

A NODULIZAÇÃO DE FERROS FUNDIDOS
ATRAVÉS DA UTILIZAÇÃO DE MAGNÉSIO PURO (1)

Antonio Guilherme Dias (2)
Sergio Maximiano Alves (3)

R e s u m o

São descritas as principais fases de tratamento de ferros fundidos nodulares pela Cia. Metalúrgica Barbarã. O processo utilizado é o de nodulização com magnésio puro através da técnica desenvolvida pela Pont-A-Mousson.

-
- (1) Contribuição técnica apresentada no Seminário Sobre Tecnologia em Fundição, COFUN/ABM, S.Paulo, setembro de 1982.
 - (2) Eng. Mecânico, Sub-Gerente da Usina, Setor Centrifugação, Cia. Met. Barbarã S.A.
 - (3) Eng. Mecânico, Chefe da Unidade de Fusão e Redução, Cia. Met. Barbarã S.A.

1) INTRODUÇÃO

A usina da Pont-A-Mousson S.A. na França tem durante longo tempo acompanhado o progresso dos processos de tratamento de ferro fundido nodular, tendo utilizado e ensaiado uma grande variedade deles. A partir de 1967 passou a utilizar o magnésio puro para o tratamento de nodulização, através de um processo desenvolvido e patenteado pela própria Pont-A-Mousson e denominado MAP (magnésio puro). No Brasil esse processo foi introduzido em 1969 pela Cia. Metalúrgica Barbarã e permanece, até hoje, como meio de tratamento utilizado para a fabricação de tubos centrifugados e conexões.

A usina localizada em Barra Mansa é especializada na produção de ferro fundido nodular ferrítico, na forma de tubos centrifugados e conexões. Os diâmetros produzidos variam de 50 a 1.200 mm. Em 1981 a produção foi de aproximadamente 90.000t de tubos centrifugados e 9.100t de conexões.

2) DESCRIÇÃO DO PROCESSO UTILIZADO NA BARBARÃ

Na usina localizada em Barra Mansa, o ferro base é proveniente de dois altos fornos a carvão vegetal e também a partir de um forno elétrico de redução. Graças à utilização de carvão vegetal, o teor de enxofre do ferro gusa, proveniente do alto forno, varia de 0,025 a 0,030% e, o proveniente do forno elétrico de redução, de 0,008 a 0,010%. Esses dois metais são coletados num misturador comum onde a análise visada é a seguinte:

3,8 a 3,9%C
1,8 a 2,0%Si
0,15%Mn máximo (usualmente menor do que 0,10%)
0,020%S máximo

Após o tratamento de nodulização e inoculação o metal líquido é vazado em coquilhas metálicas e em moldes de areia. Em qualquer um dos casos a velocidade de resfriamento é muito elevada, mesmo para os moldes de areia, pois as conexões tem usualmente parede muito fina. Como consequência é extremamente importante manter o teor de magnésio do ferro nodular dentro dos limites estreitos, caso contrário haverá grande tendência ao coquilhamento.

O produto final é ferro fundido nodular de matriz ferrítica, onde o alongamento mínimo especificado é de 10%, a resistência à tração mínima de 420 MPA e dureza máxima 210 HB. A fim de facilitar a obtenção de estrutura ferrítica, o teor de manganês deve ser também reduzido. Pode ser constatado que o teor de manganês é usualmente mais reduzido do que outras usinas operando do Brasil.

3) DESCRIÇÃO DO PROCESSO DE TRATAMENTO

O processo de tratamento de nodulização utilizado na Barbarã, conserva a mesma simplicidade da concepção original do processo MAP. A figura 1 mostra uma vista da instalação. O conjunto é composto de uma panela que recebe o metal líquido, estando situado sobre a panela um cadinho (sino) de grafita perfurado preso a uma haste metálica, e a uma tampa de proteção. São posicionados e fixados pedaços de magnésio puro no interior do cadinho (sino) conforme mostra a figura 2.

O ferro líquido proveniente do misturador é superaquecido em fornos de indução em temperaturas variando de 1420 a 1450°C. Em seguida são vazados cerca de 5.000 kg de ferro líquido na panela de tratamento. O conjunto cadinho de grafita - tampa de proteção é abaixado e o magnésio puro mergulhado no banho de ferro. A reação do magnésio com o ferro líquido tem um período de duração de 25 a 30 segundos. A quantidade usada de magnésio é da ordem de 0,08% e a pureza de 99%.

Após o tratamento de nodulização é retirada a escória da panela e o metal transferido para as máquinas de centrifugação ou para a área de vazamento de conexões. Durante o vazamento para panelas de transferência o ferro é inoculado de maneira que ocorre um aumento do teor de silício de 0,2 a 0,6%, dependendo do tipo de peça.

4) CUIDADOS IMPORTANTES A SEREM OBSERVADOS

Como mencionado anteriormente, a composição do ferro base é controlada para a obtenção de um baixo teor em manganês. O teor de enxofre não deve ultrapassar 0,02%, pois, caso contrário, o teor de magnésio residual será relativamente baixo. Quando isso ocorra, é interessante fazer uma prévia dessulfuração do ferro líquido. Com o controle cuidadoso que a Barbarã tem hoje sobre a operação dos altos fornos e do forno elétrico de redução, não há necessidade de prévia dessulfuração do ferro-gusa a não ser em casos esporádicos. Em função do teor inicial de enxofre no ferro é controlada a adição de magnésio para um teor residual de 0,025 a 0,035% Mg. Teores mais reduzidos do que o especificado levam a nodulização incompleta e, teores mais elevados a um excesso de carbonetos livres. É importante frisar que, em se tratando de peças que resfriam rapidamente, há maior tendência à obtenção de estrutura coquilhada.

A figura 3 mostra a correlação entre o teor de enxofre no ferro base e o teor final de magnésio residual. Essa correlação foi obtida através de um longo acompanhamento na Metalúrgica Barbarã. Pode ser observado que, para baixos teores de enxofre, o rendimento de magnésio é superior a 70%.

Um outro ponto importante a ser observado é a temperatura de tratamento. Quanto maior a temperatura de tratamento, menor o rendimento de magnésio. Este elemento tem grande tendência a

perda por volatilização, quando a temperatura de tratamento for superior a 1450°C. A figura 4 ilustra bem esse efeito.

Após o tratamento o ferro líquido tende a perder magnésio por oxidação e novamente ocorre queda da eficiência de nodulização. A experiência da usina da Barbará mostra que o tempo máximo de utilização é de 10 minutos após o tratamento.

Finalmente deve ser observado cuidadosamente o nível de metal na panela de tratamento. O cadinho (sino) de tratamento deve ficar a uma profundidade de aproximadamente 90 cm da superfície livre do ferro-gusa. Quando o cadinho (sino) estiver mais profundo, ocorre perda de ferro por projeção e derramamento. Quando o sino estiver mais raso, a reação não afeta toda a massa líquida, sendo que a parte superior conterá maior teor de magnésio (tendência à formação de carbonetos) e, a parte inferior, insuficiência de magnésio (tendência à formação de grafita degenerada).

Após o tratamento e considerando que as peças produzidas na Barbará tem alta velocidade de resfriamento, é extremamente importante um processo de inoculação o mais eficiente quanto possível. Dependendo do tipo de peça, é utilizado uma mistura de CaSi com FeSi75.

5) CONCLUSÃO

A Cia. Metalúrgica Barbará optou pela utilização do processo MAP para o tratamento de ferro fundido nodular. Esse processo, que consiste na utilização de magnésio puro, é adaptável à escala de produção da usina de Barra Mansa e, nesse sentido, é mais econômico do que a utilização do magnésio na forma de ligas. Por outro lado, o emprego de ligas do tipo FeSiMg tem a desvantagem de aumento do teor em silício, o que é, as vezes, indesejável. Foi mostrado que para o melhor rendimento do magnésio é interessante fazer o tratamento em temperaturas relativamente baixas, nunca superiores a 1450°C. Além disso, o teor de enxofre do ferro base deve ser relativamente reduzido.

6) BIBLIOGRAFIA

Utilisation simple e économique du magnésium pur dans l'élaboration de la fonte à graphite sphéroïdal Pont-A-Mousson.

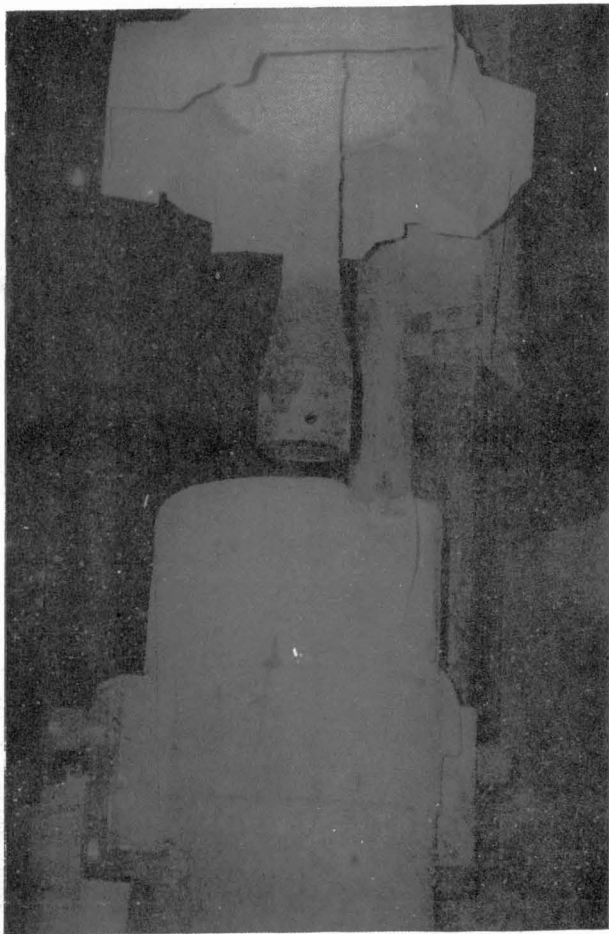


Fig. 1 - Vista da instalação de tratamento

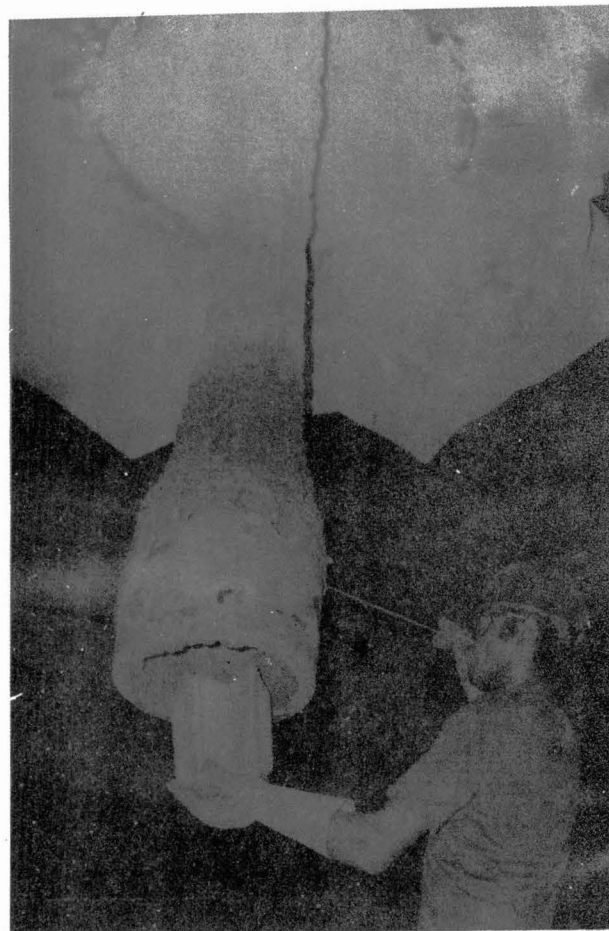


Fig. 2 - Colocação do magnésio no sino de grafita

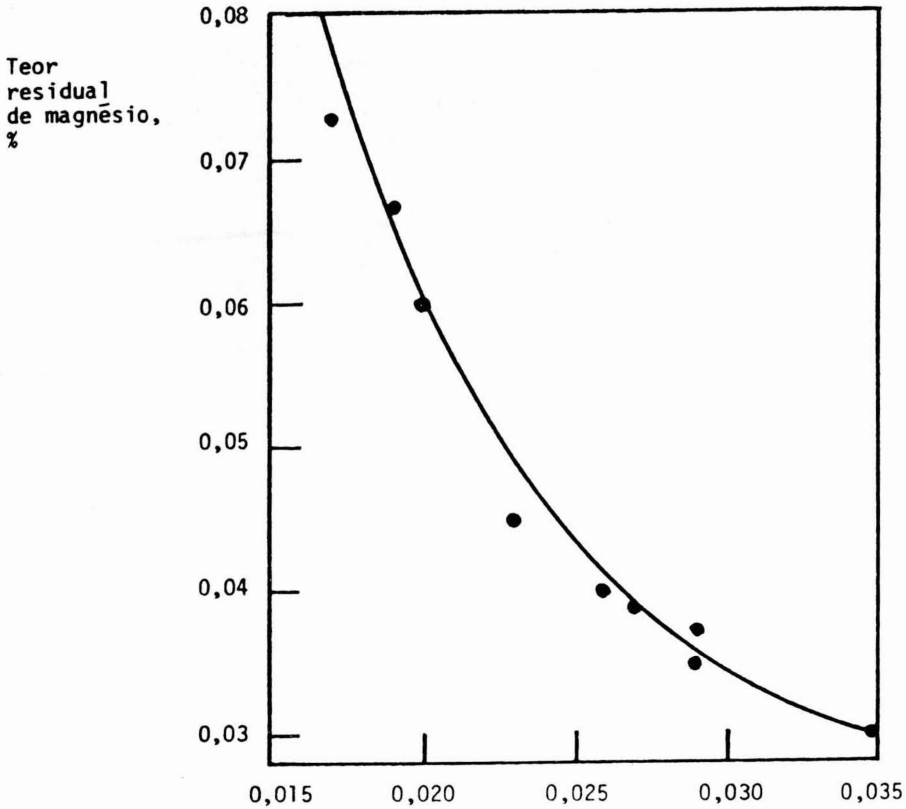


Fig. 3 - Correlação entre o teor inicial de enxofre e o teor final de magnésio. Adição de 0,1% Mg e temperatura de tratamento 1300 a 1380°C.

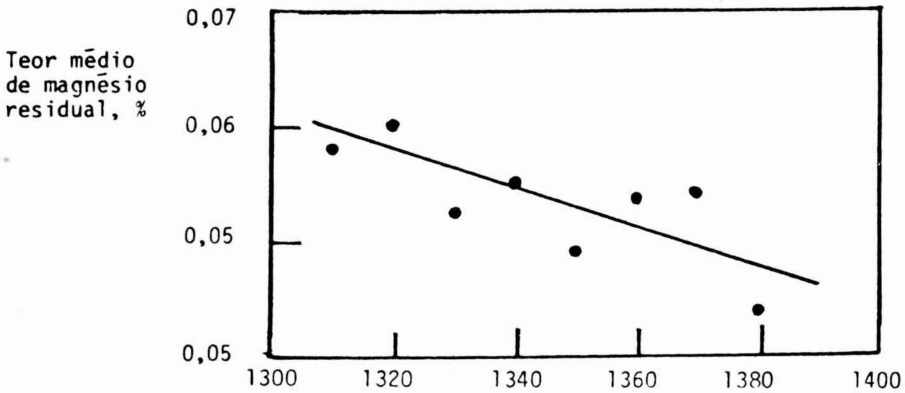


Fig. 4 - Correlação entre a temperatura de tratamento e o teor médio de magnésio residual