



SISTEMAS DE CÂMARA QUENTE, MANUTENÇÃO PREVENTIVA E RECOMENDAÇÕES PARA A INSTALAÇÃO DOS SISTEMAS¹

William dos Santos ²
Michael Rollmann ²

Resumo

Os sistemas de câmara quente têm contribuído de forma significativa para a melhoria do processo de produção de peças plásticas, tanto em nível de qualidade quanto de rentabilidade. Entretanto, é importante que sejam instalados e mantidos de forma correta para minimização de tempos de manutenção corretiva e, conseqüentemente, para redução significativa de custos financeiros do processo. Para um bom funcionamento do molde é muito importante que os especialistas em câmara quente participem desde o início do projeto do molde. Procedimentos básicos de manutenção e a correta instalação dos sistemas no molde garantem sua eficiência e perfeito funcionamento. Para minimizar problemas de operação e prolongar a vida dos sistemas é necessário seguir alguns passos importantes ao iniciar e terminar uma produção. Os procedimentos apresentados não são complexos e parecem óbvios. Entretanto, é importante que sejam seguidos com certa disciplina, pois certamente serão de grande valia para minimização de tempos de manutenção corretiva bem como para redução significativa de custos financeiros do processo.

Palavras-chave: Câmara quente; Instalação; Operação; Manutenção.

HOT RUNNER SYSTEMS, PREVENTIVE MAINTENANCE AND RECOMMENDATIONS TO INSTALL AND OPERATE HOT RUNNER SYSTEMS

Abstract

Hot runner systems have contributed significantly to the improvement of the production of plastic parts, both in quality and profitability. However, it is important that they are properly installed and maintained to minimize corrective maintenance and reduce cost of production. For a proper functioning of the mold it is very important that the hot runner specialists are involved from the very beginning of the project of the mold. Basic maintenance procedures and correct installation ensure perfect functioning of the hot runner systems. To minimize operating problems and prolong the life of the systems it is necessary to follow some important steps to start and end a production. The procedures presented are not complex and seem obvious. However, it is important that these recommendations are followed with some discipline, because it will certainly be of great value to minimize corrective maintenance and reduce cost of production.

Keywords: Hot runner, installation, operation, maintenance.

¹ *Contribuição técnica ao 10º Encontro da Cadeia de Ferramentas, Moldes e Matrizes, 8 a 10 de agosto de 2012, São Paulo, SP.*

² *Engenheiro. Incoe International Brasil Ltda.*



1 INTRODUÇÃO

No mercado extremamente competitivo de hoje os transformadores de plástico por injeção são continuamente obrigados a reduzir seus preços dos produtos moldados por injeção. Assim cada vez mais procuram por melhor eficiência e redução de custos. Os sistemas de câmara quente fornecem consideráveis vantagens em termos de redução de ciclos de produção e gastos com matéria prima.

Para um bom funcionamento do molde é muito importante que os especialistas em câmara quente participem desde o início do projeto do molde. Os sistemas de câmara quente para moldes têm de ser desenhados de forma a proporcionar uma adaptação individual e flexível aos espaços disponíveis no molde, para permitir uma montagem fácil e segura. Além disso, o sistema de câmara quente precisa garantir as condições técnicas e reológicas para o processamento de materiais plásticos.

Hoje encontramos no mercado varias marcas e modelos de sistemas de câmara quente para a injeção de plástico. Estes sistemas de câmara quente fornecem consideráveis vantagens em termos de facilidade de instalação, operação e manutenção a custos reduzidos. Mas independentemente do tipo de câmara quente usado no seu molde, todos têm uma coisa em comum, eles necessitam de manutenção preventiva para garantir sua eficiência e perfeito funcionamento.

Mesmo com todas as vantagens que um sistema de câmara quente apresenta no processo de injeção de plástico, às vezes temos dificuldades em argumentar com a afirmação que uma câmara quente faz um molde de injeção mais complexo. Mas com diligencia razoável e uma manutenção disciplinada não é difícil que o processo pague os benefícios de sua operação.

Como pioneiros da tecnologia de câmara quente descrevemos aqui as nossas recomendações para uma manutenção qualificada e instalação no molde.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Em geral devem ser seguidos alguns procedimentos básicos de manutenção e, na sequencia, vamos orientar a correta instalação dos sistemas no molde.

2.1 Manutenção Preventiva de Sistemas de Câmara Quente

Um dos fatores mais importantes para manter um sistema de câmara quente em bom funcionamento é evitar a entrada de impurezas no canal do manifold e nos bicos. A contaminação da matéria prima obstrui os canais e pode entupir os gates, dificultando assim a injeção da peça. Para limitar ao máximo a entrada de impureza na câmara quente recomendamos:

- manter o material de plástico o mais puro possível; e
- utilizar um filtro homogenizador entre cilindro e bico da maquina injetora para filtrar o material fundido antes de entrar na câmara quente.

O objetivo é evitar obstruções no processo de injeção e quando a pressão de injeção começa a subir é chegada a hora de limpar o filtro homogenizador. O filtro deve ser construído para facilitar a limpeza do seu elemento filtrante. Mas em principio a limpeza de um filtro é sempre muito mais eficiente do que desobstruir um gate de um sistema de câmara quente (Figura 1).



Figura 1. Filtro homogenizador em corte. Com o aumento da pressão de injeção a purga do filtro é necessária para tirar as impurezas e limpeza do elemento filtrante.

Em caso de processar plástico reforçado com fibra longa, naturalmente a fibra obstrui o filtro mais rápido. Neste caso recomendamos purgar o conjunto cilindro – filtro - câmara quente com material sem fibra antes da parada do molde. Este procedimento deixará cilindro, filtro e câmara quente limpos e facilitará a rotina de iniciar novamente a próxima produção de peças. Caso haja preocupação com a possibilidade de misturar material com ou sem fibra, recomendamos o uso de uma cor diferente para o material da purga.

A manutenção preventiva deve ser diferenciada da desmontagem completa do sistema. Como regra geral, quanto menos ocorrer a desmontagem de uma câmara quente melhor, já que alguns itens, como, por exemplo, anéis de vedação, necessitam obrigatoriamente ser trocados a cada procedimento de desmontagem.

Antes de iniciar uma manutenção preventiva na câmara quente é muito importante ter conhecimento técnico adequado do tipo e da marca em uso. Assim, recomendamos solicitar um treinamento técnico do fabricante do sistema em uso e aprender o procedimento correto de sua manutenção preventiva.

Os sistemas de câmara quente de alta tecnologia oferecem resistências blindadas com dois filamentos separados em cada resistência de bico. Esta redundância permite uma produção ininterrupta no caso de rompimento de um dos filamentos, possibilitando a troca da resistência somente durante a manutenção programada. A troca periódica de resistências funcionando por resistências novas como parte típica da manutenção preventiva não é necessária por que estas resistências normalmente não falham por idade.



Hoje a maior causa de queima de resistências da câmara quente e o vazamento de plástico, são a infiltração de água da refrigeração no molde e curto-circuito nos cabos da ligação elétrica.

A fixação da resistência de sistemas de alta tecnologia atualmente é feita por um anel elástico e a ponta não precisa ser mais desmontada para trocar uma resistência do bico de injeção. Assim a troca da resistência ficou significativamente mais fácil e rápida e a possibilidade de vazamentos devido a eventuais erros na montagem da ponta foi eliminada.

A queima de termopares, entretanto é imprevisível e por isso sistemas de alta tecnologia prevêem um segundo termopar na resistência, aumentando assim a redundância da câmara quente. Em geral recomendamos a troca de termopares com cada manutenção preventiva. Por isso é importante que os termopares sejam montados em separado da resistência, facilitando o acesso e a troca (Figura 2).

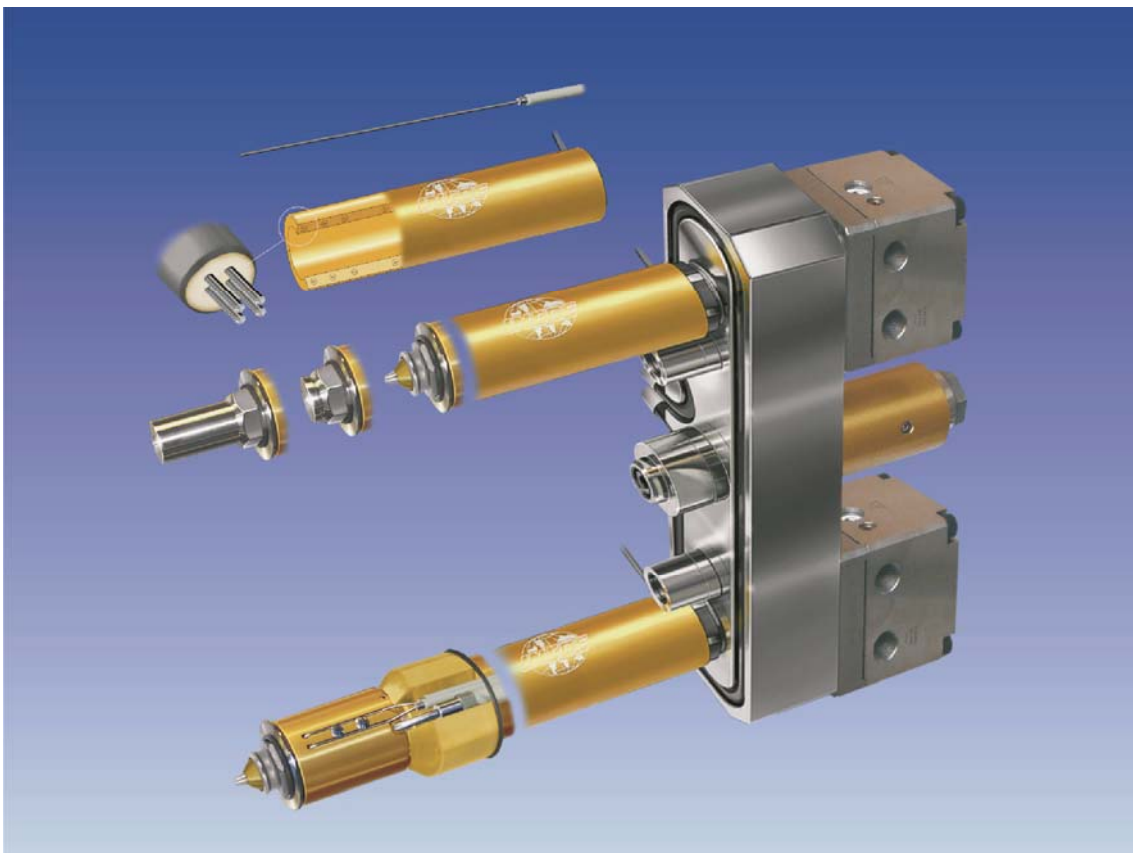


Figura 2. Termopar separado da resistência do bico, fácil para trocar na manutenção preventiva do sistema de câmara quente.

Durante a manutenção preventiva do molde (normalmente duas vezes por ano) recomendamos inspecionar a conexão entre cabos e resistências e cabos e conectores para garantir que a conexão esteja justa e a passagem elétrica esteja isolada, não existindo contato com o molde. Estes são as maiores causas de falhas do aquecimento da câmara quente.

Além disso o uso de controladores de temperatura com soft-start é altamente recomendado para reduzir a possibilidade de queima das resistências da câmara quente no início da produção.

Uma manutenção preventiva das ponteiros e gates da câmara quente é necessária quanto se injeta materiais reforçados com carga. Estes tipos de material são



altamente abrasivos e estes componentes da câmara quente sofrem um constante desgaste. Para reduzir este problema novos tipos de ponteiras foram desenvolvidos com uma cobertura para elevar a resistência ao desgaste aumentando a flexibilidade das aplicações. Além disso os fabricantes de câmara quente normalmente oferecem insertos em aço para a região do gate. Estes insertos podem ser trocados facilmente durante a manutenção do molde no caso de um desgaste excessivo pelo material de injeção abrasivo.

2.2 Recomendações para a Instalação de Sistemas de Câmara Quente

Diferenciamos entre quatro tipos de sistemas de câmara quente:

- sistema com manifold sobreposto aos bicos de injeção;
- sistema com bicos de injeção rosqueados no manifold ;
- sistema unitizado; E
- sistema *Hot Half*.

Sistemas com manifold sobreposto normalmente exigem mais usinagem nas placas do molde para alojar a câmara quente e a troca de anéis de vedação entre manifold e bicos de injeção é indispensável com cada manutenção para evitar graves vazamentos.

Os sistemas com bicos de injeção rosqueados no manifold são a prova de vazamento entre bico e manifold. Eles eliminam a usinagem do alojamento da cabeça dos bicos, reduzem o contato do sistema com o molde (melhor isolamento térmica entre câmara quente e molde) e facilitam sua montagem no molde.

Os sistemas unitizados são unidades “drop-in” pré-montadas e completas, incluindo calhas para passagem da fiação elétrica, montagem dos conectores do molde, atendendo ao esquema elétrico do controlador de temperatura, bem como tubulações pneumáticas ou hidráulicas necessárias para sistemas de Câmaras Quentes Valvulados.

Os sistemas *Hot Half* são unidades inteiramente operacionais, montadas, ligadas e pré-testadas para o funcionamento antes de sair do fabricante do sistema de câmara quente. Normalmente estão prontos para montagem na placa cavidade do fabricante do molde.

Para a instalação de cada um destes sistemas de câmara quente recomendamos solicitar um treinamento técnico específico do seu fabricante antes de iniciar a montagem do sistema no molde.

Nos casos de manutenção também se deve sempre consultar pelo menos o manual técnico antes de colocar o sistema de volta no molde.

Em geral devem ser observadas algumas regras para instalação de uma câmara quente:

2.2.1 Instalação de câmara quente sobreposto aos bicos de injeção (Figura 3):

Essa configuração tem os seguintes pontos importantes a observar:

- verificar se a profundidade de alojamento da cabeça dos bicos e a altura da placa manifold estão de acordo com o projeto do molde;
- verificar se os detalhes do alojamento das pontas estão de acordo com o projeto do molde;
- posicionar os bicos no alojamento do molde e verificar se a fiação elétrica não está obstruída;
- checar a continuidade de todas as ligações elétricas das resistências e seus termopares;



- identificar toda a ligação elétrica;
- montar todos os espaçadores no manifold;
- dimensionar e comparar todas as alturas das cabeças dos bicos com os espaçadores inferiores do manifold; a variação não pode ser maior de +/- 0,01 mm;
- posicionar guia central e guia deslocada no molde; certificar-se de que o pino guia esteja alojado corretamente no manifold;
- colocar os anéis O-Ring de aço inox no alojamento da cabeça dos bicos
- posicionar o manifold por cima dos bicos e pinos guias;
- use uma graxa para altas temperaturas nas roscas para fixar o manifold. Montar e apertar as roscas por igual para garantir uma distribuição da força de fixação uniforme nos suportes e bicos e aplique os torques especificados no projeto da câmara quente;
- dimensionar e comparar todas as alturas dos espaçadores superiores com a altura relativa da placa manifold; verifique se as medidas estão de acordo com o projeto da câmara quente;
- Montar a placa superior do molde e então apertar os parafusos conforme os torques especificados
- proceda com a ligação elétrica de cada zona de aquecimento do sistema; aqueça e teste cada zona de aquecimento individualmente até 100°C identificando a fiação elétrica;
- no caso de um sistema valvulado, conectar as linhas hidráulicas ou pneumáticas e de refrigeração para os cilindros de acionamento das agulhas; e
- ajuste a altura das agulhas dos bicos valvulados.

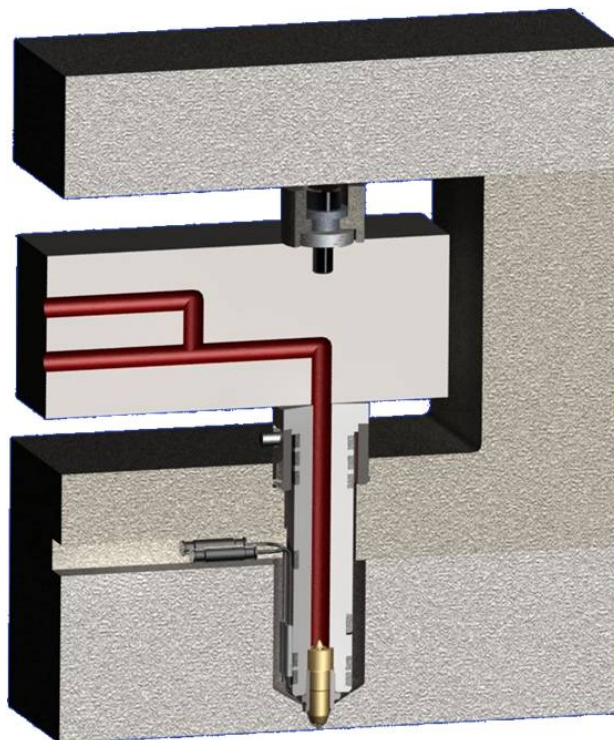


Figura 3. Sistema de câmara quente com manifold sobreposto aos bicos de injeção.



2.2.2 Instalação de câmara quente com bicos rosqueado no manifold

A Figura 4 demonstra a configuração desse sistema.

- verificar se os detalhes dos alojamentos dos bicos e do manifold estão de acordo com o projeto;
- considerando um sistema de câmara quente unitizado toda ligação elétrica já vêm preparada pelo fabricante da câmara quente; caso não unitizado deve-se seguir os passos 4,5, e 14 do procedimento anterior;
- posicionar e instalar o sistema de câmara quente no seu alojamento do molde (anote: os espaçadores do manifold e o pino guia são montados no manifold);
- dimensionar e comparar todas as alturas dos espaçadores superiores com a altura relativa da placa manifold; verificar se as medidas estão de acordo com o projeto da câmara quente;
- montar a placa superior do molde e apertar os parafusos conforme os torques especificados;
- conectar um controlador de temperatura e verificar o aquecimento de cada zona individualmente; e
- no caso de um sistema valvulado unitizada (Figura 5) a instalação das linhas hidráulicas e de refrigeração para os cilindros do acionamento das agulhas já vêm preparados pelo fabricante da câmara quente; caso não unitizado deve se seguir o passo 15 do procedimento anterior; no caso de um sistema com atuação pneumática deve se seguir as instruções do manual técnico do sistema;
- ajustar a altura das agulhas dos bicos valvulados conforme instruções do manual técnico do sistema



Figura 4. Sistema de câmara quente com bicos rosqueados no manifold eliminam os anéis de vedação entre manifold e bicos e facilitam a montagem do sistema no molde.



Figura 5. Sistema de câmara quente valvulado hidráulico, unitizado com os bicos rosqueados no manifold e com as instalações de elétrica, hidráulica e refrigeração pré-instalada pelo fabricante do sistema antes de entregar ao cliente.

2.2.3 Instalação de sistema *Hot Half*

A configuração do sistema *hot-half* esta demonstrada na Figura 6:

- verificar se os detalhes dos alojamentos dos bicos e os pinos guia estão de acordo com o projeto;
- montar o *hot-half* na parte móvel do molde;
- fixar o *hot-half* no molde usando os torques especificados no projeto;
- conectar um controlador de temperatura e verificar o aquecimento de cada zona individualmente; E
- no caso de um sistema valvulado, ajustar a altura das agulhas dos bicos valvulados conforme instruções do manual técnico do sistema.

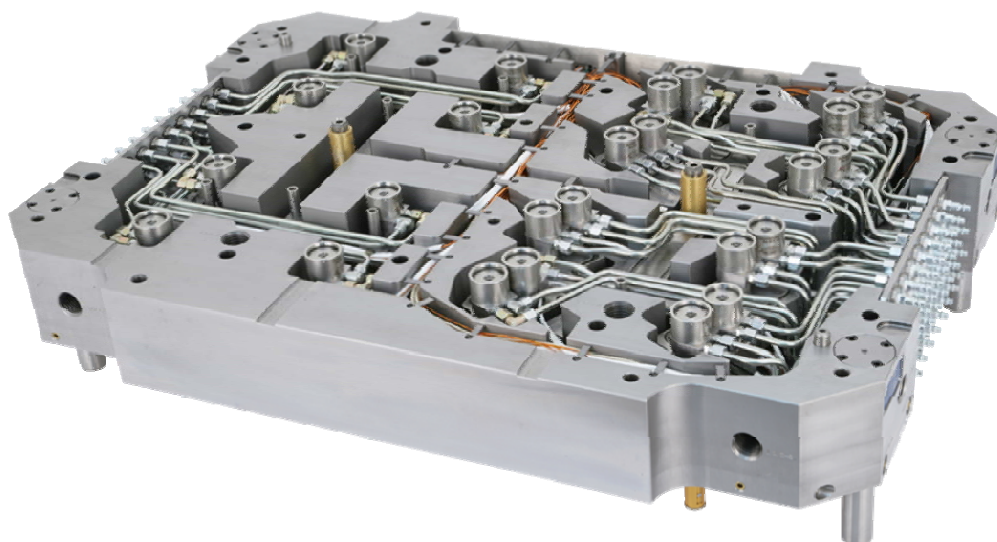


Figura 6. Sistema *Hot Half*, com câmara instalada na parte fixo do molde, pronto para acoplar à parte móvel do molde.



3 INICIAR A OPERAÇÃO DA CÂMARA QUENTE

Após a instalação da câmara quente no molde, é importante seguir alguns passos para minimizar problemas de operação do sistema na produção:

- Devem ser tomadas as precauções de segurança adequadas.
- Verificar o diâmetro e raio do orifício do bico de injeção, que devem ser das mesmas dimensões que o assento da bucha de injeção do molde. Não fazer isso pode causar cisalhamento excessivo, vazamento ou degradação do material.
- A temperatura inicial do manifold deve ser definida igual à zona frontal do cilindro da máquina (Nota: as temperaturas definidas podem variar de acordo com condições de processamento do material).
- Definir a temperatura do bico em torno de 38°C (100°F) a menos que a temperatura do manifold enquanto ele aquece até a temperatura de operação. Após atingir a temperatura definida (set point), regule os bicos para mais 5% do ponto definido no manifold. 5%. Atenção: deixe o manifold ligado durante 15 minutos antes de iniciar a operação.
- Para sistemas de bicos valvulados. Verificar a abertura e posições de fechamento dos pinos.
- Fechar o molde e movimentar a unidade de injeção até que o bico entre em contato com o assento da bucha do manifold. Acionar a rosca (usando apenas a contra pressão) para preencher o manifold e os bicos com material plástico. Abrir o molde e remover qualquer plástico ou parte de peça do macho ou cavidade.
- Diminuir a contrapressão. Posicionar alimentação e pressões na faixa normal de arranque (start-up) e iniciar a moldagem. Seguir os procedimentos normais de segurança para as operações de arranque e regime de operação.
- A operação de arranque do sistema pode exigir um ligeiro aumento na temperatura do bico.
- Se forem necessárias alterações freqüentes de cor, preencher o sistema utilizando resina natural ou clara do mesmo tipo. Isso facilitará a troca de cor quando necessário.

4 ENCERRAR A OPERAÇÃO DA CÂMARA QUENTE

Ao terminar uma produção, em caso de o molde ser deslocado para armazenagem, recomenda-se tomar algumas providências para prolongar a vida dos sistemas de aquecimento.

- Remover qualquer material (resina) que possa estar no gate ou no macho/cavidade do molde.
- Desligar todas as zonas do manifold e bicos.
- Para sistemas com bicos valvulados. Certificar que todos os pinos das válvulas estejam na posição fechada antes de desligar o manifold e o controlador de temperatura dos bicos.
- Reduzir a temperatura de resfriamento do molde.
- Circular água no sistema de refrigeração do molde por 15 minutos. Isso auxiliará a resfriar o sistema de aquecimento (câmara quente) e prevenirá falhas prematuras de O'Ring e selos de vedação.



Em interrupções de processo mais longas que 10 minutos, reduzir a temperatura do sistema em aproximadamente 50°C (122°F) para evitar a queima do material.

5 PROBLEMAS DURANTE A OPERAÇÃO DA CÂMARA QUENTE

Diversos problemas podem ocorrer durante a produção de peças plásticas. Algumas, diretamente associadas ao sistema de aquecimento do molde, outras não. É fundamental que seja realizada uma avaliação criteriosa para cada ocorrência, a fim de evitar gastos desnecessários de tempo e dinheiro.

5.1 Devido ao Bico

- Congelamento de gate:
 - verificar temperaturas de molde e operação;
 - ponteira do gate muito curta (danificada, modelo);
 - gate muito pequeno;
 - bucha em contato com o molde (perda de calor);
 - dimensões da furação no molde fora de especificação;
 - partículas estranhas no gate;
 - material fundido incha fora do gate e congela; e
 - ciclo de injeção irregular ou muito longo.
- Vazamento no gate:
 - diâmetro danificado; e
 - dimensões de furação do molde fora de especificação.
- Não atinge ponto definido (*set point*):
 - controlador de temperatura defeituoso ou danificado;
 - resistência ou bico em contato com o molde;
 - vazamento no selo do gate; e
 - resistência defeituosa ou danificada.
- Gate gotejando, escorrendo ou espirrando
 - temperatura da câmara quente muito alta;
 - gate muito grande;
 - molde muito quente para o tempo de ciclo; e
 - erro de descompressão.
- Vestígio do gate muito grande
 - comprimento normal da altura do gate deve ser aproximadamente 50% do diâmetro do gate;
 - ponteira muito curta (danificada, modelo); e
 - furação do gate fora de especificação.
- Marcas de queima na peça injetada
 - temperatura do sistema muito alta;
 - tempo de residência no sistema muito longo (interrupções);
 - verificar rosca (fuso) e cilindro; e
 - se o material plástico for sensível ao cisalhamento (retardante de chama) deve ser alterado o gate.
- Marcas coloridas na peça injetada
 - material sensível a temperatura;
 - blenda (cor) mal misturada; e



- material de cor diferente no cilindro da máquina por sobra da operação anterior.

6 PURGA DE MATERIAL PLÁSTICO COM SISTEMA DE CÂMARA QUENTE

Para purgar o material antigo do sistema, observar os passos a seguir:

- fechar a refrigeração do molde no lado da injeção;
- elevar a temperatura do sistema de aquecimento (câmara quente) em aproximadamente 20°C (68°F) (acima da temperatura de operação) e aguardar 10 minutos (apenas 5 minutos para POM¹);
- afastar a unidade de injeção. Elevar a temperatura das resistências da unidade de injeção em aproximadamente 30°C (86°F);
- após atingir a temperatura, limpar a unidade de injeção. Ficar atento com as partes aquecidas para evitar acidentes;
- limpar o ponto de transferência entre o bico da máquina injetora e a extensão do bucha de injeção (câmara quente);
- injetar 3 ou 4 ciclos (tiros) com baixa velocidade. Para tiros de baixo peso, injetar o material plástico através do molde aberto. Não devem ser identificadas marcas da cor antiga (anterior);
- para sistemas de bicos valvulados, acionar os pinos de 2 a 3 vezes (abrir-fechar) durante este procedimento, sem injetar material;
- religar a refrigeração do molde e regular o sistema de temperatura para normal (câmara quente e rosca de injeção);
- aguardar 10 minutos; e
- reiniciar a produção.

7 CONCLUSÃO

Os procedimentos apresentados não são complexos e parecem óbvios. Entretanto, é importante que sejam seguidos com certa disciplina, pois certamente serão de grande valia para minimização de tempos de manutenção corretiva bem como para redução significativa de custos financeiros do processo.

BIBLIOGRAFIA

- 1 Ferreira, Aurélio Buarque de Holanda. *Novo dicionário Aurélio da língua portuguesa*. 3ª edição. Editora Positivo. Curitiba, PR. 2004.
- 2 Incoe Corporation. *Quick-Flo™ - Hot runner systems instructions manual*. www.incoe.com.

¹ POM: Poliacetal (polyoxymethylene = polioximetileno), também conhecido como Acetal, é um polímero proveniente do formaldeído, um plástico resistente, descoberto em 1956.