

PROCESSOS ESPECIAIS DE MOLDAGEM: Shellmolding - Processo Shaw -  
Processo a Cera Perdida.

ROBERTO CARLO TARALLI

RESUMO: Será feita uma breve explanação sobre os três processos, indicando suas diferenças fundamentais e seus vários campos de aplicação e procurando demonstrar como estes processos em muitas ocasiões podem se constituir em alternativas de fabricação mais econômicas que os processos convencionais.

=====

1. Introdução:

Apesar do desenvolvimento de novos processos de usinagem (eletro-erosão, usinagem eletrolítica, etc.) ou do aperfeiçoamento dos outros métodos de fabricação (soldagem, forjamento, etc.) a fundição de peças ainda é um recurso técnico e economicamente interessante.

É entretanto indispensável que os fundidores aprimorem suas técnicas introduzindo novas tecnologias de fundição procurando reduzir os custos de produção. Convém frizar entretanto que o objetivo a ser alcançado não é a redução do custo da peça fundida mas a redução do custo da peça pronta diminuindo os custos de usinagem.

A redução do custo de usinagem é obtida pela produção de peças com melhores tolerâncias dimensionais e com melhor acabamento.

O objetivo deste trabalho é descrever sumariamente, sem detalhes de fabricação, os processos "Shell Molding", "Shaw" e da "Cera Perdida" que permitem alcançar estes objetivos de reduzir o custo da usinagem e que representam em muitas ocasiões uma alternativa mais econômica para a produção de peças metálicas.

Procuraremos salientar as diferenças entre as características das peças moldadas obtidas pelos três métodos e as reuniremos em uma tabela.

## 2. Shellmolding - (Processo Croning - Vilmold - Moldagem em Casca, etc.).

### 2.1 - Descrição do processo:

O processo consiste nas seguinte série de operações:

- a)- A mistura de areia quartzosa e de resina (do tipo fenolformaldeído) ou uma areia coberta de resina é colocada sobre o modelo quente de maneira a promover a adesão da mesma ao molde.
- b)- tira-se o excesso de areia e resina.
- c)- endurece-se oportunamente mediante calor, a areia e resina que estão depositadas sobre o modelo formando assim uma casca.
- d)- desprende-se a casca, agora endurecida do modelo e inicia-se nova operação.
- e)- as cascas são convenientemente coladas entre si.
- f)- vazamento do metal.

### 2.2 - Vantagens:

As principais vantagens são:

- a)- Possibilidade de produzir peças em grandes séries com modelos que não vão precisar de muita conservação, a um preço econômico, com superfícies bem lisas e com uma grande precisão. Esta precisão depende naturalmente também do acabamento do modelo.
- b)- As peças moldadas são de qualidade muito uniforme.
- c)- As deformações que normalmente acontecem na cura a quente (principalmente nos machos) e devido a junção das caixas são praticamente evitadas.

### 2.3 - Desvantagens:

As principais desvantagens são:

- a)- Não é possível se obter grandes produções horárias.

Com uma boa mecanização pode-se chegar a 90/120 caixas por hora. Podem, em casos especiais, ser alcançadas produções bem maiores, porém nestes casos é necessária uma mecanização com instalações estudadas para o caso específico.

- b)- As dimensões das peças são relativamente pequenas. Dependendo da resistência da casca pode-se chegar a cerca de 500 x 500 mm de casca. Paredes podem ter espessura máxima de 100 mm. Peso máximo das peças pode chegar a 40/50 kg.
- c)- Concentrações de massas e notáveis diferenças de parede prejudicam o resultado das peças, não sendo possível alimentar convenientemente e economicamente as peças.

### 2.3 - Serie econômica de peças moldadas:

As placas-modelo devem ser metálicas e com modelos metálicos. Não é necessário que o metal dos modelos seja o mesmo da placa. A precisão e o acabamento dos modelos e portanto o custo da placa-modelo, variam entre grandes limites, dependendo a serie econômica destes fatores. Usando uma placa com modelos em alumínio sem usinagem acreditamos que uma serie de 100 peças no total já são economicamente convenientes.

### 2.4 - Equipamento:

Dependendo da disponibilidade local de areia coberta, é necessário o equipamento para sua preparação. A fabricação das "cascas" exige máquinas especiais para moldar e máquinas para unir as cascas. São também necessários caixões para arrumar as caixas, forno de fusão e equipamentos para rebarbação e controle.

### 2.5 - Tolerâncias nas dimensões:

Como já foi dito dependem do acabamento do modelo e também da técnica de fusão, pois tanto diferenças na temperatura de vazamento como diferenças na composição do metal podem provocar modificações nas dimensões das peças. Uma diferença de  $\pm 0,1$  mm em 50mm pode ser facilmente alcançada.

## 2.6 - Acabamento das superfícies:

O acabamento é ótimo e pode chegar a 60/80 $\mu$ m de variação máxima nas saliências.

## 3. PROCESSO SHAW (Unicast - Ceramcast - Composite Shaw - Shott - Mol- dação em cerâmica).

### 3.1 - Descrição do Processo:

A uma solução coloidal de sílica em álcool (suspensão obtida por meio de uma eletrólise controlada) adicionam-se materiais refratários muito bem pulverizados de maneira a formar uma lama que é em seguida vazada sobre o modelo. Continuando a gelatinização a lama solidifica-se tomando a consistência de uma borracha mole, durante esta fase é que se extrai o modelo. Depois de tirado o modelo do molde queima-se o álcool produzido durante a reação. Processa-se nesta operação uma microfessuração do molde, que vai absorver as dilatações provocadas pelas diferenças de temperatura e torna o molde permeável aos gases. Calcina-se em seguida o molde e processa-se o vazamento.

### 3.2 - Vantagens:

As principais vantagens são:

- a)- Possibilidade de produzir peças fundidas com grande precisão de contornos e de dimensões e sem precisar dar saída aos modelos. Os menores detalhes existentes nos modelos são exatamente reproduzidos (ex. riscos deixados pelo pincel).
- b)- Pode-se fundir qualquer tipo de metal pois pode ser usado material refratário de qualquer tipo sempre que for possível evitar a reação metal-molde.
- c)- Em muitos casos pode-se evitar por completo a usinagem o que é muito interessante quando se tratar de metais muito difíceis de serem usinados.
- d)- É possível obter paredes muito mais finas que nos processos tradicionais.

3.3. - Desvantagens:

Trata-se de um processo relativamente caro com pouca possibilidade de mecanização, portanto praticamente manual e servindo, conseqüentemente, só para pequenas séries. Uma série de 100 peças já é considerada relativamente grande.

3.4. - Série econômica de peças fundidas:

O processo é indicado para pequenas séries. No limite inferior pode ser econômico mesmo na moldagem de uma única peça que exija grande precisão de detalhes e onde a adoção deste processo permita evitar dispendiosa usinagem. O limite superior é ao redor de algumas dezenas de peças.

3.5. - Equipamento necessário:

São necessários:

- Misturador do ligador
- Recipientes para o ligador e para fazer a mistura do material
- Mesa de moldagem
- Caixas de moldagem desmontáveis
- Forno de calcinação
- Forno de fusão
- Equipamento para rebarbação e controle

3.6. - Tolerância nas dimensões:

Dependendo da conformação das peças, do acabamento do modelo, do material a ser fundido pode-se chegar a uma variação máxima de  $\pm 0,05$  mm em 25 mm.

3.7. - Acabamento de superfície:

O acabamento é ótimo. Pode-se chegar a 40/60  $\mu$  de variação máxima nas saliências.

4. PROCESSO À CERA PERDIDA (precision casting - Lost wax - Mehercast - Investment casting - praecisionsguss - etc.).

4.1. - Descrição do processo:

Produz-se um modelo dissolvível em cera, plástico ou outros materiais convenientes a partir de uma matriz.

O modelo dissolvível é uma réplica da peça a ser moldada in-

corporando as contrações ou expansões que podem ser produzir durante o processo.

Ao modelo é preso um sistema de canais, formando a assim chamada "árvore".

A "árvore" é recoberta com uma massa refratária apropriada e que é endurecida, produzindo um bloco ou um molde monolítico. Quando a massa está endurecida (quimicamente ou no ar quente) o modelo é retirado mediante fusão ou dissolução deixando uma cavidade exata no molde. O molde é secado e depois calcinado a alta temperatura para tornar refratária a massa e para eliminar as partes do modelo que não tivessem derretido, vaza-se o metal, de preferência, no molde quente.

#### 4.2 - Vantagens:

As principais vantagens são:

- a) - possibilidade de fundir grandes séries de peças pequenas com grande precisão de detalhes e dimensões.
- b) - possibilidade de evitar a usinagem o que é muito interessante no caso de metais difíceis de serem usinados e no caso de usinagens complexas.

#### 4.3 - Desvantagens:

O processo presta-se somente para produção de grandes séries. O peso máximo das peças é de 10 kg., exige apurada tecnologia para evitar os seguintes problemas:

- variação das dimensões das peças devido a variação das dimensões do modelo de cera causada por diferenças de temperatura.
- trincamento das cascas refratárias devido aos esforços de dilatação da cera durante o aquecimento.

#### 4.4 - Série econômica de peças a serem fundidas:

Depende muito do custo da fabricação da matriz do modelo. Existem recursos para produzir matrizes muito baratas, mas com diminuição da precisão das peças. Depende também da redução do custo de usinagem das peças fundidas permitida pelo processo com relação aos processos tradicionais. Acreditamos que em certos casos extremos até uma série de 100 únicas peças seja conveniente.

#### 4.5 - Equipamento:

É necessário:

- ferramental para a construção das matrizes para produção dos modelos
- máquina para injetar a cera ou o plástico
- mesa para a montagem dos modelos e canais de vazamento.
- misturador para a massa fina
- vasca de imersão das árvores
- misturador para a massa grossa
- estufa a ar quente para secar a massa fina
- mesa e invólucro para fazer os moldes colocando a massa grossa
- forno de fusão
- equipamento de rebarbação e controle
- equipamento para recuperação da cera.

#### 4.6 - Tolerâncias dimensionais:

Dependendo do tipo das peças as tolerâncias dimensionais podem ser muito estreitas. Em média calcula-se  $\pm 0,1$  mm em 25 mm.

#### 4.7 - Acabamento de superfície:

O acabamento é ótimo conseguindo-se 20/40  $\mu$  de variação máxima de saliências.

### 5. CONCLUSÃO:

As características destes processos especiais de moldagem que resumimos na tabela anexa, permitem-nos afirmar que sua utilização permitiria em muitos casos reduções apreciáveis nos custos de produção da peça acabada.

De fato o acabamento superficial chega a ser bem mais fino que um acabamento obtido com uma usinagem mecânica grosseira (por exemplo desbaste, furação com broca etc.).

A precisão nas medidas também é mais acurada e constante que em casos de usinagem grosseira e sem grande precisão.

Torna-se portanto, evidente que determinadas peças podem ser montadas em conjuntos, usadas brutas de fundição, eliminando completamente a usinagem.

Em outros casos a usinagem pode ser enormemente reduzida, pois existe a possibilidade de obter-se logo da fundição furos de diâmetros muito reduzidos ( de 1 mm e até menos) o que permite a eliminação de um processo de furação que é muito dispendioso.

Muitas das dificuldades de usinagem, como aquelas devidas ao próprio desenho, ou para os casos de metais difíceis de serem usinados, podem ser resolvidas através da acertada aplicação destes métodos de moldagem, onde muitas vezes sua utilização torna-se necessária.

#### BIBLIOGRAFIA:

F.Roll - Handbuch Giessereitechnik

Bidwell - Investment casting

Metals Handbook

## PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DOS PROCESSOS DE MOLDAGEM

	SHELLMOLDING	SHAW	CERA PERDIDA
OPERAÇÕES P/ O FABRICO DO MOLDE	Preparação da areia coberta - Colocação da areia coberta sobre a placa modelo quente - eliminação do excesso de areia - cura - extração do modelo - junção das caixas - vazamento.	Preparação da mistura aglomerante com o material refratário - vasamento da mesma sobre o modelo - retirada do modelo - flambagem - fechamento do molde - calcinação - vazamento.	Preparação das massas refratárias - fabricação dos modelos - preparação da árvore - recobrimento com massa refratária fina - recobrimento com massa refratária grossa - evaporação da cera - calcinação - vazamento.
SÉRIE DE PEÇAS	Grande	Pequena	Grande a muito grande
SUPERFÍCIE	Ótima: 60/80 micron	Ótima 40/60 micron	Ótima 20/40 micron
TOLERÂNCIAS	+ 0,25 mm em 25 mm	+ 0,20 mm em 25 mm	+ 0,10 mm em 25 mm.
PESO MÁXIMO DAS PEÇAS	40/50 kg	100 kg	1 kg
DIMENSÕES MÁXIMAS DA PEÇA	400 x 600 mm.	500 x 500 mm	50 x 50 mm.
PRODUÇÃO HORÁRIA	90 a 120 caixas ou mais	Pequena	Grande
SÉRIE ECONÔMICA MÍNIMA	100 Peças	1 Peça	100 Peças
EQUIPAMENTO NECESSÁRIO	Máquinas para moldar Máquina p/unir as cascas Fornos de fusão	Misturador de areia Misturador do ligador Forno de calcinação Forno de fusão	Máquina p/ a construção dos estampos p/ os modelos. Máquinas injetoras p/cera ou plástico. Misturador p/ massa fina Misturador p/ massa grossa Estufa de ar quente Estufa p/ derreter a cera ou queimar o plástico. Forno de calcinação Fornos de fusão  Recuperação da cera
VANTAGENS	Possibilidade de fundir economicamente grandes séries de peças com uma elevada precisão e bom acabamento. Reduz a usinagem.	Possibilidade de fundir peças com finíssimo acabamento e elevada precisão de dimensões. Pode ser fundido qualquer metal. Reduz ou evita a usinagem.	Possibilidade de fundir grandíssimas séries de peças pequenas em qualquer metal com fino acabamento e grande precisão de dimensões reduzindo ou eliminando a usinagem.

## NOTAS:

- 1) A variação máxima nas saliências é em micron e é considerada como desvio médio aritmético da altura das rugosidades.
- 2) As tolerâncias nas dimensões das peças são referidas à um comprimento de 25 mm (uma polegada). Para dimensões maiores as tolerâncias podem ser diferentes, ou seja, não seria oportuno pensar que se em 25 mm a diferença na medida é de 0,1 em 100 mm a diferença seria de 0,4 mm. Dependendo da conformação das peças, poderemos ter diferenças maiores como de 0,1 mm sobre 100 mm.
- 3) O peso máximo indicado é o peso máximo das produções normais. Existem casos de produções altamente especializadas onde este peso vem ultrapassado várias vezes.
- 4) As dimensões máximas das peças marcadas na tabela são aquelas normalmente conseguidas, que porém podem ser ultrapassadas usando métodos apropriados.