

ESCOAMENTO DE FLUIDO VISCOELÁSTICO EM UMA GEOMETRIA COM CONTRAÇÃO

Aluno: Leonardo Eckhardt Machado

Orientador: Mônica Feijó Naccache

Introdução

Neste trabalho é analisado o escoamento de um fluido viscoelástico numa contração abrupta axissimétrica. Essa geometria é muito utilizada em processos de extrusão. Os materiais viscoelásticos são matérias complexos. Eles possuem características elásticas e viscosas, o que torna as equações que descrevem seu comportamento muito complicadas.

Objetivos

O objetivo deste trabalho é analisar numericamente o escoamento de um fluido viscoelástico numa contração abrupta axissimétrica com razão de diâmetros 4:1. Para isso, serão resolvidas as equações de conservação de massa e quantidade de movimento linear. O comportamento mecânico do fluido será modelado pela equação constitutiva de um fluido newtoniano generalizado $\mathbf{t} = \mathbf{h}\mathbf{g}$. Nesta equação a função $\mathbf{h}(\mathbf{g})$ é obtida a partir de uma média entre as viscosidades cisalhante e extensional. Cabe ressaltar que para os materiais viscoelásticos a viscosidade extensional é bastante elevada e pode ter influências significativas em escoamentos com características extensionais, como o da contração.

A função viscosidade é dada por:

$$\mathbf{h} = \mathbf{h}_s^R \times \mathbf{h}_u^{(1-R)}$$

onde,

$$\mathbf{h}_s = K_s \times \mathbf{g}^{Ns}$$

$$\mathbf{h}_u = K_u \times (\mathbf{g} \cdot \mathbf{g})^{Nu}$$

E R é um parâmetro cinemático denominado classificador do tipo de escoamento. R=0 para escoamento extensional e R=1 para escoamento cisalhante.

Metodologia

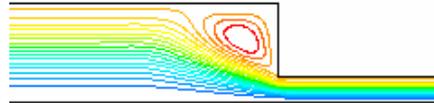
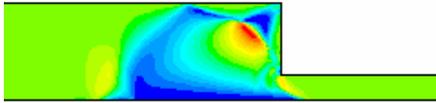
Utilizando o software comercial “GAMBIT”, uma geometria de uma tubulação com contração abrupta foi desenvolvida. Considerando o problema como bi-dimensional, importou-se a geometria para o “FLUENT”, software comercial utilizado para fazer as simulações que utiliza o método dos volumes finitos para obtenção das equações discretizadas.

Devido a problemas de convergencia, para se obter uma solução do escoamento de um fluido viscoelástico, primeiramente deve-se partir de uma solução de um escoamento de um fluido Newtoniano qualquer. Com a solução de fluido newtoniano, são utilizadas “UDFs” (User Defined Functions) que são compiladas no “FLUENT” para o cálculo do classificador R e da função viscosidade.

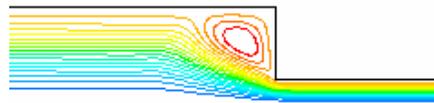
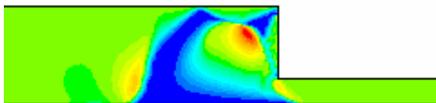
Resultados:

A influência dos parâmetros reológicos (N_s e N_u) no padrão de escoamento foi analisada. Para um valor de $N_s = 1,00$, foi variado o valor de N_u de 1,75 até 2,00. Depois fixando o valor de $N_u = 2,00$, foi variado o valor de N_s de 1,00 para 0,9.

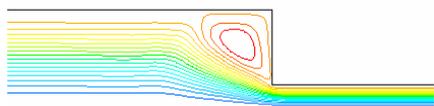
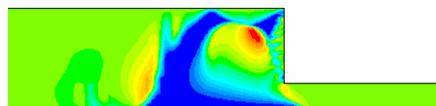
$N_s = 1,00 / N_u = 1,75$:



$N_s = 1,00 / N_u = 2,00$:



$N_s = 0,90 / N_u = 2,00$:



Observa-se que aumentando o valor de N_u , o tamanho da recirculação (medido longitudinalmente) diminuiu. Fixando o valor de $N_u = 2,00$, e diminuindo o valor de N_s , o tamanho da recirculação diminuiu. Quanto ao campo de R, para os três casos, podemos perceber que longe da contração o escoamento é puramente cisalhante, próximo da contração o escoamento é extensional e possui regiões onde é cisalhante e extensional ao mesmo tempo.

Conclusões

A simulação do escoamento desse modelo de fluido no “FLUENT” é de difícil convergência. Nesse trabalho foi obtida a influência dos parâmetros reológicos (N_s e N_u) no padrão do escoamento. Foi também observado as características da viscosidade numa contração abrupta.

Referências

- 1 - Sousa Mendes, P. R.; Padmanabhau, M.; Macosko, C.W. Inelastic Constitutive Equations for Complex Flows, v.34, p 209 – 214, 1995.
- 2 – Bird, R.; Armstrong, R.; Hassager, O.; John Willy & Sons. Dynamics of Polymeric Liquids, v.1, 1987.
- 3 – Fluent user’s Guide, 2006.