
RESUMO, ABSTRACT

Resumo

No presente trabalho, analisou-se o escoamento de soluções não-Newtonianas elásticas mas pouco pseudoplásticas em torno de dois cilindros distintos, tendo como principal objectivo avaliar a influência das suas características reológicas na demarcação de regimes de escoamento e na ejeção de vórtices.

Para tal, prepararam-se soluções aquosas com concentrações mássicas entre 0,005 a 0,03% de poliacrilamida (PAA), efectuando-se num túnel de água medições das respectivas velocidades de escoamento, frequências de ejeção (f) e comprimentos de formação de vórtices (l_f) utilizando como técnica analítica a anemometria *laser*-Doppler (LDA).

Os dois cilindros utilizados tinham 10 e 20 mm de diâmetro, a que correspondia uma relação de comprimento/diâmetro, (L/D), de 12 e 6 e bloqueamentos de 5% e 10%, respectivamente. A região de números de Reynolds (Re) abrangida pelas várias soluções estava compreendida entre 30 e 11×10^3 .

A viscosidade (μ) a usar no cálculo do número de Reynolds foi determinada com base numa taxa de deformação característica ($\dot{\gamma}$) igual a $0,57 \cdot U_\infty / D$.

Observou-se nos resultados obtidos a tendência genérica para a redução do número de Strouhal (St) com a concentração de polímero, ou seja, com o aumento da elasticidade do polímero, verificando-se este facto com os dois cilindros, não obstante o efeito da degradação das soluções ter afectado algumas das medições efectuadas. Essa redução da frequência de ejeção, originada pelo incremento do comprimento de formação, é mais evidente para o cilindro de menor diâmetro do cilindro devido ao aumento do quociente entre as forças elásticas e as forças de inércia, proporcional a $\nu \lambda_e / D^2$.

Embora não tenha sido possível uma comparação directa das propriedades elásticas das soluções de PAA, CMC e tilose, estas utilizadas por Coelho (2000), foi possível explicar o comportamento distinto destes polímeros recorrendo ao mecanismo proposto por Gerrard (1966b). O citado mecanismo permite compreender o papel da elasticidade na diminuição da frequência de ejeção de vórtices, seja por influência no comprimento de difusão, seja por aumento das espessuras da camada limite sobre o cilindro e das camadas de corte a jusante deste; influenciando o comprimento de formação de tal forma que este aumenta com o incremento da elasticidade das soluções poliméricas ensaiadas.

Palavras Chave: escoamento não-Newtoniano, viscoelástico, pseudoplástico, elasticidade, tempo de relaxação, reologia, soluções poliméricas, cilindro, ejeção de vórtices, número de Strouhal, número de Weissenberg, laminar, transição, esteira, camadas de corte, PAA.

Abstract

The main objective of the present work was to analyse the flow behaviour of elastic and slightly pseudoplastic non-Newtonian fluids around a circular cylinder. With that purpose, polymeric solutions of PAA were selected, with concentrations ranging between 0,005% and 0,03% by weight. Carreau-Yasuda model was fitted to the viscosity data, and relaxation time for each solution was determined indirectly by Maxwell model.

Two cylinders of 10 and 20 mm in diameter were mounted at section test, defining an aspect ratio of 12 and 6 and producing blockages of 5 % and 10 % respectively. The Reynolds number (Re) were ranged from 30 e 11×10^3 . Velocity, shedding frequencies (f) and the formation length (l_f) were measured by laser-Doppler anemometry (LDA), and it was possible to determine the various shedding regimes.

The characteristic shear rate ($\dot{\gamma}$) with which the viscosity (μ) and the Reynolds number of the flow were calculated, was equal to $0,57 \cdot U_\infty / D$.

Results show that reducing cylinder diameter turn to increased formation length, which contributed to the Strouhal (St) number decrease, as it was expected. All the observations that were made implied that was an effect of elastic behaviour, clearly stronger when increasing polymer concentration and especially with 10 mm cylinder mostly thanks to increased ratio between elastic and inertial forces expressed by $\nu \lambda_e / D^2$. This behaviour was found in both cylinders though fluid degradation affected some of the results for 20 mm cylinder.

A direct comparison between elastic proprieties of PAA, tylose and CMC solutions, the last two used by Coelho (2000), was not possible, though its distinct behaviour has been justified by Gerrard (1966b) proposed mechanism. This mechanism explains the role played by polymeric elasticity in decreasing ejection frequency by means of increasing diffusion length though obtaining higher formation length with increasing elasticity.

Descriptors: non-Newtonian flow, viscoelastic, pseudoplastic, shear-thinning viscosity, relaxation time, rheology, polymeric solutions, cylinder, vortex-shedding, Strouhal number, Weissenberg number, laminar, transition, wake, PAA.