, reduzindo o coeficiente de atrito, e conseqüentemente o efeito de “arraste” do alumínio sobre a superfície da ferramenta.

A resistência à fadiga térmica é melhorada, principalmente pelo efeito da redução dos defeitos causados pelo desgaste adesivo, ilustrado acima, e também pelo aumento da dureza, SEM AFETAR A TENACIDADE, proporcionado pelo NITREG-C®.

A fig.4 a seguir ilustra este efeito, em ensaio de impressão de dureza, mostrando a tenacidade superior do NITREG-C®, em comparação com outros processos convencionais de nitrocarbonetação gasosa.

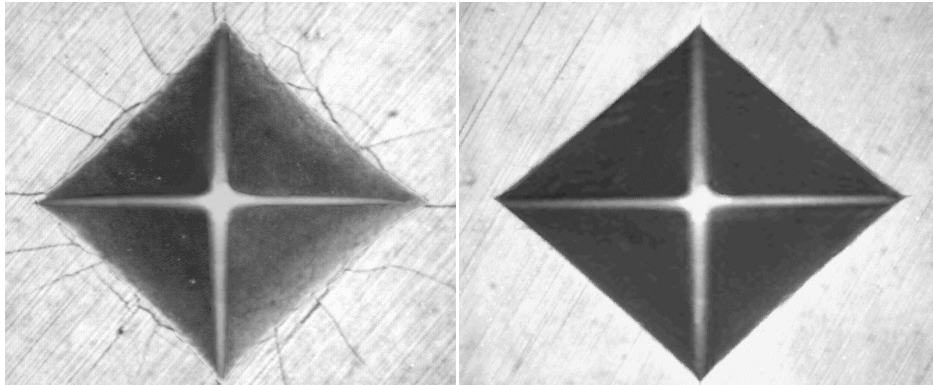


Fig. 4: Ensaio de indentação HV30. A direita o Nitreg-C® e à esquerda processo convencional de nitrocarbonetação. Observe a formação de trincas no processo convencional (NITREX)

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Matriz de Forjamento

Matrizes de forjamento a quente, em geral são submetidas a elevados esforços mecânicos, e, no caso de forjamento em martelo, a elevado impacto, exigindo do aço alta tenacidade.

Nesse caso, o OXINITROL®, pela redução do coeficiente de atrito, reduz o esforço total sobre a ferramenta, facilitando o escoamento do aço. O substrato tratado pelo processo NITREG-C®, aumenta a resistência à compressão, através do aumento da dureza, sem no entanto afetar substancialmente a tenacidade, gerando elevada resistência à formação de trincas térmicas.

A aplicação do processo a matriz similar à apresentada na fig.5, apresentou como resultado um aumento da vida útil próximo a 40%, até a primeira manutenção.



Fig. 5: Matriz de forjamento a quente, prensa excêntrica, com resultado 40% superior comparado com ferramenta com nitrocarbonetação convencional (COMBUSTOL).

Nos testes conduzidos em matriz similar à ilustrada na fig. 5, houve ainda um efeito colateral, de melhoria do produto, em termos de redução de rebarbas, e melhoria no acabamento superficial.

### 3.1 Molde para Fundição sob pressão de alumínio

#### 3.1.1 Recuperação de moldes usados

Frequentemente, seja por motivos econômicos, seja por motivos administrativos, o fundidor NÃO tem autorização do seu cliente final, para substituição de um molde usado, já em final de vida, sendo obrigado a continuar produzindo, e convivendo com os problemas recorrentes dessa situação quais sejam:

- Excesso de retrabalho, devido à formação de rebarbas nas peças fundidas;
- Refugo elevado, devido a defeitos superficiais não corrigíveis via rebarbação;
- Redução drástica da produtividade, pela necessidade de reduzir a pressão de injeção e/ou aumentar o tempo de ciclo de injeção;
- Paradas frequentes, acima do previsto, para limpeza do molde e ajustes de fechamento.

A figura 6, abaixo, ilustra uma situação crítica, em que literalmente não se sabe o que é peça e o que é rebarba, obrigando o fundidor a aumentar substancialmente seus custos de produção.



Fig. 6: Peça fundida em alumínio, via die cast, em molde de final de vida. Note a quantidade de rebarbas (ALUINFO)

O processo OXINITROL®, se não soluciona 100% do problema, permite ao fundidor ganhar uma SOBREVIDA, até que seja autorizado a fabricação de um novo molde, permitindo uma produção sem grandes aumentos de custo.

Devido, principalmente à redução do coeficiente de atrito, e à resistência ao ataque do alumínio líquido, proporcionados pelo OXINITROL®, em testes realizados em condições reais de produção, obteve-se um aumento de 30% na vida além daquela projetada, com substancial redução de rebarbas e retrabalhos, SEM que houvesse necessidade de reduzir a pressão de injeção e com o mesmo ciclo de injeção.

### 3.1.1 Aplicação em Moldes Novos

O testes com moldes novos ainda estão em andamento, mas a avaliação preliminar, para molde de duas cavidades, uma tratada de forma convencional, e outra com o OXINITROL®, já mostram um resultado interessante, com a cavidade nitretada e oxidada sem nenhuma fadiga térmica, enquanto que a outra, convencional, já apresenta pontos com a característica trinca “pé-de-galinha”, principalmente nos cantos e furos de extração.

Entretanto, espera-se um aumento de vida superior a 50% até a primeira manutenção programada.

## REFERÊNCIAS

- 1 SHIVPURI, R., VENKATESAN, K., YU, M., CHU, Y.-L., “*A study of erosion in die casting dies by a multiple pin accelerated erosion test*”, Journal of Materials Engineering and Performance, Vol. 4(2) April 1995 – pg.145-153, ASM
- 2 YOSHIDA, S., Nitrocarbonetação sem camada branca para matrizes de injeção de Al., Seminário Internacional de Tratamentos Térmicos, ABM, SP, Brasil, 21/09/1998.
- 3 Catálogos Institucionais NITREX Inc. - Canada