

Resumo

O transporte pneumático de rolhas de cortiça é um processo muito usado na indústria corticeira, sendo o projecto deste tipo de instalações assente puramente numa base empírica.

Os estudos experimentais efectuados para caracterizar este tipo de transporte pneumático foram, até ao momento, apenas orientados para o estudo de processos de transporte pneumático na direcção horizontal, quer para o transporte em regime permanente, quer para a fase de aceleração das rolhas.

O propósito deste trabalho foi o de se estudar e caracterizar o transporte pneumático de rolhas de cortiça na direcção vertical. Para tal, foi projectada e construída uma instalação laboratorial que permitiu a aquisição de dados obtidos através de diversos ensaios realizados, com variação de alguns parâmetros característicos deste tipo de escoamento bifásico. Três tamanhos padrão de rolhas e um único diâmetro de conduta foram usados nas experiências.

Inicialmente foi analisada a evolução da perda de carga do escoamento bifásico por unidade de comprimento da conduta. Através desta primeira interpretação dos dados foi possível verificar que, durante o regime transitório inicial, os valores de perda de carga são elevados e que estes assumem uma tendência mais linear e constante, assim que se aproximam as condições de escoamento em regime permanente.

Duas zonas distintas puderam então ser perfeitamente definidas, a região de transporte em regime transitório, durante a qual se verifica a aceleração das rolhas, e a região de transporte regime permanente, onde o escoamento bifásico está perfeitamente

estabilizado. Embora cronologicamente a região de regime transitório seja anterior à região de regime permanente, optou-se, no tratamento e interpretação dos dados experimentais, por se analisar em primeiro lugar a zona de transporte em regime permanente, seguindo-se depois a zona de regime transitório.

Na região de regime permanente constata-se que o valor da perda de carga, por unidade de comprimento de conduta, para o transporte pneumático na vertical de rolhas de cortiça, é superior à perda de carga associada à fricção do escoamento gasoso isolado, para um mesmo valor de velocidade de fluido transportador, ao contrário do que sucedia no transporte pneumático horizontal de rolhas de cortiça. Dos resultados experimentais foi ainda possível observar tendências de evolução da perda de carga, quando se variam os diversos parâmetros característicos do escoamento.

Os dados da perda de carga experimentalmente obtidos foram comparados com valores calculados através de um modelo generalista presente na literatura. A pouca adequabilidade dos modelos generalistas ao caso concreto do transporte pneumático das rolhas, justificou o desenvolvimento, por correlação não-linear dos dados experimentais, de uma expressão para o factor de fricção deste escoamento bifásico, como função de grupos adimensionais, fisicamente caracterizadores deste tipo de escoamento.

Quanto ao regime transiente, este trabalho visou a análise da variação do comprimento necessário para que se atinjam as condições de regime permanente, com a variação de alguns parâmetros do escoamento – comprimento de reacceleração. Numa primeira análise verificou-se que, para este tipo de transporte pneumático, o valor do comprimento de reacceleração é idêntico ao comprimento de aceleração obtido para transporte pneumático na horizontal.

Os dados de comprimentos de aceleração experimentalmente obtidos foram também comparados com valores calculados através de uma equação generalista presente na literatura, não sendo as conclusões satisfatórias. Foi consequentemente desenvolvida, por correlação não-linear dos dados experimentais, uma expressão para o comprimento de reacceleração das rolhas, em função de grupos adimensionais caracterizadores deste escoamento bifásico.

Abstract

The pneumatic conveying of cork stoppers is used in the cork processing industries with equipments designed and built purely on an empirical basis.

Experimental studies to characterize this type of pneumatic conveying have been, so far, oriented towards the study of horizontal conveying processes, either for steady state transportation or for the acceleration phase.

The intention of this work was to study and characterize the pneumatic transport of cork stoppers in the vertical direction. For such, it was projected and constructed a laboratorial installation that allowed the acquisition of data obtained through different tests carried out with variation of some characteristic parameters of this type of two-phase flow. Three standard stopper sizes and a single pipe diameter were used in the experiments.

Initially, the evolution of the pressure drop of the two-phase flow per unit of length of the pipe was analysed. Through this first interpretation of the data it was possible to confirm that, during the initial transient regime, the values of pressure drop rose abruptly, but were afterwards followed by a smoother reduction trend, when it gets close to the conditions of steady state.

Two distinct zones have been perfectly defined; the region of transport in transient regime, where it happens the acceleration of the corks, and the steady state transport region, where the two-phase flow is perfectly stabilized. Although the region of transient regime is previous to the steady state region, it was opted, in the treatment and

interpretation of the experimental data, to analyse in first place the zone of steady state conveying.

In the steady state region the experimental results obtained for the pressure drop per unit of pipe length show that, for the vertical pneumatic conveying of cork stoppers, those values are higher compared to the pressure drop associated with the friction of the isolated gas flow, for the same value of transporting fluid velocity, in contrast to what succeeded in the horizontal pneumatic conveying of cork stoppers. Based on the experimental results it was also possible to observe main trends on the evolution of the pressure drop, when several characteristic parameters of the two-phase flow were changed.

The experimental data of the pressure drop had been compared with values calculated through a general model presented in literature. Because of the low adequateness of this general model to the concrete case of the pneumatic conveying of the corks, it justified the development, by non-linear correlation of the experimental data, of an expression for the frictional factor of this two-phase flow, as a simple function of dimensionless parameters that physically characterize this type of flow.

As far as the transient regimen was concerned, this experimental work allowed the analysis of the variation of the necessary pipe length until conditions of steady state were reached – re-acceleration length, with the variation of some characteristic flow parameters. In a first analysis it was verified that, for this type of pneumatic conveying, the value of the re-acceleration length is identical to the acceleration length obtained for horizontal pneumatic conveying.

The experimental data of re-acceleration lengths have also been compared with values calculated through a general equation for the acceleration length presented in literature, with no satisfactory conclusions. So, again, it was developed, by a non-linear correlation of the experimental data, an expression for the re-acceleration length of the corks, as a simple function of dimensionless parameters that physically characterize this type of flow.