

Modelagem Matemática do Escoamento do Ar em Massa de Grãos sob Condições Anisotrópicas

Fernando Tosini

Mestrado em Modelagem Matemática
Depto de Física, Estatística e Matemática-DeFEM, UNIJUI
98700-000 Rua São Francisco, 501 Sede Acadêmica, Ijuí, RS
E-mail: fernandotosini@hotmail.com

Oleg A. Khatchaturian

Depto de Física, Estatística e Matemática-DeFEM, UNIJUI
98700-000 Rua São Francisco, 501 Sede Acadêmica, Ijuí, RS
E-mail: olegkha@unijui.edu.br

Nelson A. Toniazzo

Depto de Física, Estatística e Matemática-DeFEM, UNIJUI
98700-000 Rua São Francisco, 501 Sede Acadêmica, Ijuí, RS
E-mail: toniazzo@unijui.edu.br

Círio Thomas

Universidade do Oeste de Santa Catarina - UNOESC,
89900-000 Rua Oiapoc, 211-Bairro Agostini, São Miguel do Oeste, SC
E-mail: ciriothomas@yahoo.com.br

RESUMO

Aeração tem ampla aplicação na conservação da qualidade de grãos em silos e armazéns graneleiros. As grandes dimensões dos armazéns atuais não permitem realizar o processo de aeração ao mesmo tempo para toda massa de grãos contidos no armazém. Para realizar uma ventilação adequada por partes, é preciso uma simulação rigorosa da distribuição do ar nestas condições, relacionadas com a não-homogeneidade e anisotropia da massa de grãos. Neste trabalho foi desenvolvido um modelo matemático de escoamento do ar em meio particulado em condições não-homogêneas e anisotrópicas. Realizando um estudo experimental foram obtidos os fatores de anisotropia (relação entre permeabilidades máxima e mínima em massa de grãos) para vários tipos de grãos (soja, milho, trigo, aveia e arroz). Estes dados permitiram relacionar o vetor de velocidade com gradiente de pressão através do tensor de condutividade hidráulica \mathbf{K} . Para as direções principais usadas como sistema de coordenadas o tensor tem forma diagonal. Experimentalmente foram obtidos os elementos deste tensor. As simulações mostraram que nestas condições, as isóbaras e linhas de corrente não são ortogonais, mas existe \mathbf{K} -ortogonalidade. Aplicando modelo desenvolvido foram realizadas as simulações numéricas com objetivo de avaliar a influência de anisotropia sobre o escoamento em vários tipos de armazéns para vários tipos de grãos.

Palavras-chave: *Aeração, Armazenamento, Meio Anisotrópico.*

Referências

- [1] K. Alagusundaram; D. S. Jayas; F. Chotard; N. D. G. White. Airflow pressure drop relationships of some specialty seeds. *Sciences des Aliments*, 12, 101–116, 1992.
- [2] ASAE (2000). Resistance to Airflow of Grains, Seeds, Other Agricultural Products, and Perforated Metal Sheets. American Society of Agricultural Engineers, St. Joseph, MI.
- [3] J.H Yang. S.L. Lee. Effect of anisotropy on transport phenomena in anisotropic porous media. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 31, 1562_1570, 1999
- [4] O. A. Khatchatourian; D. L. Savicki. Mathematical modelling of airflow in an aerated soya bean store under non-uniform conditions. *Biosystems Engineering*, 88(2), 201–11, 2004.
- [5] O. A. Khatchatourian; M.O. Binelo. Mathematical modelling of airflow and thermal state in large aerated grain storage. *Biosystems Engineering*, 95(2), 159–169, 2008.
- [6] S. Navarro, R. Noyes. *The Mechanics and Physics of Modern Grain Aeration Management*. CRC Press, Boca Raton, 2002.
- [7] S. Neethirajan; D. S. Jayas; N. D. G. White; H. Zhang. Investigation of 3D geometry of bulk wheat and pea pores using X-ray computed tomography images. *Computers and Electronics in Agriculture*, 63(2), 104–111, 2008.
- [8] S. Neethirajan; C. Karunakaran; D. S. Jayas; N. D. G. White. X-ray computed tomography image analysis to explain the airflow resistance differences in grain bulks. *Biosystems Engineering*, 94(4), 545–555, 2006.
- [9] P. A. Ric; D. J. Fontugne; R. G. Latini; A. J. Barduhn. Anisotropic Permeability in Porous Media. *Ind. Eng. Chem.*, 62 (6), 23-31,
- [10] D. Puzzi. *Abastecimento e Armazenagem de Grãos*. Instituto Campineiro de Ensino agrícola, Campinas, 1986.
- [11] J. A. M. Pereira. *Aeração de Grãos: Fundamentos e Manejo*. Centro Nacional de Treinamento em Armazenagem – Centreinar, Viçosa, 1995.
- [12] E. Weber. *Armazenagem Agrícola [Agricultural storage]*. Kepler Weber Industrial, Porto Alegre, 1995.