

บทคัดย่อ

ชื่อเรื่อง	: การพัฒนาระบบทำความเย็นแบบอีเจ็คเตอร์เพื่อประยุกต์ใช้กับระบบปรับอากาศ
หัวหน้าโครงการวิจัย	: รศ.ดร.กุลเชษฐ์ เพียรทอง
ผู้ร่วมโครงการวิจัย	: ผศ.ดร.ประชาสันติ ไตรยสุทธิ ดร.วิระพันธ์ สีหานาม, นายไพบุลย์ เสถียรรัมย์, นายชญานนท์ แสงมณี
ปีงบประมาณ	: 2551
งบประมาณที่ได้รับ	: 629,600 บาท
คำสำคัญ	: อีเจ็คเตอร์ ระบบทำความเย็นแบบอีเจ็คเตอร์ การคำนวณเชิงตัวเลข ระบบทำความเย็น

โครงการวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาความเป็นไปได้ในการประยุกต์ใช้ระบบทำความเย็นแบบอีเจ็คเตอร์เพื่อประยุกต์ใช้ในงานปรับอากาศ โดยทำการศึกษาทั้งในทางด้านวิศวกรรมและเศรษฐศาสตร์ ในการศึกษาทางด้านวิศวกรรมนั้นมุ่งเน้นที่จะศึกษาถึงสมรรถนะการทำงานของระบบ โดยได้ทำการออกแบบ สร้างและทดสอบชุดต้นแบบระบบทำความเย็นแบบอีเจ็คเตอร์ นอกจากนี้ยังทำการศึกษาถึงอิทธิพลของสภาวะการทำงานที่มีผลต่อขนาดและสมรรถนะของระบบ โดยใช้สมการทางด้านวิศวกรรมในการวิเคราะห์ผล ส่วนในการศึกษาทางด้านเศรษฐศาสตร์นั้น ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบต้นทุนในการผลิต ค่าใช้จ่ายในการทำงานของชุดต้นแบบและเครื่องปรับอากาศแบบทั่วไป

ในการสร้างชุดต้นแบบมีเงื่อนไขการออกแบบดังต่อไปนี้ วิสัยสามารถการทำความเย็นเท่ากับ 3.5 กิโลวัตต์, ความดันของเครื่องกำเนิดไอ, เครื่องควบแน่นและเครื่องระเหยเท่ากับ 550, 7.5 และ 1.23 กิโลปาสกาล ตามลำดับ และใช้น้ำเป็นสารทำความเย็น ในการออกแบบอีเจ็คเตอร์นั้นได้ใช้วิธีการออกแบบของ ESDU ร่วมกับการจำลองการไหลเชิงพลศาสตร์ (CFD) เพื่อหาขนาดของอีเจ็คเตอร์ที่เหมาะสม โดยอีเจ็คเตอร์ที่ใช้คือชนิด constant pressure mixing (CPM) ในขณะที่เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนที่ใช้เป็นเครื่องควบแน่นและเครื่องระเหยนั้นเป็นเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบถังและท่อ (Shell and tube) ออกแบบโดยใช้สมการทางด้านวิศวกรรม

ก่อนที่จะสร้างและทดสอบเครื่องต้นแบบ โครงการนี้ยังได้ทำการศึกษาอิทธิพลของสภาวะการทำงานของระบบที่มีต่อขนาดของอีเจ็คเตอร์ เครื่องควบแน่นและเครื่องระเหย โดยใช้สมการทางวิศวกรรม พบว่า สภาวะการทำงานของระบบเป็นปัจจัยหลักที่มีผลต่อขนาดของอุปกรณ์เหล่านั้น ปัจจัยหลักที่มีผลต่อสมรรถนะการทำงานและขนาดของอีเจ็คเตอร์ได้แก่ อุณหภูมิของเครื่องกำเนิดไอ เครื่องควบแน่นและเครื่องระเหย สำหรับเครื่องควบแน่น ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อขนาดของอีเจ็คเตอร์ คือ อุณหภูมิของเครื่องควบแน่นและน้ำหล่อเย็น ขนาดของเครื่องระเหยจะเพิ่มขึ้นเมื่อวิสัยสามารถการทำความเย็นและอุณหภูมิของเครื่องระเหยเพิ่มขึ้น

ผลที่ได้จากการศึกษานี้สามารถใช้เป็นแนวทางในการออกแบบระบบทำความเย็นแบบอีเจ็คเตอร์ที่มีสภาวะการทำงานเหมือนกันกับงานวิจัยนี้ได้รวมทั้งยังสามารถทำนายประสิทธิภาพของระบบที่ต้องการออกแบบได้ สำหรับระบบที่ต้องการออกแบบซึ่งมีสภาวะการทำงานเหมือนกันกับงานวิจัยนี้สามารถใช้กราฟความสัมพันธ์ที่ได้จากการวิจัยนี้หาขนาดของอีเจ็คเตอร์ เครื่องควบแน่นและเครื่องระเหยได้โดยตรง แต่ถ้าระบบที่ต้องการออกแบบนั้นมีสภาวะการทำงานที่ต่างจากงานวิจัยนี้ ก็สามารถใช้สมการที่ได้นำเสนอในงานวิจัยไปใช้ออกแบบระบบนั้นได้

จากการทดสอบชุดต้นแบบพบว่า เมื่อความดันของเครื่องกำเนิดไอเพิ่มขึ้น ความดันเครื่องควบแน่นจะมีค่าเพิ่มขึ้น แต่ความดันที่เครื่องระเหยจะมีค่าคงที่ ชุดต้นแบบมีอัตราส่วนการเหนี่ยวนำ (R_m) ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะการทำความเย็น (COP) และอัตราส่วนประสิทธิภาพการใช้พลังงาน (EER) สูงสุดเท่ากับ 1.66, 0.16 และ 0.54 ตามลำดับ ที่ความดันป้อนภูมิเท่ากับ 4.0 บาร์ ในขณะที่ชุดต้นแบบมีวิสัยสามารถการทำความเย็นสูงสุดเท่ากับ 3.44 กิโลวัตต์ ที่ความดันป้อนภูมิเท่ากับ 4.5 บาร์

ในขณะที่ต้นทุนการผลิตชุดต้นแบบมีค่าเท่ากับ 401,785 บาท ซึ่งสูงมากเมื่อเทียบกับเครื่องปรับอากาศแบบอัดไอที่มีวิสัยสามารถการทำความเย็นเท่ากัน ซึ่งมีราคาโดยเฉลี่ยประมาณ 20,000 บาท แต่อย่างไรก็ตามชุดต้นแบบนี้มีปริมาณการใช้ไฟฟ้าต่ำกว่าระบบปรับอากาศแบบอัดไอ โดยมีปริมาณการใช้ไฟฟ้าเท่ากับ 571 วัตต์ ซึ่งต่ำกว่าเครื่องปรับอากาศแบบอัดไอถึง 43.3% และสามารถประหยัดค่าไฟฟ้าได้ถึง 48% ต่อเดือน