

TERMOFORMAGEM A VÁCUO UNE VERSATILIDADE E BAIXO CUSTO

O mundo dos plásticos é povoado por processos de transformação diferentes: **injeção, extrusão, sopro, rotomoldagem e vacuum forming, entre outros**. Cada um deles é capaz de oferecer produtos distintos e com características específicas.

Dentre os processos citados, o vacuum forming (ou termoformagem a vácuo) está se destacando por conta de sua versatilidade e baixo custo do ferramental.

Uma das formas de entendê-lo melhor é observar o mercado americano em vários aspectos:

- **Pioneirismo nesse segmento**
- **Facilidades como custo acessível e agilidade na fabricação de moldes**
- **Demanda diversificada dos produtos**

- **Grande variedade de matérias-primas**
- **Ciclo de vida do produto reduzido no mercado, pois lá a competitividade exige inovações e diferenciais de mercado constantes**

Por conta destas características, os produtos de vacuum forming são bem aceitos por engenheiros, designers de produtos, projetistas e principalmente pelo mercado.



No Brasil, essa técnica de transformação ainda está engatinhando – quando comparada ao estágio atual do mercado dos EUA – e precisa ser melhor compreendida.

No mercado brasileiro, persistem falhas de projetos em moldes e escolhas equivocadas de tipos de materiais. De fato, carecemos de uma boa engenharia nesse segmento e as empresas que dominam a tecnologia são raras.

Na grande maioria das pequenas e médias empresas, tanto os empresários como a mão de obra do chão de fábrica e os processistas carecem de qualificação.

Podemos citar um case, com o diretor da empresa Brawel, fabricante de máquinas para termoformagem à vácuo, o w, que se deparou com um problema de um cliente do segmento de equipamentos para fitness (preparação física), no qual produzia esteiras ergométricas.



A tampa da frente das esteiras era fabricada por vacuum forming, usando resina PSAl (poliestireno de alto impacto), mas a peça apresentava problemas de quebras e trincas com elevada frequência.

Avaliando o caso, foi constatado que o problema era gerado pelas fortes vibrações do equipamento e pelas pisadas acidentais por parte dos usuários, alguns obviamente necessitando perder peso.

O cliente já estava propenso a substituir o processo de fabricação pela técnica de injeção, arcando com um custo muito mais elevado, quando se apontou como **solução a simples troca do PSAI por polietileno.**

Nesse cenário, a empresa resolveu iniciar a fabricação de máquinas de vacuum forming nos EUA, onde houve grande aceitação do equipamento e o grau de conhecimento da técnica pelos clientes é bem superior ao do mercado nacional, além da mão de obra qualificada e da grande variedade de resinas disponível, mostrando um mercado maduro para este processo, decorrente do conhecimento adquirido com o tempo.



Podemos citar alguns produtos técnicos interessantes e de altíssima qualidade encontrados nos EUA, fabricados por meio desse processo:

Piscinas, hot tubs (banheiras), front store, customização de veículos comerciais, brinquedos públicos, alimentadores para animais, carenagens de equipamentos, telhas, entre outros.



Alguns destes produtos também são fabricados no Brasil, mas não em grande escala, com um mercado ainda muito restrito.



No passado, as peças produzidas por vacuum forming necessitavam de um processo adicional, denominado operação de corte. Isto é, após moldadas, algumas peças precisavam ser “cortadas” no tamanho final em equipamentos manuais.

Atualmente, existem robôs e Routers CNC que efetuam esses trabalhos, antes manuais, mas agora podem ser realizados em grandes velocidades e com perfeição, viabilizando ainda mais a utilização desse processo.



Com a popularização dos Routers CNC, por conta dos custos mais acessíveis, além de a máquina fazer a operação de corte, ela pode também efetuar furos, rasgos, rebaixos, roscas e outros detalhes nas peças de forma rápida e precisa, eliminando a mão de obra e trabalhos manuais.

Em muitos casos a própria máquina que efetua a operação de corte, fabrica o molde.



Os moldes de vacuum forming são conhecidos por possuírem custos relativamente baixos comparados aos moldes utilizados nos demais processos de transformação de produtos plásticos, principalmente os de injeção.



É comum encontrar moldes para essa técnica feitos de resinas poliéster, epóxi ou madeira MDF para lotes pequenos e, em alguns casos, até mesmo de gesso, que será usado poucas vezes, caso dos itens para o carnaval. Já para as produções em larga escala, os moldes utilizados são feitos de alumínio.

O processo de termoformagem pode ser dividido em alguns tipos:

- *Vacuum forming industrial (moldagem por vácuo)*
- *Press molding (moldagem por compressão de ar)*
- *Vacuum casting (molde com macho e fêmea)*

Existem também os produtos constituídos por peças de processos diferentes (injeção, sopro e extrusão) que podem ser soldadas ou encaixadas em outra peça produzida por vacuum forming, denominados Mult Process.

Por exemplo: dispensers de vending machines (*máquinas de venda automática de itens como lanches, bebidas, etc*), cujas partes mais delicadas, como as engrenagens, que têm características próprias inerentes ao projeto, são provenientes do processo de injeção, enquanto **as carenagens e contentores são fabricados por vacuum forming**, sendo essas partes mais customizáveis ao cliente, de forma a reduzir os custos de produção e manter a qualidade do produto final.





Em relação ao custo dos equipamentos, as máquinas de vacuum forming possuem valores bem mais atrativos do que as máquinas injetoras e de rotomoldagem.

Um dos componentes mais importantes da máquina de termoformagem é o forno, que tem a função de amolecer a chapa ou o laminado plástico do qual será obtido o produto final. A questão central reside em transformar cada centavo gasto em eletricidade em energia térmica para o material a ser moldado.

Existem, basicamente, três tipos de aquecimento utilizado nos fornos:

- *resistências elétricas de cerâmica*
- *resistências de quartzo*
- *resistências cartucho*

As resistências de quartzo, que também são conhecidas como resistência infra-vermelho, possuem melhor eficiência térmica em relação às de cerâmica, todavia a produção de fornos de quartzo é um desafio e poucas empresas no Brasil dominam essa tecnologia.

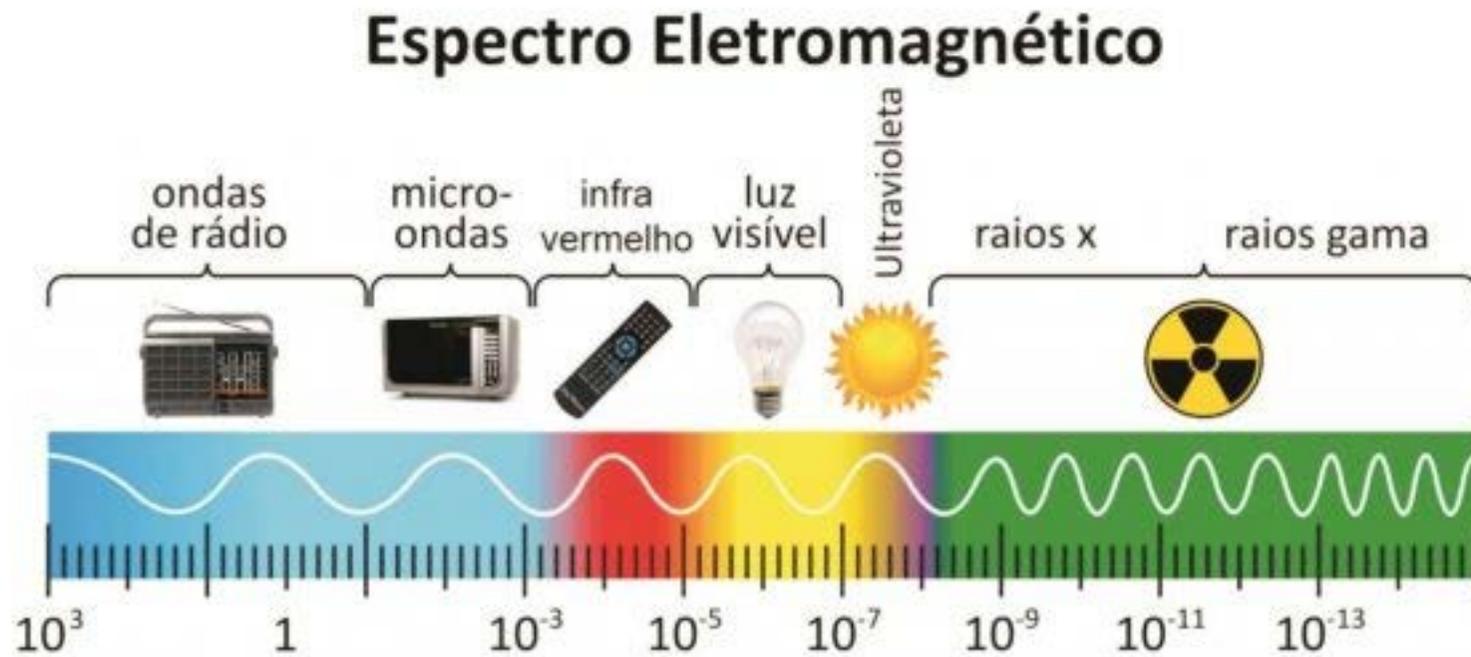
Por sua vez, as resistências de cerâmica são mais fáceis para se fabricar fornos com custos reduzidos, apesar de não apresentarem a melhor propriedade de transferência de calor. Já as resistências cartuchos estão presentes em máquinas antigas, porém possuem baixo rendimento, tornando inviável sua utilização.

O infravermelho é usado na indústria de diversas formas, por exemplo, em televisores, controles remotos, sensores de movimento, iluminação passiva para câmeras noturnas, câmeras térmicas, e em aquecedores domésticos e industriais.

Na medicina, também encontramos o uso do infravermelho nos tratamentos para fisioterapia, acne, complicações pulmonares, tratamentos capilares, em controles biológicos, entre outras centenas de aplicações.

De forma geral, todo corpo pode emitir e receber infravermelho, porém, somente o notamos quando se encontra próximo da faixa visível, entre o quase branco, passando pelo rosado e finalmente vermelho.

Para melhor entendimento devemos definir temperatura como a grandeza física que nos possibilita entender as sensações de quente e frio. Temperatura está associada ao estado de agitação das moléculas de um corpo. O fluxo desta energia térmica se denomina calor.



O infravermelho tem a vantagem de penetrar com mais facilidade no material plástico e, assim, agitar suas moléculas, além de contar com o “benefício indireto” de aproveitar a própria massa térmica de ar do forno para aquecer o material.

Por se tratar o forno de máquina que converte energia elétrica em térmica, é presumível que, para que o usuário do equipamento tenha competitividade no mercado, seja de suma importância que ele opere com o melhor rendimento possível.

Dentre as três maneiras de se controlar a temperatura dos fornos, a mais eficiente é por infravermelho.

Considerando o fato de que é o transformador quem paga a conta de luz, os fabricantes de máquinas não se preocupam em passar essas informações aos clientes e, por isso, muitos preferem trabalhar com resistências bem menos eficientes do que as de quartzo, para gerar custos bem menores.

Além disso, para se utilizar fornos com essa tecnologia, os mesmos devem ser refletivos e inoxidáveis, características que os tornam menos competitivos em relação ao preço dos equipamentos, mas essas características devem ser observadas na compra da máquina.

Outro fator interessante é o uso de alumínio nas estruturas das máquinas. Às vezes, são utilizadas volumosas vigas com geometrias diferenciadas que concedem resistência e peso reduzido em até 70% aos equipamentos.

No Brasil, isso requer uma análise mais profunda, mesmo porque não se encontra esse tipo de perfil no mercado nacional.

No projeto clássico das máquinas de vacuum forming, sua cinemática de movimentação inclui elementos pneumáticos e mecânicos, todavia com a modernização e automação das máquinas, faz-se necessário o uso de servo motores para determinados acionamentos e movimentos.

Assim como em todos os processos de transformação, existe a carência da mão de obra qualificada.

Talvez isso seja muito mais evidente por aqui, devido à falta de cursos específicos sobre o assunto, demonstrando o funcionamento e características dos equipamentos, comportamento do material, detalhes dos moldes e do processo, além da identificação de defeitos e como corrigi-los.



Este material está disponível em matéria escrita pelo diretor da Escola LF Alexandre Farhan para a REVISTA PLÁSTICO MODERNO edição nº 508 abr/17.

Acesse o portal www.plastico.com.br para conferir

Agradecemos ao engenheiro André Bordignon, diretor da empresa Brawel, por contribuir com informações relevantes para o desenvolvimento deste material.

É expressamente proibida a cópia ou reprodução deste e-book ou parte do conteúdo sem autorização expressa do autor, bem como é proibido o uso deste material para quaisquer outros fins.