รหัสโครงการ SUT-402-41-36-17

รายงานการวิจัย

การผลิตกระแสไฟฟ้าราคาถูกโดยระบบปล่องลมแดด: การศึกษาเชิงตัวเลข

(Cheap Production of Electrical Energy by the Solar Chimney System: Numerical Study)

คณะผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการ

รองศาสตราจารย์ ดร. ทวิช จิตรสมบูรณ์

สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล

สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

ผู้ร่วมวิจัย

1. สุวรรณา อรรฐาเมศร์
2. รุ่ง แกล้วกล้า
3. วสันต์ จันทร์หยวก

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ปีงบประมาณ พ.ศ. 2541-2543

ผลงานวิจัยเป็นความรับผิดชอบของหัวหน้าโครงการวิจัยแต่เพียงผู้เดียว

เมษายน 2545

บทคัดย่อ

ได้สร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อใช้สำหรับหาคำตอบให้แก่ปัญหาการไหลตัวในปล่องลมแดด โปรแกรมนี้สามารถแก้ปัญหาในระบบพิกัดทรงกระบอก ระบบพิกัดฉากสองมิติ และระบบหนึ่งมิติ โดยสร้างขึ้นบนพื้นฐานกลวิธีไฟไนท์วอลลูมในการทดแทนสมการอนุพันธ์ที่อนุรักษ์มวล โมเมนตัม และพลังงานของการไหล พจน์ของการให้ความร้อนโดยแสงแดด และพจน์ของแรงอันเนื่องจากการโน้มถ่วงของโลกได้ถูกจำลองแบบและให้ความสำคัญเป็นพิเศษเนื่องจากเป็นกลไกที่ขับเคลื่อนการไหลของระบบ การหาคำตอบกระทำโดยวิธีซ่อนเร้น (implicit technique) โปรแกรมได้รับการทดสอบความถูกต้องด้วยการเปรียบเทียบคำตอบเชิงตัวเลขกับคำตอบเชิงทฤษฎีของปัญหามาตรฐานต่างๆ จากนั้นได้ใช้โปรแกรมแก้ปัญหาการไหลในปล่องลมแดดในลักษณะต่าง ๆ โดยการเปลี่ยนพารามิเตอร์ต่าง ๆ ของระบบปล่องลมแดด คือ ความเข้มแสงแดด ความใหญ่ของหลังคารับแดด และความสูงของปล่องลม ผลลัพธ์ที่ได้สอดคล้องกันดีกับผลเฉลยเชิงทฤษฎีแบบประมาณการ ซึ่งแสดงให้เห็นถึงศักยภาพของระบบปล่องลมแดดในการใช้เป็นอุปกรณ์ทางเลือกเพื่อผลิตพลังงานไฟฟ้าจากพลังงานแสงแดด เมื่อได้ทราบผลเฉลยในลักษณะปล่องลมเปล่าแล้วจึงได้ทำการหาผลเฉลยในระบบที่มีการติดตั้งกังหันเทอร์ไบน์เข้าไปในระบบด้วย โดยการจำลองกังหันเทอร์ไบน์ด้วยแบบจำลอง Actuator Disk ผลเฉลยที่ได้ระบุว่าสามารถผลิตพลังงานได้มากที่สุดประมาณ 58% ของพลังงานจลน์ของไหล ซึ่งสอดคล้องกับ Betz' Limit ซึ่งเป็นประสิทธิภาพสูงสุดเชิงทฤษฎีของกังหันลม

Abstract

A computer program was built to obtain solution to flow in a solar chimney. The program can solve problems in various coordinates such as cylindrical coordinates, 2-D rectangular coordinates and one dimension coordinate. The finite-volume methodology was used to discretize the differential conservation equations of mass, momenta and energy. The heat source term and the gravitational force term are given special care in the modeling because both are the driving forces of the solar chimney system. Implicit algorithm was used to obtain numerical solution to the problem which enables a fast solution procedure. The program was extensively tested and validated against known theoretical solutions of various flows. By varying various flow parameters, namely, solar intensity, solar-roof size and chimney height solutions to flows in solar chimney were obtained. The results obtained agreed reasonably with the results obtained by using a theoretical model and they showed the potential of solar chimney as an alternative device for converting solar energy into a useful form of energy. Then, a turbine was added into the flow field, in order to extract mechanical energy from the kinetic energy of the flow. The turbine was modeled as an actuator disk. The results obtained indicated a maximum energy conversion efficiency of about 58% which is in accord with the well-known betz' limit.