

MOLDAGEM EM CASCA (Shell Molding)



Shell Molding

- Shell Molding, ou Moldagem em Casca, é um processo usado para Fundir com excelente precisão e baixo custo, inventado em 1941 por Johannes Croning.
- A Moldagem em Shell, é um processo similar ao processo de Moldagem em Areia exceto pela mistura de resina (de 1 a 6%) na areia o que garante a união dos grãos

Shell Molding

- O uso das resinas foi um grande aperfeiçoamento na utilização de areia para a produção de moldes de fundição.
- A areia não precisa mais ser compactada porque o aglomerante tem a função de manter a liga entre os grão de areia.

Shell Molding

Desenvolver e criar um Ferramental nos padrões desejados pode demorar muito tempo, mas uma vez desenvolvido, pode-se produzir de 5 a 50 cascas por hora, dependendo da complexidade do molde e do tamanho e do equipamento.

No caso da produção de produtos de Alumino e Magnésio, os Cascas ou Moldes podem aceitar em média 13,5 kg como sendo um limite normal .

A espessura das cascas podem variar entre 3 e 10 mm, dependendo do tempo de criação das cascas e da quantidade de resina empregado.

A mistura de areia- resina pode ser reciclada queimando fora a resina a temperaturas altas.

Shell Molding

A areia coberta (Areia Shell) é colocada sobre ferramentais de metal quente, enquanto a areia cura a Casca resultante pode adquirir diversas tonalidades.

Ao final, separa-se a Casca resultante do ferramental que a deu origem. As cascas são unidas utilizando-se de uma cola especial e acrescidas ou não de machos (conforme a necessidade).

O metal é colocado nas cavidades de entrada e aguarda-se o tempo necessário para o resfriamento e a solidificação do mesmo.

Ao final, os moldes (cascas) são quebrados para remover as peças resultantes do processo.

FABRICAÇÃO DE MOLDES EM SHELL

Neste processo, um Ferramental, feito de um metal ferroso ou de alumínio, é aquecido entre 175 e 370°C, coberto com um desmoldante (silicone), e fixado a uma caixa ou câmara que contém uma boa quantidade de areia shell (areia contendo de 1 a 6% de resina para unir os grãos).

A mistura de areia passa pelo ferramental aquecido, enquanto o cobre de maneira uniforme. Deve-se aguardar um curto período de tempo para que o processo de cura da resina se complete.

A concha resultante endurece ao redor do ferramental e para extraí-la, pode-se utilizar diversos tipos de extratores. São feitas duas meia-conchas desta maneira e são removidas, partidas e posteriormente coladas para finalizar o processo.

Através deste processo, podem ser produzidas formas complexas com relativamente pouco trabalho, e o processo pode ser facilmente automatizado.

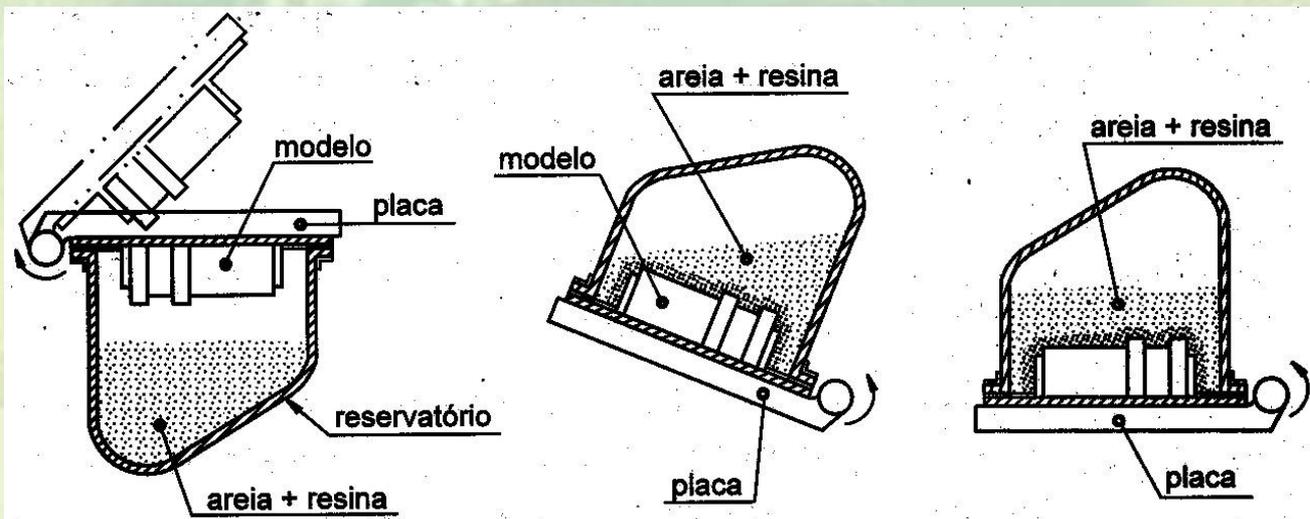
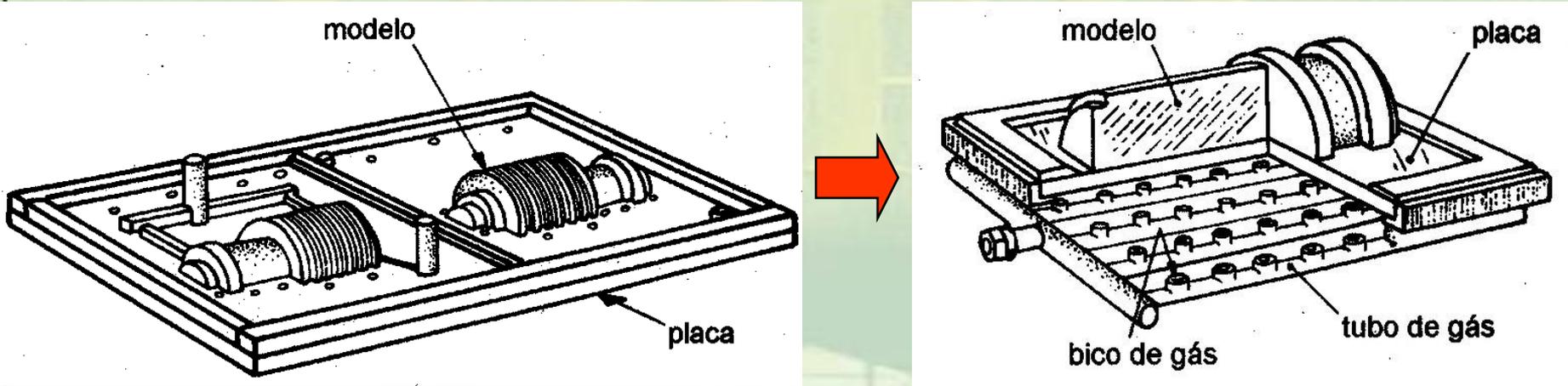
FABRICAÇÃO DA CASCA E COLAGEM

Coloca-se o molde da casca na máquina giratória (moldadora), a máquina gira e despeja areia com resina por cima do molde até completar uma volta, aquece a areia e retira-se a casca.

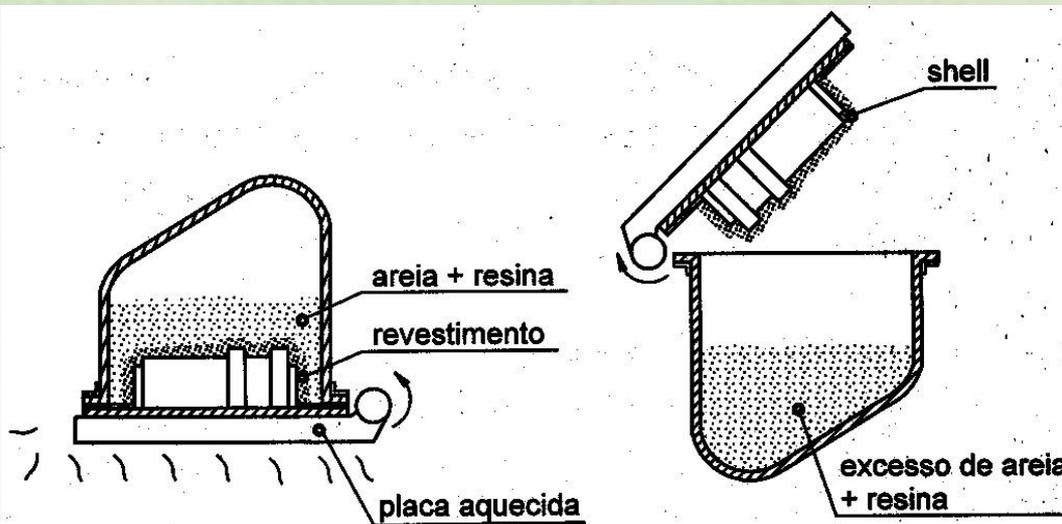
Primeiro fabrica-se uma parte da casca, logo após coloca-se os machos e em seguida coloca-se a outra casca por cima, colando as duas cascas com uma cola especial (cola quente).

Para um melhor acabamento interno, o macho é mergulhado em uma tinta especial (Zirconita e álcool) para melhorar o acabamento interno. Dependendo da peça, podem ser fabricadas várias peças no mesmo molde.

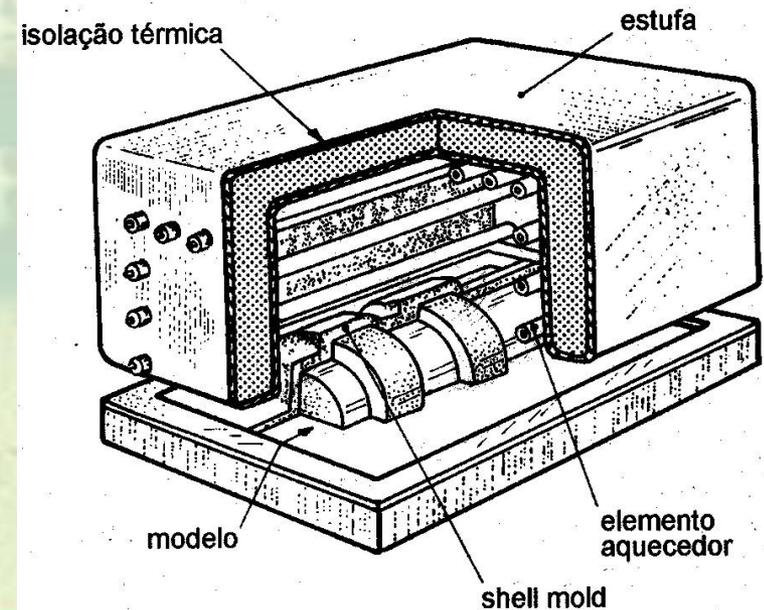
Etapas do processo



Etapas do processo



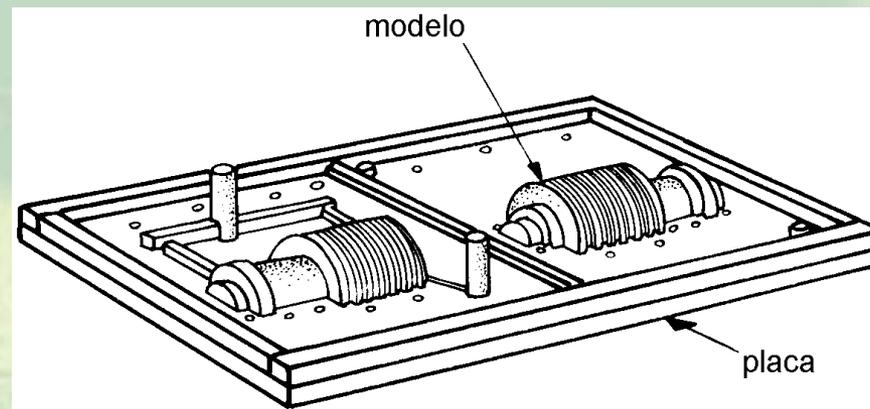
- Reutilização dos moldes e machos
- Bom acabamento superficial
- Alta estabilidade dimensional para o molde
- Adequado para peças pequenas e de formato complexo



- Processo que permite a produção de moldes com alta precisão e excelente acabamento superficial (classe 1).
- Também conhecido por “Croning Shell process”.
- Vasto campo de aplicações, seja para materiais ferrosos ou não ferrosos.

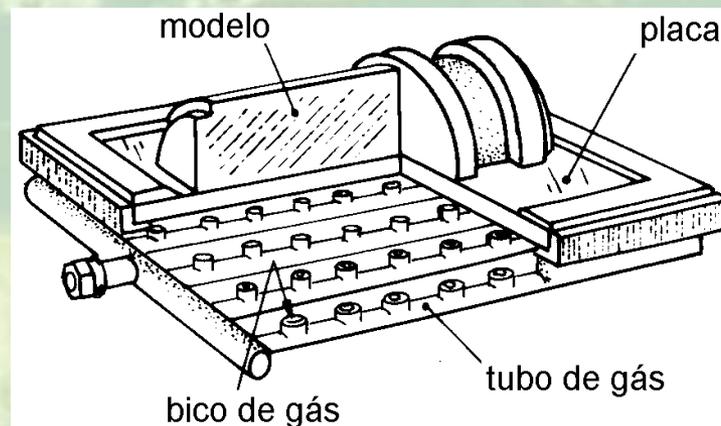
Seqüência de Fabricação

- **Confecção do modelo em placa (macho):** Normalmente feito de metal para suportar altas temperaturas e desgastes. Adiciona-se ainda os canais de alimentação, ataque, etc



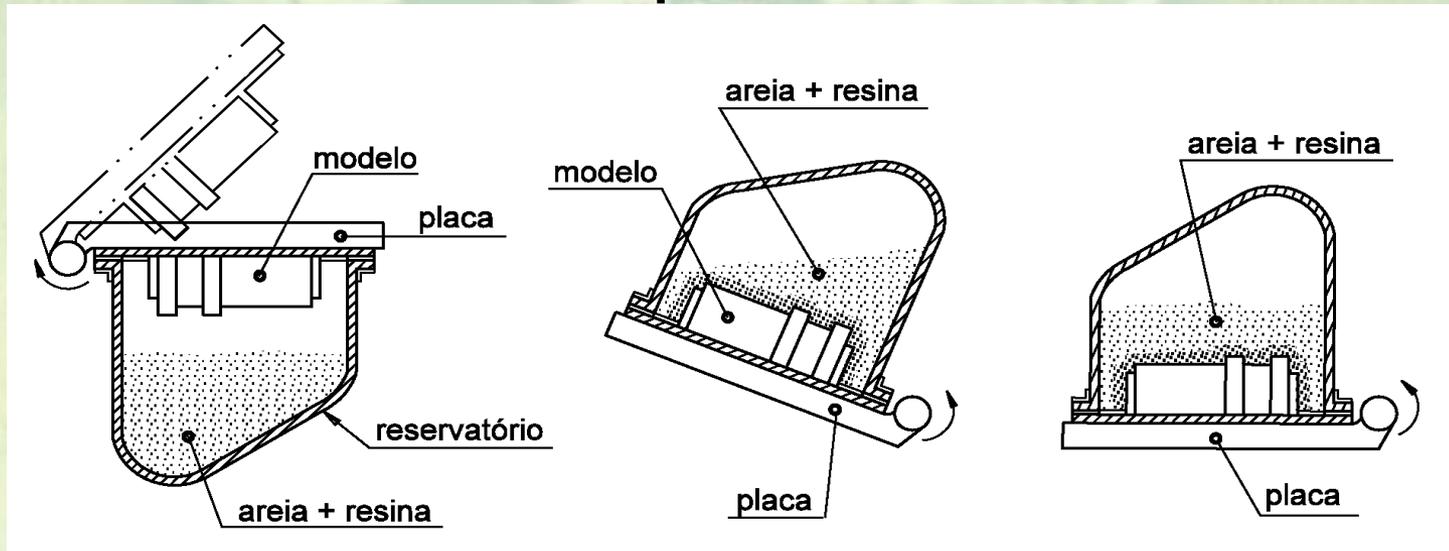
Seqüência de Fabricação

- **Fixação da placa na máquina :** A placa é presa na máquina e aquecida por meio de bicos de gás até atingir a temperatura de trabalho (entre 200 e 250°C).



Seqüência de Fabricação

- **Carregar reservatório e girar :** A placa é colocada na máquina com o reservatório já preparado. Existe o giro e o molde permanece em contato com a mistura de 10 a 15 segundos, formando uma parede de 6 a 15mm de espessura.



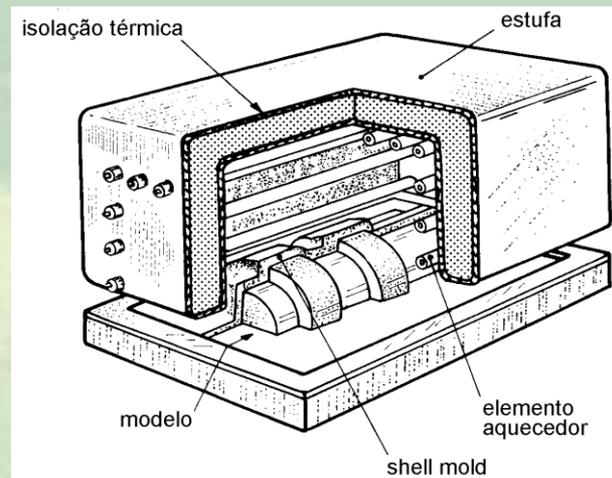
Seqüência de Fabricação

- **Retirada da placa :** A placa é retirada da máquina com a camada de material já envolvendo o molde, porém não totalmente dura.



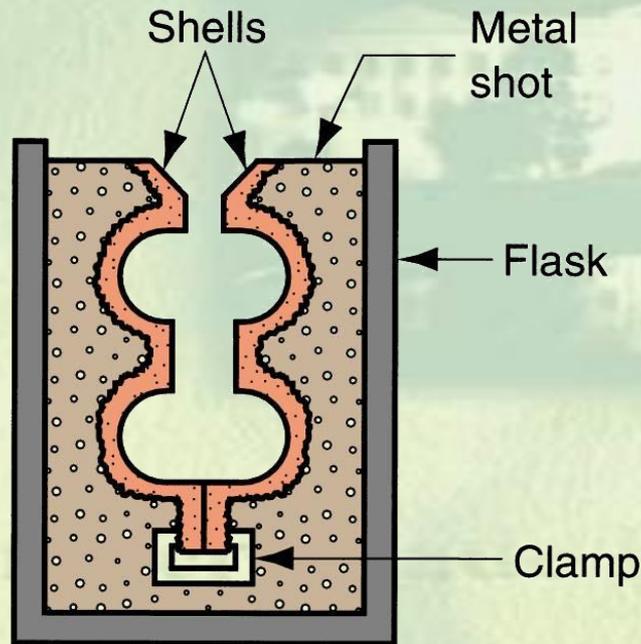
Seqüência de Fabricação

- **Finalização do molde** : A placa de modelar com a casca formada, é retirada do recipiente e colocada no forno de cocção, onde é mantida durante 30 a 40 segundos a uma temperatura entre 250° a 300°C (5), sinterizando-se.

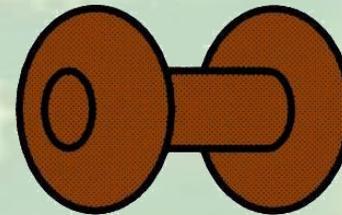


Seqüência de Fabricação

- **Vazamento do Molde:** As duas metades da casca são juntadas na caixa, suportadas por areia ou limalha. O molde está então pronto para ser vazado.



(6)



(7)

Aplicabilidade

- Para peças de peso variando desde dezenas de grammas até 200kg.
- Peças que exigem estreitas tolerâncias dimensionais e ótimo acabamento superficial.
- Peças com secções delgadas e geometria complexa.

Vantagens do Processo

- Excelente acabamento superficial.
- Tolerâncias dimensionais estreitas.
- Possibilidade de estocagem dos moldes.
- Facilidade em obter secções delgadas.
- Utiliza muito menos areia.
- Grande possibilidade de automação.
- Não requer operários com longa prática.

Desvantagens do Processo

- É um dos mais caros processos de moldagem.
- Limitação do peso e dimensões máximas da peça a ser fundida.
- Elevado custo da resina aglomerante.
- Há necessidade de equipamentos e acessórios para controle.
- Pouco justificável para pequenas quantidades.

Modelos para Fundição em Casca

- Os machos devem ser de material metálico ou revestidos pelo mesmo.
- Podem ser recuperados quando revestidos por aspensão térmica ou soldagem.
- Ferro fundido: acessível e estável nas temperaturas exigidas.
- De fácil usinagem e requer pouca manutenção.
- Outros materiais: bronze, alumínio e aço.

Preparação da Areia

- Resina termoesetável em pó (aglutinante) + areia seca (isolante).
- Problema: Segregação da areia e da resina durante o processo de moldagem.
- Solução: Utiliza-se um dos métodos de “areia coberta”.
- Métodos para areia coberta: Resina líquida, resina em pó + solvente e areia quente + resina em escamas.

Produção de Areia Coberta

A. Utilização de resina líquida:

Mistura-se a areia e a resina líquida junto a outros elementos produzindo assim a areia coberta por resina.

Mantém-se a mistura na temperatura ambiente ou pouco acima.

O solvente da resina deve ser removido, produzindo assim uma areia seca e floável, sendo cada grão recoberto por uma camada de resina.

Durante o processo é necessário a constante moagem e/ou insuflação de ar frio ou morno. A principal desvantagem é que é necessário o manuseio de muito líquido, normalmente muito viscoso e pegajoso.

B. Utilização de resina em pó e solvente:

Mistura-se areia, resina em pó e outros ingredientes por 1 minuto.

Uma quantidade pré determinada de solvente é adicionada e a moagem continua até que a areia fique seca e flua livremente.

Pode ocorrer empelotamento na areia e isto pode gerar problemas em máquinas de sopro. A solução é adicionar água ao solvente.

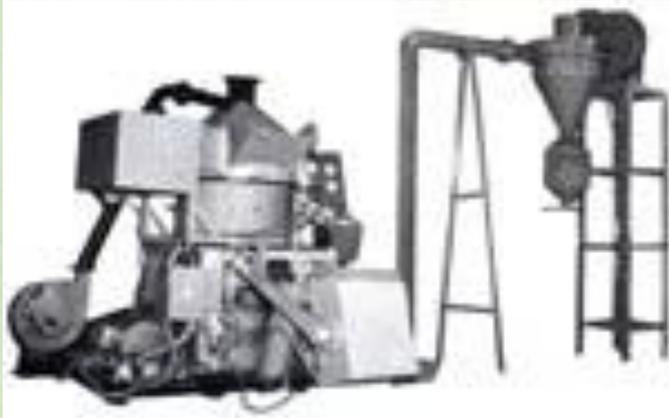
C. Utilização de areia quente e resina em escamas.

Aquece-se previamente a areia a temperaturas entre 135 e 175°C. Adiciona-se então uma resina termoplástica em escamas ou grãos e a mistura é moída por 1 a 2 minutos.

Durante esta moagem a resina funde e cobre os grãos de areia. Adiciona-se então uma solução aquosa catalisadora sendo a mistura resfriada rapidamente por ar.

Este método apresenta três principais vantagens se comparado aos outros: resistência da areia 25% maior, a areia coberta não produz poeira e não existe perigo de incêndio durante a evaporação dos solventes. Porém, a principal desvantagem é a necessidade de aquecer a areia a temperaturas relativamente elevadas.

Equipamentos para preparação da areia



Estação completa para beneficiamento de areia. Misturador, secador e moedor.



Secadora de areia

Métodos e Equipamentos

- Aquecimento das placas:
 - Elétrico → Mais caro, melhor controle
 - Gás → Mais barato, pior controle
- Tipos de máquinas:
 - Reservatório de areia basculante (dump box)
 - Sopro de areia (sand blowing)

Placa



**Aquecimento
Elétrico**

Macho

Suporte

Reservatório de areia basculante

- A parte superior do equipamento contém o reservatório de areia aquecida e o macho para formar a “casca”. A “dump box”, na parte superior faz o giro e permite o contato da areia com o macho.



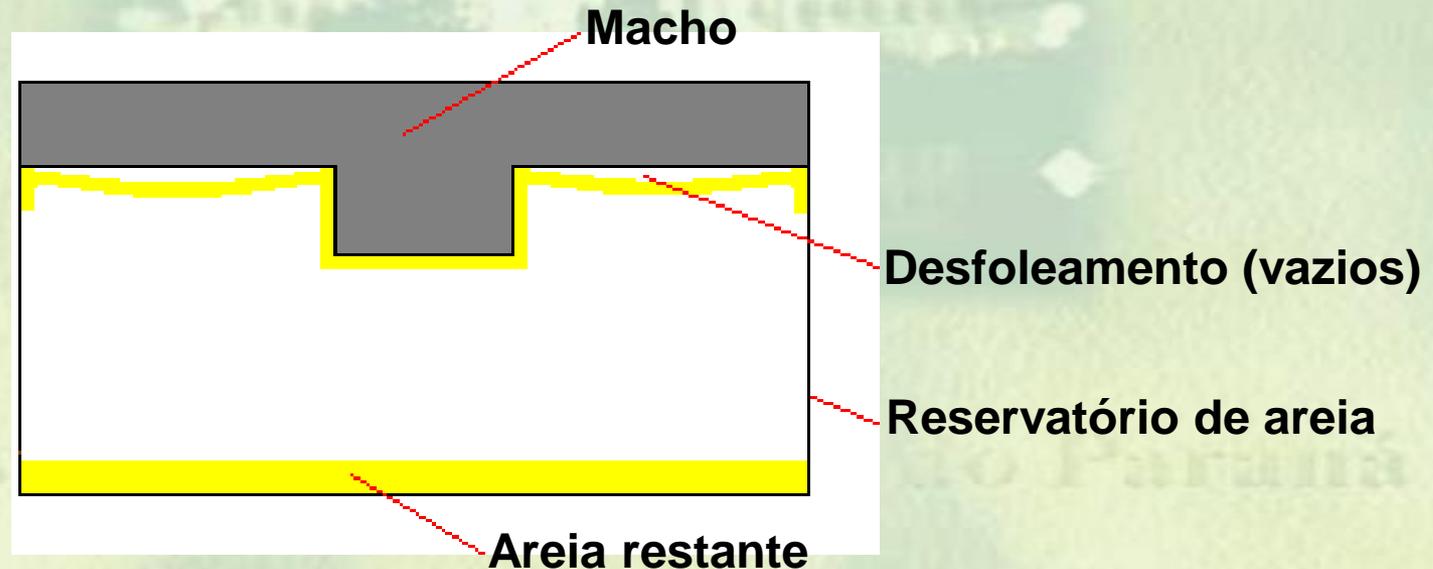
**Dump Box +
Macho**

Reservatório de areia basculante

- Vantagens em relação às máquinas de sopro:
 1. Simplicidade de operação.
 2. Menor custo de ferramental.
 3. Melhor controle sobre a dureza do molde.
 4. Mínima segregação de aditivos.
- Principal desvantagem do processo:
 - Pode ocorrer desfolhamento da casca no momento da inversão do molde.

Reservatório de areia basculante

- Desfoleamento da casca. Geralmente ocorre devido ao desligamento do aquecimento e/ou inversão precoces.





**Aquecimento
elétrico**

**Duas metades da
casca**

**Cascas retiradas
da placa**



**Cascas sendo unidas e pré-
aquecidas para evitar choque
térmico (rachaduras)**



**Canal de
vazamento**

**Vazamento do molde
com alumínio**



**Aluminium
Silicon alloy
(LM6) being
poured in the
mould from the
graphite crucible.**

**Copyright ©
Amit Joshi**



Peça destacada do molde

Sopro de areia

- Usada para formas mais complexas.
- A mistura de areia e resina é soprada por ar a baixa-média pressão para dentro do macho. O macho é fechado e a mistura permanece dentro por um período determinado. O fim deste período o macho é aberto e a mistura que não aderiu à casca é drenada.



Sopro de areia

- Vantagens → permite formatos mais complexos e moldes em casca para fundição em pilha.
- Pode ocorrer desfoleamento assim como acúmulo indesejado de material em algumas faces.
- Algumas sopradoras de areia são basculantes para garantir uniformidade de espessura.

Defeitos Comuns (ligas ferrosas e a base de níquel)

- Ligas com baixo teor de carbono podem apresentar defeitos superficiais devido aos gases produzidos pela resina.

Soluções:

- Redução da quantidade de gás na interface metal-molde.
- Aumento da velocidade de solidificação.
- Modificação química do material do molde e metal líquido

Defeitos Comuns (ligas a base de alumínio)

- O alumínio libera calor muito rapidamente e pode causar choque térmico no molde, provocando assim ruptura e empenamento.

Soluções:

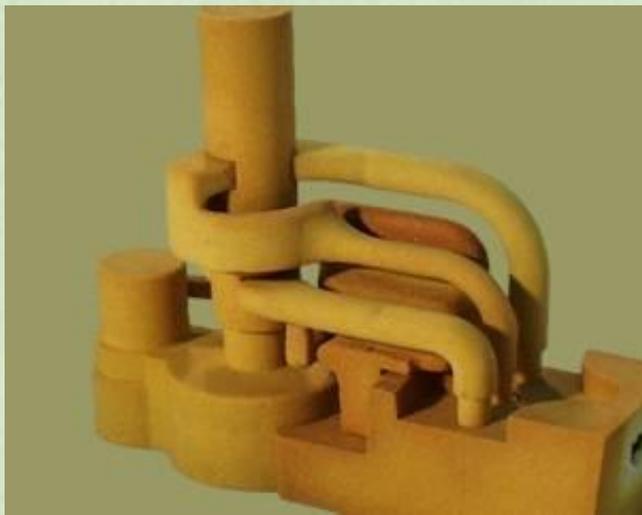
- Utilizar areias de grãos sub-angulares.
- Preferir areia + resina em pó ao invés de areia coberta.
- Acrescentar óxido de ferro ou serragem.

Defeitos Comuns (ligas a base de magnésio)

- O magnésio fundido reage com o oxigênio, areia de sílica e umidade.

Soluções:

- Aplicar uma pintura com inibidor e posterior secagem do molde.
- Fluxar o molde com dióxido de enxofre.
- Incorporar um inibidor a mistura de areia com resina (o mais usado é borofluoreto de amônia).



Modelo em casca



Corte da peça



Núcleo fundido



Peça pronta

Referências

- Andrews, S.L. Robert – “Shell Process Foundry Practice”, American Foundrymen’s Society, First Edition 1963.
- Finardi, Jorge – “Curso de Fundição de Ligas não Ferrosas”, aula XV1 – Técnica de Fundição em Casca, Associação Brasileira de Metais, 1961.
- www.esskayinternational.com/casting2.htm acesso em 02.02.2007 as 19:35.
- www.metalwebnews.com/.../shell-moulding.html acesso em 03.02.2007 as 22:40.