

DuPont Performance Polymers

Manual de processamento de moldagem por sopro



* O logotipo oval da DuPont, DuPont e The miracles of science* são marcas registradas ou marcas requeridas de E.I. du Pont de Nemours and Company ou suas subsidiárias.

*The miracles of science**

Conteúdo

Páginas

1 Resinas DuPont para moldagem por sopro	3
1.1 Por que moldar as resinas de engenharia por sopro?	3
1.2 Resinas de nylon ZYTEL® para moldagem por sopro	3
1.3 Resinas de poliéster HYTREL® e CRAFTIN® para moldagem por sopro	4
2 Descrição do processo de moldagem por sopro	6
2.1 Geral	6
2.2 Máquinas para extrusão contínua	6
2.3 Máquinas com cabeçote acumulador	6
2.4 Moldagem por sopro por co-extrusão e seqüencial 3-D	6
2.5 Moldagem por injeção-sopro	8
3 A máquina de moldagem por sopro - Considerações importantes	9
3.1 Modelos de rosca e cilindro	9
3.2 Modelos de <i>Manifold</i> / adaptador	9
3.3 Modelos de cabeçotes acumuladores e de extrusão contínua	10
3.4 Modelos de matriz / cabeçote	10
3.5 Dispositivos cortadores de <i>parison</i>	11
3.6 Força de fechamento do molde	11
3.7 Controle de temperatura	11
3.8 Equipamento auxiliar	11
4. Condições de operação da máquina	12
4.1 Condições de processamento – Referência Rápida	12
4.2 Temperatura do cilindro	12
4.3 Temperatura do adaptador, do cabeçote e da matriz	13
4.4 Pressões e velocidades de vazão do acumulador	13
4.5 Programação do <i>parison</i>	13
4.6 Temperatura do molde	14
4.7 Procedimentos para acionamento	14
4.8 Purga e desligamento	14
4.9 Operações secundárias: rebarbação, soldagem	15
4.10 Condições especiais para moldagem por injeção-sopro e Operação <i>Pressblower</i>	16
5. Manuseio das resinas de moldagem por sopro	16
5.1 Efeitos da umidade	16
5.2 Secagem	18
5.3 Material moído	18
5.4 Armazenamento a granel	19
6. Orientações para o projeto do molde	19
6.1 Geral	19
6.2 Materiais de construção	19
6.3 Razão de sopro (estiramento)	20
6.4 Limites de contração do molde e dimensões da peça	20
6.5 Projeto da linha de solda	20
6.6 Outras considerações sobre o molde	21
7. Guia de solução de problemas	23

1 Resinas DuPont para moldagem por sopro

1.1 Por que moldar as resinas de engenharia por sopro?

São várias as razões pelas quais as resinas de engenharia se consolidaram nas aplicações de moldagem por sopro, como por exemplo:

- Redução de custo e peso
- Recicláveis (por exemplo, substitui a borracha)
- Inovação:
 - Peças multifuncionais
 - Redução do número de peças no compartimento do motor
- Exigências de temperaturas maiores
- Fácil montagem e desmontagem
- Redução do número de materiais
- Melhor desempenho
- Redução de ruído
- Disponibilidade de grades especiais de resinas desenvolvidas para a moldagem por sopro

A DuPont oferece uma grande variedade de resinas de engenharia para moldagem por sopro, entre elas:

- HYTREL® Elastômero de poliéster
- CRAFTIN® Poliéster PBT
- ZYTEL® Nylons 6, 66, e ligas
- SELAR® RB Resina barreira

Novos *grades* são constantemente desenvolvidos, então, por favor, entre em contato com o seu representante DuPont para as últimas novidades sobre os produtos. Todas as resinas da DuPont contam com ampla Assistência Técnica nas áreas de:

- Informações básicas
- Desenvolvimento (C.A.D.)
- Processamento
- Teste

1.2 Resinas de nylon ZYTEL® para moldagem por sopro

As resinas de nylon ZYTEL® são poliamidas termoplásticas que possuem propriedades que as colocam no topo do ranking de plásticos de engenharia. Elas são tenazes e quimicamente resistentes, e os artigos moldados mantêm seu desempenho a altas temperaturas. As resinas ZYTEL® relacionadas abaixo possuem excelente resistência da massa fundida no *parison* e alto estiramento para moldagem por sopro. Alguns *grades* são reforçados com fibras de vidro para aumentar sua resistência mecânica, rigidez e estabilidade dimensional. Há também uma liga de nylon flexível disponível. Todos os *grades* de moldagem por sopro ZYTEL® são especialmente compatíveis entre si para sua utilização em moldagem por sopro com co-extrusão seqüencial – por exemplo, no segmento de tubulações de ar rígidas / flexíveis, etc. (veja a seção 2.4).

Resinas ZYTEL® para moldagem por sopro

ZYTEL® BM7300THS	PA6 não reforçada
ZYTEL® BM73G25THS	PA6 reforçada com 25% de fibra de vidro
ZYTEL® BM73G15THS	PA6 reforçada com 15% de fibra de vidro
ZYTEL® BM7300FN	PA6 não reforçada Liga de nylon flexível
ZYTEL® CFE8005HS	PA66 não reforçada
ZYTEL® EFE7340	PA66 resistente à hidrólise Reforçada com 15% de fibras de vidro
ZYTEL® EFE7341	PA66 resistente à hidrólise Reforçada com 20% de fibras de vidro

1.2.1 Resinas ZYTEL® – reologia

As resinas para moldagem por sopro ZYTEL® foram desenvolvidas para fornecer excelente resistência quando fundidas no *parison* durante as operações de extrusão e moldagem. Isto exige alta viscosidade a taxas de cisalhamento baixas, normalmente na faixa de 0-10 s⁻¹. Para taxas de cisalhamento mais altas, encontradas na plastificação da resina na rosca e no cilindro da máquina, há uma redução de viscosidade que auxilia na minimização do torque da rosca e na solicitação de força do motor.

As figuras 1 (abaixo) e 2 (na próxima página) mostram as curvas de viscosidade aparente / taxa de cisalhamento para os *grades* de moldagem por sopro de ZYTEL® medidos em temperaturas de massa fundida adequadas. Todas as resinas foram secas a um nível de umidade menor que 0,05%. Níveis maiores de umidade reduzirão significativamente os níveis de viscosidade ao longo da faixa de taxas de cisalhamento.

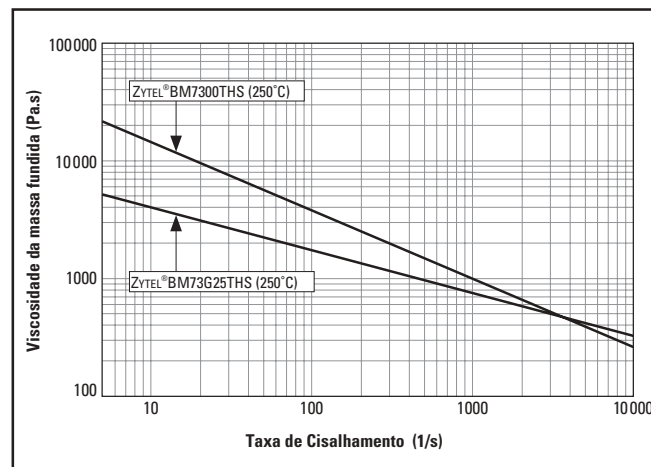


Fig. 1 Viscosidades da massa fundida para vários *grades* de ZYTEL® nylon 6

Tabela 1

Tipo de Nylon	Grade de ZYTEL®	MFI típico a 21,6 kg g / 10 min	Temperatura
PA66 não reforçada	CFE8005 BK	25-35	280°C
PA66 15% fibras de vidro	EFE7340 BK	30-40	280°C
PA66 20% fibras de vidro	EFE341 BK	50-60	280°C
PA6 não reforçada	BM7300T BK	20-30	250°C
PA6 liga flexível	BM7300FN BK	40-50	250°C
PA6 25% fibras de vidro	BM73G25T BK	25-35	250°C

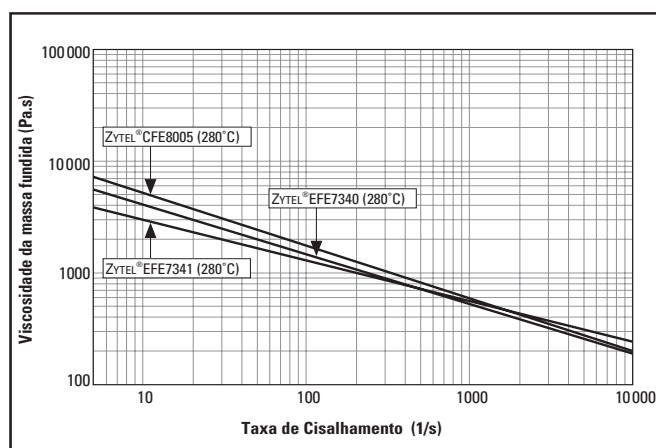


Fig. 2 Viscosidade da massa fundida para vários grades ZYTEL® nylon 66

Os valores do índice de fluidez da massa fundida (MFI) foram medidos para as resinas de moldagem por sopro ZYTEL® e são demonstrados na Tabela 1. As medições foram feitas para 21,6 kg de carga e temperatura próxima à temperatura normal de processamento para cada grade. Os resultados do MFI baseados em condições diferentes não são comparáveis.

Deve-se observar que o MFI não deve ser considerado um índice confiável da resistência da massa fundida para resinas de nylon (principalmente os reforçados com fibra de vidro) devido aos efeitos da umidade e outros fatores. Por isso aconselha-se utilizar os valores com cautela.

1.3 Resinas de poliéster HYTREL® e CRASTIN® para moldagem por sopro

1.3.1 Elastômero de poliéster HYTREL®

Os elastômeros de poliéster termoplásticos HYTREL® (TEEE) são polímeros flexíveis de alto desempenho, com propriedades excepcionais, tais como:

- Desempenho a baixas e altas temperaturas
- Excelente resistência a óleo e hidrocarbonetos
- Tenacidade e resistência à ruptura
- Desempenho dinâmico (fadiga à flexão)
- Redução de ruído
- Excelentes propriedades de vedação (baixo *creep*)

Grades especiais de HYTREL® foram desenvolvidos para proporcionar boa estabilidade do *parison* e outras propriedades exigidas na moldagem por sopro. Suas aplicações incluem:

- Coifas CVJ
- Coifas de proteção de suspensão e direção
- Tubulações de ar
- Tubulações de ventilação

Relacionamos abaixo uma parte da variedade de grades de HYTREL® para moldagem por sopro.

	Dureza (Shore D)	Principais aplicações
HYTREL® HTR8105	47	Coifas CVJ
HYTREL® HTR5612	50	Coifas de proteção de suspensão e direção, coifas CVJ
HYTREL® HTR8223	45	Coifas de proteção de suspensão e direção, coifas CVJ
HYTREL® HTR4275	55	Tubulações de ar e ventilação
HYTREL® BM6574	65	Tubulações de ar e ventilação (maior temperatura)
HYTREL® BM5576	55	Tubulações de ar e ventilação (maior resistência do fundido)

1.3.2 Resinas HYTREL® – reologia

As figuras 3 e 4 mostram as curvas da viscosidade aparente / taxa de cisalhamento para algumas resinas para moldagem por sopro HYTREL®. Os grades de viscosidade maior são desenvolvidos para peças mais longas como tubulações de ar, enquanto que os grades de menor viscosidade (maior índice de fluidez) são formulados para utilização em coifas, foles de proteção de suspensão e direção.

Os valores do índice de fluidez da massa fundida (MFI) para estas resinas para moldagem por sopro HYTREL® são demonstrados na Tabela 2. Deve-se observar a carga e a temperatura utilizados no teste, pois medições realizadas em condições diferentes não são comparáveis.

Tabela 2

Grade de HYTREL®	Dureza (Shore D)	MFI típico a 5 kg g / 10 min	MFI típico a 21,6 kg g / 10 min	Temperatura
HTR4275 BK	55	2,0	0,5	230°C
BM5576 BK	55	1,2	0,3	230°C
BM6574	65	–	0,5	270°C
HTR5612 BK	50	–	3,0	230°C
HTR8105 BK	47	–	2,0	230°C
HTR8223 BK	45	2,5	0,4	230°C

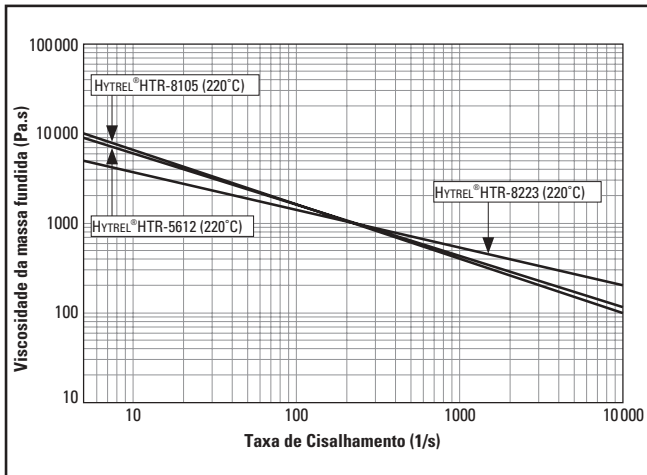


Fig. 3 Viscosidade da massa fundida para vários grades HYTREL®

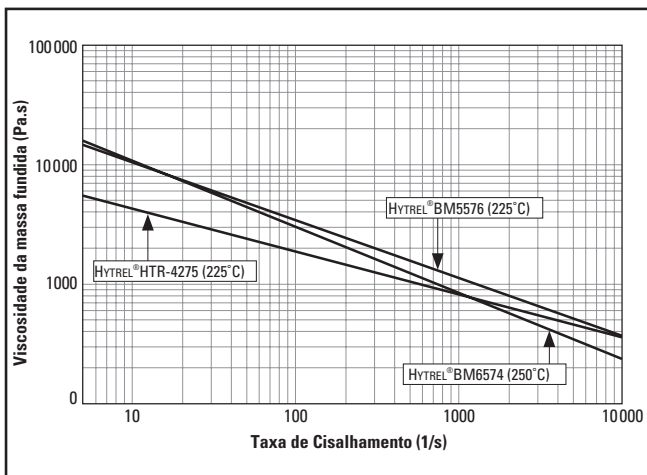


Fig. 4 Viscosidade da massa fundida para vários grades HYTREL®

1.3.3 Resina de poliéster CRASTIN® PBT

As resinas de poliéster CRASTIN® PBT são polímeros de engenharia de alta resistência, muito úteis em aplicações automotivas de moldagem por sopro pelas seguintes razões:

- Boa rigidez e resistência mecânica, principalmente a temperaturas elevadas
- Excelente tenacidade e resistência a impactos
- Boa resistência a óleo, hidrocarbonetos e produtos químicos em geral
- Baixa absorção de umidade e excelente estabilidade dimensional
- Compatível com HYTREL® em combinações de moldagem rígida / flexível

Dois grades especiais de CRASTIN® foram desenvolvidos para a moldagem por sopro:

CRASTIN® ST820 (para peças menores)

CRASTIN® BM6450 (alta resistência da massa fundida, para peças maiores)

1.3.4 Resinas CRASTIN® – reologia

A curva de viscosidade aparente / taxa de cisalhamento do CRASTIN® BM6450 BK está ilustrada na Figura 5 abaixo.

A CRASTIN® BM6450 BK tem um índice de fluidez (MFI) normal de 11 g / 10 minutos, medido a 21,6 kg de carga e temperatura de 250°C.

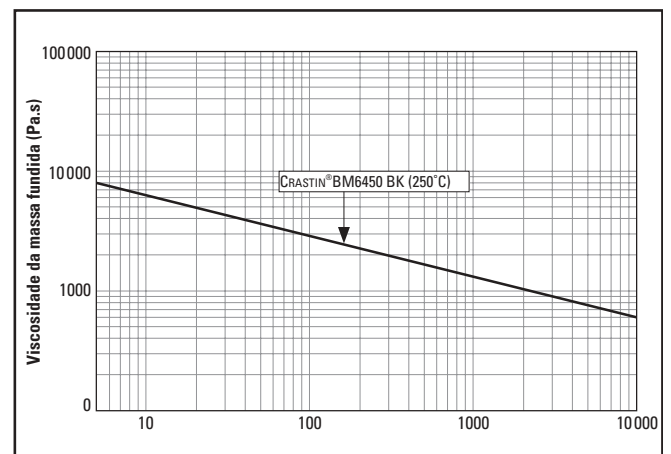


Fig. 5 Viscosidade da massa fundida para Crastin® BM6450

2 Descrição do processo de moldagem por sopro

2.1 Geral

Todos os processos de moldagem por sopro consistem de 3 fases:

1. Plastificação do granulado de resina termoplástica, normalmente através de uma extrusora monorosca.
2. Produção de uma preforma fundida – ou um tubo extrudado ou *parison*, no caso da chamada moldagem por extrusão-sopro, ou uma preforma moldada por injeção, no caso da chamada moldagem por injeção-sopro.
3. O sopro do *parison* ou preforma (normalmente com ar) no molde, seguido da extração e da operação de rebarbação da peça.

As informações aqui apresentadas não visam fornecer uma descrição detalhada de todos os processos e máquinas existentes no mercado, mas sim fornecer informações úteis para que se possa diferenciar os aspectos mais importantes de cada uma das tecnologias no que diz respeito ao uso de resinas de engenharia para moldagem por sopro.

2.2 Máquinas para extrusão contínua

Neste processo a rosca da extrusora funciona continuamente, plastificando o granulado e bombeando a resina fundida através do cabeçote e da matriz para produzir o *parison* vertical que flui da matriz. Quando o *parison* atinge o comprimento esperado, o molde se fecha ao redor do mesmo e imediatamente o *parison* é cortado, enquanto o molde é rapidamente transferido para a posição de sopro onde um pino de sopro infla o *parison* para preencher a cavidade do molde. Enquanto isso, o próximo *parison* está sendo extrudado. O processo exige que a velocidade de extrusão seja controlada com precisão, de maneira que cada *parison* atinja o comprimento esperado no mesmo tempo que o molde leva para completar sua fase de sopro e seu ciclo de resfriamento. A espessura da parede do *parison* e, portanto, a espessura da parede da peça, é controlada por um programador de *parison* multiponto que opera hidráulicamente para ajustar a abertura da matriz durante o processo de extrusão.

2.3 Máquinas com cabeçote acumulador

O processo de extrusão contínua, apesar de simples e barato para muitas aplicações, tem a desvantagem inerente de que o *parison* precisa ficar sob gravidade durante todo o ciclo de moldagem. Isto requer ótima resistência da resina fundida, principalmente para moldagens longas.

Instalando-se um “cabeçote acumulador”, que atua como reservatório e pistão de escoamento (vazão), é possível acumular resina suficiente dentro do cabeçote para uma peça, para que o *parison* a ser moldado possa ser extrudado rapidamente, imediatamente antes do molde se fechar em torno do mesmo para iniciar o ciclo de moldagem. A rosca da extrusora pode ser parada e reiniciada conforme houver necessidade de preenchimento do acumulador em tempo para a próxima operação de escoamento e moldagem. A máquina com cabeçote acumulador, além de ajudar a minimizar os efeitos de alongamento do *parison* em peças longas, pode também ser útil para a moldagem de resinas de engenharia semicristalinas, quando a rápida oxidação e resfriamento da superfície do *parison* podem causar problemas quando estes materiais são moldados em máquinas de extrusão contínua.

2.4 Moldagem por sopro por co-extrusão e seqüencial 3-D

A moldagem por sopro por co-extrusão envolve a extrusão simultânea de duas ou mais resinas compatíveis em camadas através da parede do *parison*. Isto permite, por exemplo, a inclusão de camadas especiais de barreiras, ou a utilização de uma camada de material moído na parede da peça. Extrusoras múltiplas são então necessárias para alimentar cada material no cabeçote especial de co-extrusão, o qual pode ser projetado tanto para extrusão contínua quanto para operação com cabeçote acumulador.

A moldagem por sopro seqüencial pode ser considerada um *up-grade* da moldagem por sopro por co-extrusão, onde as camadas são “ligadas e desligadas” de maneira programada. Isto permite a produção de peças que combinam seções feitas de duas ou mais resinas, por exemplo, seções duras, rígidas em um material e folos flexíveis em um material diferente.

As resinas de engenharia da DuPont, compatíveis entre si e adequadas para a moldagem por sopro por co-extrusão seqüencial, incluem as seguintes combinações de resinas de poliamidas (nylon) e poliéster:

	Componente rígido	Componente flexível
Nylons:	ZYTEL® BM7300T, BM73G15T or BM73G25T	ZYTEL® BM7300FN
Poliésteres:	CRASTIN® BM6450	HYTREL® HTR4275

A maior desvantagem dos processos convencionais de moldagem por sopro é que eles não são totalmente adequados para a moldagem por sopro de componentes longos e estreitos em 3 dimensões, tais como tubulações de ar, sem que produzam excesso de refugo e *pinch-offs* (sobras) muito longos e indesejáveis nas linhas de fechamento do molde. Este fato levou ao desenvolvimento dos processos chamados de moldagem por sopro em "3-D", que essencialmente descrevem 3 sistemas diferentes para se atingir resultados semelhantes.

Os processos em 3-D são normalmente combinados com a moldagem por sopro seqüencial para se fazer combinações rígida-flexível numa única moldagem.

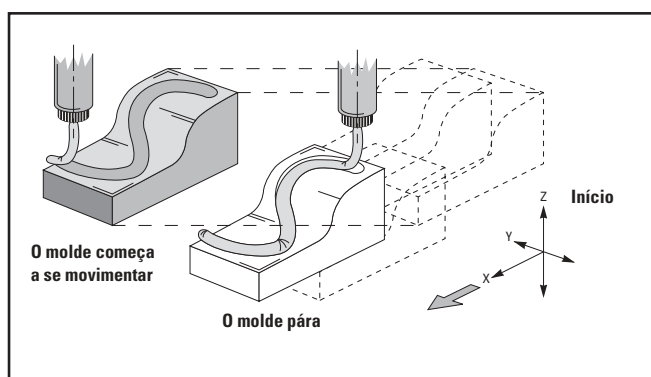
Processo de "Laydown"

Neste sistema (veja Fig. 6) o *parison* é extrudado verticalmente sobre a metade do molde fixado horizontalmente, de forma que o *parison* tenha que seguir o caminho da cavidade do molde através do movimento do cabeçote e da matriz da extrusora, ou, alternativamente, pelo movimento da metade do molde (com a extrusora fixa). O *parison* é mantido parcialmente inflado com ar suficiente para evitar seu fechamento até que a cavidade tenha sido preenchida por completo, quando então a metade superior do molde é fechada sobre a metade inferior e o *parison* é inflado totalmente através da inserção de uma agulha de sopro. O resultado é um molde sem praticamente nenhum refugo (exceto nas pontas) e nenhuma soldagem inerentemente fraca.

A desvantagem deste processo para polímeros de engenharia é o tempo relativamente longo durante o qual cada *parison* fica em contato com somente uma das metades do molde, causando resfriamento prematuro da superfície do *parison*.

Contudo, isto pode ser resolvido principalmente através do uso de moldes com alta temperatura, o que pode exigir o uso de aquecedores a óleo.

Molde móvel



Cabeçote móvel

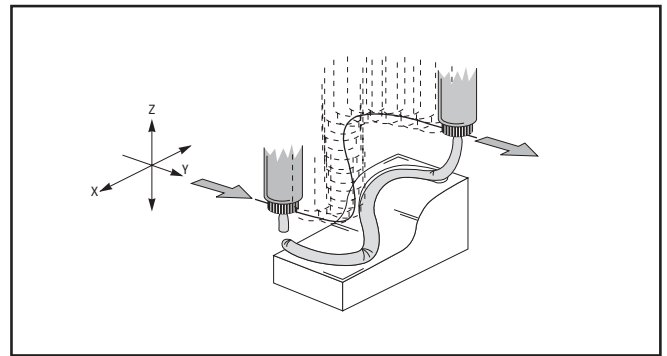


Fig. 6 Processo 3-D "laydown"

Processo de "Manipulação do Parison"

Esta técnica é um *up-grade* do processo de moldagem por sopro convencional (normalmente com cabeçote acumulador), onde o *parison* extrudado é "manipulado" por uma combinação de robôs e segmentos de molde móveis para que aquele se ajuste à cavidade do molde tri-dimensional. O *parison* é normalmente retirado da matriz por uma "pinça" mecânica que então o coloca sobre o pino de sopro, ou (no caso de sopro por agulhas subseqüentes) em uma parte do molde multi-segmentado. Os movimentos programados do braço do robô e dos dispositivos de fechamento do molde então posicionam o *parison* na cavidade até que finalmente o molde seja completamente fechado e o *parison* soprado para produzir a peça final. Apesar deste processo poder apresentar alguns dos problemas inerentes ao processo de "laydown", ele parece ser geralmente mais adequado para polímeros de engenharia semicristalinos.

Processo de "Sucção" 3D

Aqui (Fig. 7) uma máquina com cabeçote acumulador básico (com ou sem a opção de co-extrusão / seqüencial) é utilizada em combinação com um molde especialmente projetado que possui um dispositivo de sucção de ar acoplado ao mesmo. O processo funciona extrudando-se o *parison* para dentro da cavidade através de uma abertura na parte superior do molde fechado, ao mesmo tempo em que vácuo é aplicado na parte inferior da cavidade. Esta corrente de ar de sucção e apoio através do molde ajuda a puxar e dar direção ao *parison* até que o mesmo alcance a parte inferior do molde. Neste ponto o *parison* é inflado por um pino de sopro no centro da matriz, ou por meio de uma agulha que é inserida em algum ponto do *parison*.

Este processo é especialmente adequado para tubulações em geral de diâmetro menor, principalmente quando há pequena diferença de diâmetro ou de seção transversal ao longo do comprimento da peça.

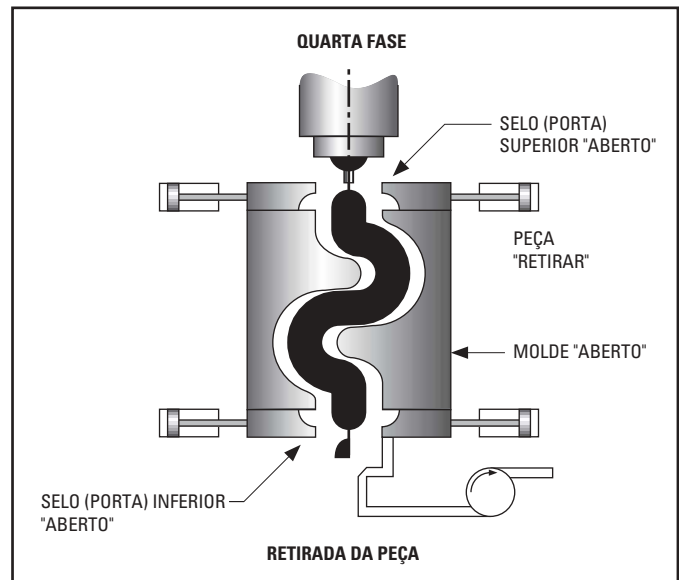
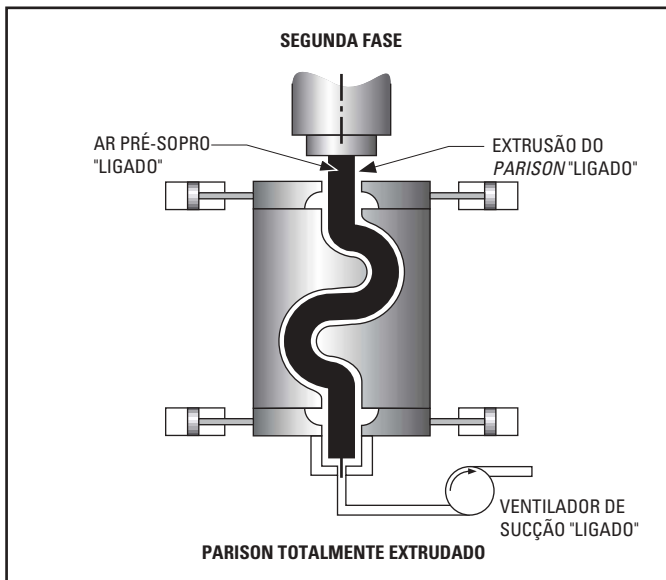
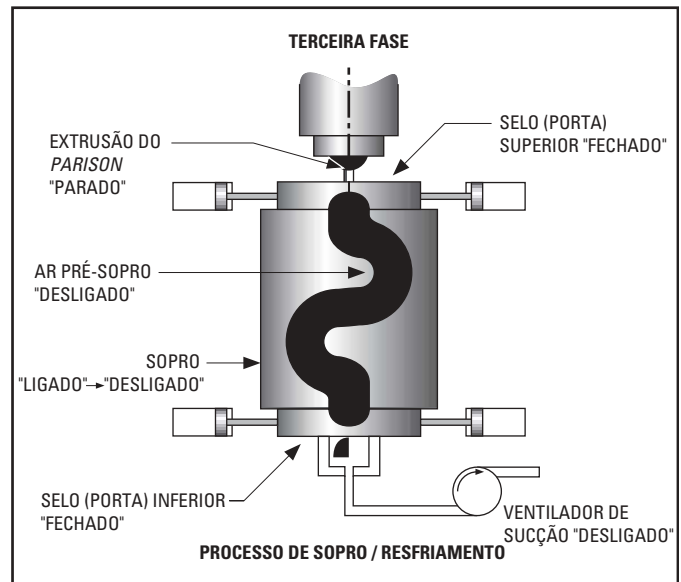
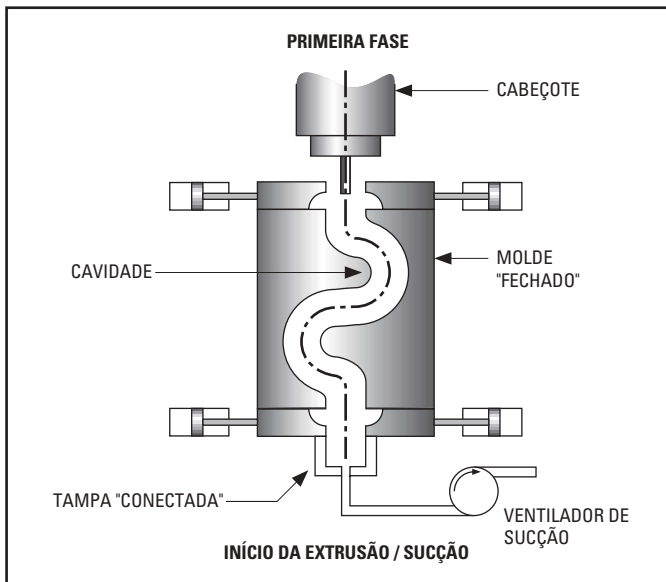


Fig. 7 Processo de moldagem por sopro por sucção. (Diagrama e descrição do processo cortesia da Fischer W. Müller Blasformtechnik)

2.5 Moldagem por injeção-sopro

A moldagem por injeção-sopro (IBM) é o processo frequentemente escolhido pela indústria de embalagens, por exemplo, na produção de grandes volumes de recipientes pequenos de ciclos rápidos. Entretanto, ele é adequado também, pelas mesmas razões, para pequenas moldagens técnicas em resinas de engenharia. Este processo tem a vantagem de possuir um controle mais preciso das dimensões e das tolerâncias. Um exemplo de aplicação deste processo com a utilização de resinas de engenharia é a moldagem de coifas de proteção CVJ (protetores de juntas de direção automotivas) em elastômeros de poliéster H_YTREL®.

A moldagem por injeção-sopro de coifas de proteção CVJ em H_YTREL® envolve o uso de um sistema de moldagem de injeção relativamente convencional para pro-

duzir preformas moldadas em um núcleo sólido. Após a fase de injeção, a preforma é então retirada do molde ainda em seu núcleo, sob rígido controle de temperatura (próximo ao ponto de fusão), e colocada em um molde de sopro onde ele é ejetado do núcleo para dentro da cavidade do molde de sopro. Por fim, a peça é retirada do molde de sopro, normalmente sem necessidade de rebarbação.

É comum que dois ou mais moldes de cavidade sejam utilizados neste processo IBM. É essencial que se tenha um rígido controle de temperatura, especialmente no molde de injeção e no núcleo, para que se garanta perfeita formação da peça final.

Para informações mais específicas sobre a moldagem por injeção-sopro do H_YTREL® consulte a seção 4.10.

3 A máquina de moldagem por sopro - Considerações importantes

As resinas para moldagem por sopro da DuPont têm sido utilizadas em vários tipos de sopradoras. Esta seção vai abordar principalmente a moldagem por sopro por extrusão intermitente (cabeçote acumulador) e por extrusão contínua. Porém, para o HYTREL® em especial, os processos de moldagem por injeção-sopro e Press-blower®¹ são freqüentemente utilizados para se fabricar coifas CVJ e pequenas peças semelhantes. As recomendações referentes a estes processos específicos são abordadas na seção 4.10.

3.1 Modelos de rosca e cilindro

O modelo de rosca é de extrema importância para resinas de engenharia, pois a maior parte delas exige grande energia. Isto normalmente significa que se recomenda uma rosca de compressão gradual com alto L / D (razão comprimento / diâmetro). Para se obter um processo estável, com alta capacidade e massa fundida homogênea a rosca deve ter pelo menos 24 de L / D e razão de compressão entre 2,7 e 3,5:1 (conforme medido pela profundidade da zona de alimentação dividida pela profundidade da zona de dosagem / homogeneização). Roscas menores podem gerar uma mistura não homogênea e razões de compressão impróprias podem causar problemas tais como superaquecimento do fundido ou retenção de ar. Pontas de rosca cônicas são mais adequadas do que pontas quadradas. O uso das chamadas roscas de polietileno de "alta vazão" (normalmente associadas a seções de alimentação do cilindro ranhurado e altamente resfriadas) não é recomendado para ZYTEL®, HYTREL® ou CRASTIN®. Devido ao preciso ponto de fusão destes materiais, são necessárias compressão gradual e ação de cisalhamento para fundir e homogeneizar adequadamente a resina, o que se obtém mais eficazmente com uma rosca de 3-zonas e um cilindro liso. Descobriu-se que certos tipos de cilindros ranhurados podem gerar fluxo irregular com *grades* mais moles de HYTREL® e podem também resultar em alto torque do motor e parada da rosca com as resinas de nylon mais cristalinas. Entretanto, quando se utiliza cilindros ranhurados, pode ser necessária a utilização de uma rosca de compressão menor que o indicado acima, e também aumentar as temperaturas na seção ranhurada do cilindro (que normalmente é resfriada à água).

Não se recomenda a utilização de dispositivos de mistura de alto cisalhamento (como por exemplo Maddock) para HYTREL®, pois este gera muito calor local e, conseqüentemente, dificuldade de controle da temperatura e de se manter a viscosidade uniforme. Porém, algumas seções de mistura de baixo cisalhamento podem ser benéficas.

1) Marca Registrada da Ossberger Maschinenfabrik GmbH.

Mais detalhes sobre os tipos de rosca recomendados podem ser fornecidos pelo seu representante DuPont.

Materiais para fabricação

Geralmente, não são necessários metais resistentes à corrosão para o processamento da ZYTEL®, HYTREL® ou CRASTIN®. Superfícies normais de aço nitretado são normalmente adequadas e garantem uma boa vida útil. Todavia, para resinas reforçadas com fibra de vidro, as superfícies do cilindro e do filete da rosca devem ser de materiais que proporcionem boa resistência ao desgaste / abrasão.

Os tipos de cilindro Xaloy 100/101 ou 800 (ou equivalente) têm apresentado excelente resistência ao desgaste causado pela fibra de vidro. As superfícies de cilindro nitretadas, por outro lado, não agüentam a abrasão dos nylons reforçados com fibra de vidro e comumente apresentam escamação da superfície após um curto tempo de uso. Os cilindros nitretados não são então recomendados para processos contínuos de nylons reforçados com fibra de vidro.

Descobriu-se que as roscas e filetes revestidos de ligas como Stellite resistem melhor ao desgaste que os filetes endurecidos ou nitretados. Recomenda-se também o revestimento das outras superfícies da rosca em cromo duro.

Informações complementares

Não se deve fazer uso de porta telas ou telas nas sopradoras durante o processamento das resinas de engenharia.

3.2 Modelos de *Manifold* / adaptador

Ao final da rosca, na seção do adaptador da máquina, deve ser instalado um disco de ruptura ou um dispositivo equivalente como forma de aliviar a alta pressão do sistema. A alta pressão pode ser causada pelo resfriamento do material, degradação do mesmo e por formação de gás, bem como efeitos viscosos. Um sensor de pressão deve ser instalado neste ponto para monitorar o desempenho da extrusora e também para ativar o desligamento automático da extrusora quando a pressão atingir os limites recomendados pelo fabricante do equipamento.

Os canais de escoamento da massa fundida entre o extremo da rosca e a entrada do cabeçote da matriz devem ser cuidadosamente projetados para que o fluxo seja agilizado e tenha velocidade suficiente contra a parede para minimizar a retenção de resina na mesma. Fluxo lento ou obstáculos podem causar a degradação do polímero formando géis e depósitos que podem se soltar parcialmente ao longo do tempo. Um modelo adequado de *manifold* pode evitar estes problemas.

3.3 Modelos de cabeçotes acumuladores e de extrusão contínua

Modelo de cabeçote acumulador

O cabeçote acumulador deve ser do tipo “primeiro a entrar / primeiro a sair”. A retenção de material nos canais de fluxo resultará em maior exposição térmica, o que pode decompor o material. A seção de soldagem do cabeçote acumulador deve proporcionar também boa resistência de soldagem ao *parison* onde os fluxos são divididos e depois juntados novamente.

Um bom controle de temperatura nos canais de fluxo do material do cabeçote acumulador é de extrema importância – consulte a seção 3.7.

Modelos de cabeçote para extrusão contínua

As considerações sobre os modelos de cabeçote de extrusão para sopradoras por extrusão contínua seguem as orientações dadas para máquinas com cabeçote acumulador.

3.4 Modelos de matriz / cabeçote

O modelo de matriz / cabeçote vai influenciar várias das características do *parison*:

- Diâmetro do *parison*
- Dilatação (aumento da espessura e diâmetro)
- Espessura da parede do *parison*
- Acabamento da superfície do *parison*

O diâmetro do *parison* será determinado principalmente pelo diâmetro da matriz e pela dilatação (*swell*) e alongamento do *parison* sob gravidade.

Outros fatores que definem estas características são a temperatura da massa fundida e outras propriedades da resina, bem como a velocidade de extrusão (vazão), e a geometria da matriz / pino.

As figuras 8 e 9 ilustram os modelos convergente e divergente da matriz com os efeitos de dilatação (*swell*) do diâmetro e da espessura do *parison*.

Tabela 3

	T_s	Divergente	D_s	T_s	Convergente	D_s
ZYTEL® BM7300T	1,5-2,0		1,1-1,4	1,5-2,0		1,2-1,6
ZYTEL® BM73G25T*	1,0-1,2		0,9-1,1	1,0-1,2		1,0-1,2
HYTREL® HTR4275	1,5-2,0		1,1-1,4	1,6-2,1		1,4-1,8
CRASTIN® BM6450	1,3-1,7		1,0-1,2	1,4-1,9		1,2-1,5

Os ângulos relativos da matriz e do pino vão influenciar o grau de resposta da programação do *parison*. A Tabela 3 mostra os valores comuns da razão de dilatação de diâmetro e espessura para alguns *grades* de ZYTEL®, HYTREL® e CRASTIN®, apesar de que o comportamento real da dilatação deve ser precisamente determinado por testes de operação da máquina com a combinação máquina / material proposta.

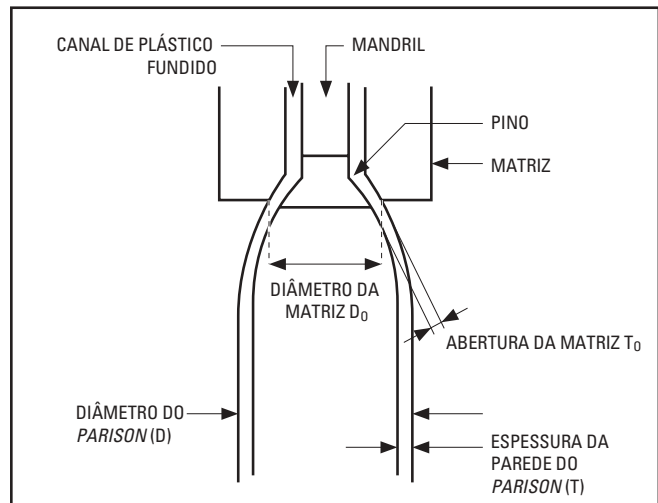


Fig. 8 Cabeçotes divergentes

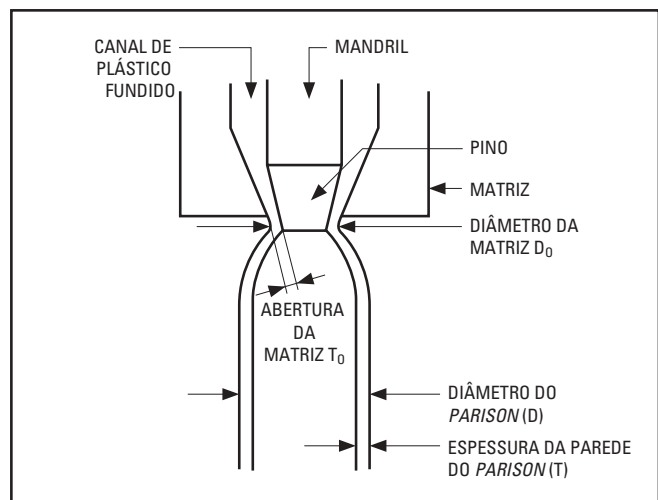


Fig. 9 Cabeçotes convergentes

$$\text{Dilatação da espessura do } \textit{parison} = \frac{t}{t_0} = T_s$$

$$\text{Dilatação do diâmetro do } \textit{parison} = \frac{d}{d_0} = D_s$$

3.5 Dispositivos cortadores de *parison*

Dependendo do tipo de máquina, pode ser necessário cortar o *parison* quente. Normalmente um cortador quente do tipo “lâmina quente” ou “fio quente” pode ser utilizado com HYTREL®, CRAFTIN® e ZYTEL® não reforçado. Entretanto, para ZYTEL® reforçado com fibra de vidro pode ser necessário reforçar substancialmente a lâmina quente para evitar danos ou quebra devido à dureza extra das fibras de vidro no *parison*.

3.6 Força de fechamento do molde

Os moldes devem ser projetados e as máquinas selecionadas de maneira que a força de fechamento seja 75-225 N/cm² da área da peça projetada e 500-5000 N/cm de comprimento do pinch. Pressões mais baixas podem ser necessárias quando se trabalha com moldes de alumínio e regiões de corte e solda. As necessidades de pressão também dependem de detalhes tais como a configuração da linha de solda, bolsa de rebarba, além da espessura da parede do *parison*. Para maiores informações sobre projetos de moldes consulte a seção 6.

3.7 Controle de temperatura

O controle adequado de temperatura na sopradora é de extrema importância. A temperatura da massa fundida deve ser uniforme ciclo a ciclo, do contrário, a inconsistência da massa fundida no *parison* podem causar variações na espessura da parede da peça. Não deve haver áreas grandes de metal frio no cabeçote ou nas zonas de ligação entre o cilindro e o cabeçote. Qualquer “ponto frio” resultará em pele (casca) fria ou entupimentos devido ao resfriamento, ao se processar resinas de engenharia semicristalinas.

As resistências elétricas devem ter voltagem suficiente para manter facilmente o ajuste recomendado da temperatura em todas as zonas.

Como estabelecido anteriormente, os modelos de cilindro ranhurados não são normalmente recomendados para polímeros de engenharia, porém, se está sendo utilizada uma seção de cilindro ranhurado resfriado à água, será normalmente necessário controlar a temperatura dentro da faixa de 80-150°C, dependendo do material que estiver sendo processado. No caso de nylons, em especial, esta temperatura deve ser de no mínimo 150°C, do contrário gerar-se-á torque excessivo do motor. Para se conseguir isso, pode ser necessário utilizar um sistema de controle térmico por óleo quente.

A água de resfriamento deve ser colocada no funil de alimentação para se reduzir a chance de formação de pontes do material abaixo do funil de alimentação (alimentador).

Para garantir um controle e monitoramento adequados recomenda-se a instalação de amperímetros com dispositivos de alarme e autodesligamento em cada zona de aquecimento.

3.8 Equipamento auxiliar

Secadores, Granuladores

Veja a seção 5 “Manuseio de resinas de moldagem por sopro”.

Inclusão de insertos no molde

Às vezes é necessário que peças de metal ou plástico sejam pré-carregadas no molde antes de cada ciclo de moldagem por sopro.

No caso de insertos de metal, eles são normalmente colocados mecanicamente na peça moldada por sopro durante o ciclo de sopro, ou eles podem ser pré-revestidos com um agente adesivo apropriado para promover a adesão. Os insertos de plástico devem ser feitos da mesma resina (ou pelo menos uma compatível) da peça moldada por sopro. Pode ser necessário pré-aquecer os insertos num forno para conseguir a adesão durante a operação de moldagem por sopro.

Controladores de temperatura de molde

Sistemas adequados de água fria, ou em alguns casos água quente ou sistemas a óleo, devem ser usados para manter as temperaturas do molde de acordo com os valores recomendados (consulte a seção 4: Condições de Operação).

Ventilação / extração de gases

Para a maioria dos *grades* de ZYTEL®, CRAFTIN® e HYTREL®, a utilização de equipamentos de ventilação convencionais, típicos em boas práticas industriais, é adequada para garantir um processamento isento de problemas. Contudo, quando se utiliza sopradoras que deixam grandes *parisons* expostos, e especialmente durante as operações de purga de acionamento e desligamento, recomenda-se que haja extração localizada acima do cabeçote e em volta da área de purga. Além disso, para alguns tipos de resina, deve existir uma boa extração para se eliminar gases excessivos e desagradáveis, principalmente durante operações manuais de rebarbação.

4 Condições de operação da máquina

4.1 Referência rápida.

Resumo das condições de processamento para resinas de moldagem por sopro da DuPont

A Tabela 4 indica os parâmetros de processamento, incluindo necessidade de pré-secagem. Os valores comuns de contração também são mostrados, apesar de ser recomendado que a contração real seja prevista com precisão para novos moldes através de testes com a resina selecionada num molde semelhante. Isto se deve em parte ao fato de que o formato da peça, a espessura da parede e a razão de sopro podem afetar significativamente a contração das resinas de moldagem por sopro.

Como para a maioria das resinas semicristalinas, baixa umidade é essencial para um bom controle de viscosidade. Isto se aplica principalmente aos nylons e é altamente recomendável que os valores na Tabela 4 sejam considerados como níveis máximos de umidade para bons resultados na moldagem por sopro. Por favor, consulte a seção 5.3 para mais detalhes sobre a secagem e manuseio de material de material moído.

4.2 Temperatura do cilindro

A Tabela 4 mostra a temperatura ideal da massa fundida que deve ser mantida para um bom processamento na sopradora. Seria ideal que estas temperaturas sejam atingidas ao final do cilindro / rosca, para que as zonas de controle de temperatura subsequentes (adaptador, cabeçote, etc.) sejam utilizadas somente para manter a resina fundida na mesma temperatura – sem adicionar ou tirar calor – enquanto ela passa pelo cabeçote e pela matriz.

Para se obter a temperatura de fusão desejada ao final da rosca, normalmente é necessário ajustar as temperaturas do cilindro entre 5-15°C abaixo da temperatura de massa fundida ideal, para compensar eventual superaquecimento devido ao cisalhamento da rosca. Por favor, consulte a seção 3.1 que discorre sobre a importância do modelo de rosca correto, o que pode ter um efeito maior no controle de temperaturas, bem como no alcance de características de fundido homogêneo em polímeros de engenharia.

Tabela 4 - Resumo de recomendações de processamento para resinas de moldagem por sopro

Tipo de resina e grade	Tipo de material	Exigências de Secagem		Faixa de temp. proc. fundido, °C (valor médio)	Temp. do molde °C	Força de fechamento do molde /cm compr.	Contração ¹⁾ , %	
		Max. % umidade	Temp. °C/ tempo				Compr.	Largura
HYTREL® HTR4275	TEEE	0,02	100-120/2-3h	215-225 (220)	10-50	800-1200	2,2-2,7	1,5-2,0
HYTREL® HTR5612	TEEE	0,02	100-110/2-3h	210-225 (215)	10-50	800-1200	2,2-2,7	1,5-2,0
HYTREL® HTR8105	TEEE	0,02	100-110/2-3h	210-225 (215)	10-50	800-1200	2,2-2,7	1,5-2,0
HYTREL® HTR8223	TEEE	0,02	100-110/2-3h	210-225 (215)	10-50	800-1200	2,2-2,7	1,5-2,0
HYTREL® B5576	TEEE	0,02	100-120/2-3h	215-225 (220)	10-50	800-1200	2,2-2,7	1,5-2,0
HYTREL® BM6574	TEEE	0,02	100-110/2-3h	230-240 (235)	10-50	800-1200	2,2-2,7	1,5-2,0
ZYTEL® CFE8005	PA66	0,05	110-120/4-6h	270-280 (275)	70-120	1500-3000	1,2-1,7	2,3-2,8
ZYTEL® EFE7340	PA66 15% vidro	0,05	110-120/4-6h	270-280 (275)	70-120	1500-3000	0-0,5	1,0-1,5
ZYTEL® EFE7341	PA66 20% vidro	0,05	110-120/4-6h	270-280 (275)	70-120	1500-3000	0-0,5	1,0-1,5
ZYTEL® BM73G25T	PA6 25% vidro	0,05	110-120/4-6h	230-240 (235)	20-120	1500-3000	0	0,5-1,0
ZYTEL® BM7300FN	PA6 liga flexível	0,05	80 max./6-7h	225-235 (230)	20-60	800-1200	2,4-2,8	2,4-2,8
ZYTEL® BM7300T	PA6 rígido	0,05	110-120/4-6h	230-240 (235)	20-120	1500-3000	1,0-1,5	1,8-2,5
CRASTIN® BM6450	PBT	0,03	100-120/2-3h	235-245 (240)	20-60	800-1200	1,8-2,3	1,5-2,0

¹⁾ Medida em garrafas de 1 litro.

O valor exato de contração depende da espessura média da parede e da geometria da peça.

Utilizar os limites inferiores para espessuras de até 1 mm e os limites superiores para espessuras > 4mm.

Observação: Para moldagem por sopro / injeção de resinas HYTREL®, por favor consulte a seção 4.10.

4.3 Temperatura do adaptador, do cabeçote e da matriz

As resinas de engenharia tendem a ter pontos de fusão precisos, o que significa que as zonas dos *manifolds* / adaptadores, do cabeçote e da matriz devem ser aquecidas uniformemente para evitar pontos frios onde a resina fundida possa sofrer mudanças na viscosidade ou mesmo resfriamento. Não deve haver grandes áreas de metal não aquecidas nestas áreas da sopradora. Além disso, todas as resistências elétricas devem ter capacidade de aquecimento suficiente para garantir que todas as zonas atinjam sua temperatura de trabalho num período de tempo razoável, e a temperatura deve ser subsequentemente controlada para permanecer o tempo todo próxima ao *set point*. Isto vai exigir que os termopares sejam localizados adequadamente em alojamentos dentro do corpo das seções do adaptador / cabeçote / matriz. Como estabelecido na seção 4.2 a situação ideal é atingir a temperatura de massa fundida desejada ao final da rosca, após a zona final do cilindro. O objetivo de se ter várias zonas de aquecimento no adaptador e no cabeçote deve ser para manter o valor constante, sem adicionar ou reduzir a temperatura da massa fundida. Em outras palavras, estas zonas não devem ser utilizadas para compensar a escolha de um modelo de rosca inadequado ou ajustes errados na temperatura do cilindro!

Os ajustes ideais de temperatura nas zonas do adaptador, cabeçote e matriz devem ser baseados na Tabela 4 “Temperatura de Processamento da Massa Fundida” (valor médio) para cada tipo de resina e *grade*. Uma vez que a temperatura tenha sido ajustada, é importante permitir um tempo de “aquecimento” suficiente para se atingir temperaturas uniformes e estáveis ao longo das várias zonas da máquina. Se, durante a operação normal da máquina, perceber-se que qualquer das temperaturas reais caíram significativamente abaixo dos valores de *set point*, deve-se investigar a causa do mesmo. Algumas causas possíveis podem ser:

- falha numa resistência elétrica ou nas conexões
- termopar deslocado
- fonte externa de resfriamento repentino (por exemplo: corrente de ar devido a portas abertas)
- outro efeito de resfriamento – por exemplo, algumas máquinas possuem fluxo de ar através do cabeçote para sopro da peça.

A temperatura da matriz é normalmente ajustada de maneira semelhante à temperatura do cabeçote, apesar de que uma temperatura de (5°-20°C) mais alta pode ser utilizada para melhorar o acabamento da superfície (inclusive rugosidade ou de ruptura da massa fundida)

e para reduzir as pressões de vazão e a dilatação da matriz (*die-swell*). Isto é algo que pode ajudar também a melhorar a resistência da linha de solda para certas resinas.

4.4 Pressões e velocidades de vazão do acumulador

As pressões de vazão (escoamento) podem ser limitadas pelo modelo da máquina e pelas considerações de segurança, e não há uma pressão “ideal” para diferentes *grades* ou tipos de resinas da DuPont. Entretanto, as pressões que são medidas para uma combinação de máquina / cabeçote / matriz obviamente vão depender do:

- Tipo / *grade* da resina
- Viscosidade da resina (conforme determinado pela temperatura da massa fundida, umidade, etc.)
- Abertura da matriz (como estabelecido pelas dimensões da matriz e pelo programa do *parison*)
- Geometria da matriz (formato)
- Temperatura da matriz
- Velocidade de vazão

A velocidade de vazão (ou a pressão pré-ajustada de vazão) deve normalmente ser tão rápida quanto possível para a maioria das resinas de engenharia. Isto se deve as seguintes razões:

- Minimizar o alongamento do *parison*, principalmente para *parisons* longos
- Minimizar a oxidação da superfície (o que pode afetar a soldagem)
- Minimizar o resfriamento da superfície (para melhor acabamento da superfície – após moldagem)

Pode haver a necessidade de se limitar a velocidade de vazão se o *parison* mostrar sinais de ruptura ou deformações no fundido (ou rugosidade), ou por razões de projeto / segurança da máquina.

4.5 Programação do *parison*

A programação multi-ponto do *parison* é padrão para a maioria das sopradoras e ela permite o controle da espessura da parede do *parison* ao longo do comprimento do mesmo pela abertura ou fechamento da abertura da matriz de acordo com o programa pré-estabelecido. O uso de programação de *parison* é necessário para compensar qualquer tendência que o *parison* tenha de alongar sob gravidade, especialmente nas peças longas, bem com posicionar a espessura ideal do material em cada ponto ao longo do comprimento da peça.

O “perfil” que é adotado para a programação do *parison* para um molde específico é determinado durante os testes de moldagem.

4.6 Temperatura do molde

As orientações quanto ao ajuste de temperaturas de molde são fornecidas para cada tipo de resina de engenharia da DuPont na Tabela 4.

Estas temperaturas foram selecionadas levando-se em consideração alguns critérios importantes, tais como:

- Necessidade de minimizar o tempo total do ciclo
- A taxa de resfriamento do material quando em contato com o molde, o que pode afetar o acabamento da superfície de alguns materiais (moldes quentes podem gerar melhor acabamento de superfície)
- A taxa de contração do material
- A resistência da linha de solda, o que pode ser otimizada através da utilização de molde quente.

Processos especiais como certas moldagens por sopro em 3D podem exigir temperaturas de molde mais altas que aquelas indicadas na Tabela 4 – veja a seção 4.2

4.7 Procedimentos para acionamento

Normalmente, antes de ser desligada a máquina deve funcionar um tempo vazia, de acordo com o procedimento descrito na seção 4.8. Se a mesma for utilizada previamente com ZYTEL® ou talvez com outras resinas de engenharia, ela deve ser purgada com polietileno de alta densidade antes do desligamento. Se a máquina for desligada depois da purga com (por exemplo) HYTREL®, então o seguinte procedimento também se aplica. Porém, se materiais termicamente instáveis como PVC forem utilizados na máquina, então se recomenda que as temperaturas limites para tais materiais não sejam excedidas até que a máquina tenha esquentado e tenha sido purgada com polietileno de alta densidade. Em geral o procedimento de acionamento é o seguinte:

1. Ajuste todas as temperaturas da máquina às temperaturas sugeridas na Tabela 4 para o tipo apropriado de resina.
2. Dê um tempo para que as temperaturas atinjam o *set point*, e então deixe “aquecer” por mais 1-3 horas, dependendo do tamanho da máquina. Se alguma das máquinas não atingir a temperatura de *set point* do controlador dentro do tempo esperado, os circuitos de controle e aquecimento pertinentes deverão ser verificados (veja também na seção 4.3).
3. Mantendo-se o alimentador fechado, ligue a rosca e utilizando velocidade baixa inicialmente verifique os instrumentos de checagem da corrente do motor e de pressão da massa fundida, se houver, para garantir que não existe nenhum entupimento ou qualquer outro problema associado com um bloco de material frio dentro da máquina.
4. Uma vez que a rosca esteja girando (lentamente) e que não haja evidências de entupimentos etc., abra

o alimentador para permitir que os grânulos de resina entrem na seção de alimentação da rosca.

5. Monitore o torque da rosca através da corrente do motor de acionamento e também qualquer transmissor de pressão da massa fundida. Aumente gradativamente a velocidade da rosca para velocidade normal de funcionamento, sempre observando a corrente do motor e a pressão do fundido.
6. Pode ser de ajuda girar a rosca e o cabeçote acumulador (quando instalado) a uma velocidade mais rápida que a normal como parte deste procedimento de acionamento, para auxiliar a purga da máquina de qualquer resina ou polietileno velhos que possam dificultar a limpeza das seções do adaptador, do cabeçote e da matriz.
7. Certifique-se que todo material estranho ou pele (casca) de polietileno tenha sido completamente eliminado da máquina ao verificar a superfície do *parison*, tanto visualmente quanto raspando o mesmo com uma lâmina adequada ou outra ferramenta.
8. Inicie a moldagem usando as condições estabelecidas e faça os ajustes conforme necessário.

4.8 Purga e desligamento

Para paradas curtas (entre 15min e 3h) recomenda-se que a máquina funcione fechando-se o alimentador até que tenha expelido todo o material do cilindro e do cabeçote. Mantenha os ajustes de temperatura normais em todas as zonas. O acionamento deve ser seguido de purga de todo material residual estagnado com resina fresca. Para situações em que a máquina será desligada por mais de 2-3 horas, os seguintes procedimentos de purga e desligamento são recomendados, dependendo do tipo de resina que esteja sendo moldada.

ZYTEL® (tipos PA6 e P66):

- Feche o alimentador e mantenha a máquina funcionando até que toda a resina tenha sido extraída do cilindro e do cabeçote acumulador (se houver).
- Insira o polietileno de alta densidade através da rosca e do cabeçote e deixe a máquina funcionando até que todos os sinais de ZYTEL® tenham sido purgados da máquina. Fazer a máquina funcionar em velocidades maiores que a normal pode ajudar a acelerar o processo de purga. Retire todo o polietileno da máquina antes de desligá-la e de desligar as resistências elétricas.
- O tempo de purga (e a quantidade de polietileno necessário) pode ser significativamente reduzido através da utilização de um composto de purga adequado. Por exemplo, o aditivo de purga Extru-Clean®¹ tem obtido sucesso com ambos os tipos de ZYTEL®, PA6 e

1) Extru-Clean® está disponível na: Annecat Plastics, P.O. Box 10841, Aston Manor, 1630 South Africa e através de representantes em outros países.

PA66. Siga sempre os procedimentos recomendados pelos fornecedores do composto de purga.

Em seguida ao uso do composto de purga utilize uma porção de polietileno de alta densidade, passando-o pela máquina até limpá-la; então esvazie o cilindro e o cabeçote (acumulador) antes de desligar a máquina.

CRASTIN®

O CRASTIN® pode ser purgado da máquina antes do seu desligamento seguindo-se os procedimentos recomendados para o ZYTEL®. Contudo, quando se pretende ligar a máquina novamente com CRASTIN® (ou HYTREL®) o seguinte processo permitirá o acionamento mais fácil e minimizará o tempo e o material necessário para se obter um *parison* limpo:

- Feche o alimentador e extraia todo o CRASTIN® do cilindro e do cabeçote acumulador (quando instalado).
- Insira uma quantidade de HYTREL® HTR4275 na máquina até que todos os sinais de CRASTIN® tenham sido purgados através da matriz. Mantenha as temperaturas normais de processamento do CRASTIN®. Pode-se utilizar também utilizar refugo de resina de moldagem por sopro HYTREL® se assim se preferir.
- Opcional: Em seguida ao uso do *grade* de HYTREL® de moldagem por sopro utilize uma pequena purga do *grade* 4056 de HYTREL®. Este *grade* de ponto de fusão baixo vai garantir que qualquer material residual deixado na máquina após o desligamento seja facilmente fundido durante o processo de acionamento, reduzindo então o material e o tempo necessários para o acionamento.

HYTREL®

Quando se pretende reiniciar a máquina novamente com HYTREL®, é recomendável se purgar a máquina com um *grade* de HYTREL® de ponto de fusão baixo, tal como o 4056 (sem se baixar a temperatura dos ajustes normais de funcionamento). Faça a máquina funcionar em alta velocidade para auxiliar a purga, e então após alguns minutos, esvazie o cilindro e desligue as resistências elétricas. O HYTREL® de baixo ponto de fusão residual vai proporcionar um acionamento mais rápido e fácil.

Quando houver necessidade de uma purga mais completa, por exemplo, quando a máquina vai ser reiniciada com uma resina diferente, então o HYTREL® deve ser purgado com um polietileno de alta densidade (como para o ZYTEL®).

4.9 Operações secundárias

Existe uma variedade de operações secundárias que podem ser executadas nas peças moldadas por sopro, como por exemplo:

Rebarbação

A rebarbação da peça é a operação secundária mais comum. Se as peças forem aparadas manualmente, isto deve ser feito enquanto as peças ainda estiverem quentes, para minimizar o esforço necessário. Rebarbadoras automáticas que utilizam cortadores e “máscaras” apropriadas ou braçadeiras para segurar a peça podem ser utilizadas para materiais rígidos. Como alternativa, seções circulares podem ser rebarbadas utilizando-se lâminas cortadoras rotativas.

Soldagem

As resinas de moldagem por sopro da DuPont foram desenvolvidas para ter bom desempenho na soldagem e foram testadas utilizando-se os equipamentos de soldagem disponíveis no mercado. Para obter melhores resultados recomenda-se que os seguintes pontos sejam observados quando se estiver soldando peças:

- As peças devem ter o mínimo de umidade possível (especialmente os nylons). Eles devem ser soldados poucas horas após a moldagem ou os mesmos devem ser mantidos em um forno de ar quente (80-100°C) por várias horas antes da soldagem.
- As placas quentes devem ser mantidas limpas e devem ser preferencialmente revestidas de TEFLON® (adequadas somente para temperaturas até 290°C). Quando não for possível o revestimento de TEFLON®, a limpeza automática ou a escovação de aço da superfície da placa de solda são recomendadas.
- As temperaturas e pressões da placa devem ser ajustadas de maneira a proporcionar uma soldagem da resina fundida, sem espalhá-la para fora da zona de fusão. Normalmente, a placa deve ser ajustada para uma temperatura de 40-70°C acima do ponto nominal de fusão da resina que está sendo soldada (consulte a Tabela 4).
- Minimizar o tempo entre a retirada da placa e o encaixe das duas peças sendo soldadas.

Mais informações sobre a soldagem podem ser obtidas dos fabricantes de máquinas de soldagem ou através do seu representante DuPont.

4.10 Condições especiais para moldagem por injeção-sopro e Operação Pressblower® (Ossberger)

Estes são os processos favoritos para moldagem de coifas de proteção CVJ em HYTREL®, mas também são adequados para grandes volumes de produção de outras peças pequenas. Entretanto, a moldagem por injeção-sopro não é adequada normalmente para as resinas da família ZYTEL®.

Moldagem por injeção-sopro – HYTREL®

A Tabela 5 mostra sugestões de condições de processamento para coifas de proteção CVJ em HYTREL® HTR8105 em uma máquina IBM comum de multi-cavidades. Ela deve ser utilizada somente como referência, uma vez que as temperaturas e outros parâmetros são diferentes de máquina para máquina e para diferentes grades de HYTREL®.

Tabela 5
Condições de moldagem por injeção-sopro

HYTREL® HTR-8105BK	
Parâmetro do processo	Faixa comum
Temperaturas do cilindro, °C	
Parte posterior	220-240
Centro	220-250
Parte anterior	220-250
Bico	220-250
Temperatura da massa fundida, °C	225-250
Temperatura de manutenção do <i>parison</i> , °C	95-170
Temperatura do núcleo, °C	150-190
Rosca, RPM	80-120
Ciclo de moldagem do <i>parison</i> , segundos	
Injeção	0,5-4,0
Recalque	1-10
Pressão do ar de sopro, bar	5-15
Ciclo da moldagem por sopro, segundos	
Sopro	4-10
Exaustão	3-5
Tempo total de ciclo, segundos (baseado na operação de 3 estações fazendo 3 coifas por ciclo)	10-15

5 Manuseio das resinas de moldagem por sopro

5.1 Efeitos da umidade

Todas as resinas de poliamida e poliéster são afetadas pela presença de umidade em seu processamento e devem ser secas para extrair o máximo de umidade antes da moldagem por sopro. Contudo, como normalmente as poliamidas absorvem grande quantidade de umidade, elas são especialmente sensíveis à presença de umidade e aos conseqüentes efeitos em sua viscosi-

dade. Também se faz necessário o uso de tratamentos especiais para o molde e para a superfície do núcleo (texturas e revestimentos) para HYTREL®. Mais detalhes devem ser obtidos do fabricante da máquina ou através de seu representante técnico DuPont.

Processo Pressblower® (Ossberger) – HYTREL®

A Tabela 6 abaixo mostra sugestões de condições de processamento para coifas de proteção CVJ em HYTREL® HTR8105 em uma máquina de rosca de 50mm Ossberger SBE 50. Os parâmetros podem ser diferentes destes valores, dependendo do modelo da peça, da construção do molde e *grade* do HYTREL® utilizado.

Tabela 6
Condições de moldagem por sopro:
Máquina Ossberger SBE 50

HYTREL® HTR-8105BK	
Parâmetro do processo	Faixa comum
Temperatura do cilindro, °C	
zona 1 (trás)	205-215
zona 2	215-225
zona 3	225-235
zona 4 (frente)	225-235
Temperaturas do cabeçote/matriz	
fundo	225-235
meio	225-235
matriz	240-255
cone da matriz	240-255
Rosca RPM	40-45
Velocidade de extrusão do <i>parison</i>	25mm/s (constante)
Velocidade máx. de vazão do <i>parison</i>	100mm/s
Abertura da matriz	100% = 3,3mm
Tempo de ciclo normal	15-20 s
Cálculo do diâmetro do pino/matriz	
Mandril de sopro (=gargalo peq int., dia)	"X" mm
Diâmetro do pino de extrusão	"X" + 1mm
Diâmetro da matriz de extrusão	"X" + 1+ (5,5 à 6,5)mm

dade. A umidade pode afetar seriamente a viscosidade, mesmo em níveis baixos, que não apresentam bolhas ou outros defeitos no *parison* fundido.

As figuras 10 e 11 mostram a quantidade de umidade absorvida em *grades* normais de moldagem por sopro ZYTEL® PA66 e HYTREL® em ar com 50% de U.R. em temperatura ambiente. Quanto mais alta a umidade ou temperatura, mais alta a taxa de absorção de umidade.

Os efeitos da umidade na viscosidade dos *grades* de nylon para moldagem por sopro podem ser observados na Fig. 12, os quais são comuns principalmente para os tipos ZYTEL® PA6 e PA66.

Para HYTREL® e CRAFTIN®, a alteração na viscosidade não é tão severa, mas há alguns efeitos, principalmente devido à degradação hidrolítica das resinas de poliéster, quando existe umidade presente durante o processamento.

Os níveis máximos recomendados de umidade para moldagem por sopro das resinas de engenharia da DuPont são indicados na Tabela 4. Geralmente ela não deve ser maior que 0,05% para *grades* de ZYTEL® ou 0,03% para *grades* de HYTREL® e CRAFTIN®.

Como se pode observar nas Figs. 10 e 11, estes níveis de umidade podem ser alcançados muito rapidamente quando o material totalmente seco for exposto às condições atmosféricas normais; então é essencial que o material seco seja rapidamente transferido para o funil da máquina e então protegido adequadamente contra a absorção de mais umidade. A melhor maneira para se atingir isto na prática é através da utilização de secadores instalados no funil da máquina, ou ligados ao funil por um sistema de tubulações vedado.

Também se recomenda que um dispositivo para medição precisa de teor de umidade nos grânulos (para abaixo de 0,01%) esteja disponível para se fazer a checagem de umidade quando resinas de engenharia forem regularmente moldadas por sopro.

Mais informações sobre a medição de umidade podem ser obtidas junto ao seu representante DuPont.

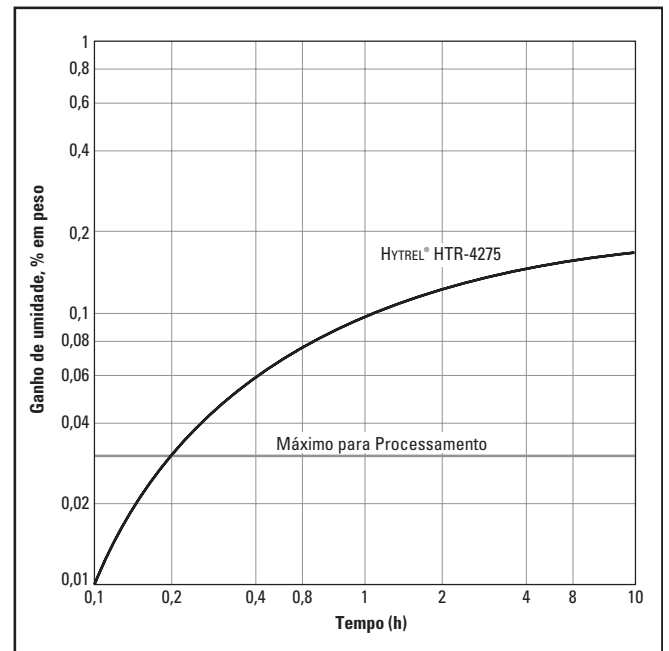


Fig. 11 Absorção de umidade, 50% UR em temperatura ambiente

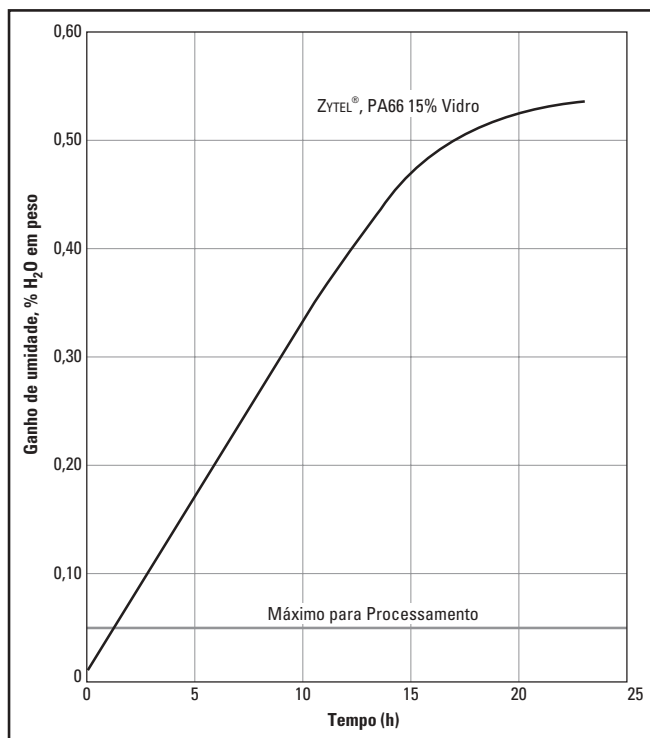


Fig. 10 Absorção de umidade, 50% UR em temperatura ambiente

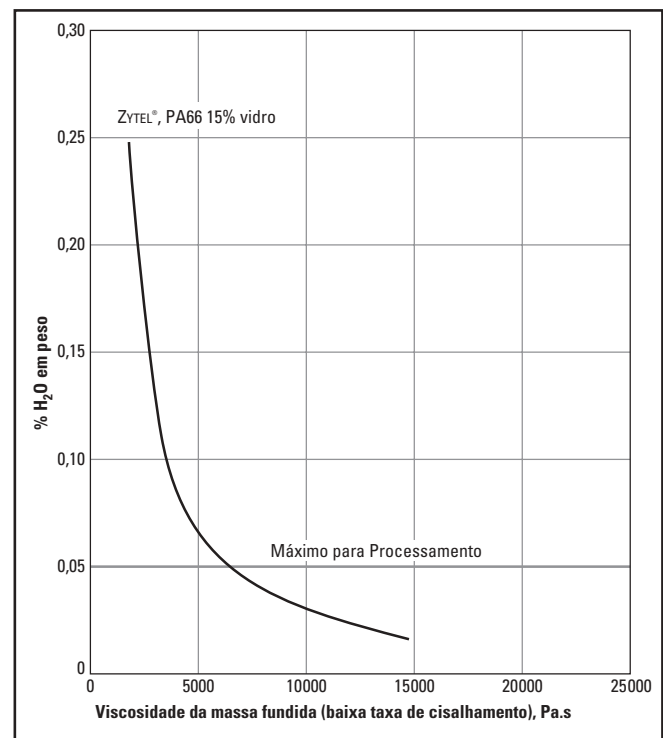


Fig. 12 Viscosidade da massa fundida vs. % H₂O em peso.

5.2 Secagem

Como indicado acima, é necessário que se garanta baixos níveis de umidade nas resinas de nylon e poliéster antes da moldagem por sopro. Para se obter estes baixos níveis de umidade, é essencial o uso de um desumidificador, uma vez que os secadores de “ar quente” mais básicos não conseguem secar até as condições ideais, a menos que operados no vácuo (fornos de vácuo podem ser utilizados, mas normalmente sua capacidade é limitada e insuficiente para a taxa de produção da moldagem por sopro).

Há muitos desumidificadores adequados disponíveis no mercado. Todavia, é importante verificar (em intervalos regulares e sempre que se suspeitar do desempenho da secagem) que seja mantido um ponto de orvalho de -25°C , ou abaixo. É altamente recomendável que um medidor de ponto de orvalho esteja disponível para estas rotinas de verificação.

As orientações sobre tempo e temperatura de secagem estão indicadas na Tabela 4 para a maioria das resinas de moldagem por sopro da DuPont. O tempo de secagem real exigido pode variar daqueles indicados, dependendo do teor inicial de umidade.

A capacidade do silo de secagem deve ser adequadamente dimensionada para o tempo de permanência antes da moldagem. Isto pode ser calculado através da taxa esperada de produção (kg / h) utilizando-se um valor de densidade aparente¹ de 0,6 kg / litro para resinas ZYTEL[®] e 0,7 kg / litro para resinas HYTREL[®] e CRASTIN[®], por exemplo:

Produção:	
90 peças / hora x 300 g cada ²	= 27 kg/h
Tempo de secagem exigido (Tabela 4, ZYTEL [®] PA6)	= 6 horas
Capacidade exigida do alimentador de secagem	= 162 kg ZYTEL [®] = 162 x 0,6 = 97 litros

Portanto, a capacidade do alimentador de secagem deve ser de 100 litros (no mínimo).

5.3 Material moído

O manuseio de material moído está estreitamente relacionado aos efeitos da umidade. Portanto, é importante que todo o moído seja reutilizado rapidamente após a moldagem (por exemplo em um sistema fechado de *loop* que automaticamente recicla as aparas e as envia para o alimentador da máquina de moldagem), ou, alternativamente, seja completamente seco antes da sua utilização, caso o mesmo possa ter absorvido umidade durante algum tempo.

A Tabela 4 mostra os tempos e temperaturas de secagem recomendados para as resinas de engenharia da DuPont. Porém, pode ser necessário secar o material moído (principalmente os nylons) por mais tempo que o indicado, dependendo do teor de umidade do mesmo.

A quantidade máxima de moído (% por peso) que pode ser adicionado à resina virgem no processo de moldagem por sopro vai depender do *grade* da resina. Uma vez que sempre há um pouco de degradação térmica durante a moldagem, é possível que haja perda de propriedades mecânicas como resultado do uso excessivo de moído – dependendo da qualidade do moído (em termos de possível degradação térmica). Outra limitação à quantidade de moído que pode ser utilizada está relacionada às características de alimentação do moído na rosca – o moído mal cortado (formato e tamanho muito irregulares) pode não alimentar apropriadamente, a menos que misturado com uma alta % de resina virgem.

Em geral, os níveis máximos de moído recomendados para os polímeros de engenharia da DuPont são os seguintes:

ZYTEL [®] tipos PA6 e PA66, Inclusive os reforçados com fibras de vidro:	60%
Tipos CRASTIN [®] e HYTREL [®] , Para aplicações em tubulações de ar e similares:	60%
HYTREL [®] utilizado para coifas de proteção CVJ:	30%

Para alguns *grades* é possível que o comportamento do moído seja diferente do comportamento da resina virgem, em sua viscosidade (resistência da massa fundida) e características da dilatação da matriz. Por isso, é importante que o nível de moído utilizado seja mantido em % constante durante a produção da peça. Se for necessário trabalhar com níveis mais baixos, ou mais altos de moído, os parâmetros da máquina devem ser ajustados de acordo.

1) O valor de densidade aparente do moído será significativamente mais baixo do que os da resina virgem.
2) Assumindo-se que todo o moído seja reutilizado imediatamente. Senão, adicione peso do moído não reciclado.

5.4 Armazenamento a granel

Para fabricação de grandes volumes utilizando-se de várias máquinas em produção contínua, pode ser mais econômico considerar-se a entrega e armazenagem das resinas a granel. Dependendo do *grade* e da logística, várias formas de carregamento a granel estão disponíveis na DuPont, como por exemplo:

- Caixas de 500kg
- *Octabins* de 800 ou 1000kg
- Containeres especiais (normalmente 18 ou 20 toneladas)

A resina fornecida em uma dessas formas vem em conformidade com as especificações normais de venda da DuPont no que diz respeito ao teor de umidade, e vem lacrada contra absorção de umidade durante a viagem através de embalagens feitas em material apropriado para evitar absorção de umidade. Os procedimentos para manuseio das caixas e dos *octabins* na máquina de moldagem devem garantir que a resina não absorva umidade excessiva uma vez que a embalagem tenha sido aberta, e antes que toda a resina tenha sido transferida para os silos de secagem.

Por exemplo, recomenda-se que se faça um pequeno buraco no forro de plástico para a inserção de um tubo de sucção que fará a transferência pneumaticamente dos grânulos para o desumidificador. Este buraco deve ser vedado hermeticamente quando a resina não estiver sendo consumida.

Para a transferência de carregamentos de containeres para silos de armazenamento, um sistema pneumático de ar seco deve ser usado para evitar a absorção de umidade. Dentro do silo, o espaço de ar acima dos grânulos deve ser mantido carregado com ar desumidificado por um sistema de secadores. Os grânulos devem ser alimentados para as máquinas de moldagem através de um sistema de tubos vedados, passando por um desumidificador de tamanho adequado – ou desumidificadores individuais para cada máquina de moldagem, ou um grande desumidificador que alimenta um sistema coletor ligado à cada máquina. Em alguns casos, principalmente com os nylons, é preferível que se faça uma combinação de secadora única (que pode ser do tipo de ar quente) com desumidificadores individuais.

6 Orientações para o projeto do molde

6.1 Geral

O projeto do molde para resinas de moldagem por sopro é basicamente semelhante àquele de outras resinas como o polietileno. As principais considerações adicionais devem ser: o projeto da linha de solda e o material de construção, a razão de sopro (estiramento), os limites de contração e o resfriamento.

6.2 Materiais de construção

Como para a maioria das resinas, os moldes podem ser construídos por um ou mais dos seguintes materiais:

- **Aço** (usinado ou fundido)
- **Alumínio** (usinado ou fundido)
- **Cobre berílio** (usinado ou fundido)
- **Kirksite** (liga de metal de baixo ponto de fusão – normalmente somente para protótipos)
- **Epoxies** (protótipos ou produção pequena)
- **Poliuretano fundido** (normalmente só para protótipos)

A escolha certa vai depender principalmente da economia, vida útil e velocidade de fabricação. Algumas considerações podem ser úteis:

- Para *grades* reforçados com fibra de vidro, a linha de solda (pelo menos) deve ser de aço usinado para evitar danos e desgaste devido à natureza abrasiva da fibra de vidro.
- O aço é mais robusto e pode então resistir melhor à produção prolongada, principalmente se considerarmos a limpeza da superfície do molde feita pelo operador e os danos possíveis quando ao se retirar as peças deformadas, etc. (as resinas de engenharia são normalmente mais duras que o polietileno, por exemplo).
- Devido à sua natureza cristalina e alto ponto de fusão, a transferência de calor é importante para as resinas de engenharia para moldagem por sopro. Por isso moldes e insertos em alumínio e cobre berílio podem ser vantajosos (principalmente em processos de ciclo rápido como moldagem por injeção de coifas CVJ em HYTREL®).

6.3 Razão de sopro (estiramento)

A razão de sopro ou estiramento no processo de moldagem por sopro é a razão entre a área da superfície inicial do *parison* e a área total da superfície expandida da peça moldada.

Cantos e outras áreas que resultem em uma razão de sopro maior que 4:1 (3:1 para resinas reforçadas com fibra de vidro) devem ser evitados no projeto do molde. Se esta razão for muito alta ela pode causar mau desempenho da peça devido ao afinamento das seções da parede e ruptura do *parison* durante o processo de formação. A razão de sopro deve ser minimizada quando possível próximo ao local da linha de solda.

6.4 Limites de contração do molde e dimensões da peça

A contração da peça é muito maior em moldagem por sopro do que na moldagem por injeção e, principalmente, existe uma diferença entre direção do “fluxo” e direção “transversa” com resinas reforçadas com fibra de vidro.

Os valores normais dos limites de contração para as resinas de engenharia da DuPont são indicados na Tabela 4. O valor exato de contração para um *grade* específico de resina vai depender da(s):

1. Espessura da parede (mais grossa = mais contração)
2. Temperatura da massa fundida (maior = menos contração)
3. Temperatura do molde (maior = mais contração)
4. Condições de processamento (por exemplo, velocidade de vazão e efeitos da matriz / orientação)

De todos estes, o fator mais importante é a espessura da parede, e percebeu-se que variações na mesma ao longo da peça podem resultar em deformações da peça acabada. O controle da espessura da parede durante a moldagem é, portanto, crítica. Haverá também alguma contração (adicional) pós-moldagem, que normalmente é pequena. Também haverá, para as resinas de nylon, alguma contração “negativa” devido à absorção de umidade da peça moldada.

Todos esses fatores significam que é altamente recomendável que os limites finais de contração para o projeto do molde devam ser baseados na experiência e nas medições realizadas com uma mesma resina em uma configuração de molde semelhante.

6.5 Projeto da linha de solda

Todas as resinas de engenharia da DuPont são projetadas para ter um bom comportamento na soldagem. Entretanto, um bom projeto da linha de solda é importante para que se possa obter força máxima na região de soldagem da peça (algumas peças, por exemplo, aquelas feitas através de processos de moldagem em 3-D, não possuem soldagem da peça terminada).

Para resinas de engenharia, o projeto favorito é aquele denominado tipo “*double dam*”, o qual auxilia no desenvolvimento da pressão de soldagem necessária e força a resina fundida de volta para a área de soldagem. Isto evita a formação de bicos em “V” na peça, o que pode gerar um ponto fraco.

Um exemplo comum deste tipo é ilustrado na Fig. 13 abaixo. Outros projetos, inclusive a configuração convencional do tipo “*single dam*”, também foram utilizados com sucesso com as resinas da DuPont e podem ser perfeitamente adequados para os casos em que força máxima na área de soldagem não seja um fator crítico.

L	=	0,5 a 1 x Espessura da parede do <i>parison</i>
DPD	=	2 a 4 x Espessura da parede do <i>parison</i>
DL	=	1 a 2 x Espessura da parede do <i>parison</i>
FW	=	grande o suficiente para agüentar o máximo de excesso do <i>parison</i> após a soldagem
D	=	0 a 0,5mm. Dependendo da necessidade de facilidade de rebarbação
DD	=	D + (0,5 x Espessura da parede do <i>parison</i>)
FD	=	1,5 a 2 x Espessura da parede do <i>parison</i>

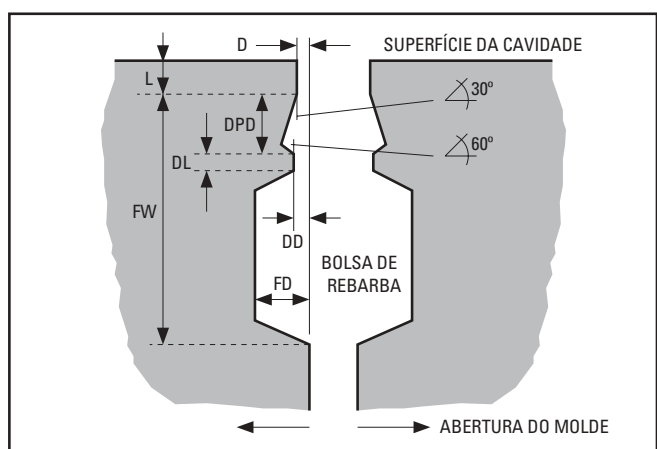


Fig. 13 Projeto da linha de solda “*Double Dam*”

6.6 Outras considerações sobre o molde

Não é o objetivo deste manual fornecer recomendações detalhadas sobre projetos de molde, uma vez que isto pode ser feito melhor pelos bons fabricantes de equipamentos para moldagem por sopro, os quais possuem anos de experiência nesta área. Contudo, os seguintes pontos são de particular importância para que se obtenha sucesso na moldagem por sopro dos polímeros de engenharia.

- O resfriamento do molde deve ser bem projetado devido ao fato dos polímeros de engenharia possuírem alto calor específico devido à sua natureza semicristalina. O resfriamento deve fornecer temperaturas constantes ao molde sobre a superfície de moldagem, uma vez que taxas de resfriamento variáveis na peça podem causar deformações.
- A construção de saídas de gases na cavidade de moldagem é importante para se evitar a reprodução de superfície defeituosa, ou defeitos na superfície da peça. Em alguns casos, saídas de gases eficientes podem ser obtidas pela utilização de uma superfície não polida (por exemplo, lixamento ou “texturização”); mas nos locais onde a cavidade é maior ou mais profunda normalmente é necessário fornecer plugs especiais (aço sinterizado). Saídas de gases na linha de abertura do molde também podem ser construídas por uma leve folga da borda da cavidade, resultando em um canal adjacente de ventilação.

- O acabamento da superfície do molde pode afetar a retirada de gases da cavidade (veja item anterior), mas para algumas resinas (tal com o HYTEL®) ele pode ajudar na ejeção da peça do molde. Neste caso, uma superfície lixada (jateada) é preferível a uma superfície polida. Uma superfície altamente “texturizada” também pode ser usada com sucesso para esconder qualquer defeito na superfície que pode ser percebido em superfícies mais lisas – estes defeitos são muitas vezes o resultado dos efeitos de resfriamento ou contração irregulares na peça enquanto ela resfria.
- Ângulos de folga, contrasaídas, etc: devido à alta contração das resinas de engenharia, é importante que se evitem os projetos em que a contração da peça possa “prender” a peça na cavidade após o resfriamento e conseqüentemente resultar em dificuldade de ejetar a peça. Este é um problema em potencial para as resinas rígidas (por exemplo, o ZYTEL® reforçado com fibras de vidro) e resinas mais emborrachadas com o HYTEL®.

Caso seja necessário mais informações sobre o projeto da peça ou ferramenta, por favor entre em contato com o seu representante técnico da DuPont.

7 Guia de solução de problemas

A tabela a seguir mostra alguns dos problemas mais freqüentes que podem ocorrer na moldagem por sopro das resinas de engenharia da DuPont.

As causas "mais prováveis" ou mais simples estão relacionadas primeiro e as mesmas podem parecer óbvias, mas é muito comum que estes problemas sejam ignorados ou não verificados adequadamente!

Problema	Causas Prováveis	Soluções Sugeridas
Aparência do <i>parison</i> não-fundido ou frio	Temperatura muito baixa.	Aumente as temperaturas – Veja os valores recomendados para a resina.
	Tempo de "aquecimento" insuficiente.	Deixe "aquecer" por mais tempo antes do acionamento.
	Defeito nas resistências elétricas ou nos controladores.	Conserte / calibre conforme necessário nos termopares.
	Capacidade da resistência inadequada para resinas de engenharia (principalmente nas zonas entre o cilindro e o cabeçote, ou nas zonas cabeçote / matriz).	Aumente o tamanho da resistência para conferir isolamento térmico.
	Resfriamento externo (ou interno) do refrigerador de ar ou vazamento.	Elimine a fonte de ar cabeçote / matriz.
Baixa resistência da massa fundida	Umidade.	Seque a resina.
	Temperatura do fundido muito alta.	Verifique o pirômetro de agulha e ajuste-o para o valor recomendado. Se a temperatura real do fundido exceder demais as temperaturas ideais, veja "Temperatura excessiva do fundido".
Soldagem com baixa resistência	Contaminação por purga ou material anterior.	Purgue por mais tempo antes de iniciar a moldagem. Aumente temporariamente a temperatura do cabeçote / matriz se necessário para acelerar a purga.
	Temperatura do fundido ou da superfície baixa.	Aumente as temperatura – tente primeiro somente a temperatura da matriz. Veja abaixo: "O <i>parison</i> esperando muito tempo".
	<i>Parison</i> esperando muito tempo antes do fechamento do molde.	Vazão mais rápida. Reduza o atraso no fechamento do molde.
	Projeto ruim da área de soldagem do molde.	Reprojete a linha de solda do molde.
Bolhas na massa fundida	Umidade.	Seque a resina.
	Tipo errado de rosca (retenção de ar).	Instale uma rosca adequada.

Problema	Causas Prováveis	Soluções Sugeridas
Parison adere à matriz (não forma o parison)	Temperatura da matriz muito baixa.	Verifique resistência da matriz. Aumente temperatura matriz.
	Geometria da matriz incorreta.	Melhore o modelo da matriz.
Superfície externa do parison está muito áspera (interna está O.K.)	Matriz muito fria.	Aumente a temperatura da matriz. Verifique se o <i>set point</i> está mantido.
	Ruptura na massa fundida.	Veja a solução para “superfície interna” abaixo.
Superfície interna do parison está áspera (a externa pode estar O.K)	Pino da matriz muito frio.	Considere a hipótese de instalação de uma resistência na matriz. Verifique se o fluxo de ar através da matriz / pino não é excessivo.
	Ruptura na massa fundida.	Aumente a temperatura da matriz (somente). Reduza a pressão / velocidade de vazão. Verifique modelo da matriz (ângulos externos muito fortes, por exemplo).
Temperatura excessiva do fundido (muito acima das temperaturas ideais)	Problema com os controladores de temperatura ou com os termopares.	Conserte / calibre os controladores ou termopares.
	Tipo de rosca errado.	Instale a rosca correta.
Vazão da rosca irregular	Grânulos fazendo ponte abaixo do gargalo.	Verifique o resfriamento alimentador da área do gargalo.
	Problema com a alimentação da zona 1.	Verifique se as temperaturas da rosca de set / real estão corretas. Aumente bastante a temperatura da primeira zona da rosca (20-30°C). Verifique o modelo da rosca.
	Alto uso de material moído.	Reduza a % de moído utilizada.
	Restrição ou material não fundindo após a rosca / cilindro.	Verifique as temperaturas e pressões. Aumente as temperaturas se necessário.

Para mais informações sobre os Polímeros de Engenharia:

DuPont do Brasil S.A.
Alameda Itapecuru, 506 - Alphaville
06454-080 Barueri - São Paulo
TeleSolutions: 0800 17 17 15

Suporte Técnico e Qualidade

Tel: +55 (11) 4166-8787
E-mail: ep-suporte@bra.dupont.com

Serviço ao Cliente

Tel: +55 (11) 4166-8530 / 8531 / 8647
Fax: +55 (11) 4166-8513

Web Site: plasticos.dupont.com.br

Os dados aqui listados se encontram dentro da faixa normal de propriedades, porém não devem ser utilizados individualmente para estabelecer limites de especificações nem como base para projeto. A DuPont não assume nenhuma obrigação ou responsabilidade por quaisquer recomendações apresentadas ou resultados obtidos à partir destas informações. Estas recomendações são apresentadas e aceitas por conta e risco do comprador. A divulgação destas informações não constitui uma autorização de operação ou para infração de nenhuma patente da DuPont ou de outras empresas. A DuPont garante que o uso ou venda de qualquer material aqui apresentado e comercializado pela DuPont não infringe nenhuma patente que cubra o próprio material, porém não garante contra violações causadas por sua utilização conjunta com outros materiais ou na operação de qualquer processo.

ATENÇÃO: Não utilize este material em aplicações médicas que envolvam implantes permanentes no corpo humano. Para outras aplicações médicas, consulte o manual "Declaração de Cuidados Médicos da DuPont", H5010



*The miracles of science**