รายงานโครงการวิจัย

เรื่อง การผลิตกระแสไฟฟ้าพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์ด้วยเครื่องจักรกลพลังงานอุณหภูมิ

Solar Thermal Power Generation by Organic Rankine Cycle.

อาจารย์คุภชัย กวินวุฒิกุล
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ธนัช ศรีพนม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ชื่อ	นายศุภชัย กวินวุฒิกุล
	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ธนัช ศรีพนม
ชื่องานวิจัย	การผลิตกระแสไฟฟ้าพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์ด้วยเครื่องจักรกลพลังงานอุณหภูมิ
สาขาวิชา	ครุศาสตร์เครื่องกล
ภาควิชา	ครุศาสตร์อุตสาหกรรม
คณะ	ครุศาสตร์อุตสาหกรรม
งบประมาณ	ทุนอุดหนุนงานวิจัย จากเงินผลประโยชน์ของคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ปีงบประมาณ พ.ศ. 2554

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์คือ 1) เพื่อศึกษาและออกแบบเครื่องจักรกลพลังงานอุณหภูมิที่ทำงานตามวัฏจักรแรงคิน สำหรับการผลิตกระแสไฟฟ้าพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์โดยใช้ท่อความร้อน และ 2) เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของประสิทธิภาพเชิงความร้อนของวัฏจักร กับตัวแปรอื่น ๆ ที่มีผลต่อการผลิตกระแสไฟฟ้า ได้แก่ อุณหภูมิ ความดัน เอนทัลปี อัตราการไหลของสารทำงาน กำลังงานปั๊มและกังหันก๊าซ เพื่อหาสภาวะในการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่เหมาะสม โดยการกำหนดสารทำงานตามวัฏจักรแรงคินในระบบที่ใช้ คือ R 410a ที่ได้รับจากการถ่ายเทความร้อนอยู่ระหว่าง 40 – 80 องศาเซลเซียส โดยพิจารณาคุณสมบัติของสารทำงานจากตาราง P-H diagram เพื่อนำมาใช้ในการคำนวณหาประสิทธิภาพเชิงความร้อน

เครื่องมือที่ใช้ศึกษาเครื่องจักรกลพลังงานอุณหภูมิในการผลิตกระแสไฟฟ้าพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์ ซึ่งเครื่องจักรกลพลังงานอุณหภูมิ มีส่วนประกอบคือ ปั๊มของไหล ชุดรับพลังงานความร้อน ชุดระบายความร้อน ถังสะสมพลังงาน วาล์วควบคุมวามดัน มอเตอร์ลมและเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง ส่วนชุดเก็บสะสมพลังงานจากแสงอาทิตย์กำหนดขนาดกว้าง 1.0 m ยาว 1.2 m โดยใช้ท่อความร้อนเก็บพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์เพื่อทำให้น้ำมีอุณหภูมิสูงก่อนเข้าอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนกับสาร R 410a

จากผลการทดลองการทำงานของเครื่องจักรกลพลังงานอุณหภูมิได้ $W_{\text{pump,in}}$ ที่ 1.734 kj/kg พลังงานความร้อนที่ได้รับจากแผงรับแสงอาทิตย์ Q_{in} ที่ 155 kj/kg กำลังงานที่กังหันเทอร์ไบร์ $W_{\text{turb,out}}$ ที่ 50.2 kj/kg มีการระบายความร้อนออก Q_{out} ที่ 106.2 kj/kg ได้งานสุทธิ W_{net} ที่ 48.5 kj/kg และประสิทธิภาพเชิงความร้อน η_{th} ได้ 31.3%

คำสำคัญ: ไฟฟ้าพลังงานความร้อน ,เครื่องจักรกลพลังงานอุณหภูมิ, สารทำงาน

บทที่ 1
บทนำ

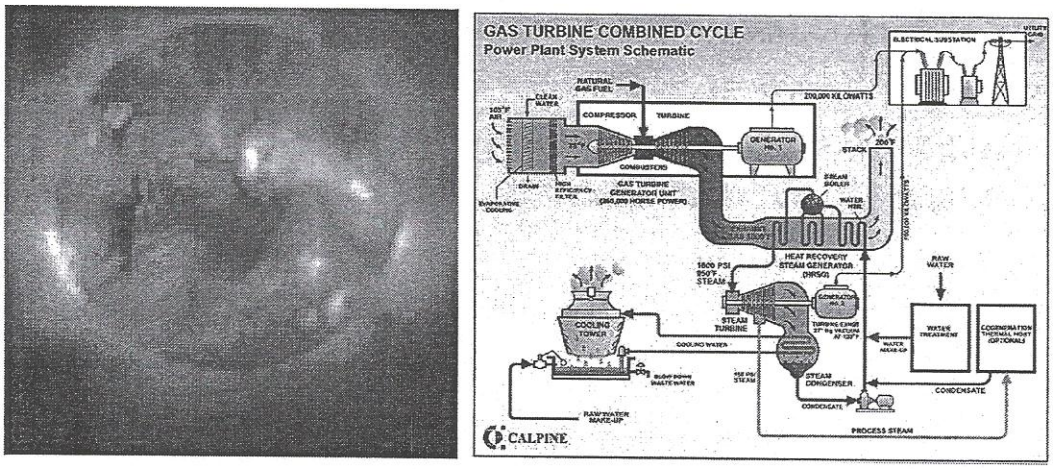
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

การดำเนินชีวิตประจำวันของคนเราทุกวันนี้ หลีกหนีไม่ได้กับการอาศัยสิ่งอำนวยความสะดวกทั้งหลาย เพื่อทำให้ชีวิตความเป็นอยู่สะดวกสบายขึ้น และหนึ่งในสิ่งเอื้อประโยชน์นั้นก็คือ อุปกรณ์ไฟฟ้า อันเป็นเครื่องมือที่ต้องอาศัยพลังงานไฟฟ้าไม่ว่าจะใช้สำหรับอำนวยความสะดวกภายในบ้านพักอาศัย สถานที่ทำงาน โรงงานอุตสาหกรรม รวมถึงอาคารสถานที่ต่างๆ เมื่อเราเห็นว่าอุปกรณ์ไฟฟ้าเหล่านี้มีความสำคัญ ดังนั้น พลังงานไฟฟ้าย่อมมีความสำคัญยิ่งกว่า ด้วยเหตุผลที่ว่าอุปกรณ์ไฟฟ้าจะสามารถทำงานได้ต้องใช้พลังงานไฟฟ้าเท่านั้น

การกำเนิดแหล่งพลังงานไฟฟ้า มีได้มากมายหลายวิธี เช่น การหมุนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าหรือเครื่องปั่นไฟ โดยทำให้ใบพัดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าหมุน จะสามารถผลิตไฟฟ้าได้ และการทำให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าหมุนนั้น อาจใช้แรงน้ำโดยตรง แรงลม หรือแรงดันไอน้ำจากการต้มน้ำที่ใช้เชื้อเพลิงจำพวกถ่านหิน ก๊าซธรรมชาติ น้ำมัน หรือความร้อนจากปฏิกิริยานิวเคลียร์ ณ เวลาปัจจุบันความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้ามีอย่างต่อเนื่องและเพิ่มมากขึ้น ซึ่งสวนทางกับปริมาณเชื้อเพลิงที่กำลังจะประสบภาวะขาดแคลนในอนาคต เชื้อเพลิงจากซากดึกดำบรรพ์ เช่น น้ำมัน ก๊าซธรรมชาติ และถ่านหิน อาจหมดไปจากโลกภายในระยะเวลาไม่กี่ปี หากยังไม่มีการหาแหล่งพลังงาน เพิ่มเติมไม่เพียงเท่านั้น เชื้อเพลิงดังกล่าวก็สามารถสร้างปัญหาให้กับโลกของเราได้ เพราะการเผาไหม้ของเชื้อเพลิง หากไม่มีการควบคุมที่ดี จะก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศ ทำให้เกิดก๊าซพิษต่างๆ เช่น คาร์บอนไดออกไซด์ คาร์บอนมอนอกออกไซด์ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และไฮโดรคาร์บอน ฯลฯ ซึ่งล้วนแต่สร้างผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เช่น อากาศเป็นพิษ ฝนกรด และทำให้โลกร้อนขึ้น นอกจากนี้ นิวเคลียร์ก็ยังไม่ปลอดภัยหากนำมาใช้งาน ดังนั้น ตราบใดที่เรายังมีความต้องการใช้พลังงานกันอยู่ ก็จำเป็นต้องแสวงหาแหล่งพลังงานทดแทนเพื่อผลิตพลังงานไฟฟ้า โดยเฉพาะอย่างยิ่ง จะต้องเป็นพลังงานที่สะอาด ไม่สร้างมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม และ "พลังงานจากแสงอาทิตย์" กำลังได้รับความสนใจ มีหลายหน่วยงานทำการศึกษาค้นคว้าด้านนี้อย่างจริงจังและต่อเนื่อง

เนื่องจากในยุคปัจจุบันนี้ ปัญหาทางด้านพลังงานกำลังเป็นปัญหาที่สำคัญในหลายๆ ประเทศ โดยเฉพาะประเทศที่กำลังพัฒนา ซึ่งมีความต้องการใช้พลังงานจำนวนมากโดยพลังงานส่วนใหญ่มาจากฟอสซิล เช่น น้ำมันดิบ ถ่านหิน ก๊าซธรรมชาติ เป็นต้น ซึ่งได้พบว่าปัจจุบันปัญหาราคาน้ำมัน

ที่สูงขึ้นได้เป็นปัญหาระดับโลกไปแล้ว ซึ่งเศรษฐกิจของแต่ละประเทศได้มีการขยายตัวสูงและมีความต้องการการใช้พลังงานสูงตามไปด้วย



ภาพที่ 1.1 แสดงถึงพลังงานมหาศาลของดวงอาทิตย์ และการผลิตกระแสไฟฟ้าจากกังหันแก๊ส

เพื่อให้มีการลดต้นทุนทางด้านพลังงาน จึงมีการหันมาใช้พลังงานทดแทนในแบบต่างๆ เช่น พลังงานจากดวงอาทิตย์ พลังงานจากลม พลังงานจากน้ำ พลังงานจากก๊าซชีวมวล และพลังงานความร้อนจากใต้พิภพ เป็นต้น มาทดแทนพลังงานที่ได้จากฟอสซิล โดยทางคณะผู้จัดทำมีความสนใจทางด้านพลังงานทดแทน จากการศึกษาเบื้องต้นของเครื่องจักรกลพลังงานอุณหภูมิที่ทำงานตามวัฏจักรแรงคิน (Organic Rankine Cycle :ORC) พบว่า สามารถนำมาใช้เป็นต้นกำลังขนาดเล็กในการผลิตกระแสไฟฟ้าได้ และจาก P-H diagram แสดงคุณสมบัติของสารทำความเย็น R 410a มีจุดเดือดกลายเป็นไอที่อุณหภูมิ 27 องศาเซลเซียสที่ความดัน 7 บาร์ และหากรับความร้อนต่อจนถึงอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส จะได้ความดันถึง 40 บาร์ ซึ่งสามารถนำความดันดังกล่าวมาปั่นกังหันเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าได้ และจากการศึกษาพลังงานความร้อนจากดวงอาทิตย์ในการผลิตน้ำร้อนโดยใช้ท่อความร้อน(heat pipe) สามารถทำอุณหภูมิได้ตั้งแต่ 50 ถึง 100 องศาเซลเซียส ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการนำข้อมูลทั้งหมดมาบูรณาการร่วมกันเพื่อการออกแบบเครื่องจักรกลตามวัฏจักรแรงคินสำหรับนำไปผลิตกระแสไฟฟ้า

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. เพื่อศึกษาและออกแบบเครื่องจักรกลพลังงานอุณหภูมิที่ทำงานตามวัฏจักรแรงคิน สำหรับการผลิตกระแสไฟฟ้าพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์โดยใช้ท่อความร้อน(heat pipe)

2. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของประสิทธิภาพเชิงความร้อนของวัฏจักร กับตัวแปรอื่น ๆ ที่มีผลต่อการผลิตกระแสไฟฟ้า ได้แก่ อุณหภูมิ ความดัน เอนทัลปี อัตราการไหลของสารทำงาน กำลังงานปั๊มและกังหันก๊าซ เพื่อหาสภาวะในการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่เหมาะสม

1.3 สมมุติฐานการวิจัย

การผลิตกระแสไฟฟ้าพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์ด้วยเครื่องจักรกลพลังงานอุณหภูมิ โดยใช้ท่อความร้อนเก็บพลังงานแสงอาทิตย์จะได้อุณหภูมิอยู่ระหว่าง 40 – 100 องศาเซลเซียส ทำให้สารทำงาน R 410a เดือดที่อุณหภูมิต่ำ และกลายเป็นไอก๊าซ ที่มีแรงดันสูง และสามารถทำให้กังหันหมุนเพื่อไปผลิตกระแสไฟฟ้า โดยที่เครื่องจักรกลพลังงานอุณหภูมิผลิตสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์ ได้ตามที่กำหนดไว้ในขอบเขต

1.4 ขอบเขตของโครงการวิจัย

การวิจัยนี้มุ่งเน้นเพื่อการศึกษาประสิทธิภาพในการใช้พลังงานของระบบโดยพิจารณาจากการทำงานของเครื่องจักรกลพลังงานอุณหภูมิ($W_{\mathrm{pump,in}}$),พลังงานความร้อนที่ได้รับจากแผงรับแสงอาทิตย์ (Q_{in}),กำลังงานที่กังหันเทอร์ไบร์ ($W_{\mathrm{turb,out}}$), การระบายความร้อนออก (Q_{out}) ,งานสุทธิ (W_{net}) ,ประสิทธิภาพเชิงความร้อน (η_{th})และสมบัติเด่นของการผลิตกระแสไฟฟ้าพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์ด้วยเครื่องจักรกลพลังงานอุณหภูมิ โดยมีขอบเขตของการศึกษาดังนี้

1. ออกแบบและสร้างเครื่องจักรกลพลังงานอุณหภูมิที่ทำงานตามวัฏจักรแรงคิน สำหรับการผลิตกระแสไฟฟ้าพลังงานความร้อนไม่เกิน 100 องศาเซลเซียส จากแสงอาทิตย์โดยใช้ท่อความร้อน (Heat pipe) กับถังสะสมพลังงานความร้อนเป็นต้นกำลังงาน สารทำงานตามวัฏจักรแรงคินในระบบที่ใช้ คือ R 410a พร้อมมีระบบควบคุมความดันและอุณหภูมิทำงาน มีระบบแลกเปลี่ยนความร้อน ระบบระบายความร้อน และมีระบบผลิตกระแสไฟฟ้าเป็นกระแสตรงขนาด 12 โวลท์

2. อุณหภูมิสารทำงานตามวัฏจักรแรงคินในระบบที่ใช้ คือ R 410a ที่ได้รับจากการถ่ายเทความร้อนอยู่ระหว่าง 40 – 100 องศาเซลเซียส โดยพิจารณาคุณสมบัติของสารทำงานจากตาราง P-H diagram เพื่อนำมาใช้ในการคำนวณหาประสิทธิภาพเชิงความร้อน

3. ศึกษาความสัมพันธ์ของประสิทธิภาพเชิงความร้อนของวัฏจักรร่วมกับตัวแปรอื่น ๆ ที่มีผลต่อการผลิตกระแสไฟฟ้า ได้แก่ อุณหภูมิ ความดัน เอนทัลปี อัตราการไหลของสารทำงาน กำลังงานปั๊มและกังหันก๊าซ เพื่อหาสภาวะในการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่เหมาะสม

1.5 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

1. ไฟฟ้าพลังงานความร้อน (Thermal Power)) หมายถึง พลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์ที่นำมาใช้ประโยชน์ในเครื่องจักรกลพลังงานอุณหภูมิตามวัฏจักรแรงคินเพื่อการผลิตกระแสไฟฟ้า

2. เครื่องจักรกลพลังงานอุณหภูมิ (Organic Rankine Cycle) หมายถึง เป็นเครื่องจักรกลประเภท แรงดันไอก๊าซ ใช้พลังงานจากอุณหภูมิความร้อนทำให้สารทำงานเดือดที่อุณหภูมิต่ำ และกลายเป็นไอก๊าซ ที่มีแรงดันสูง และมีประสิทธิภาพในการหมุนกังหันเพื่อไปผลิตกระแสไฟฟ้าได้

3. สารทำงาน (Working Substance)สารทำงานตามวัฏจักรแรงคิน คือ R 410a

4. ประสิทธิภาพ หมายถึง ประสิทธิภาพของเครื่องจักรกลพลังงานอุณหภูมิ

1.6 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

ในการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการผลิตกระแสไฟฟ้าพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์ด้วยเครื่องจักรกลพลังงานอุณหภูมิ มีขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัยดังต่อไปนี้

1. ศึกษาและรวบรวมข้อมูลเครื่องจักรกลพลังงานอุณหภูมิที่ทำงานตามวัฏจักรแรงคิน (Organic Rankine Cycle :ORC) และระบบท่อความร้อน (Heat pipe) ระบบแลกเปลี่ยนความร้อน ระบบระบายความร้อน

2. ออกแบบและสร้างเครื่องจักรกลพลังงานอุณหภูมิที่ทำงานตามวัฏจักรแรงคิน ประกอบด้วย ปั๊มของไหล ชุดแลกเปลี่ยนความร้อน ถังสะสมความดัน ชุดเทอร์ไบร์ ระบบผลิตไฟฟ้า ชุดถ่ายเทความร้อน ถังพัก สารทำงาน R 410a ที่เป็นของเหลว พร้อมระบบควบคุมความดันและอุณหภูมิทำงาน

3. ออกแบบและสร้างระบบท่อความร้อน (Heat pipe) จากแสงอาทิตย์ และถังสะสมพลังงานความร้อน และชุดแลกเปลี่ยนความร้อน เพื่อใช้เป็นต้นกำลังงาน

4. ทดสอบประสิทธิภาพในการถ่ายเทพลังงานความร้อนให้กับสารทำงาน R 410a

5. ทดสอบประสิทธิภาพเชิงความร้อนตามวัฏจักรแรงคิน

6. วิเคราะห์และแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น

7. สรุปและจัดพิมพ์รายงาน

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

ผู้ที่ได้รับประโยชน์จากการวิจัยนี้คือ นักเรียน นักศึกษา ประชาชนทั่วไป และผู้ที่สนใจในเรื่องการผลิตกระแสไฟฟ้าพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์ด้วยเครื่องจักรกลพลังงานอุณหภูมิ หรือระบบอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

1. เป็นฐานความรู้และนำองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์เพื่อนำมาใช้ประโยชน์ในการผลิตกระแสไฟฟ้า

2. นำความรู้จากการออกแบบ เครื่องจักรกลพลังงานอุณหภูมิที่ทำงานตามวัฏจักรแรงคินไปใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้าโดยพลังงานความร้อนที่ไม่สูงมากจากแหล่งอื่น ๆ เช่น ความร้อนเหลือทิ้งในปล่องไฟ ความร้อนใต้พิภพ

3. พัฒนาทักษะในการออกแบบระบบต้นกำลังและการเชื่อมโยงอุปกรณ์ควบคุมการทำงาน

4. เป็นการปลูกจิตสำนึกด้านการนำพลังงานทดแทนที่เกี่ยวข้องกับพลังงานแสงอาทิตย์ในรูปของความร้อนมาใช้ให้เกิดประโยชน์ให้มากที่สุด

5. สามารถถ่ายทอดเทคโนโลยีโดยการนำไปใช้ในการเผยแพร่ความรู้แก่ผู้ที่สนใจ และกลุ่มอุตสาหกรรมที่มีแหล่งพลังงานความร้อนที่ปล่อยทิ้งโดยเปล่าประโยชน์ เพื่อส่งเสริมให้ใช้พลังงานอย่างคุ้มค่า

<55TED 2.5-21>

หนังสือรับรองการใช้ประโยชน์ของผลงานวิจัย/งานสร้างสรรค์

ชื่อหน่วยงานที่รับรอง ห้างหุ้นส่วนจำกัด ดับบลิว.ที.เอ็ม.แมชชีน
ที่อยู่หน่วยงานที่รับรอง ซอยพระรามที่ 2 ซอย 83 แยก 1 แขวงแสมดำ เขตบางขุนทียน กรุงเทพ
วัน เดือน ปีที่ให้การรับรอง 23 มิถุนายน 2555

ข้าพเจ้า นางสาวธัญวัลย์ บุญเหมือนนึก ตำแหน่งผู้จัดการทั่วไป ขอรับรองว่าได้มีการนำผลงานวิจัย เรื่อง การผลิตกระแสไฟฟ้าพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์ด้วยเครื่องจักรกลพลังงานอุณหภูมิ ของนายศุภชัย กวินวุฒิกุล และผู้ช่วยศาสตราจารย์ธนัช ศรีพนม ห้างหุ้นส่วนได้นำมาเป็นองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์เพื่อนำมาใช้ประโยชน์ในการผลิตกระแสไฟฟ้า และเป็นการปลูกจิตสำนึกด้านการนำพลังงานทดแทนที่เกี่ยวข้องมาใช้ให้เกิดประโยชน์และคุ้มค่า

(นางสาวธัญวัลย์ บุญเหมือนนึก)
ผู้จัดการทั่วไป

หมายเหตุ : ผู้รับรองต้องเป็นองค์กร/ประธานชุมชน มิใช่รับรองในนามบุคคล

ตอบตามเกณฑ์
1. รับรองการใช้ประโยชน์ด้าน (นโยบาย, สังคม, เชิงพาณิชย์) เพื่อ ...
และลงนามโดย องค์กร เช่น ประธานกรรมการบริษัท ... ประทับตรา