

Modelagem Matemática do Escoamento do Ar em Silos considerando a variação da Porosidade na Massa de Grãos

Sidmara Pedrosa Blaszk[†], Oleg Khatchatourian

Programa de Pós-Graduação em Modelagem Matemática
Departamento de Física, Estatística e Matemática, DeFEM, UNIJUI
Rua São Francisco 501, Bairro São Geraldo
98700-000, Ijuí, RS
E-mail: sidmarapb@yahoo.com.br, olegkha@unijui.tche.br,

João Paulo Lukaszczk^{*}

Departamento de Ciências Naturais e Exatas, CCNE, UFSM
Rua Yvette Gabriel Atique, 45
15025-400, Santa Maria, RS
E-mail: jpaulo@ccne.ufsm.br.

O Brasil é um país que detém uma significativa produção de grãos, sendo importante realizar estudos que possam contribuir para a garantia da qualidade do produto estocado em silos ou armazéns, por um determinado período de tempo. A conservação de grãos armazenados depende principalmente de um eficiente sistema de aeração, que consiste na passagem forçada do fluxo de ar em todas as regiões do silo, com o objetivo de diminuir ou uniformizar a temperatura do produto até o nível permitido pelas condições do ambiente, preservando a sua qualidade [5].

Para o presente trabalho foi realizado um estudo sobre escoamento do ar em silos com porosidade variável na massa de grãos. Escolheu-se como base o modelo matemático do escoamento do ar em silos proposto por Khatchatourian e Savicki [3]. Complementando-se este modelo pela variação da porosidade em função da profundidade do silo. A variação da porosidade determina a mudança de área efetiva da seção transversal e da velocidade do ar para diferentes profundidades de silos, provocando a variação do coeficiente de permeabilidade que depende da velocidade.

Baseado no modelo matemático foi desenvolvido um aplicativo computacional que utiliza a técnica dos elementos finitos para resolver as equações parciais presentes no modelo e para determinar as características de silos apresentadas como a relação entre o gradiente de pressão e a vazão volumétrica. Para avaliar a contribuição da variação da porosidade no aumento do coeficiente de permeabilidade com a profundidade do silo, foram realizadas simulações numéricas considerando-se três esquemas de silos, sendo dois simplificados com alturas de 20 e 40 metros e um esquema real com fundo V parcialmente ocupado por grãos com

altura de 21,07 metros. Para estes esquemas foram considerados três modelos diferentes: Modelo 1- sem nenhuma influência de compactação com a profundidade; Modelo 2- com variação do coeficiente de permeabilidade provocado pela variação da porosidade; Modelo 3- com variação do coeficiente de permeabilidade, condicionado a fatores relacionados com a profundidade como a compactação, a não-uniformidade da massa de grãos e a variação da porosidade.

Os resultados obtidos através das simulações, mostraram que para uma mesma vazão os valores do gradiente de pressão são bem diferentes nos três esquemas considerados. Analisando-se os três modelos propostos, concluiu-se que os resultados obtidos pelos modelos 1 e 3, se diferenciam significativamente, o que limita a utilização do modelo 1, somente para profundidades pequenas. Como já era esperado, na medida em que aumentamos a profundidade do silo (de 20 para 40 metros), nota-se um crescimento significativo no gradiente de pressão, ocasionado pela compactação na massa de grãos que aumenta a resistência da passagem do ar no interior do silo, intensificando-se com o aumento da profundidade. Nota-se também que apenas a variação da porosidade (modelo 2) não é suficiente para descrever o fluxo de ar no silo. É preciso também levar em consideração outros fatores relacionados com a profundidade do silo, como a compactação e a não uniformidade da massa de grãos.

Estes resultados permitem entender melhor o processo de escoamento do ar em silos com grande profundidade e avaliar a influência da não uniformidade da massa de grãos sobre a variação do coeficiente de permeabilidade.

[†] Mestre em Modelagem Matemática
^{*} Professor Orientador

Referências

- [1] J. Bear, “Dinamics of fluids in porous media”, Elsevier, 1972;
- [2] O. Khatchatourian , D. Savicki, “Optimization of the Air Distribution in Grain Storehouse with Aeration in No-Uniform Conditions of the Mass of Grains”. Proceedings of the 16th Brazilian Congress of Mechanical Engineering - COBEM 2001, pp.73-82, Uberlandia, MG, Brazil, November 26-30, 2001.
- [3] O. Khatchatourian , D. Savicki, D. “Mathematical Modelling of Airflow in an Aerated Soya Bean Store under Non-uniform Conditions”. Biosystems Engineering, 2004, 88(2), pag 201-211.
- [4] C.K. Shedd, “Resistance of Grains and Seeds to Air Flow”. Agricultural Engineering, St Joseph. Michigan, 34:9,616-619,Sept, 1953.
- [5] D. Puzzi, “Abastecimento e armazenagem de grãos”. Campinas, São Paulo, Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1986.