

RTM - Resin Transfer Molding COMPOSITES

INTRODUÇÃO

O processo denominado RTM (Resin Transfer Molding) é uma moderna versão de um velho método chamado “Método Marco” desenvolvido por I. Mustak (Marco Chemical) criado por volta de 1950.

O processo consiste na injeção de uma mistura de resina poliéster insaturado, cargas minerais, promotores e iniciadores de cura, em molde fechado do tipo punção/matriz, onde o reforço de fibras de vidro (ou blenda de fibras) foi previamente distribuído.

Para a injeção da mistura (resina + carga + promotor + iniciador) o molde deve estar fechado e selado com uma borracha de vedação em seu perímetro. A injeção se procede em equipamentos especificamente elaborados para esta finalidade, providos de bomba de transferência por pistão, de ação pneumática.

Após um ciclo de cura entre 6 e 20 minutos, a peça é removida do molde. Do processo RTM resulta uma peça com ambas superfícies acabadas (interna e externa).

POR QUE USAR A MOLDAGEM POR TRANSFERÊNCIA DE RESINA?

O RTM oferece *significante benefícios* sobre outros processos de moldagem aberta e fechada. Comparando com a moldagem aberta, o RTM oferece:

Uma alternativa econômica em processo de moldagem fechada associada a baixa emissão de estireno

Reduzido consumo de energia, pois não requer sistemas de exaustão de ar

Taxas de produção no mínimo quatro ou cinco vezes mais rápidas do que a moldagem aberta, baseado no tempo de produção de um molde simples

Peças que irão refletir o acabamento do molde em ambos os lados. O molde pode ter a aparência de cada lado similares ou diferentes

Gel coat pode ser aplicado em um ou ambos os lados do molde

Eliminação da “roletagem”

Espessuras constantes

Comparando com a prensagem do SMC, o RTM oferece:

Reduzido custo de molde e despesas de operação. É estimado que o custo de um molde para o processo RTM é 24% do molde para o SMC

Aumento do custo da eficiência aliado ao fato dos moldes poderem ser feitos de plástico reforçado

TECNOLOGIA DO PROCESSO

O RTM é considerado um processo de molde fechado, com pressões de injeção relativamente baixas (de 1 a 4 bar), que combina moldes do tipo punção/matriz (macho/fêmea) para dar configuração a peça final.

É adequado para médias produções por ter um ciclo mais curto que os processos de moldagem aberta (Spray-up / Hand Lay-up, baixas produções) e investimento em moldes e equipamentos menores do que os processos de moldagem a quente (SMC, altas produções)

Mantas/tecidos em padrões pré cortados ou preformas de fio picado ou fio contínuo são colocados apropriadamente dentro do molde previamente preparado com desmoldante e gel-coat, quando necessário. O molde é então fechado, e o sistema de resina é injetado dentro do molde, sob pressão, através de um ou mais pontos de injeção auto-vedantes. Depois que a resina polimerizou dentro do molde, a peça é removida, rebarbada e encaminhada para eventual acabamento posterior.

O processo de moldagem RTM permite algumas vantagens tais como:

- *Moldagem de peças complexas*
- *As peças possuem acabamento liso nas duas faces*
- *Possibilidade de incorporar insertos, ressalto, nervuras e outros reforços nas peças moldadas*
- *Propriedades mecânicas comparáveis a outros processos (assumindo o mesmo sistema de resina e igual teor de vidro)*
- *Reforços ou blendas de reforços podem ser arranjados para obtenção de características mecânicas específicas*
- *Sistemas de cargas podem ser utilizados para reduzir custo, aumentar a rigidez, aumentar performance de retardância a chama e baixa emissão de fumaça, melhorar acabamento superficial e reduzir o pico exotérmico da resina para diminuir trincas*
- *As ferramentas para o processo RTM tem geralmente custo mais baixo que os outros processos de molde fechado, e na maioria dos casos, serem construídas em poliéster reforçado com fibras de vidro.*
- *Uma ou ambas as faces da peça podem ter gel-coat*
- *Véu ou manta de superfície pode ser usada onde requer melhor resistência a corrosão e/ou melhor aparência superficial*
- *Ciclos de cura são geralmente mais rápidos que os ciclos de moldagem aberta*

- *Espessura constante e precisão dimensional*
- *Controle acurado de reforço/resina*
- *Permite incorporar insertos ou reforços previamente*
- *Baixo nível de emissão de estireno*
- *Limpeza na área de moldagem*
- *Mínimo acabamento (rebarbas) nas peças prontas*

Por outro lado suas desvantagens são:

- *Limitação dimensional*
- *Inviável para peças com saída negativa*
- *Movimentação complexas de moldes*
- *Modelos e moldes de construção criteriosa e de modificação posterior inviáveis*
- *Controles físico-químicos rígidos de materiais e processo*
- *Manutenção constante de equipamentos e meios de produção*
- *Treinamento acurado de operação*

PRÉ-REQUISITOS PARA DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO MOLDADO

Peças a serem produzidas pelo processo RTM devem passar por estudos prévios de projeto para avaliação de viabilidade técnica, quando envolvidas para justificativa de investimento e seleção adequada de materiais de composição quanto a performance de propriedades mecânicas e químicas.

Observar no projeto:

- *Prever raios de curvatura "internos" mínimos de 5 mm*
- *Ângulos de saída de 2 a 3*
- *Espessura mínima de 2,5 mm*
- *Espessura mínima para estrutura tipo sanduíche ou aplicação de insertos de 1,5 mm*
- *Evitar variações de espessura (variação máxima 2:1) e nervuras, devido a tensões localizadas e depressões no lado oposto*
- *Área máxima de 10 m²*
- *Teor de reforço entre 15 e 50% (manta de filamento contínuo ou fio picado, preformas, tecidos ou blendas de reforços)*
- *Para ambientes quimicamente agressivos, prever utilização de barreira protetiva com gel coat ou moldagem com véu de superfície e resinas de elevada resistência química*

SEQUÊNCIA DO PROCESSO

1. *Preparação do molde*
2. *Colocação do reforço*
3. *Fechamento e travamento do molde*
4. *Injeção da resina*
5. *Ciclo de cura*
6. *Desmoldagem da peça*
7. *Rebarbação*
8. *Acabamento*

AS MATÉRIAS-PRIMAS

RESINA

Para o processo RTM são normalmente utilizadas resinas poliéster insaturado que necessitam como características principais:

- *Baixa viscosidade*
- *Rápido ciclo de cura*
- *Baixa contração*
- *Resiliência / elevadas propriedades mecânicas e químicas*
- *Estabilidade dimensional*
- *Baixo pico exotérmico*
- *Boa umectação do reforço*
- *Elevada admissão de cargas*

REFORÇOS

Existe no mercado uma grande variedade de reforços para o processo RTM, sendo importante verificar qual o mais adequado para a peça a ser produzida e qual a disponibilidade de investimento para a seleção do reforço.

Os tipos de reforços mais comuns são:

- Mantas para injeção de baixa solubilidade ao monômero de estireno, preferencialmente de filamento contínuo, pré-cortadas mediante gabaritos.
- Preformados de roving cortado e ligante sobre molde de chapa perfurada com o mesmo desenho da peça e aplicação de vácuo sob o molde para a acomodação das fibras
- Preformados de manta de filamento contínuo, termoformável sobre o molde de fiberglas ou alumínio (punção/matriz em prensa hidráulica) após aquecimento da manta em estufa através de resistência infra-vermelho.
- Tecidos de baixa gramatura aplicados diretamente no molde ou intercalado nos preformados
- Blendas de manta de fio cortado sem ligante costurados sobre manta de polipropileno
- Véu de superfície aplicado diretamente no molde em substituição do gel coat.

CARGAS MINERAIS

Comumente como cargas minerais são utilizadas o carbonato de cálcio e a alumina tri-hidratada em uma proporção de 1:3 a 1:1 partes em peso de resina, e devem possuir como características :

- Baixa absorção de óleo
- Granulometria regular, com diâmetro médio de partículas conhecido
- Umidade máxima de 2%

O uso de cargas minerais apresentam como vantagens e desvantagens:

<u>VANTAGENS</u>	<u>DESVANTAGENS</u>
<i>Redução do custo</i>	<i>Requer equipamento para dispersão</i>
<i>Incremento da rigidez</i>	<i>Eleva a viscosidade do composto</i>
<i>Redução do pico exotérmico</i>	<i>Aumenta o peso da peça moldada</i>
<i>Confere estabilidade dimensional</i>	<i>Pode ocorrer decantação</i>
<i>Redução da contração</i>	<i>Promove abrasão no equipamento de injeção</i>
<i>Melhora o acabamento superficial</i>	
<i>Confere característica de auto-extinguibilidade (no caso da alumina tri-hidratada)</i>	



Cooperativismo em Materiais Compósitos

PROMOTORES E INICIADORES DE CURA

A otimização do ciclo de moldagem depende diretamente da formulação da proporção dos promotores e iniciadores de cura na resina. A situação ideal para o processo é obter um tempo de gel tão longo quanto possível para o preenchimento da cavidade do molde, eliminação das bolhas de ar e intervalo de cura curto para a redução do ciclo de moldagem

Sistema usual:

<u>TIPO</u>	<u>CONCENTRAÇÃO (%)</u>
<i>Naftenato ou Octoato de Cobalto a 6% de concentração do metal</i>	<i>0,5</i>
<i>Dimetil Anilina (DMA)</i>	<i>0,1</i>
<i>Peróxido de Metil Etil Acetona (MEK-P) ou Peróxido de Acetil Acetona (AAP)</i>	<i>de 1,0 a 2,0</i>

MOLDES

São constituídos nos de tipo punção/matriz (macho/fêmea) podendo ser de ligas metálicas ou de materiais compostos. Deve ser previsto a nível de projeto:

- Pinos guia e batentes limitadores de espessura*
- "Pinch-off" lateral a 45° com 1/3 de espessura nominal da peça, com finalidade de manter localizado o reforço*
- Vedação com perfil de borracha neoprene (resistente ao monômero de Estireno, com dureza Shore A 80 e em todo o perímetro do molde)*
- Saída de ar (uma em cada extremidade e em pontos mais elevados da peça)*
- Ponto de injeção central*
- Serpentina em tubos de cobre e camada condutora (resina + alumínio granulado) para aquecimento*
- Estruturação metálica ou preenchimento com resina epoxi e quartzo granulado, dimensionado para suportar pressões de injeção elevadas*

EQUIPAMENTO DE INJEÇÃO

A injeção se procede em equipamentos especificamente elaborados para esta finalidade, providos de bomba de transferência por pistão, de ação pneumática, conjugados paralelamente para o composto de resina/iniciador com sistema denominado braço escravo, o qual reduz sensivelmente a possibilidade de interrupção de fluxo do composto sem o iniciador e vice-versa. Esses equipamentos atuam com pressões entre 10 e 90 psi e o custo de investimento no molde e equipamento é considerado intermediário (entre o custo da moldagem aberta e da moldagem a quente)

Bibliografia

Reichhold do Brasil – Mogi da Cruzes - SP