บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย

ภาพรวมของการใช้พลังงานไฟฟ้าในประเทศไทย แบ่งเป็น 3 ส่วนคือ ภาคอุตสาหกรรมร้อยละ 40 ภาคธุรกิจร้อยละ 35 และภาคที่อยู่อาศัยร้อยละ 25 ตัวเลขค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าที่เป็นจริงในทุกวันนี้กว่าร้อยละ 50 คิดเป็นค่าพลังงานไฟฟ้าประมาณ 50 x 10^3 GWh/year ของพลังงานที่สูญเสียไปนั้นมาจากเครื่องปรับอากาศ (Air Conditioning) เนื่องจากประเทศไทยมีภูมิอากาศเป็นแบบร้อนชื้นจึงไม่สามารถปฏิเสธความสะดวกสบายที่ต้องใช้เครื่องปรับอากาศได้สำหรับบ้านพักอาศัยรวมทั้งอาคารสำนักงานห้างสรรพสินค้าต่างๆ เป็นต้น ปัจจุบันความต้องการใช้เครื่องปรับอากาศในประเทศมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นประมาณปีละ 400,000 เครื่องถ้าเฉลี่ยความต้องการไฟฟ้าสำหรับเครื่องปรับอากาศจะสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าประมาณ 1,500 วัตต์ต่อเครื่อง หากทุกเครื่องเปิดใช้งานพร้อมกันในช่วงที่มีความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุดของระบบเพื่อสนองตอบความต้องการของเครื่องปรับอากาศอย่างเดียวประเทศไทยต้องสร้างโรงไฟฟ้าเพิ่มขึ้นเฉพาะกรณีนี้ถึงปีละ 600 เมกะวัตต์ หรือเทียบได้กับโรงไฟฟ้าแม่เมาะขนาด 300 เมกะวัตต์ 2 โรง [1] เครื่องปรับอากาศเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่สิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้ามากที่สุด โดยระบบปรับอากาศที่ใช้ทั่วไปนั้นเป็นระบบทำความเย็นชนิดกำลังอัดไอ (Vapor compression system) ซึ่งค่าไฟฟ้าส่วนใหญ่อยู่ที่เครื่องคอมแพรสเซอร์ ของระบบที่ทำหน้าที่อัดไอสารทำความเย็นที่มีความดันต่ำจากเครื่องระเหย (Evaporator) ให้เป็นไอที่มีความดันสูงเพื่อไปคายความร้อน และควบแน่นที่เครื่องควบแน่น (Condenser) ดังนั้นหากมีการพัฒนาเทคโนโลยีระบบทำความเย็นซึ่งเป็นชนิดที่ใช้กันทั่วไป และประยุกต์โดยใช้พลังงานความร้อน เช่นจากพลังงานแสงอาทิตย์มาเป็นพลังงานขับเคลื่อนระบบแทนพลังงานไฟฟ้า จะสามารถลดค่าใช้จ่ายไฟฟ้าลง และสามารถประหยัดพลังงานของประเทศได้เป็นจำนวนมากในแต่ละปี รวมถึงลดหรือชะลอการลงทุนเพื่อสร้างโรงไฟฟ้าใหม่ได้ นอกจากนี้การใช้น้ำในรูปไอน้ำเป็นสารทำความเย็นในระบบทำความเย็นที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ แทนสาร CFC ในระบบทำความเย็นทั่วไป ซึ่งมีผลทำลายชั้นโอโซนของบรรยากาศ จะช่วยเป็นมิตร และลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอีกด้วย

1.2 สรุปสาระสำคัญจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง

Aphonratana and Eames 1998 [2] พัฒนาระบบทำความเย็นแบบดูดกลืนความร้อน Single effect ด้วยการติดตั้ง Ejector ในการทำงานกับแหล่งกำเนิดความร้อนที่มีอุณหภูมิ 190 – 210 ^{0}C โดย Ejector ถูกติดตั้งระหว่าง Generator และ Condenser ขนาดของ Ejector ที่ออกแบบใช้มีเส้นผ่านศูนย์กลางของ Nozzle เท่ากับ 24mm, Mixing tube เท่ากับ 18mm และ Diffuser เท่ากับ 40mm ในวัฏจักรดูดกลืนแบบ Single effect โดยใช้ Lithium bromide/Water เป็นสารทำงานโดยระบบนั้น Ejector จะให้ Generator ทำงานได้ที่ความดันสูงกว่า Condenser และทำให้อุณหภูมิของสารละลายเพิ่มสูงขึ้นโดยปราศจากการเกิดผลึกของสารละลาย ดังนั้นความร้อนที่ป้อนแก่

สารละลายที่ Generator จะต้องการเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ขณะที่อุณหภูมิและความดันที่ Generator จะเพิ่มขึ้นพร้อมๆ กัน เพื่อรักษาความเข้มข้นของสารละลายให้คงที่ Ejector รับปริมาณไอน้ำที่มีความดันต่ำที่มาจาก Evaporator และส่งไปควายความร้อนที่ Condenser ดังนั้นมวลของไอน้ำที่ไปควบแน่นที่ Condenser รวมไปถึงมวลของไอน้ำที่ไปสู่ Evaporator ในการผลิตไออีกครั้งมากกว่ามวลของไอน้ำที่เกิดขึ้นที่ Generator และถูกดูดกลืนที่ Absorber ดังนั้นสมรรถนะของระบบ (COP) นี้สูงขึ้น ค่า COP ที่ปรับปรุงพบว่าอยู่ระหว่าง 0.86 – 1.04 โดยปริมาณความเย็นมากขึ้นกว่าระบบ Conventional single-effect ถึง 60% และต้องการความร้อนที่ต้องการจัดหา Generator น้องลง

Chen 1988 [4] ได้ทำการเพิ่มสมรรถนะของระบบทำความเย็นแบบดูดกลืนโดยการติดตั้งอีเจ็คเตอร์ บริเวณทางถังดูดกลืนของระบบ โดยอีเจ็คเตอร์เป็นอุปกรณ์ที่สามารถเพิ่มความดันแก่สารละลาย Dimethylene glycol/Triethylene glycol (DMG/TEG) ซึ่งเป็นของไหลขับเคลื่อนอีเจ็คเตอร์ โดยอาศัยการเพิ่มกระบวนการดูดกลืนที่ถังดูดกลืนทำให้สมรรถนะของระบบทำความเย็นสูงขึ้น นอกจากนี้ยังศึกษาอิทธิพลของอัตราส่วนพื้นที่ของอีเจ็คเตอร์ที่มีผลต่อสมรรถนะของระบบทำความเย็น ซึ่งพบว่าตำแหน่งอัตราส่วนพื้นที่ของอีเจ็คเตอร์ที่เหมาะสมที่ทำให้สมรรถนะของระบบมีค่ามากที่สุด

Pongtornkulpanich et al 2002 [5] ศึกษาอิทธิพลของขนาดอีเจ็คเตอร์ ได้แก่ พื้นที่ทางออกบริเวณ Nozzle และ Diffuser ของอีเจ็คเตอร์ที่มีผลความดันสารละลายลิเทียมโบร์ไมด์ – น้ำ ($LiBr/H_2O$) ที่ใช้เป็นของไหลขับเคลื่อนอีเจ็คเตอร์ในระบบชนิดดูดกลืน ซึ่งพบว่าขนาดของพื้นที่ทางออกของ Nozzle เท่านั้น ที่มีผลต่อความดันสารละลายที่เข้าถังดูดกลืนของระบบ และพบขนาดพื้นที่ทางออกของ Nozzle ในอีเจ็คเตอร์ที่เหมาะสมที่ทำให้ความดันดังกล่าวมีค่ามากที่สุด

Shi et al 2001 [6] ได้ทำการวิเคราะห์ในเชิงทฤษฎีในระบบแปลงความร้อนชนิดดูดกลืนความร้อนใหม่โดยเพิ่ม Ejector เข้าไปที่เรียกว่า Ejector – Absorption Heat Transformer (EAHT) โดยจุดประสงค์เพื่อหาวิธีในการให้ความร้อน ที่ถูกปรับให้มีคุณภาพสูงขึ้นจากระบบมีอุณหภูมิสูงขึ้นเพื่อนำไปประยุกต์ใช้กับกระบวนการที่ต้องการอุณหภูมิสูงในหารใช้งานต่างๆ ได้ ในการวิจัยให้เหตุผลของการเลือก Ejector เพิ่มในระบบ Single-stage Absorption Heat Transformer โดยการเปรียบเทียบ Two-stage Heat Transformer และ Double Absorption Heat Transformer โดยอาศัยเหตุผลที่สำคัญคือ ค่าใช้จ่ายในการลงทุนต่ำให้สมรรถนะรวมของระบบสูง และสามารถเพิ่มอุณหภูมิสูงที่ต้องการรวมถึงปัญหาต่อการทำงานของระบบน้อยที่สุด

Wu Eames 1998 [7] ทำการศึกษาระบบทำความเย็นชนิดดูดกลืนที่ติดตั้งอีเจ็คเตอร์บริเวณ Generator ของระบบ โดยการทำงานของระบบใช้ไอน้ำความดันสูงที่ปล่อยจาก Generator ดึงกลับมาเป็นของไหลขับเคลื่อนอีเจ็คเตอร์เพื่อให้ความร้อนที่ Generator ของระบบ ซึ่งช่วยลดความต้องการของความร้อนที่ป้อนแก่ Generator ลงได้และทำให้สมรรถนะของระบบทำความเย็นสูงขึ้น

อนันต์ พงศ์ธรกุลพานิช และ คณะ 2550 [8] ได้ทำการศึกษาระบบทำความเย็นดูดกลืนชนิดสองวัฏจักรที่ติดตั้งอีเจ็คเตอร์ และทำงานด้วยพลังงานแสงอาทิตย์โดยตัวเก็บรังสีอาทิตย์ที่ใช้เป็นชนิดแผ่นเรียบ เพื่อเป็นแนวทางลดต้นทุนของระบบให้สามารถแข่งขันในเชิงพาณิชย์ได้ ใน

งานวิจัยได้ศึกษาผลของขนาดอีเจ็คเตอร์ และความเข้มรังสีอาทิตย์ ที่มีต่อตัวแปรต่างๆ และสมรรถนะของระบบทำความเย็น โดยขนาดอีเจ็คเตอร์ที่ศึกษาประกอบด้วย ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางทางออกของหัวฉีด (Nozzle) ระหว่าง 0.0014 ถึง 0.072 m ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางท่อผสม (Mixing tube) เท่ากับ 0.072 m และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางทางออกของดิฟฟิวเซอร์ (Diffuser) เท่ากับ 0.082 m ในช่วงรังสีอาทิตย์ที่ศึกษาจาก 700-1300 W/m^2 จากผลการศึกษาพบว่า สมรรถนะของระบบทำความเย็นสูงขึ้น เป็นผลจากการติดตั้งอีเจ็คเตอร์ และให้ขนาดอัตราส่วนพื้นที่ของอีเจ็คเตอร์ที่เหมาะสมเท่ากับ 0.605 ซึ่งเป็นตำแหน่งที่ให้สมรรถนะของระบบมีค่ามากที่สุด ที่ความเข้มรังสีอาทิตย์ต่างๆ

1.3 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1.3.1 เพื่อออกแบบและสร้างระบบทำความเย็นที่ขับเคลื่อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ด้วยการติดตั้งอีเจ็คเตอร์ ซึ่งใช้แทนคอมแพรสเซอร์ในระบบทำความเย็นทั่วไป และใช้พลังงานความร้อนที่มาพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานที่ใช้ขับเคลื่อนระบบ

1.3.2 เพื่อหาประสิทธิภาพของระบบทำความเย็นด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ด้วยการติดตั้งอีเจ็คเตอร์

1.3.3 เพื่อลดการใช้สารทำความเย็นที่มาจากสารประกอบ Chlorofluorocarbon หรือ CFC โดยใช้ไอน้ำแทน ซึ่งช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมลง

1.4 ประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัย

1.4.1 สามารถนำระบบทำความเย็นที่ออกแบบ และสร้างขึ้นนี้ไปประยุกต์กับระบบปรับอากาศที่ใช้ในอาคาร โรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ เพื่อลดต้นทุนค่าใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้า

1.4.2 สามารถนำผลงานวิจัยไปเผยแพร่ในวารสารทั้งในและต่างประเทศได้

1.4.3 สามารถนำผลงานวิจัยไปจดสิทธิบัตรเพื่อเผยแพร่ชื่อเสียงแก่องค์กร

1.4.4 สามารถใช้เป็นระบบปฏิบัติการทดลอง และวิจัยของนิสิต

1.5 ขอบเขตของโครงการวิจัย

1.5.1 ระบบทำความเย็นที่ถูกพัฒนาขึ้นนี้ มีขนาดกำลังผลิตความเย็น 3.5 kW ซึ่งเป็นระบบที่ใช้ผลิตน้ำเย็น (Water-cooled system) โดยส่วนประกอบต่างๆ เหมือนกับระบบทำความเย็นที่ใช้กันทั่วไป แต่ยกเว้นในส่วนคอมแพรสเซอร์เท่านั้นถูกแทนที่ด้วยอีเจ็คเตอร์

1.5.2 ตัวเก็บรังสีอาทิตย์ที่ใช้เปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานความร้อนในการขับเคลื่อนระบบเป็นแบบหลอดสุญญากาศชนิดฮีทไปท์ (Heat-pipe evacuated tube collector) และใช้น้ำเป็นของไหลไหลผ่านตัวเก็บรังสีอาทิตย์

1.5.3 ไอน้ำที่ออกจากตัวเก็บรังสีอาทิตย์ใช้เป็นของไหลปฐมภูมิ (Motive fluid) เป็นชนิดไออิ่มตัว (Saturated steam) ในการขับเคลื่อนระบบทำความเย็นที่ติดตั้งอีเจ็คเตอร์ และใช้เป็นสารทำความเย็นแทนที่สารประกอบ Chlorofluorocarbon หรือ CFC ที่ใช้กันทั่วไป