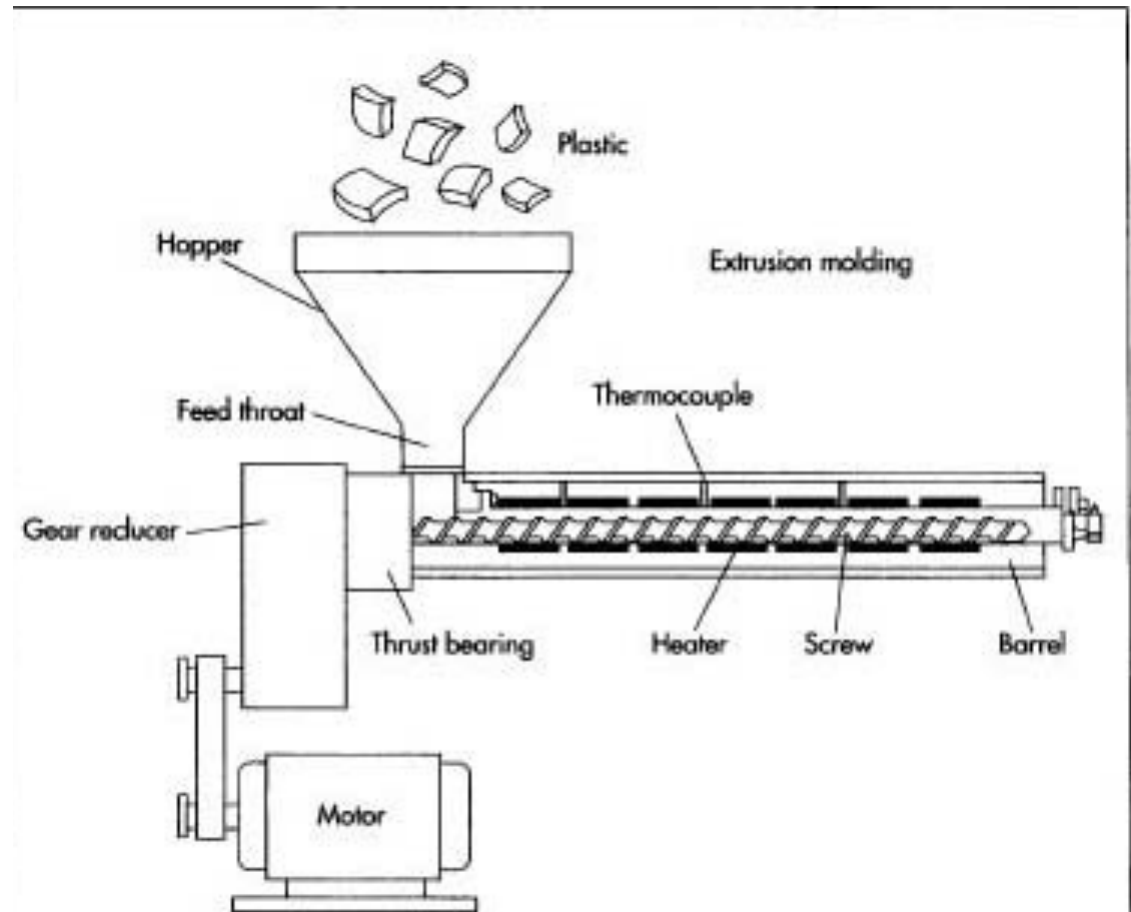


Transformação de polímeros

Extrusão

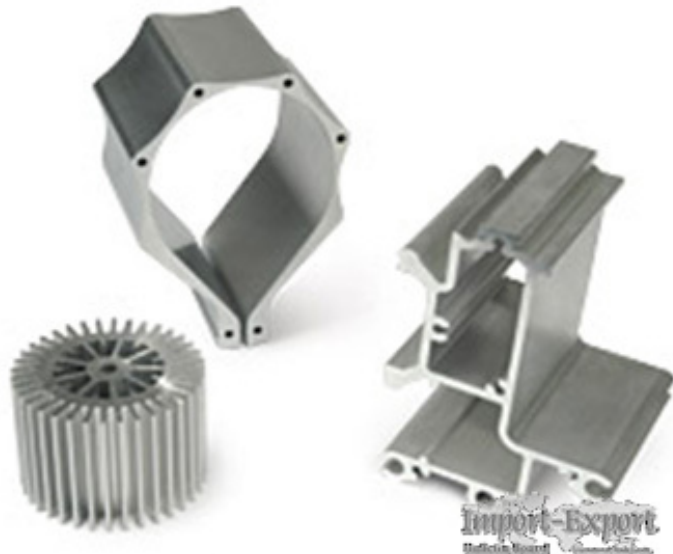
- Processo muito usado
 - Termoplásticos, elastômeros, metais, cimento, alimentos
- Transporte por rosca, simples ou dupla
- Aquecimento elétrico + cisalhamento (efeito Joule)
- Injeção de reagentes e/ou degasagem
- Saída: tubos, perfís, revestimentos, filmes
- *Master-batches*



Plásticos, metais e cerâmicos



<http://www.usrefractories.com/prod01.htm>

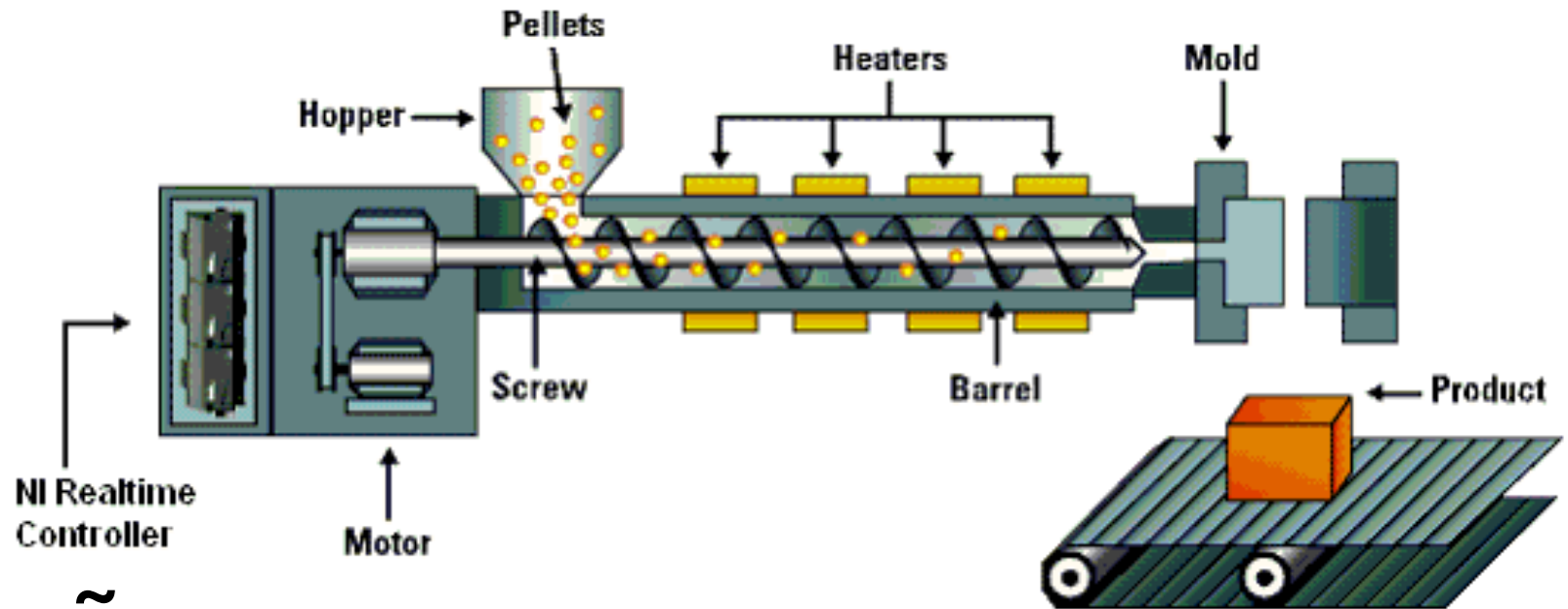


<http://www.imexbb.com/extruded-aluminum-parts-10664859.htm>

Sopro

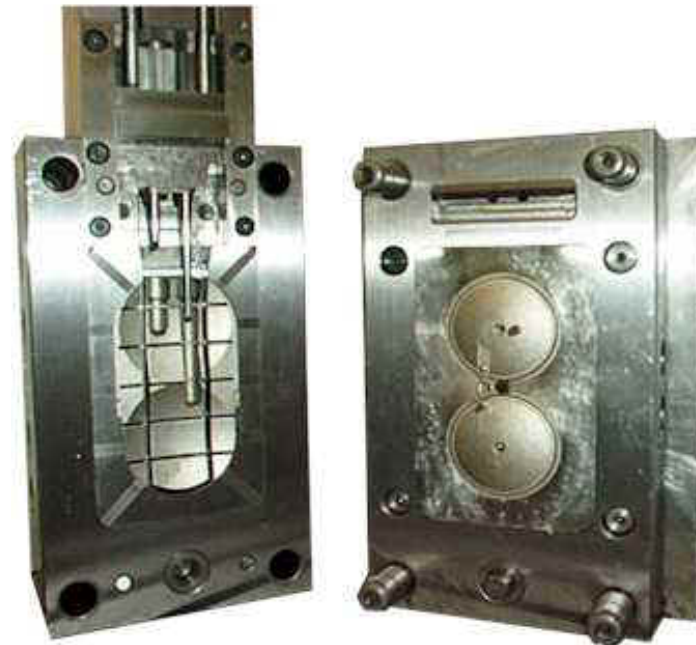
- Sopro de polímero extrudado forma balão.
- Balão dobrado forma filme duplo.





Injeção

- Processo dominante
- Peças complexas, grandes e pequenas
- Ciclos curtos
- Moldes complexos



Garrafas

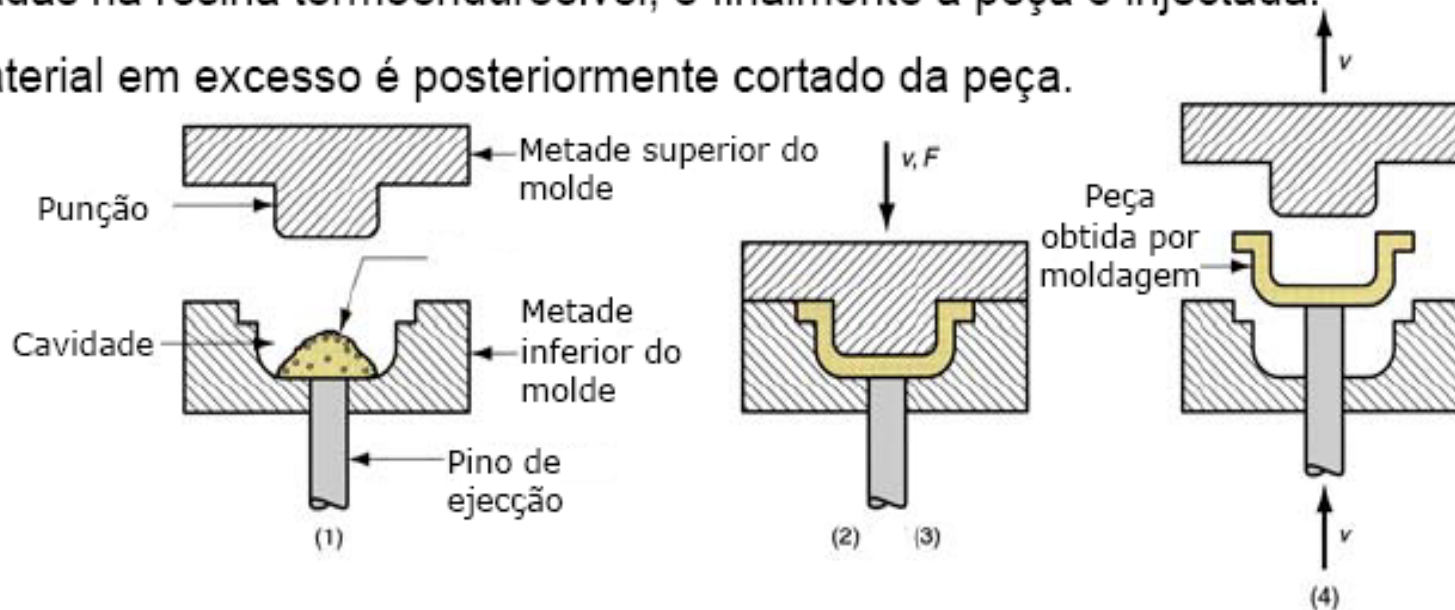
- Injeção de pré-formas
- Expansão por sopro





Processamento de plásticos: Moldagem por compressão

- ✓ Muitas resinas termoendurecíveis, como as resinas fenol-formaldeído, ureia-formaldeído, melanina-formaldeído, epoxies e fenólicas são enformadas por este processo.
- ✓ A resina termoendurecível, que pode ser pré-aquecida, é introduzida num molde quente contendo uma ou mais cavidades.
- ✓ A parte superior do molde desce e comprime a resina plástica; a pressão aplicada e o calor amolecem a resina e o plástico liquefeito é forçado a encher a cavidade ou cavidades do molde.
- ✓ A continuação do processo é necessária para completar a formação de ligações cruzadas na resina termoendurecível, e finalmente a peça é injectada.
- ✓ O material em excesso é posteriormente cortado da peça.





Processamento de plásticos: Moldagem por compressão

Vantagens:

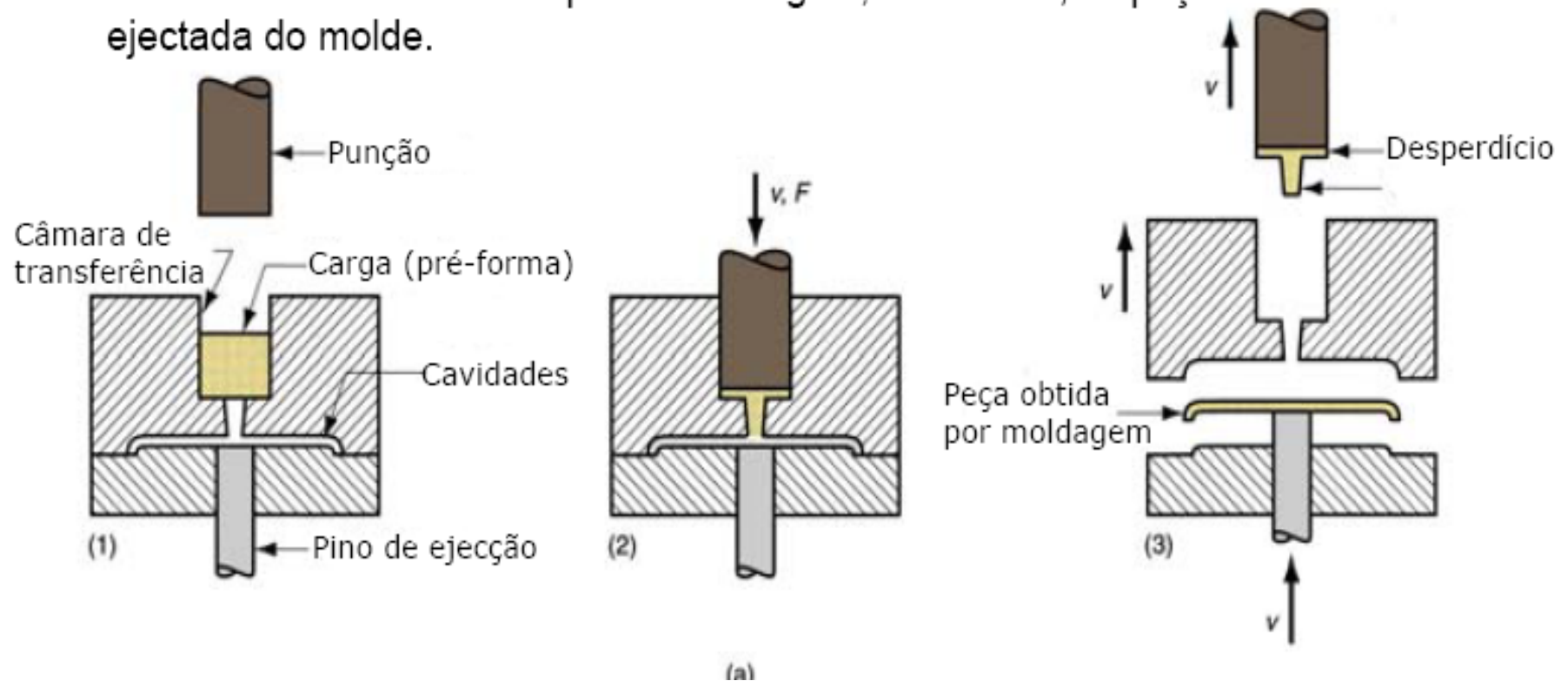
- Devido à sua relativa simplicidade, os custos de fabrico dos moldes são baixos.
- O fluxo relativamente baixo do material reduz o desgaste e a abrasão dos moldes.
- A produção de peças de grandes dimensões é mais exequível.
- São possíveis moldes mais compactos devido à sua simplicidade.

Desvantagens:

- São difíceis de produzir por este processo peças com formas complicadas.
- É difícil que os componentes de uma peça mantenham tolerâncias apertadas.
- É necessário retirar as rebarbas das peças moldadas.

Processamento de plásticos: Moldagem por transferência

- ✓ A resina não é introduzida directamente na cavidade do molde, mas sim numa câmara exterior à cavidade do molde.
- ✓ Na moldagem por transferência, depois do molde estar fechado, o êmbolo força a resina (normalmente pré-aquecida) a passar da câmara exterior, através de um sistema de gitagem, para as cavidades do molde.
- ✓ Depois do material moldado ter tido tempo para que ocorra a cura, de modo a formar-se um material polimérico rígido, reticulado, a peça moldada é ejectada do molde.



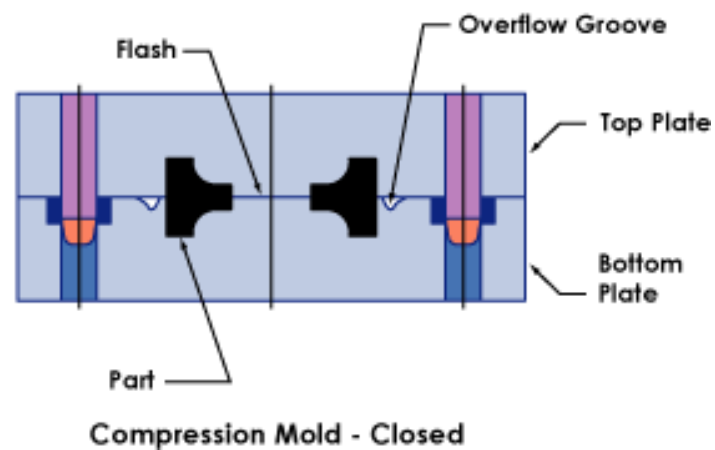
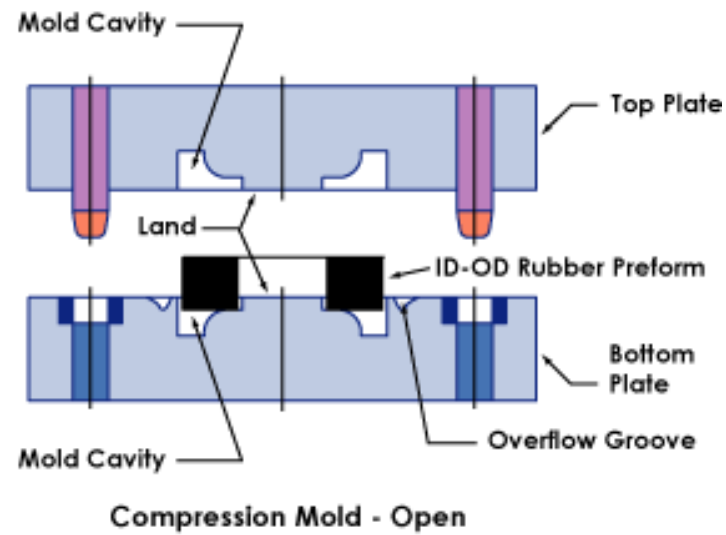


Processamento de plásticos: Moldagem por transferência

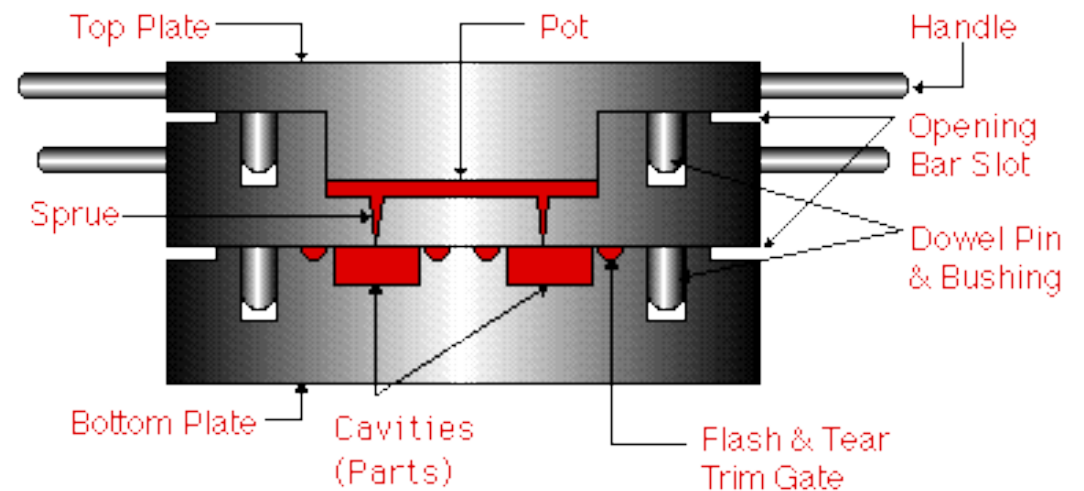
Vantagens:

- Em relação à moldagem por compressão, a moldagem por transferência tem a vantagem de não se formarem rebarbas durante a moldagem, pelo que as peças necessitam de menos operações de acabamento.
- Podem produzir-se muitas peças ao mesmo tempo, usando um sistema de gitagem.
- É especialmente útil para fazer peças pequenas com formas complicadas, que seriam difíceis de produzir por moldagem por compressão.
- Podem ser utilizados insertos de metal ou cerâmico, na cavidade, antes da injeção.

Compression Molding



Transfer Mold



Métodos de moldagem com fibras

- **Moldagem a Vácuo:** Técnica de moldagem em que a parte é curada dentro de uma camada de filme da qual o ar é removido através de vácuo.

Moldagem por contato manual: Um método de fabricação no qual camadas de reforço são colocadas no molde com as mãos, saturadas com resina e então curadas em formas.

Moldagem por injeção: Método de conformar um material plástico na forma desejada injetando o polímero forçadamente em um molde.

Moldagem por Projeção Simultânea: Técnica na qual roving contínuo é colocado em uma pistola que corta o roving em comprimentos pré-determinados. Esta pistola borrifca o fio de vidro cortado junto com uma quantia medida de resina sobre um molde aberto onde ocorre a catalisação.

Moldagem por Transferência de Resina (do inglês, RTM - Resin Transfer Moulding): Um processo de moldagem no qual resina catalisada é bombeada em um molde bipartido onde fibras de reforço foram colocadas. A resina e/ou o molde pode ou não ser aquecido.

Moldagem por Transferência de Resina com uso de vácuo (do inglês, VARTM - Vacuum-Assisted Resin Transfer Molding): Um processo de infusão onde um vácuo puxa resina em um molde unilateral. Uma cobertura, rígida ou flexível, é colocada em cima do topo para formar um selo.

Molde por compressão: Uma técnica para moldar termofixos, na qual a peça é moldada colocando a fibra e resina em um molde aberto, fechando o molde, e aplicando calor e pressão até que o material seja curado ou alcance sua forma final.

- <http://www.saint-gobain-vetrotex.com.br/portugues/glossary.html>

Principais resinas

Table 8-5 Example of properties and processes for the major TS plastics in RPs

Thermosets	Properties	Processes
Polyesters	Simplest, most versatile, economical, and most widely used family of resins; good electrical properties, good chemical resistance, especially to acids	Compression molding, filament winding, hand lay-up, mat molding, pressure bag molding, continuous pultrusion, injection molding, spray-up, centrifugal casting, cold molding, encapsulation
Epoxies	Excellent mechanical properties, dimensional stability, chemical resistance (especially to alkalis), low water absorption, self-extinguishing (when halogenated), low shrinkage, good abrasion resistance, excellent adhesion properties	Compression molding, filament winding, hand lay-up, continuous pultrusion, encapsulation, centrifugal casting
Phenolic resins	Good acid resistance, good electrical properties (except arc resistance), high heat resistance	Compression molding, continuous lamination
Silicones	Highest heat resistance, low water absorption, excellent dielectric properties, high arc resistance	Compression molding, injection molding, encapsulation
Melamines	Good heat resistance, high impact strength	Compression molding
Diallyl o-phthalate	Good electrical insulation, low water absorption	Compression molding

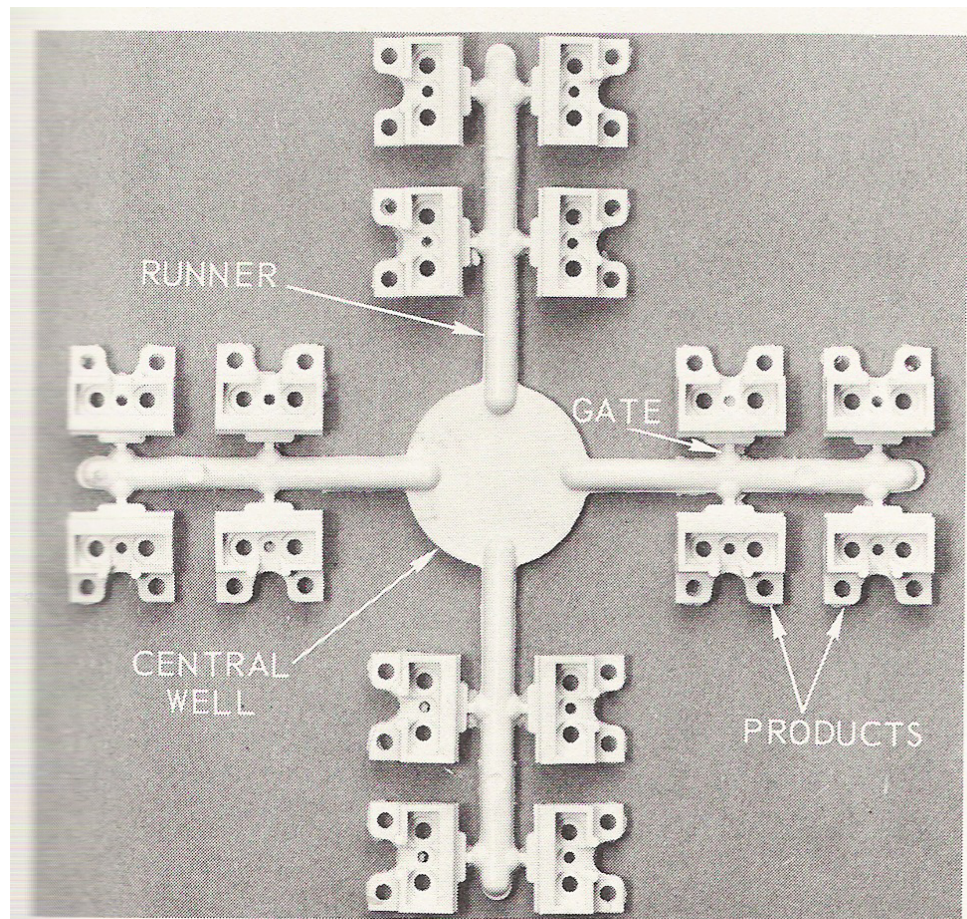


Fig. 8-10. The finished product ejected from a transfer mold ready for trimming. (American Cyanamid Co.)

Produto típico atual

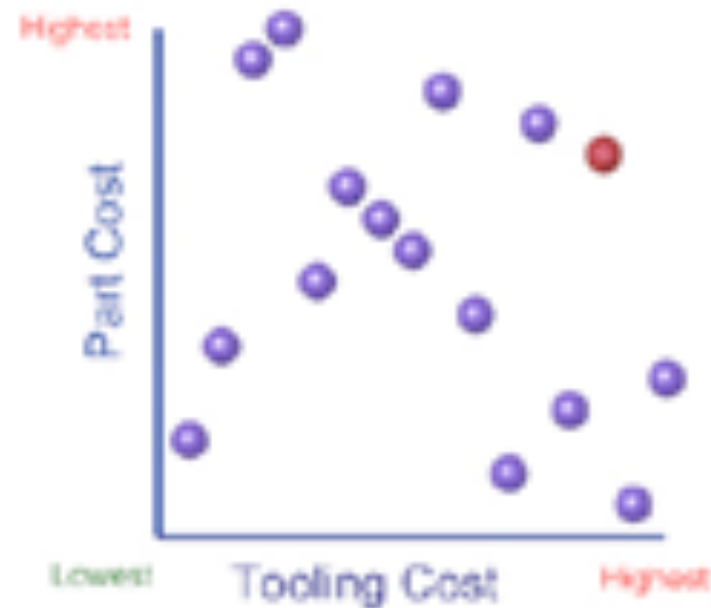


http://www.tecrep.com/enlarge_.asp?lr=/img/el/web/thermosetcompression/1.jpg

Características

- Custo das partes: moderado
- Custo das ferramentas: alto
- Taxa de produção: moderada
- Polímeros termoeestáveis são muito fortes, mecanicamente
- Muito resistentes a temperaturas elevadas, a um custo moderado
- Encolhimento reduzido elimina limitações de desenho da peça

Process Cost Comparison



http://www.tecrep.com/thermoset_compress.asp

Alternativas

Table 8-2 Examples of competitive processes vs. different products

	Injection Molding	Extrusion	Blow Molding	Thermoforming	Reaction Injection Molding	Rotational Molding	Compression and Transfer Molding	Matched Mold Spray-up
Bottles, necked containers, etc.	2, A	—	1	2, A	—	2	—	2
Cups, trays, open containers, etc.	1	—	—	1	1	—	1	2
Tanks, drums, large hollow shapes, etc.		—	1	2, A	—	1	—	2
Caps, covers, closures, etc.	1	—	—	2	2	—	1	—
Hoods, housings, auto parts, etc.	1	—	2	2	2	—	1	1
Complex shapes, thickness changes, etc.	1	—	—	—	—	—	1	2
Linear shapes, pipe, profiles, etc.	2, B	1	—	—	—	—	2, B	—
Sheets, panels, laminates, etc.	—	1, C	—	—	—	—	2	2

1. Prime process.

2. Secondary process.

A. Combine two or more parts with ultrasonics, adhesives, etc.

B. Short sections can be molded.

C. Also calendaring process.

Reciclagem

- <http://www.youtube.com/watch?v=Nu7IxRo-6eU>
(Reciclagem de garrafas de PET)
- <http://www.youtube.com/watch?v=WaB-dsB1Kfk>
Extrusora
- <http://www.youtube.com/watch?v=bit-D1NnfjI&NR=1> Injeção
- <http://www.youtube.com/watch?v=G1XBSooVQtY&NR=1&feature=fvwp> (usos de garrafas)

Exercício

1. Escreva as fórmulas das matérias-primas usadas na fabricação das resinas citadas em moldagem por compressão ou transferência.
2. Escreva as reações de formação das resinas da questão anterior.
3. A cinética de polimerização e reticulação de resinas termoeestáveis fabricadas para serem moldadas por compressão ou transferência tem de ser muito bem conhecida e reprodutível. Explique por quê.
4. É muito improvável que uma peça fabricada com polietileno seja moldada por compressão. Por quê?
5. Em uma garrafa de PET há regiões muito anisotrópicas. Por quê? Isso é desejável ou não, considerando-se o uso das garrafas?
6. Encontre na Internet o nome de uma firma prestadora de serviços ou fabricante de equipamentos de moldagem de polímeros. Descreva a firma e o que ela oferece.
7. O que pode ser contido em um master-batch? Identifique uma empresa fornecedora de master-batches.