

INJEÇÃO – TENSÕES RESIDUAIS

As variações nas condições de moldagem têm um efeito direto sobre as propriedades finais do produto acabado. Na moldagem por injeção as cavidades do molde se enchem, empurrando o material fundido através de pequenos canais à elevada velocidade e sob alta pressão.

As paredes internas estão com temperaturas muito inferiores à massa e, logicamente, esfriam rapidamente a camada de PS que entra em contato

com elas, solidificando-o de forma muito rápida. Estas condições geram altas tensões no PS, resultantes da fricção entre as camadas, conhecidas como tensões residuais, ou seja, um mau acomodamento das macromoléculas em um espaço determinado, o que reduz as propriedades físico-mecânicas, térmicas e químicas. Em resumo, se originam basicamente quando “uma massa quente entra em contato com uma superfície mais fria”.

Parâmetros afetados pelas Tensões Residuais

- **Propriedades Físico-mecânicas:** Ocorrem fissuras quando são realizados esforços de tração, alongamento, flexão, deflexão e redução da resistência ao impacto.
- **Resistência à deformação pelo calor:** Há redução devido ao fato de que o calor aplicado causa o relaxamento das tensões, provocando a deformação assimétrica da peça.
- **Resistência Química:** Há maior sensibilidade ao ataque químico, a qual é caracterizada pela presença de superfícies ásperas, trincas e descoloração superficial. Podem ocorrer também baixa ancoragem de tintas e deslocamento durante o processo de metalização.

Soluções:

- Utilizar a maior temperatura de molde (possível) recomendada para PS (ver tabela abaixo);
- Moldar com a maior temperatura de massa possível sem degradar o PS (ver tabela abaixo);
- Moldar com maior uniformidade de temperatura no molde;
- Moldar com alta velocidade de injeção;
- Moldar com a menor pressão de injeção possível;
- Moldar com a menor pressão de recalque para gerar a menor compactação possível;
- Utilizar a técnica de recozimento.

Parâmetros	Unidade	SR 550	RT 441M	825	R 770E	R 870E	R 970E	825E	RC 600	R 350L G2	R 940D
MFI (200°C, 5kg)	g/10'	11	6,5	5,5	4	4	4	3	6,1	5,5	3,5
Extrusão (TM)		-	-	210 - 240	210 - 240	210 - 240	210 - 240	210 - 240	210 - 240	210 - 240	210 - 240
Injeção (TM)	°C	210 - 260	210 - 260	210 - 260	210 - 260	210 - 260	210 - 260	210 - 260	210 - 260	210 - 260	210 - 260
Molde		40 - 75	40 - 75	40 - 75	40 - 75	40 - 75	40 - 75	40 - 75	50 - 75	50 - 75	40 - 75
		PSAI							PSAI especialidades		

Parâmetros	Unidade	N 1921	500	N 1841	535	N 2560	N 2380	585	N 2380E
MFI (200°C, 5kg)	g/10'	21	16	10	5	3,8	2	1,6	1,5
Extrusão (TM)		210 - 240	210 - 240	210 - 240	210 - 240	210 - 240	210 - 240	210 - 240	210 - 240
Injeção (TM)	°C	210 - 260	210 - 260	210 - 260	220 - 270	210 - 260	220 - 270	-	-
Molde		50 - 75	50 - 75	50 - 75	50 - 75	50 - 75	50 - 75	-	-
		PS Cristal							

Recozimento

O recozimento é uma técnica utilizada para minimizar as tensões residuais que não são eliminadas somente com os parâmetros de moldagem. Geralmente as tensões residuais estão associadas com limitações do equipamento, como por exemplo, desenho da rosca, geometria da peça e dos canais de distribuição, refrigeração heterogênea do molde, ciclo de moldagem, etc.

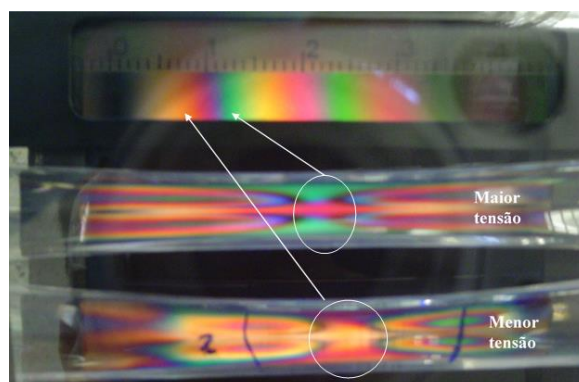
A operação de recozimento consiste em colocar as peças em um forno com circulação de ar ou em um recipiente com água quente, com 5°C abaixo do ponto de deformação térmica da peça, durante aproximadamente 2 horas, sendo que este tempo pode variar em função da espessura da peça.

O ponto de deformação térmica é a temperatura na qual se observa a deformação da peça e não o ponto de deformação ASTM do material. Após o recozimento, as peças devem ser submersas em solventes adequados para verificar se o procedimento foi eficaz.

Determinação das Tensões Residuais

Para determinar a magnitude das tensões residuais que podem afetar a performance final de uma peça moldada, se empregam as seguintes técnicas:

- **Luz Polarizada** (aplica-se a plásticos transparentes): Com a utilização desta técnica é possível identificar áreas de maior tensão que aparecerão como espectros iridescentes de colorações mais desbotadas (que refletem ou mostram as cores do arco-íris).



- **Térmica:** Aplica-se o mesmo sistema que o utilizado para determinar a temperatura de recozimento, utilizando diversas condições de moldagem como uma forma de medida da magnitude das tensões.
- **Química:** As peças moldadas são imersas durante um tempo pré-determinado em reativos específicos conforme a tabela. A peça sofre maior ataque químico nas regiões com maior acúmulo de tensões provocando fissuras ou rachaduras, ou seja, a maior magnitude ou evidência dessas frestas estará em relação direta com a maior tensão residual.

Material	Solvente	Imersão	Escorrido
Poliestireno	n-Heptano	120 ± 5 s	30 min
ABS	Ácido Acético Glacial	30 s	0 min
PVC	Acetona	20 min	0 min