



Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção



PRO 3610 – Métodos e Meios de Produção

Peças com formas e superfícies irregulares

Prof. Dr. Fausto L. Mascia

1



Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção



Peças com formas e superfícies irregulares

Processos podem ser descritos com conformação em estado plástico – estado geralmente maleável e aquecido dos materiais ao serem moldados.

Para se conseguir maior complexidade das peças a baixo custo – elevado investimento em ferramental.

2

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção




Injeção com tecnologia de injeção de água

Injeção assistida por água – elimina contaminações por gás; maior pressão; maior vantagem em complexidade e acabamento das peças finais.



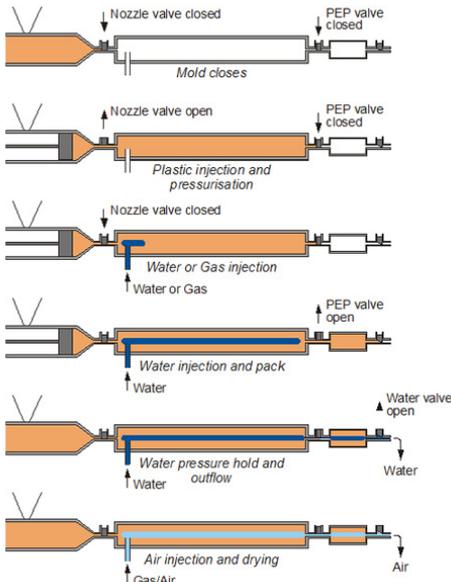
Bic Cristal (Marcel Bic, França, 1950)
Corpo: poliestireno
Tampa e pino: polipropileno

3

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção




Injeção Auxiliada por Água



1. Nozzle valve closed, PEP valve closed, Mold closes

2. Nozzle valve open, PEP valve closed, Plastic injection and pressurisation

3. Nozzle valve closed, PEP valve closed, Water or Gas injection, Water or Gas

4. Nozzle valve closed, PEP valve open, Water injection and pack, Water

5. Nozzle valve closed, PEP valve open, Water pressure hold and outflow, Water, Water valve open, Water

6. Nozzle valve closed, PEP valve open, Air injection and drying, Gas/Air, Air

4

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção



Injeção Auxiliada por Água



5

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção



Injeção Auxiliada por Gás

Processo semelhante à injeção comum – injeta-se gás (N) na cavidade do molde com o material ainda derretido.

Força o material a ficar em contato com as paredes do molde.

Resulta em peças com seções ocas ou cavidades.

Indicado para grandes quantidades. Baixo custo unitário com elevado custo de ferramental.

Boa qualidade de acabamento; possibilidade de produção de formas complexas; tamanhos variados; tolerâncias mais precisas.

6

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção



Injeção Auxiliada por Gás



Air-Chair; Designer: Jasper Morrison

7

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção



Injeção Auxiliada por Gás



8



Injeção com Reação

Produção de componentes em espuma estrutural.

Introdução de duas resinas termofixas líquidas em câmara de mistura; injetadas em molde (reação exotérmica); produz uma casca lisa, auto conformável, sobre núcleo de espuma.

Dependendo das resinas sólidos – compósitos podem ser produzidos com a adição de fibras na mistura (dar reforço).

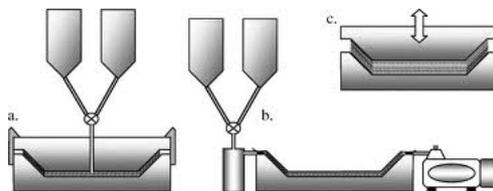
Indicado para volume de produção elevado; baixo custo do ferramental (baixa pressão). Custos de preparação elevados.

Superfície semelhante à formada por injeção comum. Peças de tamanho variado, até 2 metros.

9



Injeção com Reação



10

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção




Injeção com Reação



11

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção




Moldagem com Inserto

Moldagem com inserto – processo no qual peças (metal, cerâmica, plásticos) são inseridas para aumentar a resistência no componente plástico.

Injeção é o método dominante; os insertos são colocados no molde antes da injeção do plástico.

Processo indicado para elevado volume de produção > 100 mil unidades; mais econômico que a montagem manual.

Tolerâncias precisas.

12

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção



Moldagem com Inserto



13

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção



Moldagem com Inserto



14



Injeção de metais

Variação da injeção padrão (plásticos); limitado aos pós metálicos empregados como matéria prima (necessário ser muito finos). Para ligas com elevado ponto de fusão.

Adição de ligas ao metal (cera e plástico) – moldadas nas formas, o ligante é removido das partículas metálicas; o que sobra é sinterizado. Encolhimento de 20%.

Necessário elevado volume de produção para justificar custos de preparação e ferramental; baixo custo por unidade produzida.

Excelente acabamento superficial; obtenção de formas complexas; peças apresentam boa resistência.

15



Injeção de metais



16

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção




Injeção de metais



Articulação feita de aço inoxidável cirúrgico, construída por um processo de injeção de metal.

Ponteira em metal injetado;
lâminas em aço inox substituíveis



17

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção




Fundição sob alta pressão

Método econômico de produção de componentes metálicos com formas complexas. Indicado para metais com baixo ponto de fusão.

Semelhante à injeção convencional: o metal fundido é forçado, sob pressão na cavidade da matriz. A pressão é mantida até que o metal se resfrie; pinos extratores empurram a peça para forma da matriz.

Processo para produção em grandes quantidades; ferramental caro; processo rápido – necessário acabamentos;

Peças complexas em metal; o encolhimento pode prejudicar as tolerâncias.

18

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção




Fundição sob alta pressão



19

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção




Fundição de precisão

Processo em etapas:
 Fabricação de matriz (em alumínio); obtenção dos modelos em cera.
 Esta é mergulhada em pasta cerâmica (processo repetido até que se tenha uma espessura suficiente. Conjunto colocado em forno – cera deixa a cavidade antes da queima da cerâmica.
 Preenchimento da cavidade com o metal fundido; após o resfriamento a cerâmica é quebrada.

Permite obter formas complexas com reentrâncias.

Quantidades variáveis, dependendo do tamanho.

Processo lento; superfície com bom acabamento (depende do modelo). Elevada precisão.

20

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção




Fundição de precisão






21

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção




Prensagem de vidro

Permite produzir em grandes quantidades produtos complexos em vidro com detalhes no interior e exterior. Produtos com paredes espessas.

Grandes quantidades requer ferramental caro. Bom acabamento superficial.

Tamanhos obtidos restritos às dimensões dos moldes.

Não permite a produção de formas fechadas.

22



Prensagem de vidro

