

RESUMO

A empregabilidade das expansões súbitas em transporte de fluidos em tubagens determinou um grande interesse pelo estudo das características hidrodinâmicas que governam o escoamento nesta geometria. Resultaram assim, muitos trabalhos, sobretudo para regime turbulento visto que é o mais vulgar em aplicações industriais. Todavia, quando a geometria é de dimensões reduzidas e/ou os fluidos envolvidos exibem viscosidade elevada, o caso mais frequente com fluidos sintéticos que também são não-Newtonianos, o escoamento pode assumir características laminares. Do ponto de vista industrial a característica mais importante do escoamento é o coeficiente de perda de carga cuja determinação beneficia de um conhecimento da hidrodinâmica do escoamento.

A literatura normalmente quantifica o coeficiente de perda de carga localizada para escoamentos de fluidos Newtonianos com base na teoria do escoamento invíscido, não considerando pois os efeitos resultantes da distorção do perfil de velocidades pela difusão, da fricção real nas paredes e da não uniformidade da pressão na secção de expansão. Logicamente, os valores determinados com base nestes pressupostos estão incorrectos e Oliveira e Pinho (1997) desenvolveram uma teoria unidimensional para corrigir o coeficiente de perda de carga. Nesta tese estende-se a teoria proposta por Oliveira e Pinho (1997) a fluidos de lei de potência, concluindo-se que o coeficiente de perda de carga localizada é inversamente proporcional ao número de Reynolds generalizado, quando o escoamento é dominado pelas forças viscosas e assume um valor constante quando o escoamento é dominado pelas forças de inércia. A influência do índice de potência traduz-se no aumento do coeficiente de perda quando os números de Reynolds generalizados são baixos, e pela sua diminuição para elevados números de Reynolds generalizado.

Para além do estudo da perda de carga, esta tese apresenta ainda resultados de outras características hidrodinâmicas, como por exemplo o comprimento de recirculação e a sua intensidade.

Finalmente efectua-se uma análise de sensibilidade ao modelo de viscosidade utilizado, recorrendo ao modelo de Carreau simplificado, uma vez que o estudo foi desenvolvido para fluidos de lei de potência e frequentemente a viscosidade de fluido reais é mais correctamente descrita por outros modelos viscosos, sendo assim necessário quantificar o desvio nos resultados resultantes.

ABSTRACT

The usefulness of sudden expansions in piping system stimulated a large interest in its hydrodynamics characteristics. Hence, there is a wealth of literature, on the subject especially for turbulent flow conditions which it is the most common situation in industrial applications. However, when the geometry is small and/or the fluids have high viscosities, the most typical situation with synthetic fluids which also tend to be non-Newtonians, the flow becomes laminar. The most relevant characteristic for industry is the loss coefficient and its determination benefits from the detailed knowledge of the flow hydrodynamics.

The literature quantifies the local loss coefficient for Newtonian fluid flow on the basis of the inviscid fluid theory, which does not take into account the effects of diffusion on distorting the velocity profile, the wall friction and the nonuniformity of pressure in the expansion section. Logically this theory yields uncorrected values and Oliveira and Pinho (1997) developed a one-dimensional theory for correcting the pressure loss coefficient. In this thesis the theory proposed by Oliveira and Pinho (1997) is extended to power law fluids, and the pressure loss coefficient is found to vary in inverse proportion to the generalized Reynolds number when the viscous forces predominate and becomes constant when inertia control the flow.

The power index effectively increases the loss coefficient at low generalized Reynolds numbers, but increases the loss at high Reynolds numbers.

This investigation also includes results of other hydrodynamic characteristics, such as the recirculation length and its intensity.

Finally, a sensitivity analysis is carried out to assess the influence of the viscosity model used. Calculations are performed with the simplified Carreau model and compared with results produced with power law fluids. Frequently, the viscosity of real fluids is described more accurately by models other than the power law and it is essential to quantify the corresponding deviations relative to the prediction based on the power law.