

BMC - BULK MOLDING COMPOUND COMPOSITES

INTRODUÇÃO

O Bulk Molding Compound, mais conhecido como BMC é um material composto produzido a partir de uma mistura de resina poliéster insaturado, cargas minerais, catalisador, pigmentos, reforço de fibras de vidro picadas e outros aditivos que sejam necessários para que o produto final obtenha as características requeridas. Este composto possui uma consistência de massa de fácil manuseio, devendo ser pesada antes de ser colocada no molde. O BMC é utilizado para a fabricação de peças que requeiram acabamento superficial, boa estabilidade dimensional e ótimas propriedades elétricas e mecânicas. A principal demanda do BMC é para a indústria elétrica para isoladores, chaves de contato, caixas e coberturas de produtos elétricos.

TECNOLOGIA DO PROCESSO

O processamento do BMC consiste em duas etapas básicas a seguir:

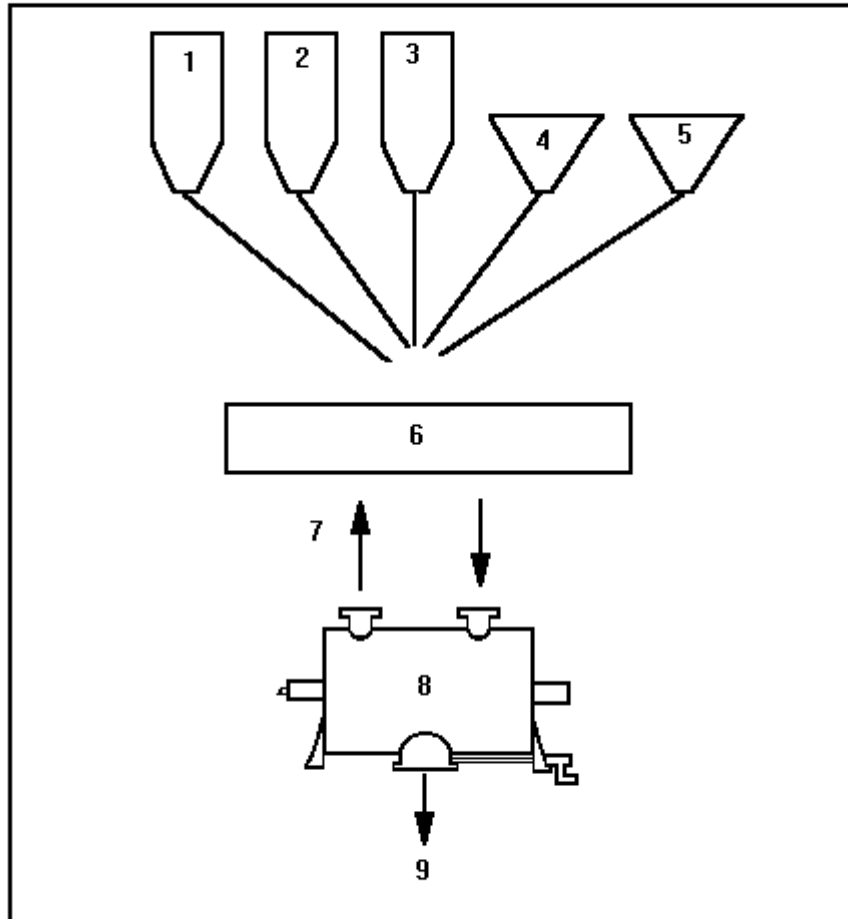
Preparação do composto
Prensagem/injeção da peça final

PREPARAÇÃO DO COMPOSTO

Neste primeiro estágio, a resina poliéster, as cargas minerais e os demais componentes da formulação (com exceção do reforço) são pré-misturados, para formar a pasta-matriz, em um misturador tipo sigma, com alta velocidade. Neste processo a pasta-matriz deve ser completamente homogeneizada não devendo atingir temperatura acima de 40C. Após a homogeneização, o reforço de fibras de vidro é adicionado a pasta-matriz, ainda no misturador sigma, porém com velocidade reduzida, a fim de garantir a impregnação e evitar que o reforço se desmanche e conseqüentemente haja perda de mecânicas do composto.

Para a homogeneização do composto podem ser utilizados vários tipos de misturador, porém o tipo sigma é o que se mostra mais eficiente, rápido e completo.

Após a homogeneização dos componentes, o composto é retirado do misturador e é embalado totalmente com um filme protetivo para evitar a evaporação do estireno. Pode também antes da embalagem, ser extrudado.



1) RESINA POLIÉSTER INSATURADO; 2) CARGA MINERAL; 3) REFORÇO DE FIBRAS DE VIDRO; 4) CATALISADOR; 5) ADITIVOS; 6) PESAGEM; 7) ALIMENTAÇÃO; 8) MISTURADOR; 9) BMC

5)

PRENSAGEM / INJEÇÃO DA PEÇA FINAL

As peças finais em BMC tanto podem ser feitas em moldagem por compressão como moldagem por injeção.

MOLDAGEM POR COMPRESSÃO

Este é o método mais usual no processamento de materiais compostos. A prensa deve ser capaz de aplicar uma pressão de 50 a 70 kgf/cm² na área projetada da superfície da ferramenta.

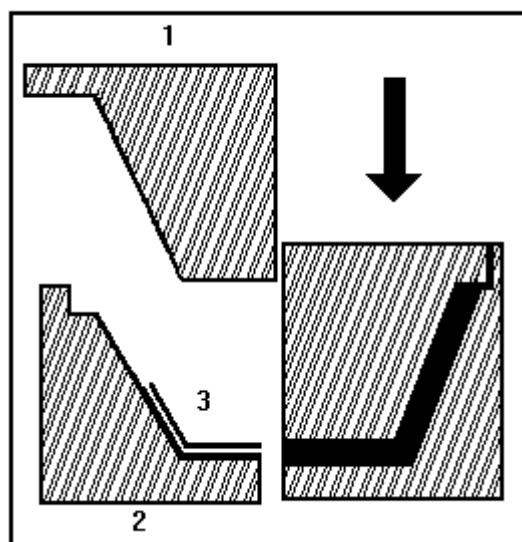
Moldes em aço com cromo duro são utilizados para longas séries de produção, enquanto moldes de metal mais macio são aplicáveis para séries menores.

O BMC é pesado e colocado sobre o molde aquecido (após de retirado o filme protetivo que o envolve). Esse padrão deve cobrir cerca de 50-80% da superfície do molde. Devido a temperatura do molde ser alta, aproximadamente 150C, a viscosidade do material diminui. A pressão hidráulica faz com que o material flua pelo molde e o preencha totalmente o espaço entre a matriz e o punção. Uma pressão positiva deve restar sobre a peça, a qual irá curar no tempo adequado em função da espessura da peça final.

É especialmente importante ajustar corretamente a reatividade do sistema de forma a permitir que o material flua pelo molde antes de se iniciar a polimerização da resina. A peça então poderá ser desmoldada e colocada em um berço para seu resfriamento. Depois ela poderá sofrer uma limpeza antes de eventual aplicação de um primer e posterior aplicação da pintura de acabamento.

Ainda sobre as prensas, é importante lembrar que, para uma boa qualidade da peça final, que elas possuam controle de paralelismo e de tempo de abertura e fechamento. Hoje em dia existem prensas controladas por computador com colocação de material e extração automáticas.

MOLDAGEM POR COMPRESSÃO



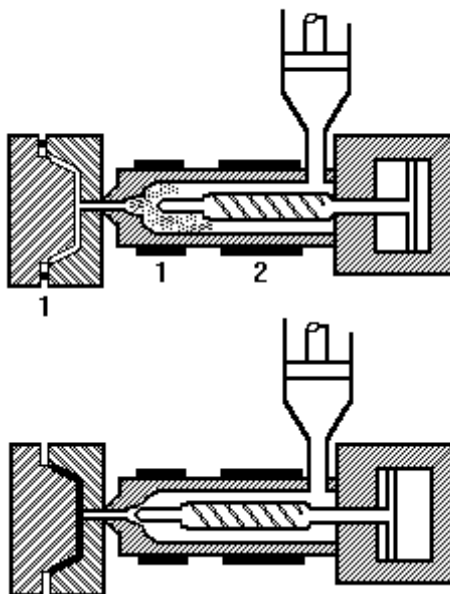
1- PUNÇÃO (AQUECIDO); 2- MATRIZ (AQUECIDA); 3- BMC

MOLDAGEM POR INJEÇÃO

Para a conformação de peças em BMC para a indústria de componentes elétricos, normalmente é utilizada a moldagem por injeção. Este tipo de moldagem oferece algumas vantagens em relação a moldagem por compressão. O processo é fechado (benefício ambiental), e automático (economia de mão-de-obra). As peças possuem altíssima reprodutibilidade, seu peso se mantém constante e as propriedades mecânicas são idênticas a todo momento.

Podem ser utilizados dois tipos de injetora: de pistão e de rosca. As máquinas de pistão transferem o material com menor quebra das fibras de vidro. Entretanto recentemente, estão sendo desenvolvidas injetoras de rosca que pouco danificam as fibras de vidro oferecendo como vantagem uma melhor homogeneização do material e uma menor quantidade de ar encapsulado (o que prejudica as características mecânicas do composto).

MOLDAGEM POR INJEÇÃO



1) REGIÃO AQUECIDA; 2) REGIÃO SEM AQUECIMENTO

MATÉRIAS-PRIMAS

RESINAS

Como regra geral, são utilizadas para o processo, resinas poliéster ortoftálicas ou isoftálicas de alta reatividade, que permitam o uso de agentes espessantes. Quando se requer contrações menores, pode-se usar resinas especiais, chamadas de aditivos termoplásticos, juntamente com a resina poliéster insaturado.

Entre os aditivos termoplásticos podemos incluir o polietileno, poliestireno, polimetilmetacrilato, copolímeros de estireno, copolímeros de vários metacrilatos, polivinilacetatos, policaprolactamas, poliuretanos, etc. Preferencialmente o peso molecular deve estar entre 25000 e 50000.

INICIADORES

Para a melhor moldagem do BMC devem ser utilizados iniciadores que agem em altas temperaturas, como o t-butil perbenzoato e o t-butil hidroperóxido. A faixa ideal de temperatura de moldagem deve estar entre 145 e 158C.

Outros catalisadores podem ser avaliados quando se trabalha com temperatura menores, como por exemplo, o t-butil peroxoato (127-138C), 2,5 dimetil peroxi hexano (127-138C) e o t-butil peroxi pivalato (104-116C). O uso do peróxido de benzoíla não é recomendado em sistemas de baixa contração.

CARGAS MINERAIS

O carbonato de cálcio é a carga mineral mais comum no processo de fabricação do BMC. Os tamanhos de partícula mais usados são o de 2 e na faixa de 10-40.

O uso da alumina tri-hidratada malha 325 confere à peça em BMC, características de auto-extinguibilidade. Pequenas quantidades de bentonita ou carbonato de cálcio de tamanho de partícula de 4 pode ser adicionado afim de manter a alumina em suspensão durante o processo.

Em algumas aplicações especiais, como resistência química a alguns ácidos, o carbonato de cálcio pode ser substituído por caulim.

AGENTES ESPESSANTES

Os agentes espessantes constituem em óxidos ou hidróxidos de metais alcalinos terrosos que ao serem adicionados a pasta-matriz aumentam a viscosidade do composto e portanto previnem uma indesejável separação da resina poliéster do material sólido durante a moldagem.

O óxido ou hidróxido alcalino terroso difuncional reage com o grupo carboxila da cadeia do poliéster, duplicando ou triplicando o peso molecular da resina. Esta ligação não é permanente, mas diminui levemente quando o composto é submetido a temperatura de moldagem. O composto espessado preenche uniformemente a cavidade do molde, expulsando o ar e os materiais voláteis de dentro do molde, para evitar bolhas e porosidade.

Os agentes espessantes mais utilizados são: óxido de magnésio, hidróxido de magnésio, óxido de cálcio.

Em alguns casos, quando a reologia do composto permite, o uso do agente espessante pode ser desconsiderado. Neste caso, o material é conhecido como DMC (Dough Molding Compound).

AGENTES DESMOLDANTES

Para se retirar a peça em plástico reforçado com fibras de vidro de um molde é necessária a utilização de um desmoldante. No caso do BMC, desmoldantes internos são incorporados ao composto durante o processo de mistura da pasta-matriz. Quando o material é colocado dentro do molde e é elevada a temperatura, o desmoldante migra para a superfície da peça e forma uma fina camada entre a peça e o molde, o que auxilia a desmoldagem.

O desmoldante de maior eficiência é o estearato de zinco e deve ser colocado em uma proporção de cerca de 2% sobre o total de pasta-matriz, e há uma tendência a formar espuma durante o processo de mistura.

Também pode ser utilizado o estearato de cálcio, que para sua melhor eficiência requer 1/3 da quantidade que se usaria de estearato de zinco. Entretanto, em quantidades maiores pode deixar resíduos no molde e diminuir o brilho da peça moldada.

Desmoldantes internos com base em fosfatos também são usados com boa eficiência.

REFORÇOS

O tipo do reforço de fibras de vidro e seu teor no composto é absolutamente decisivo nas propriedades mecânicas do BMC. A fibra picada (denominada Chopped Strand) deve possuir um comprimento de 3 a 12 mm. O teor de reforço deve ser de 15 a 25%. Para se obter resultados de propriedades mecânicas acima do aço, é possível a utilização de outros tipos de reforço, como fibras de carbono, boro, aramida, poliéster etc.

O MOLDE

Para a conformação do BMC o molde deve ser construído em metal apropriado ao tamanho e forma da peça. Pode ser em aço 1045 ou 4140, laminado ou fundido. Um molde fundido é mais adequado quando a forma e contornos da peça são complexos.

A decisão de cromar o molde é feita pelo moldador. Uma espessura de 0,0005 a 0,001 mm de cromo duro fornece algumas vantagens, como proteger a superfície do molde, aumentando sua vida útil, melhorar o aspecto superficial da peça e facilitar a sua desmoldagem.

No projeto de construção do molde devem ser considerados os canais de aquecimento por vapor. Não há regras para a sua localização, a forma da peça é que vai determinar a sua localização.

É importante também considerar o fechamento do molde. Um "pinch-off" de 1/16 de polegada é recomendado. Devem ser projetados os pinos guia e extratores para a desmoldagem das peças.

O EQUIPAMENTO

Para o processamento do BMC são necessários os equipamentos abaixo relacionados:

I. Misturador tipo Sigma para a preparação da pasta-matriz e impregnação do reforço.

II. Prensas hidráulicas de alta tonelagem onde são colocados os moldes, ou injetoras de pistão ou de rosca.

O ACABAMENTO

As peças produzidas em BMC tem a superfície acabada nos dois lados da peça não sendo necessária procedimentos de acabamento. Nos casos em que se necessitar pintura final, recomenda-se que seja feita uma limpeza com solvente ou preferencialmente com detergente alcalino, com a finalidade de remover o agente desmoldante, para não prejudicar a aderência da pintura de acabamento.

SUGESTÃO DE FÓRMULA

BMC Low Profile

<u>Componentes</u>	<u>Partes por peso</u>
Resina poliéster	80
Aditivo termoplástico	20
Iniciador	1 - 2
Agente desmoldante	3 - 5
Carga mineral	180 - 230
Agente espessante	1 - 3
Roving picado (de 4 a 13 mm)	15 - 20% em peso

PROPRIEDADES FÍSICAS E QUÍMICAS DO MOLDADO EM BMC

<u>Característica</u>	<u>Valores típicos</u>
Resistência à tração - MPa	20 - 70
Módulo de elasticidade na tração - MPa	10.300 - 13.800
Resistência à flexão - MPa	41 - 180
Módulo de elasticidade na flexão - MPa	10.300 - 17.300
Resistência à compressão - MPa	103 - 207
Impacto (Izod com entalhe) - J/m	40 - 233
Peso específico	1,4 - 2,0
Absorção de umidade, 24 horas - %	0,05 - 0,25
Temperatura de deflexão, carga de 264 psi - °C	149 - 299
Resistência ao calor, contínuo - °C	121 - 204
Dureza Barcol	35 - 70
Resistência ao arco - segundos	100 - 400
Constante dielétrica - 60 Hz	5700 - 5100
Fator de dissipação - 60 Hz	0,015 - 0,004
Constante dielétrica - 1 Mhz	4600 - 2100
Fator de dissipação - 1 Mhz	0,0128 - 0,008
Resistência química <ul style="list-style-type: none"> • a ácidos • a bases • a solventes 	de boa a excelente de regular a boa de boa a excelente

CONCLUSÃO

O BMC devido as suas propriedades vantajosas, tornou-se um material de construção, principalmente para a indústria de componentes elétricos. Essas vantagens podem ser brevemente resumidas em:

- Alta resistência mecânica aliada a baixo peso
- Larga flexibilidade de design
- Grande resistência ao impacto
- Grande resistência ao calor
- Boas propriedades elétricas
- Resistente a corrosão
- Boas propriedades retardantes de chama
- Ótimo acabamento superficial
- Fácil aplicação de pintura
- Possibilidade de colocar incertos metálicos
- Adaptável a processos automáticos
- Processo não prejudicial ao meio ambiente

BIBLIOGRAFIA

* SPI HANDBOOK OF TECHNOLOGY AND ENGINEERING OF PLASTICS/COMPOSITES
 J. Gilbert Mohr, Samuel S. Oleesky, Gerald D. Shook, Leonard S. Meyer