

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย

ปัจจุบันความต้องการพลังงานเพื่อใช้ในระบบทำความเย็น และระบบปรับอากาศนับว่ามีความสำคัญ โดยจากตัวเลขของสถาบันนานาชาติด้านระบบทำความเย็นได้ประมาณตัวเลขพบว่า 15% ของพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตขึ้นทั่วโลก ถูกใช้ในกระบวนการต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับระบบทำความเย็น และระบบปรับอากาศ นอกจากนี้จากข้อมูลของสมาคมอุตสาหกรรมด้านระบบทำความเย็น และระบบปรับอากาศของประเทศญี่ปุ่น (Japan Refrigeration and Air Conditioning Industry Association, JRAIA) ซึ่งให้เห็นว่าความต้องการเครื่องปรับอากาศในอาคารสำนักงานต่างๆ ทั่วโลกเพิ่มขึ้นในอัตรา 17% ภาพรวมของการใช้พลังงานไฟฟ้าในประเทศไทย แบ่งเป็น 3 ส่วน คือ ภาคอุตสาหกรรมร้อยละ 40 ภาคธุรกิจร้อยละ 35 และภาคที่อยู่อาศัยร้อยละ 25 ตัวเลขค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าที่เป็นจริงในทุกวันนี้กว่าร้อยละ 50 คิดเป็นค่าพลังงานไฟฟ้าประมาณ 50×10^3 GWh/year ของพลังงานที่สูญเสียไปนั้นมาจากเครื่องปรับอากาศ (Air Conditioning) เนื่องจากประเทศไทยมีภูมิอากาศเป็นแบบร้อนชื้นจึงไม่สามารถปฏิเสธความสะดวกสบายที่ต้องใช้เครื่องปรับอากาศได้สำหรับบ้านพักอาศัยรวมทั้งอาคารสำนักงานห้างสรรพสินค้าต่างๆ เป็นต้น ปัจจุบันความต้องการใช้เครื่องปรับอากาศในประเทศมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นประมาณปีละ 400,000 เครื่องถ้าเฉลี่ยความต้องการไฟฟ้าสำหรับเครื่องปรับอากาศจะสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าประมาณ 1,500 วัตต์ต่อเครื่อง หากทุกเครื่องเปิดใช้งานพร้อมกันในช่วงที่มีความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุดของระบบเพื่อสนองตอบความต้องการของเครื่องปรับอากาศอย่างเดียวยุโรปต้องสร้างโรงไฟฟ้าเพิ่มขึ้นเฉพาะกรณีนี้ถึงปีละ 600 เมกะวัตต์ หรือเทียบได้กับโรงไฟฟ้าแม่เมาะขนาด 300 เมกะวัตต์ 2 โรง [1] เครื่องปรับอากาศเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่สิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้ามากที่สุด โดยระบบปรับอากาศที่ใช้ทั่วไปนั้นเป็นระบบทำความเย็นชนิดกำลังอัดไอ (Vapor compression system) ซึ่งเป็นระบบที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้า ซึ่งเป็นพลังงานปฐมภูมิในระดับที่สูงโดยเฉพาะในช่วงที่มีความต้องการไฟฟ้าสูงสุด (Peak load) ซึ่งมีผลให้ราคาไฟฟ้าแพงขึ้น อีกประการหนึ่งระบบทำความเย็นชนิดนี้ มีการใช้สารทำความเย็นชนิด halogenated chlorofluorocarbons (CFCs) ซึ่งมีผลต่อการทำลายชั้นบรรยากาศโอโซนในชั้นสตราโตสเฟียร์ ดังนั้นจากการตระหนักถึงผลการขาดแคลนพลังงานทั่วโลก และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม จึงมีงานวิจัย และพัฒนาด้านระบบทำความเย็นที่ทำงานด้วยพลังงานแสงอาทิตย์แทนพลังงานไฟฟ้า [7] มาอย่างต่อเนื่อง ด้วยระบบสามารถใช้สารทำงานที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เช่น น้ำ หรือสารละลายเกลือ รวมไปถึงสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าตั้งแต่ 40 ถึง 60% ในระบบทำความเย็น ซึ่งมีผลให้ช่วยลดความดันที่เกิดขึ้นในสายส่งไฟฟ้า ซึ่งสามารถจ่ายไฟฟ้าได้ถึงความต้องการในวันที่อากาศร้อน รวมถึงลดหรือชะลอการลงทุนเพื่อสร้างโรงไฟฟ้าใหม่

1.2 สรุปสาระสำคัญจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง

Aphonratana and Eames (1998) [3] พัฒนาระบบทำความเย็นแบบดูดกลืนความร้อน Single effect ด้วยการติดตั้ง Ejector ในการทำงานกับแหล่งกำเนิดความร้อนที่มีอุณหภูมิ $190 - 210\text{ }^{\circ}\text{C}$ โดย Ejector ถูกติดตั้งระหว่าง Generator และ Condenser ขนาดของ Ejector ที่ออกแบบใช้มีเส้นผ่านศูนย์กลางของ Nozzle เท่ากับ 24 mm, Mixing tube เท่ากับ 18 mm และ Diffuser เท่ากับ 40 mm ในวัฏจักรดูดกลืนแบบ Single effect โดยใช้ Lithium bromide/Water เป็นสารทำงาน โดยระบบนั้น Ejector จะให้ Generator ทำงานได้ที่ความดันสูงกว่า Condenser และทำให้อุณหภูมิของสารละลายเพิ่มสูงขึ้นโดยปราศจากการเกิดผลึกของสารละลาย ดังนั้นความร้อนที่ป้อนแก่สารละลายที่ Generator จะต้องการเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ขณะที่อุณหภูมิและความดันที่ Generator จะเพิ่มขึ้นพร้อมๆ กัน เพื่อรักษาความเข้มข้นของสารละลายให้คงที่ Ejector รับปริมาณไอน้ำที่มีความดันต่ำที่มาจาก Evaporator และส่งไปคายความร้อนที่ Condenser ดังนั้นมวลของไอน้ำที่ไปควบแน่นที่ Condenser รวมไปถึงมวลของไอน้ำที่ไปสู่ Evaporator ในการผลิตไอน้ำอีกครั้งมากกว่ามวลของไอน้ำที่เกิดขึ้นที่ Generator และถูกดูดกลืนที่ Absorber ดังนั้นสมรรถนะของระบบ (COP) นี้สูงขึ้น ค่า COP ที่ปรับปรุงพบว่าอยู่ระหว่าง $0.86 - 1.04$ โดยปริมาณความเย็นมากขึ้นกว่าระบบ Conventional single-effect ถึง 60% และต้องการความร้อนที่ต้องการจัดหา Generator น้อยลง

Chen (1988) [5] ได้ทำการเพิ่มสมรรถนะของระบบทำความเย็นแบบดูดกลืนโดยการติดตั้งอีเจกเตอร์ บริเวณทางถึงดูดกลืนของระบบ โดยอีเจกเตอร์เป็นอุปกรณ์ที่สามารถเพิ่มความดันแก่สารละลาย Dimethylene glycol/Triethylene glycol (DMG/TEG) ซึ่งเป็นของไหลขับเคลื่อนอีเจกเตอร์โดยอาศัยการเพิ่มกระบวนการดูดกลืนที่ถึงดูดกลืนทำให้สมรรถนะของระบบทำความเย็นสูงขึ้น นอกจากนี้ยังศึกษาอิทธิพลของอัตราส่วนพื้นที่ของอีเจกเตอร์ที่มีผลต่อสมรรถนะของระบบทำความเย็น ซึ่งพบว่าตำแหน่งอัตราส่วนพื้นที่ของอีเจกเตอร์ที่เหมาะสมที่ทำให้สมรรถนะของระบบมีค่ามากที่สุด

Pongtornkulpanich et al (2002) [6] ศึกษาอิทธิพลของขนาดอีเจกเตอร์ ได้แก่ พื้นที่ทางออกบริเวณ Nozzle และ Diffuser ของอีเจกเตอร์ที่มีผลความดันสารละลายลิเทียมโบรไมด์ – น้ำ ($\text{LiBr}/\text{H}_2\text{O}$) ที่ใช้เป็นของไหลขับเคลื่อนอีเจกเตอร์ในระบบชนิดดูดกลืน ซึ่งพบว่าขนาดของพื้นที่ทางออกของ Nozzle เท่านั้น ที่มีผลต่อความดันสารละลายที่เข้าถึงดูดกลืนของระบบ และพบว่าขนาดพื้นที่ทางออกของ Nozzle ในอีเจกเตอร์ที่เหมาะสมที่ทำให้ความดันดังกล่าวมีค่ามากที่สุด

Shi et al (2001) [9] ได้ทำการวิเคราะห์ในเชิงทฤษฎีในระบบแปลงความร้อนชนิดดูดกลืนความร้อนใหม่โดยเพิ่ม Ejector เข้าไปที่เรียกว่า Ejector – Absorption Heat Transformer (EAHT) โดยจุดประสงค์เพื่อหาวิธีในการให้ความร้อน ที่ถูกปรับให้มีคุณภาพสูงขึ้นจากระบบมีอุณหภูมิสูงขึ้นเพื่อ

นำไปประยุกต์ใช้กับกระบวนการที่ต้องการอุณหภูมิสูงในการใช้งานต่างๆ ได้ ในการวิจัยให้เหตุผลของการเลือก Ejector เพิ่มในระบบ Single-stage Absorption Heat Transformer โดยการเปรียบเทียบ Two-stage Heat Transformer และ Double Absorption Heat Transformer โดยอาศัยเหตุผลที่สำคัญ คือ ค่าใช้จ่ายในการลงทุนทำให้สมรรถนะรวมของระบบสูง และสามารถเพิ่มอุณหภูมิสูงที่ต้องการรวมถึงปัญหาต่อการทำงานของระบบน้อยที่สุด

Wu Eames (1998) [10] ทำการศึกษาระบบทำความเย็นชนิดดูดกลืนที่ติดตั้งอีเจกเตอร์ บริเวณ Generator ของระบบ โดยการทำงานของระบบใช้ไอน้ำความดันสูงที่ปล่อยจาก Generator ดึงกลับมาเป็นของไหลขับเคลื่อนอีเจกเตอร์เพื่อให้ความร้อนที่ Generator ของระบบ ซึ่งช่วยลดความต้องการของความร้อนที่ป้อนแก่ Generator ลงได้และทำให้สมรรถนะของระบบทำความเย็นสูงขึ้น

อนันต์ พงศ์รกุลพานิช และ คณะ (2550) [2] ได้ทำการศึกษาระบบทำความเย็นชนิดดูดกลืนชนิดสองวัฏจักรที่ติดตั้งอีเจกเตอร์ และทำงานด้วยพลังงานแสงอาทิตย์โดยตัวเก็บรังสีอาทิตย์ที่ใช้เป็นชนิดแผ่นเรียบ เพื่อเป็นแนวทางลดต้นทุนของระบบให้สามารถแข่งขันในเชิงพาณิชย์ได้ ในงานวิจัยได้ศึกษาผลของขนาดอีเจกเตอร์ และความเข้มรังสีอาทิตย์ ที่มีต่อตัวแปรต่างๆ และสมรรถนะของระบบทำความเย็น โดยขนาดอีเจกเตอร์ที่ศึกษาประกอบด้วย ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางทางออกของหัวฉีด (Nozzle) ระหว่าง 0.0014 ถึง 0.072 m ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางท่อผสม (Mixing tube) เท่ากับ 0.072 m และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางทางออกของดิฟฟูเซอร์ (Diffuser) เท่ากับ 0.082 m ในช่วงรังสีอาทิตย์ที่ศึกษาจาก 700 – 1,300 W/m² จากผลการศึกษาพบว่า สมรรถนะของระบบทำความเย็นสูงขึ้น เป็นผลจากการติดตั้งอีเจกเตอร์ และให้ขนาดอัตราส่วนพื้นที่ของอีเจกเตอร์ที่เหมาะสมเท่ากับ 0.605 ซึ่งเป็นตำแหน่งที่ให้สมรรถนะของระบบมีค่ามากที่สุด ที่ความเข้มรังสีอาทิตย์ต่างๆ

1.3 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

- 1.3.1 เพื่อออกแบบและพัฒนาระบบทำความเย็นที่ขับเคลื่อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ด้วยการติดตั้งอีเจกเตอร์ (Ejector) จากโครงการวิจัยประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2553 (ระบบทำความเย็นที่ขับเคลื่อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ด้วยการติดตั้งอีเจกเตอร์)

1.4 ประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัย

- 1.4.1 สามารถนำระบบทำความเย็นที่ออกแบบ และสร้างขึ้นนี้ไปประยุกต์กับระบบปรับอากาศที่ใช้ในอาคาร โรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ เพื่อลดต้นทุนค่าใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้า
- 1.4.2 สามารถนำผลงานวิจัยไปเผยแพร่ในวารสารทั้งในและต่างประเทศได้
- 1.4.3 สามารถนำผลงานวิจัยไปจดสิทธิบัตรเพื่อเผยแพร่ชื่อเสียงแก่องค์กร และเพื่อเป็นแรงกระตุ้น และกำลังใจในการพัฒนางานวิจัยด้านนี้ต่อไป

1.4.4 สามารถใช้เป็นระบบปฏิบัติการทดลอง และวิจัยของนิสิต

1.5 ขอบเขตของโครงการวิจัย

- 1.5.1 ระบบทำความเย็นที่ถูกพัฒนาขึ้นนี้ มีขนาดกำลังผลิตความเย็น 3.5 kW ซึ่งเป็นระบบที่ใช้ผลิตน้ำเย็น (Water-cooled system) โดยส่วนประกอบหลัก เหมือนกับระบบทำความเย็นที่ใช้กันทั่วไป โดยส่วนคอมเพรสเซอร์ จะถูกแทนที่ด้วยอีเจ็กเตอร์
- 1.5.2 ตัวเก็บรังสีอาทิตย์ที่ใช้เปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานความร้อนในการขับเคลื่อนระบบเป็นแบบหลอดสุญญากาศชนิดฮีทไพพ์ (Heat-pipe evacuated tube collector) และใช้น้ำเป็นของไหลไหลผ่านตัวเก็บรังสีอาทิตย์
- 1.5.3 ไอน้ำที่ออกจากตัวเก็บรังสีอาทิตย์ใช้เป็นของไหลประุมภูมิ (Motive fluid) เป็นชนิดไออิ่มตัว (Saturated steam) ในการขับเคลื่อนระบบทำความเย็นที่ติดตั้งอีเจ็กเตอร์