

ELIMINAÇÃO DE MASSALOTE EM PEÇAS DE FERRO FUNDIDO NODULAR

Autoalimentação por expansão gráfica em molde rígido

22º Encontro dos Fundidores do Paraná

1º Encontro das Fundições Brasileiras no Paraná

João Baptista Filho

Leonardo Esteves dos Santos

Cronologia do aprendizado

“Não fique com o conhecimento na teoria, avalie-os na prática” (TPS)

Década de 1970 - A Fundição Tupy mantinha um programa de divulgação tecnológica chamado ITT (Informação Tecnológica Tupy).

Dr. Adolar Pieske apresentou em uma dessas aulas, o fenômeno da expansão gráfica e da autoalimentação no ferro fundido nodular.

2015 - A Fundição Tiger perdeu o fornecimento de um grande cliente devido à incidência de rechupes em peças de ferro fundido nodular.

2021 - Em palestra patrocinada por Fernando (Dr. Fundição) no YouTube, o Eng. Gelson Montero (Künkel Wagner) apresentou informações detalhadas sobre a influência da rigidez do molde na contenção da expansão da grafita, reforçando que peças em ferro fundido nodular podem ser fundidas sem massalotes.

2022 - A Fundição Tiger iniciou consultoria em metalurgia física com o Eng. Carlos Castelo Branco.

2023 - A Fundição Tiger consolida os novos desenvolvimentos sem a utilização de massalotes.

Eliminação de Massalote — Trabalho Desenvolvido

Autoalimentação por expansão grafitica em ferro fundido nodular

Eliminar massalotes em ferro fundido nodular por autoalimentação, aproveitando a expansão grafitica em molde rígido — fenômeno natural que gera pressão interna e alimenta a própria peça durante a solidificação.

Com auxílio dos metalurgistas **Gelson Montero**, **Carlos Castelo Branco** e **Adolar Pieske**, com o entendimento teórico da solidificação do ferro fundido nodular, aplicamos na prática, ajustando parâmetros críticos: nucleação, composição térmica, química, rigidez do molde e sistemas de travamento que garantam que não haja abertura do molde.



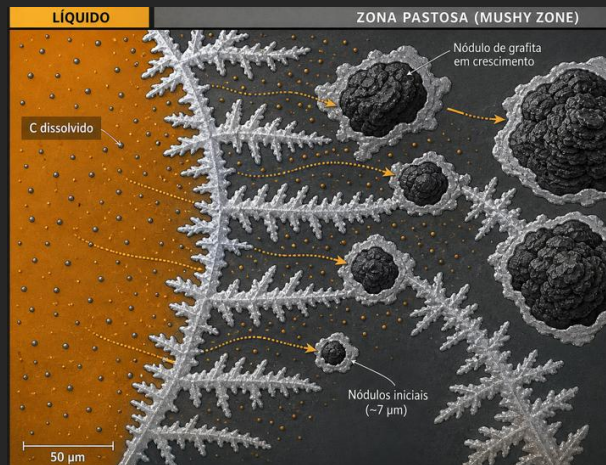
Como é possível eliminar o massalote?

O fenômeno da expansão grafitica na solidificação do ferro fundido nodular

Na solidificação, o carbono precipita como grafita. Essa expansão gera pressão interna que alimenta a própria peça — substituindo a função do massalote.

1. Precipitação da grafita

O carbono dissolvido forma grafita durante a solidificação do ferro fundido.



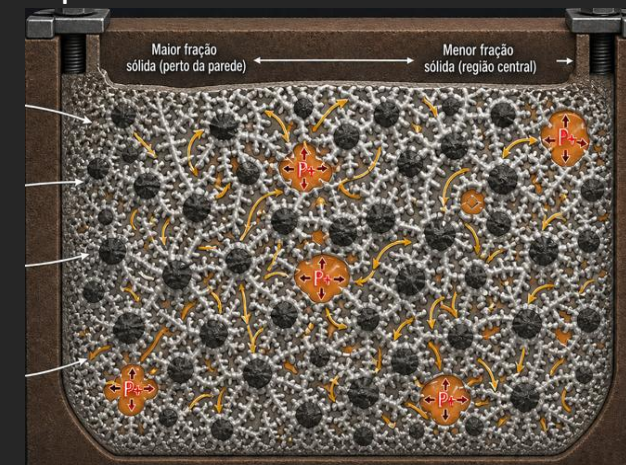
2. Expansão volumétrica

A grafita ocupa mais volume que o carbono dissolvido, gerando pressão interna.



3. Autoalimentação

Em molde rígido, a pressão alimenta as regiões em solidificação e dispensa o massalote.



Sem expansão grafitica retida no molde → sem autoalimentação → massalote obrigatório.

Ganhos com a autoalimentação

Maior rendimento metálico: menos retorno!

Processo enxuto: menos quebra de canal/massalote e menos rebarbação.

Menor risco de rechupes quando a pressão da expansão é retida.

Redução de custo com luvas exotérmicas, massalotes e retrabalho.

Garantia dimensional por não permitir que o molde expanda

Ações implantadas

- ✓ Molde rígido
- ✓ Sistema de travamento para conter a pressão da expansão
- ✓ Nucleação estável
- ✓ Composição química e térmica rigorosamente controlada.
- ✓ Temperatura de vazamento controlada.

Todas as condições devem ser atendidas simultaneamente.

Informações técnicas auxíliares

~14–15 N/cm²

A Pressão da expansão gráfitica no nodular, o molde deve resistir a essa força para reter a pressão na peça — sem isso, o massalote volta a ser necessário.

Molde trincado

A pressão escapa, a autoalimentação falha e rechupes aparecem. Rigidez do molde é uma condição necesasária para eliminar o massalote.

Exemplo de aplicação do primeiro estudo

Dimensionamento da contenção do molde para eliminar o massalote com o acompanhamento do Eng. Gelson Montero

Conta de padeiro, considerando somente a possível área da peça:

Molde: 40 x 40cm

Utilização: 80%

Expansão grafita (GGG) 14 N/cm²

$40 \times 40 \times 0,8 \times 14 = 17.980 \text{ N}$,

Só 1.800kg de contrapeso...

11:38 da manhã

Maluco. Nunca havia feito esta conta

11:39 da manhã

Acho muito mas este é o resultado lógico. Impressão que tenho é que o caminho certo é exatamente o que já adoraram: grampos

11:44 da manhã

Simulação de sistema de travamento necessário para conter a força da expansão gráfica.

Cenário real: ~1,8 ton de contenção sobre um molde de apenas 27 kg — afirmar essa necessidade é praticamente inviável no chão de fábrica.

Sem contenção adequada, a pressão levanta o molde e o massalote volta a ser necessário.



CASES

EXEMPLOS PRÁTICOS DE APLICAÇÃO NA
FUNDIÇÃO TIGER

Cases — Ferro Fundido Nodular

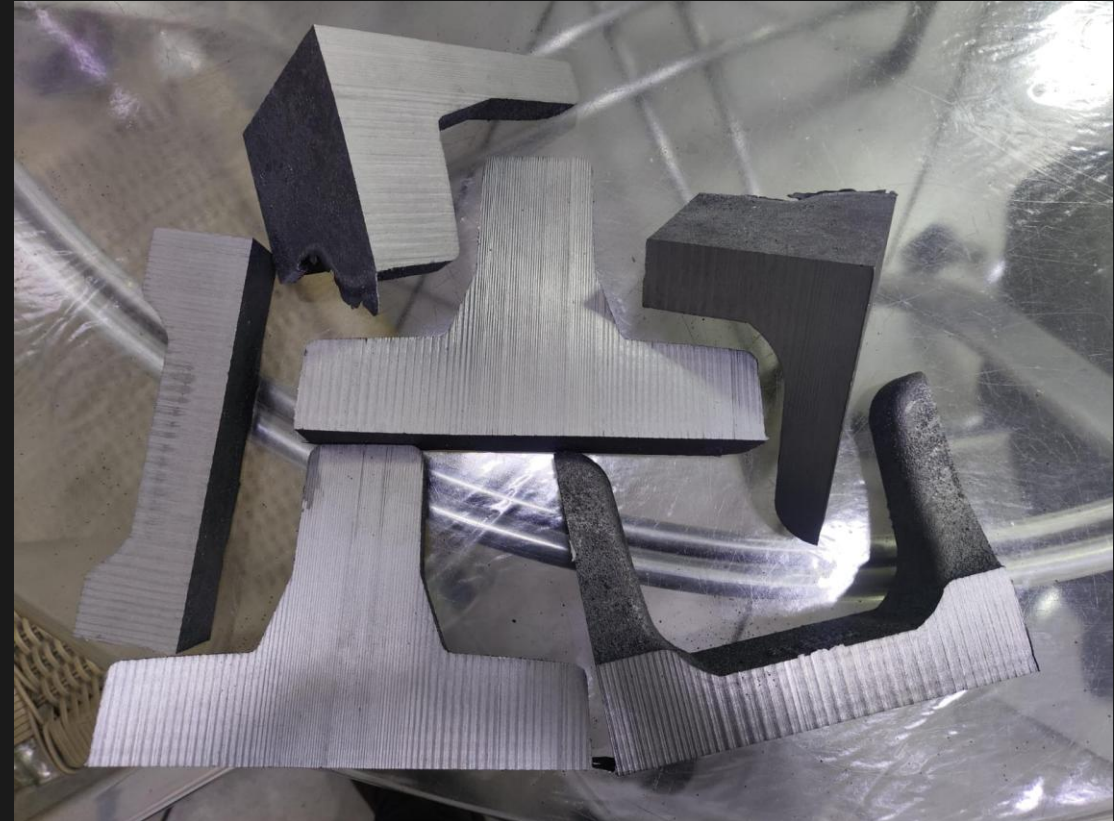


Autoalimentação · Eliminação de Massalote · Ferro Fundido Nodular



RM
COM MASSALOTE
AUTOALIMENTAÇÃO

Cases — Ferro Fundido Nodular



Cases — Ferro Fundido Nodular

73%

85%



Cases — Ferro Fundido Nodular

73%

84%



Cases — Ferro Fundido Nodular



RM

COM MASSALOTE

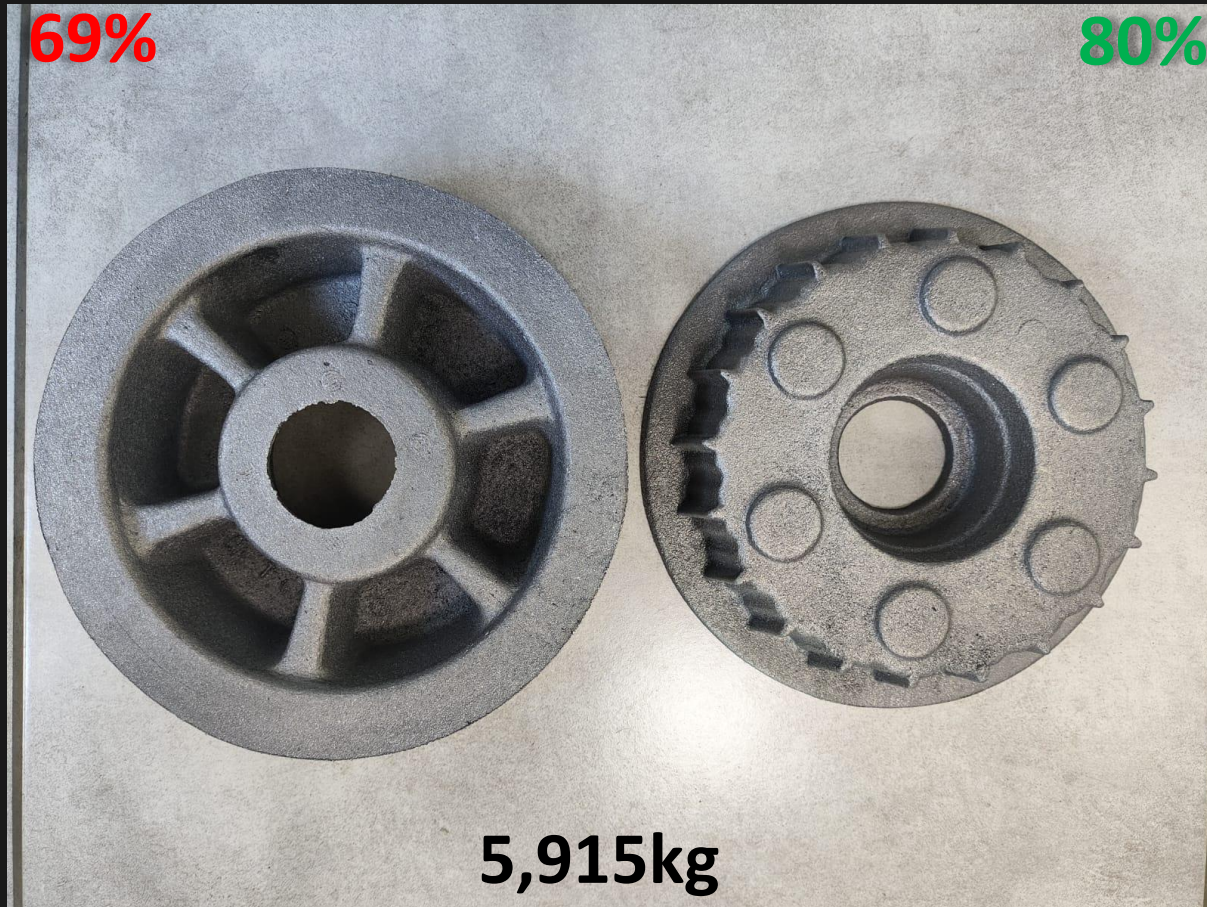
AUTOALIMENTAÇÃO

Cases — Ferro Fundido Nodular

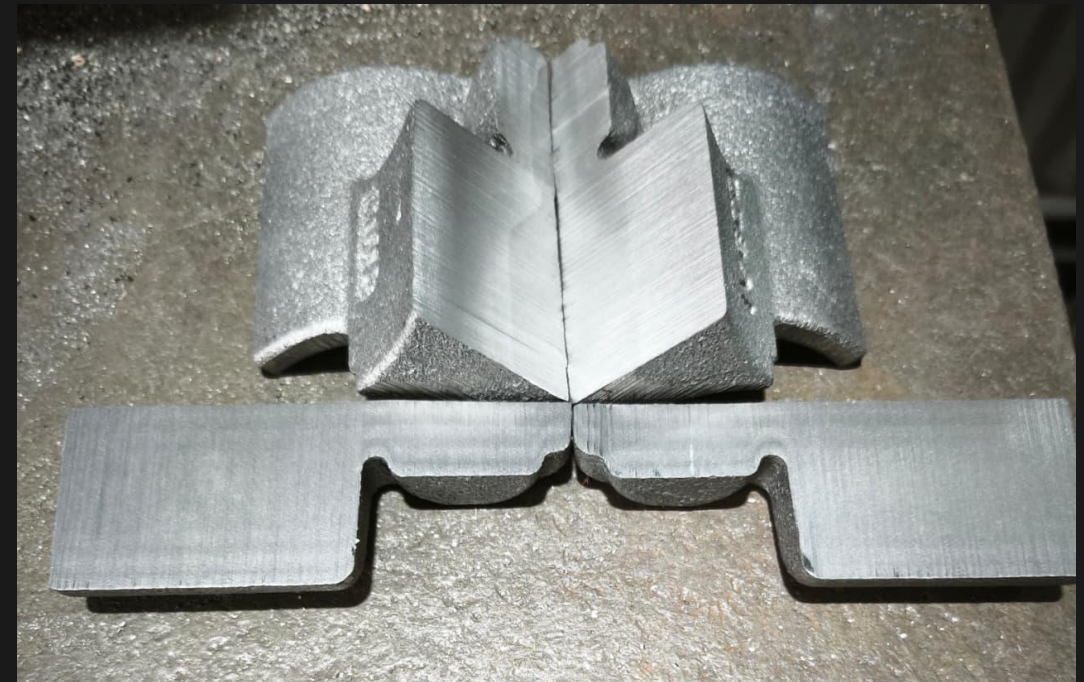


RM
COM MASSALOTE
AUTOALIMENTAÇÃO

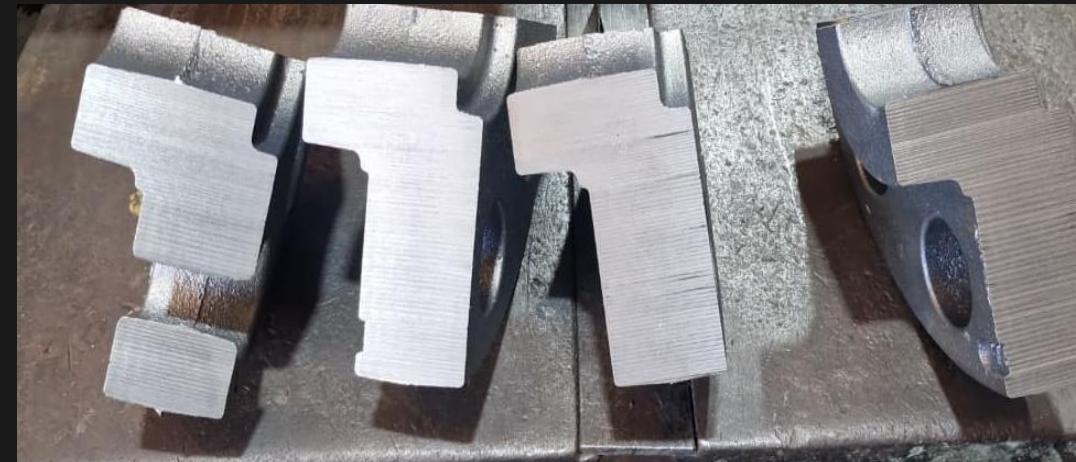
Cases — Ferro Fundido Nodular



Cases — Ferro Fundido Nodular



Cases — Ferro Fundido Nodular



Cases — Ferro Fundido Nodular



Reconhecimento internacional

KÜNKEL WAGNER

Flaskless moulds can easily indicate the mould is not supporting the graphite expansion



Flaskless green sand mould



Flaskless nobake sand mould

Encaminhada

Que legal Baptista. Vocês pegaram a mão e tem muita, muita gente que não acredita que seja possível fazer peças em nodular sem massalote. Já passei por mentiroso...kkk

Problem understood, no more nobake broken molds and right use of the graphite expansion



With riser but broken mould
Casting weight: 2x 10,595kg (ductile iron)
Bunch weight: 28,305kg
Metallic yield: 74,86%
High scrape rate, not sound castings



No riser, using graphite expansion
Casting weight : 2x 10,595kg kg
Bunch weight : 24,390kg
Metallic yield : 86,88%
Yield improvement: 16%
Low scrape rate, sound castings



Thanks to the TIGER foundry (Brazil) by sharing their experiment results

KW

As experiências da Fundição Tiger foram referências na apresentação da Kunkel Wagner na Índia.



ELIMINAR MASSALOTE NÃO É ATALHO — É DOMINAR A SOLIDIFICAÇÃO DO NODULAR COMO VANTAGEM COMPETITIVA.

Apresentado por:

João Baptista Filho · Leonardo Esteves



FUNDIÇÃO TIGER

ESPECIALISTA EM PEÇAS FUNDIDAS DE FERRO



TRAVA DE LINHA