Unisanta Science and Technology, **2014, 6, July**
Published Online 2014 Vol.3 N°1 http://periodicos.unisanta.br/index.php/sat)

UNISANTA
Science and Technology
ISSN 2317-1316

Motor/ventilador para unidade piloto de transporte pneumático em fase diluída: deslocamento de grãos de soja

V. A. Tavares, K. T. C. Roseno, D. Moraes Jr. e A. R. Santos

Unisanta – Universidade Santa Cecília – Departamento de Pós-Graduação
Programa de Mestrado em Engenharia Mecânica
Rua Oswaldo Cruz- Santos-SP, Brasil
E-mail: *rsantos@unisanta.br, k.tamiao@unisanta.br*
Received January, 2014, *revised march,*2014

Resumo

A Unidade Piloto de Transporte Pneumático do Laboratório de Operações Unitárias da Unisanta foi inicialmente projetada para o estudo do deslocamento de partículas de polietileno e polipropileno. Estudos iniciais com o transporte de soja, em função de sua maior densidade, indicaram a necessidade de uma maior potência do ventilador para evitar o acúmulo desta leguminosa na parte inferior da tubulação. O trabalho teve por objetivo especificar um motor para o sistema. A análise das condições operacionais indicam o emprego de um motor trifásico, 220/380V, 2 polos, 3500 rpm e 3 CV.

Palavras chave: Transporte Pneumático, Fase Diluída, Soja.

Engine/fan to the experimental unit of pneumatic conveying in diluted phase: displacement of soya beans

Abstract

The Experimental Unit of Pneumatic Conveying of the Laboratory of Unit Operations of Unisanta was initially designed to study the displacement of particles of polyethylene and polypropylene. Initial studies with transport of soybeans, due to its higher density indicated the need for a higher fan power to avoid the accumulation of this legume in the underside of the pipe. The study aimed to specify an engine for the system. The analysis of operating conditions indicate the use of a three-phase motor, 220/380V, 2-pole, 3500 rpm and 3 HP.

Keywords: Pneumatic Conveying, Dilute Phase, Soybean.

1. Introdução

O Transportador Pneumático é um equipamento de amplo emprego na movimentação e elevação de diversos sólidos nos processos industriais e agrícolas. A granulometria do sólido transportado pode variar desde pó fino, acima de 100 µm, até grãos de cerca de 1 cm. E a densidade abrange valores desde 15 kg/m^3 até um máximo de 3 t/m^3 (Gomide, 1983).

As vantagens apresentadas pelo transporte pneumático são (Marcus, 2010; Silva, 2005):

Copyright © 2014 ISESC.

a) pouco risco de contaminação para o elemento particulado;
b) sistemas com flexibilidade de montagem, uma vez que podem ser utilizados dutos verticais, inclinados, horizontais e curvas;
c) baixo custo de operação e de manutenção;
d) facilidade para automatização de sistemas;
e) higiene e segurança dos trabalhadores no ambiente trabalho;
f) diminui, ou ainda, elimina a perda de produto transportado.

O princípio básico do dispositivo do transporte pneumático é a fluidização do sólido com um fluido que geralmente é o ar ou um gás inerte. A mistura sólido-fluido escoa pelo interior dos dutos do sistema. A diferença entre transporte pneumático em fase diluída e fase densa, reside principalmente no equipamento de movimentação do gás, que é um ventilador centrífugo ou compressor, no caso de deslocamento em fase diluída ou soprador de deslocamento positivo ou compressor, na operação em fase densa (Gomide, 1983). O projeto de transportador pneumático requer a especificação da capacidade de transporte (curvas, válvulas, e equipamentos de coleta do sólido). Os parâmetros calculados são o diâmetro do transportador, a vazão do gás, a perda de carga total do sistema e a potência do ventilador ou soprador (Gomide, 1983) (Damin, *et al*.2013) (Melo, et al, 2012).

O Brasil é o segundo maior produtor mundial de soja, sendo a sua produção superada apenas pela dos Estados Unidos, segundo informações da empresa Embrapa Soja (1).

Conforme a empresa Embrapa Soja (2), os números da cultura da soja para a safra 2010/2011 foram:

a) produção mundial de 263,7 milhões de toneladas, com área plantada de 103,5 milhões de hectares;
b) produção nos Estados Unidos de 90,6 milhões de toneladas, com área plantada de 31,0 milhões de hectares, com produtividade 2.922 kg/ha;
c) produção no Brasil de 75,0 milhões de toneladas, com área plantada de 24,2 milhões de hectares, com produtividade de 3.106 kg/ha.

Dentro deste contexto, o presente trabalho visa a apresentar os cálculos referentes à seleção de um novo ventilador para a Unidade Piloto de Transporte Pneumático em fase diluída instalada no Laboratório de Operações Unitárias da Universidade Santa Cecília. Salienta-se que atualmente a Unidade é operada com um ventilador de deslocamento de milho e polipropileno, porém a soja é um sólido de maior densidade, necessitando de uma potência mais elevada para o transporte sem acúmulo de material.

2. Objetivo

O objetivo do presente trabalho é o cálculo da potência requerida pelo motor/ventilador da Unidade Piloto de Transporte Pneumático em fase diluída (figura1), para esta operar em deslocamento de grãos de soja.

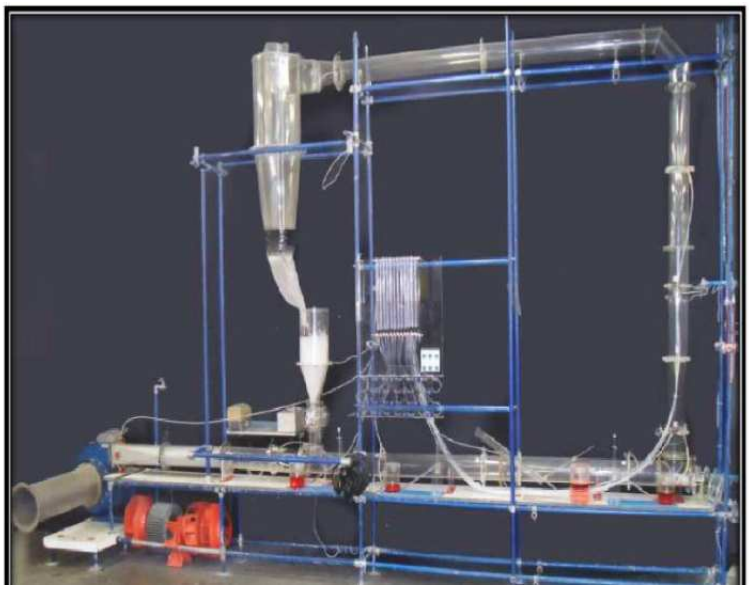


Figura 1 – Unidade Piloto de Transporte Pneumático Projetada e Instalada no laboratório de Operações Unitárias da Unisanta (Moraes, 2012)

Copyright © 2014 ISESC.

3. Materiais e Métodos

A Unidade Piloto de Transporte Pneumático apresentada na Figura 1 foi projetada para o deslocamento de pellets de polipropileno, visando o estudo da perda de carga em trechos retos e acessórios de tubulações, além da distribuição das partículas na seção transversal da (Moraes, 2012). Os detalhes do motor do ventilador, assim como outros componentes, são apresentados na Figura 2.

Detalhes do motor para o cálculo da potência.

1) dinamômetro; 2)linha de conexão; 3) haste fixa ao motor em balanço; 4) motor em balanço; 5) mancal com rolamento; 6) rolamento extra para manter a carcaça do motor em balanço; 7) "cooler" do motor; 8) radiação do tacômetro; 9) tacômetro e 10) inversor de frequência do motor do ventilador.

Os estudos utilizando pellets de polipropileno foram realizados com um ventilador acoplado a um motor (Figura 2) de corrente alternada, da marca WEG, modelo 0996EM17253, com rotação nominal de 3.450 rpm, potência de 1 CV (~0,96 HP). Com este motor/ventilador foi transportada no sistema uma capacidade máxima de propileno de 0,233 kg/s (0,8388 t/h).

Para a seleção de um novo ventilador/motor para a unidade operar com grãos de soja, serão utilizadas as equações de (1) a (8), disponibilizadas por (Gomide, 1983).

$$V = 4{,}11\ \sqrt[5]{\rho} + \sqrt{d} + 23{,}4\sqrt{\rho} \qquad (1)$$

Sendo: V a velocidade de transporte em (m/s)

ρ a densidade aparente do sólido em (t/m^3).

d o diâmetro médio da partícula de soja em (*mm*).

$$Lt = Lh + 2.Lv + Le \qquad (2)$$

Sendo:

Lt a perda de carga por atrito devido ao comprimento total em (*m*).

Lh a perda de carga devido ao trecho horizontal do duto de transporte em (*m*).

Lv a perda de carga devido ao trecho vertical do duto de transporte em (*m*).

Le a perda de carga devido às curvas do duto de transporte em (*m*).

$$Q = \frac{\pi.D^2}{4}.V \qquad (3)$$

Sendo:

Q a vazão do ar de transporte em (m^3 /s)..

D o diâmetro interno da tubulação em (*m*).

V a velocidade de transporte em *m*/s.

$$X = \frac{C}{4{,}29.Q} \qquad (4)$$

Sendo:

X a relação de sólidos em peso em (kg de sólidos/kg de ar)

Q a vazão do ar de transporte em (m^3 /s)..

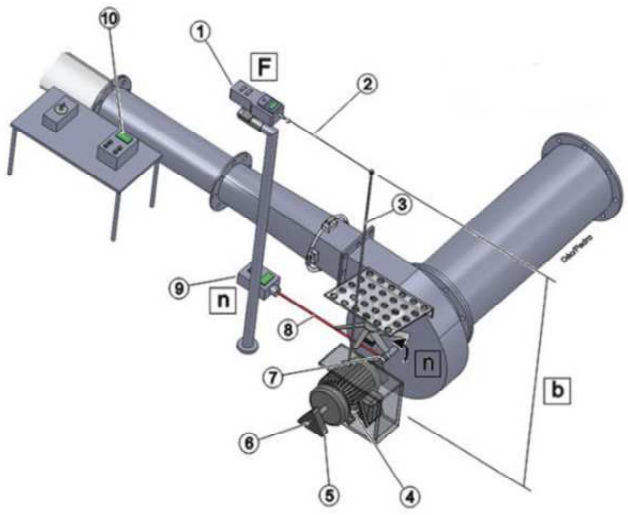


Figura 2 – Detalhe do Ventilador (Moraes, 2012)

Copyright © 2014 ISESC.

$$\Delta Pt = \left[1{,}68.\,Lt.\,(X + 3{,}5).\frac{V^{1,8}}{D^{1,22}} + 0{,}138.\,\mu.\,X.\,V^2 + \Delta Pe\right].10^{-4} \quad (5)$$

Sendo:

ΔPt a Perda de Carga Total em (Kg/cm^2)

Lt a perda de carga por atrito devido ao comprimento total em (*m*).

X a relação de sólidos em peso em kg de (sólidos/kg de ar).

V a velocidade de transporte em (*m*/s).

D o diâmetro interno da tubulação em (*mm*).

μ o fator de redução da perda de carga por aceleração (Adotado valor de 0,5 pois o ponto de alimentação é localizado a montante da boca de aspiração (Gomide, 1983)).

ΔPe a perda de carga nos equipamentos (*mm*ca). (Foi considerado um ciclone comum no transportador estudado, tem-se o valor de 60 *mm*ca (Gomide,1983)).

$$P = 131{,}51 \,.Q\,.\Delta Pt \quad (6)$$

Sendo:

P a potência requerida pelo sistema em (HP)

Q a vazão do ar de transporte em (m^3 /s).

ΔPt a Perda de Carga Total em (Kg/cm^2).

$$P1 = 1{,}25.P \quad (7)$$

Sendo:

P1 a potência considerando-se sistema com conexão direta em (HP)

P a potência requerida pelo sistema em (HP).

$$P2 = P1/0{,}7 \quad (8)$$

Sendo:

P2 a potência requerida, considerando-se o rendimento do ventilador de 70%, em (HP)

4. Resultados

A Tabela 1 apresenta os resultados referentes ao cálculo para a seleção de um motor/ventilador que deverá ser instalado na Unidade Piloto para estudos no Transporte Pneumático da soja. Os cálculos foram realizados utilizando-se como capacidade máxima do sistema (C) o valor de 0,233 kg/s ou 0,8388t/h. O diâmetro da tubulação da Unidade de Transporte Pneumático é de 117 *mm*.

Grandezas calculadas	Valor	Unidade
Velocidade de transporte	31,266	m/s
Perda de Carga	26,56	m
Vazão	0,336	m^3/s
Fração em peso de sólido transportado	0,5819	Kg de sólidos / kg de ar
Perda de carga total	0,03678	Kg/cm^2
Potência requerida	1,62	HP
Potência considerando o sistema em conexão direta	2,025	HP
Potência considerando o rendimento do ventilador	2,893	HP

Tabela 1 – Resultados dos cálculos

Copyright © 2014 ISESC.

5. Comentários e Conclusões

Trabalhos anteriores (Moraes, 2012) mostraram que a Unidade Piloto de Transporte Pneumático em estudo operou satisfatoriamente com pellets de polipropileno com uma vazão máxima de 0,233 kg/s, permitindo estudos de perda de carga e distribuição de partículas na seção transversal da tubulação, de grande importância no projeto desse tipo de equipamento. No entanto, o transporte de grãos de soja não foi possível no atual sistema, devido a maior densidade da soja (1,1567 g/cm^3) em relação aos valores do polímero polipropileno (0,90g/cm^3).

Como o valor da potência calculada foi de 2,893 HP, o motor especificado deverá apresentar as seguintes características: motor trifásico, 3 CV (3 HP), velocidade de 3500 rpm, 2 polos, 220/380 V.

Obs:
(1) Endereço Eletrônico da empresa Embrapa, site http://www.cnpso.embrapa.br/index.php?op_page=22&, informação acessada em 30/09/2013.

(2) Endereço Eletrônico da Empresa Embrapa, site http://www.cnpso.embrapa.br/index.php?op_page=294&cod_pai=16, informação acessada em 30/09/2013.

6. Referências Bibliográficas

GOMIDE, R.; **Operações unitárias. Operações com sistemas granulares**. São Paulo, ed. do autor. 1983, v. 1.

DAMIN O. C. B., MORAES Jr, D., SANTOS A. R., **Sequestration of carbon dioxide (CO2) for construction and demolition waste**, UNISANTA – Science and Technology, ISSN: 2317-1316, Vol 2, No 2,p.p. 50-55, 2013.

MELO, L. R. S., MORAES Jr, D., SANTOS A. R.**, Oil-water bifasic flow in a bench scale experimental unit**, UNISANTA – Science and Technology, ISSN: 2317-1316, Vol 1, No 2, 2012.

MARCUS R. D., LEUNG L. S., KLINZING G. E., RIZK F.; **Pneumatic conveying of solid**. London: Chapman and Hall. 2010.

MORAES, M.S.; **Convecção forçada de partículas poliméricas em fase diluída: Curvas de pressão e distribuição de partículas**, Tese de Doutorado, Unicamp, Campinas, Março de 2012.

SILVA, D.R.; **Transporte Pneumático – Tecnologia, projetos e aplicações na indústria e nos serviços**. Artliber. 2005, 172 p.

Copyright © 2014 ISESC.