

Abstract

Project Code : TRG5780168

Project Title : Design and Experimental Study of a Low-cost Cascade Thermoacoustic Engine

Investigator : 1) Asst. Prof. Dr. Isares Dhuchakallaya

Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering,
Thammasat University, Klong-Luang, Pathumthani, THAILAND 12120

2) Prof. Dr. Phadungsak Rattanadecho

Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering,
Thammasat University, Klong-Luang, Pathumthani, THAILAND 12120

E-mail Address : dhuchakallaya@yahoo.com

Project Period : 2 years

Abstract:

The most powerful thermoacoustic engine is a thermoacoustic-Stirling type. Its efficiency is far better than the best standing-wave engine. However, to obtain such high efficiency, the unwanted Gedeon streaming and Rayleigh streaming that are the major causes of heat leaks must be suppressed. These typically lead to more complicated design and build. A cascade thermoacoustic engine consisting of a plurality of one standing-wave and travelling-wave stages connected in series is then proposed. This topology is preferred because the travelling-wave unit provides an efficient energy conversion, and a straight-line series configuration is easy to build and allows no Gedeon streaming. This device was designed and built under the constraints of a low-cost device to meet the energy needs of remote and rural communities. Air at atmospheric pressure was used as a working fluid and the system was operated at a low frequency of about 57 Hz. The methods of impedance-tuning were also demonstrated both numerically and experimentally in order to adjust the sweep spot region. So far, the system can deliver up to 61 W of acoustic power, which was about 17% of Carnot's efficiency.

Keywords: Cascade / Heat Engine / Standing-wave / Thermoacoustic / Travelling-wave

บทคัดย่อ

รหัสโครงการ : TRG5780168

ชื่อโครงการ : การออกแบบและศึกษาทดลองเครื่องยนต์เทอร์โมอะคูสติกแบบลดหลั่นหลายชั้นที่มีต้นทุนต่ำ

ชื่อนักวิจัย : 1) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อิศเรศ ฐชกัลยา

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล, คณะวิศวกรรมศาสตร์,

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ (ศูนย์รังสิต) อ. คลองหลวง จ. ปทุมธานี 12120

2) ศาสตราจารย์ ดร. ผดุงศักดิ์ รัตนเดโช

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล, คณะวิศวกรรมศาสตร์,

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ (ศูนย์รังสิต) อ. คลองหลวง จ. ปทุมธานี 12120

E-mail Address : dhuchakallaya@yahoo.com

ระยะเวลาโครงการ : 2 ปี

บทคัดย่อ:

เครื่องยนต์เทอร์โมอะคูสติกที่มีประสิทธิภาพสูงที่สุดคือ เครื่องยนต์เทอร์โมอะคูสติกชนิดสเตอร์ริง โดยประสิทธิภาพของมันสูงกว่าเครื่องยนต์เทอร์โมอะคูสติกแบบคลื่นนิ่งค่อนข้างมาก แต่อย่างไรก็ตามการที่จะได้ประสิทธิภาพสูงๆ เช่นนี้จำเป็นต้องกำจัด Gedeon streaming และ Rayleigh streaming ซึ่งเป็นปัญหาหลักของการสูญเสียความร้อนโดยที่ไม่ก่อให้เกิดงาน ซึ่งสิ่งเหล่านี้ทำให้การออกแบบและสร้างเครื่องยนต์มีความยุ่งยากมากขึ้น เครื่องยนต์เทอร์โมอะคูสติกแบบลดหลั่นหลายชั้นจึงได้รับการนำเสนอ ซึ่งประกอบด้วยหนึ่งหน่วยของเครื่องยนต์เทอร์โมอะคูสติกแบบคลื่นนิ่งและหนึ่งหน่วยของเครื่องยนต์เทอร์โมอะคูสติกแบบคลื่นเคลื่อนที่ซึ่งต่อพ่วงกันแบบอนุกรม โดยรูปร่างเช่นนี้มีลักษณะเด่นคือ หน่วยเครื่องยนต์เทอร์โมอะคูสติกแบบคลื่นเคลื่อนที่ให้ประสิทธิภาพในการแปลงพลังงานที่สูง และลักษณะรูปร่างที่ต่อพ่วงกันเป็นแนวตรงช่วยให้ไม่เกิด Gedeon streaming ในที่นี้เครื่องยนต์ดังกล่าวได้ถูกออกแบบและสร้างภายใต้เงื่อนไขว่า ต้องมีต้นทุนต่ำเพื่อนำไปใช้เป็นแหล่งพลังงานให้กับชุมชนที่ห่างไกลความเจริญ อากาศที่ความดันบรรยากาศได้ถูกใช้เป็นสารทำงาน และระบบทำงานที่ความถี่ต่ำประมาณ 57 Hz นอกจากนี้ วิธีการปรับแต่งทางอะคูสติกยังได้นำเสนอทั้งการคำนวณเชิงตัวเลขและการทดลอง เพื่อปรับตำแหน่งจุดที่ดีที่สุด (sweet spot) ของรีเจนเนอเรเตอร์ จากผลการทดลอง ระบบนี้สามารถผลิตกำลังอะคูสติกได้ถึง 61 W ซึ่งเทียบเท่า 17% ของประสิทธิภาพเชิงคาร์โนต์

คำสำคัญ: ลดหลั่นหลายชั้น / เครื่องยนต์ความร้อน / คลื่นนิ่ง / เทอร์โมอะคูสติก / คลื่นเคลื่อนที่