แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของการเคลื่อนที่ของของไหลแบบคงตัวในชั้นของของไหลสองชั้น

(Mathematical Modeling of Steady Natural Convection in a Two-Layer System)

Associate Professor Dr. Nikolay Pavlovich Moshkin
สาขาวิชาคณิตศาสตร์

บทคัดย่อ

แนวคิดของโอเบอร์เบค-บูสสิเนสค ได้ใช้สมการนาเวียร์-สโตกส์ ศึกษาการไหลแบบพาของของไหลที่มีความหนืดและอัดตัวไม่ได้ในระบบการไหล 2 ชั้น ระเบียบวิธีการผลต่างสืบเนื่องเป็นวิธีการหนึ่งที่ถูกนำมาพัฒนาตามขั้นตอน วิธีการเชิงตัวเลข สำหรับการไหลจำลองของแรงลอยตัวภายในอาณาบริเวณตามแนวตั้งและแนวนอน ด้วยความร้อนที่แตกต่างกัน วิธีการผลต่างสืบเนื่องที่ใช้คือวิธีสปริทติ้ง (O.M. Belotserkovskii, V.A. Gushin และ V.V. Shennikov [1]) การประมาณค่าพิจารณาตรงจุดที่เหลื่อมกัน แสดงการเปรียบเทียบความแม่นตรงของผลเฉลยกับผลเฉลยที่ได้มีผู้วิจัยอื่นๆ ทำมาแล้ว ได้ผลลัพธ์ที่มีความถูกต้องตรงกัน ในกรณีของการไหลของแรงลอยตัวภายในช่องสี่เหลี่ยมจตุรัสที่ตั้งตรงกับขนาดการไหลหมุนวน ซึ่งอยู่ในความร้อนที่แตกต่างกัน เมื่อกำหนดจำนวนเรลายด์ (Rayleigh numbers) เท่ากับ 106 งานวิจัยนี้แสดงผลการเปรียบเทียบวิธีการจำลองเชิงตัวเลขของการพาความร้อน ในสองมิติในระดับการไหล 2 ชั้นกับผลที่ได้จากการทดลองของ N.L. Dobretsov และ A.G. Kirdyashkin [3] นอกจากนี้การศึกษาการพาความร้อนของของไหลในชั้นของของไหล 2 ชั้น ยังได้พิจารณาถึงตัวแปรต่างๆ เช่น ความหนืด การกระจายความร้อน และความหนาของชั้นด้วย

Abstract

The Navier-Stokes equations in the Oberbeck-Boussinesq approach are used for description convective flows of viscous incompressible fluids in a two-layer systems. A finite-difference method is utilized to developed the numerical algorithm for modeling buoyancy driven flow in cavity vertical or horizontal sides which are differentially heated. The algorithm is based on the method of splitting (O.M. Belotserkovskii, V.A. Gushin, V.V. Shennikov [1]). The approximation is carried out on a staggered grid. Critical comparison with benchmark solution [2] confirms the accuracy of method, and results for the buoyancy-driven flow in square cavity with vertical sides, which are differently heated, are presented for Rayleigh numbers of 106. The results of two-dimensional (2-D) numerical simulations of thermal convection in two-layer system are compared with the experimental data of N.L. Dobretsov and A.G. Kirdyashkin [3]. The dependence of two-layer convection for wide range of relation of the viscosity, the thermal diffusivity and layer thickness was made.