

EM995 – IM324 – Aula do dia 12/11/2009

SIMULAÇÃO NUMÉRICA DA EXTRUSÃO DIRETA A QUENTE

Nesta aula simularemos a [extrusão a quente](#) pelo *MSC.Superforge v. 2005*. O próximo slide apresenta as dimensões das ferramentas e do tarugo.

Esse processo já foi analisado pelo método MDEEE.

Como exercício, além da simulação também deverá ser elaborado o modelo MLS desse processo.

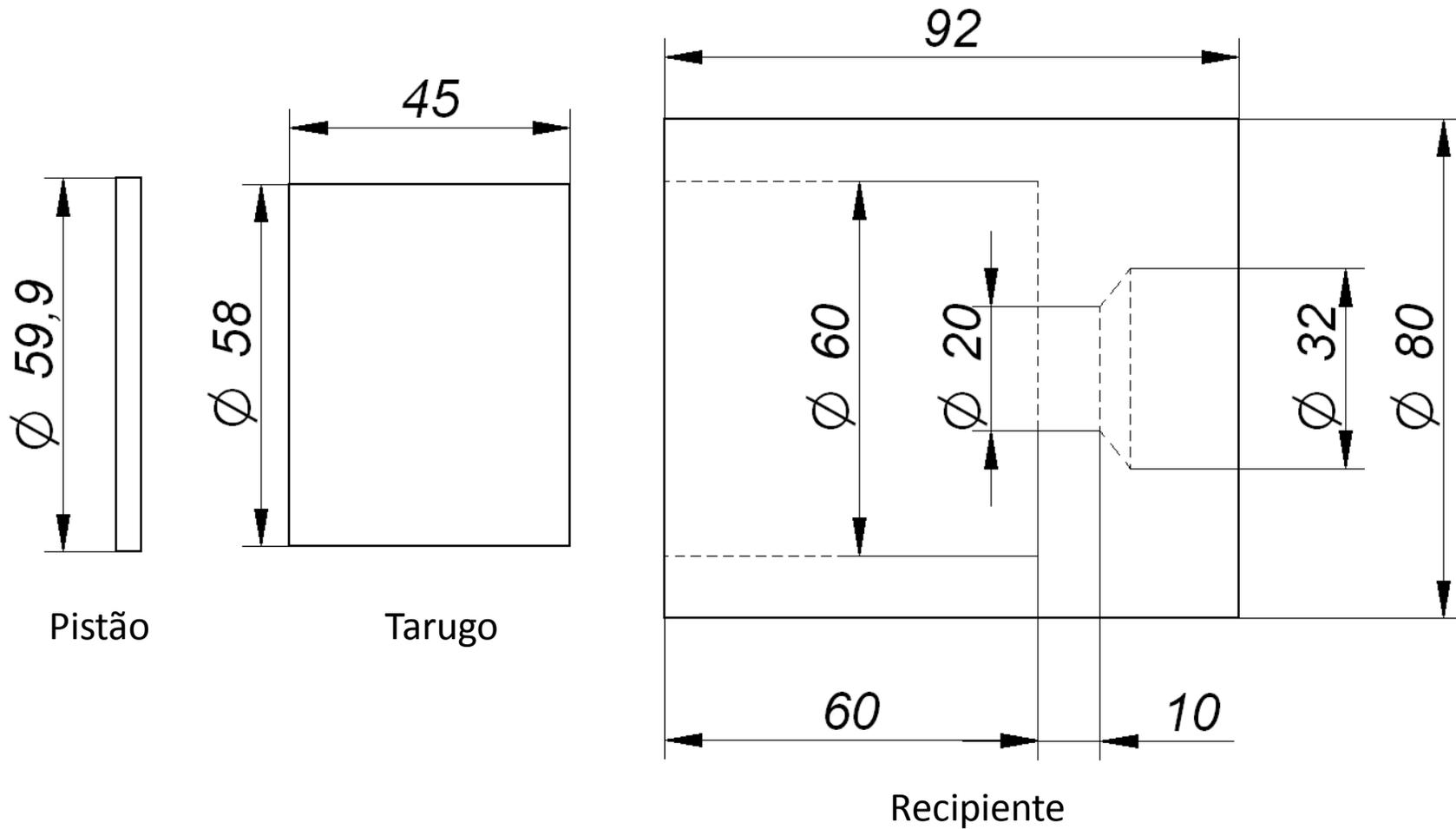
Os procedimentos a serem utilizados na simulação são os mesmos adotados na aula anterior.

Uma das diferenças é que o processo será simulado como bidimensional e axi-simétrico. Outra é que os modelos serão importados do **CAD** como arquivos *stl* (em milímetros).

Não se esqueça de salvar seu projeto frequentemente, sendo na primeira vez com nome e diretório especificamente definidos para os exercícios de cada aula.

No final da aula, envie o diretório desta aula para o Ensino Aberto.

EM995 – IM324 – Aula do dia 12/11/2009
SIMULAÇÃO NUMÉRICA DA EXTRUSÃO DIRETA A QUENTE



EM995 – IM324 – Aula do dia 12/11/2009

SIMULAÇÃO NUMÉRICA DA EXTRUSÃO DIRETA A QUENTE

Processo: Extrusão direta a quente

Cilindro inicial:

Material: Alumínio 1100

Diâmetro: 58 mm

Altura: 45 mm

Temperaturas de trabalho:

Temperatura do tarugo: 350 °C

Temperatura das matrizes: 200 °C

Prensa hidráulica

Velocidade: 50 mm/s

Fator de atrito constante $m = 0,5$

EM995 – IM324 – Aula do dia 12/11/2009

SIMULAÇÃO NUMÉRICA DA EXTRUSÃO DIRETA A QUENTE

Procedimentos para utilização do software MSC.Superforge 2005

Pré-processamento – Comandos iniciais

O software é executado a partir do ícone



A confirmação da disponibilidade da licença de execução é obtida pela sequência;

Tools – License Information – Check License Status

Quando se obtém a informação

Acquired 1 license for MSC.Manufacturing GUI

Returned 1 license for MSC.Manufacturing GUI

Para iniciar uma nova simulação usaremos

File – New Project

Neste exercício optaremos por **Forward Extrusion** (Extrusão Direta) **Hot** (a quente) **Simulation 2D** (por ser axi-simétrico) e a solução por **FV** (volumes finitos)

EM995 – IM324 – Aula do dia 12/11/2009

SIMULAÇÃO NUMÉRICA DA EXTRUSÃO DIRETA A QUENTE

Procedimentos para utilização do software MSC.Superforge 2005

Pré-processamento

O primeiro passo é definir as unidades por **Tools Options**. Deve-se escolher milímetros para dimensões e graus Celsius para as temperaturas.

A seguir, definem-se todos os parâmetros relativos ao tarugo, matrizes e processo.

Esta definição é feita pelo arraste de objetos que serão definidos na coluna **Name** ao clicar-se com o botão direito, quando obtém-se:

- Model ▶
 - Material ▶
 - Press ▶
 - Friction ▶
 - Heat ▶
 - Remesh ▶
 - DieType ▶
- respectivamente para a introdução de dados sobre os modelos do tarugo e das matrizes, do material do tarugo e das matrizes, da prensa, do atrito, das características térmicas, sobre o remalhamento e sobre o tipo de matriz.

EM995 – IM324 – Aula do dia 12/11/2009

SIMULAÇÃO NUMÉRICA DA EXTRUSÃO DIRETA A QUENTE

Procedimentos para utilização do software MSC.Superforge 2005

Pré-processamento – Definição dos modelos do tarugo e das matrizes

Ao clicar-se em **Model** tem-se três opções para inserção de modelos:

- a partir de um arquivo (**From File**), que pode ser de diversas extensões, sendo a preferida a extensão *stl*, gerada por todos os software de modelagem de sólidos
- modelada no próprio software (**Autoshape**), com as opções para geração de cubos, cilindros e tubos
- ou a partir de modelos obtidos dos resultados de simulações de estágios anteriores (**From Result**)

Neste exercício usaremos **From File** com os modelos *stl* gerados no **CAD**. A importação deve ser feita em milímetros.

EM995 – IM324 – Aula do dia 12/11/2009

SIMULAÇÃO NUMÉRICA DA EXTRUSÃO DIRETA A QUENTE

Procedimentos para utilização do software MSC.Superforge 2005

Pré-processamento – Definição dos materiais do tarugo e das matrizes

Para definição dos materiais, utiliza-se **Material** e nesse exercício **Library**, para utilizar materiais já disponíveis na biblioteca do software.

Para o tarugo, escolheremos **AA_1100(T=150-550C) Load**, considerando as condições de processamento.

Para as matrizes, usaremos **ToolSteel H-13 Load** (aço utilizado industrialmente para matrizes de forjamento a quente).

EM995 – IM324 – Aula do dia 12/11/2009

SIMULAÇÃO NUMÉRICA DA EXTRUSÃO DIRETA A QUENTE

Procedimentos para utilização do software MSC.Superforge 2005

Pré-processamento – Definição do equipamento de conformação

A partir do comando **Press** e **Manual** pode-se inserir as características do equipamento (prensa excêntrica, martelo, prensa de parafuso, prensa hidráulica, entre outras).

Neste exercício usaremos a prensa hidráulica (**Hydraulic Press**) e definiremos uma velocidade constante de 50 mm/s.

Recomenda-se observar atentamente as unidades escolhidas e que o ponto define as casas decimais.

Pré-processamento – Definição das condições de atrito

Pelos comandos **Friction** e **Manual** pode-se escolher entre três opções: atrito de Coulomb, fator de atrito constante e um modelo híbrido.

Neste exercício, optaremos pelo fator de atrito constante com **m = 0,3**.

EM995 – IM324 – Aula do dia 12/11/2009

SIMULAÇÃO NUMÉRICA DA EXTRUSÃO DIRETA A QUENTE

Procedimentos para utilização do software MSC.Superforge 2005

Pré-processamento – Definição das temperaturas de trabalho

A partir de **Heat, Die e Manual** define-se a temperatura das matrizes, podendo-se optar pela escala de temperatura e também por definir algumas constantes de troca de calor, que não alteraremos neste exercício.

De forma idêntica, com **Heat, Workpiece e Manual** define-se a temperatura do tarugo e se necessário, as constantes associadas à troca de calor.

Observe que também pode-se definir se haverá o reaquecimento, caso tivéssemos um processo com diversos estágios.

Na barra de ferramentas superior temos vários comandos para alterar a tela principal.

EM995 – IM324 – Aula do dia 12/11/2009

SIMULAÇÃO NUMÉRICA DA EXTRUSÃO DIRETA A QUENTE

Procedimentos para utilização do software MSC.Superforge 2005

Pré-processamento – Definição dos objetos para simulação

Após a conclusão da definição de todos os parâmetros de processo, os objetos criados podem ser arrastados para as posições correspondentes na coluna **Processes**.

As matrizes devem conter os objetos de Modelo, Material, Atrito e Temperatura.

O tarugo deverá conter todos esses objetos, exceto o relativo ao Atrito.

A Prensa deverá ser arrastada sobre o ícone **Process** e Ferramenta Superior deverá ser arrastada sobre o ícone **Press**, pois a matriz superior é que será acionada no processo deste exercício.

Ao clicar-se no objeto **Forming** pode-se definir os demais parâmetros do pré-processamento, como o curso (**Stroke**) (neste exercício igual a 10 mm), o tamanho do elemento (**Element Size**) (que podemos assumir inicialmente como sendo igual a 1 mm) e a quantidade de vezes que armazenaremos os resultados para sua visualização (**Output Results**), por exemplo, 25.

EM995 – IM324 – Aula do dia 12/11/2009

SIMULAÇÃO NUMÉRICA DA EXTRUSÃO DIRETA A QUENTE

Procedimentos para utilização do software MSC.Superforge 2005

Pré-processamento – Procedimentos finais

Como pode-se observar na tela principal que apresenta os desenhos das matrizes e do tarugo, eles não estão posicionados adequadamente.

Pode-se movimentar cada um dos modelos clicando-se no ícone da Câmera na barra de ferramentas inferior, o que libera a movimentação e a rotação dos modelos.

Ao clicar-se no ícone de Translação (quinto ícone da barra inferior) libera-se a escolha pelos eixos de translação (X, Y e Z) e também a opção de definir-se o passo de deslocamento (Pitch). O mesmo pode ser feito para girar-se os modelos em relação a esses três eixos.

Podemos deslocar a matriz superior, clicando-se no objeto correspondente a ela, depois na Câmera, depois no ícone de Translação, e então em Z (que deverá ser sempre o eixo do deslocamento vertical da matriz). Com isso, poderemos subir ou descer a matriz na tela principal. Podemos fazer o mesmo com a matriz inferior, afastando-a do tarugo.

Pelos comandos *Tools – Measuring (On node)* pode-se verificar a distância dos modelos nas três coordenadas de modo a auxiliar seu correto posicionamento.

EM995 – IM324 – Aula do dia 12/11/2009

SIMULAÇÃO NUMÉRICA DA EXTRUSÃO DIRETA A QUENTE

Procedimentos para utilização do software MSC.Superforge 2005

Pré-processamento – Procedimentos finais e Solução (Simulação)

Para finalizar, deve-se aproximar e apoiar as ferramentas no tarugo, pelos comandos **Tools Positioner** disponíveis no menu principal.

Seleciona-se o objeto que se deseja posicionar, clica-se em **Tools - Positioner** (será solicitado que o projeto seja salvo) e define-se o sentido de movimentação de modo a fazer com que a matriz apóie-se no tarugo.

Pode-se visualizar se as geratrizes de axi-simetria estão corretas, clicando-se no objeto **2D Simulation** e no quarto ícone que surge na barra superior da nova tela que se apresenta.

Também pode-se voltar ao objeto **Forming** e ao clicar-se em **Start**, observar-se o movimento da matriz superior.

Com isso, o projeto pode ser salvo e executado clicando-se no ponto de exclamação vermelho na barra de ferramentas inferior, e respondendo-se Sim para dar início à simulação.

EM995 – IM324 – Aula do dia 12/11/2009

SIMULAÇÃO NUMÉRICA DA EXTRUSÃO DIRETA A QUENTE

Procedimentos para utilização do software MSC.Superforge 2005

Pós-processamento – Preparação e visualização dos resultados

Durante a simulação e ao final dela, estão disponíveis os comandos para visualização dos resultados, na segunda barra de ferramentas superior.



Procure observar a formação da zona morta durante o pós-processamento analisando **Material Flow** (Escoamento do Material) em regiões ampliadas.

Ao final da simulação estará disponível o penúltimo ícone dessa barra e que permite obter as cargas devidas ao processo.

Para verificar como algumas variáveis influenciam o processo, teste modificar o coeficiente de atrito e a temperatura inicial do tarugo, por exemplo passando o fator de atrito para 0,8 e a temperatura para 300 °C.