หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

1.1 คำนำ

ปัญหาการขาดแคลนพลังงานเป็นปัญหาสำคัญปัญหาหนึ่ง โดยเฉพาะประเทศที่กำลังพัฒนา เนื่องจากเศรษฐกิจของประเทศเกี่ยวข้องกับพลังงานแทบทั้งสิ้น เพราะพลังงานเป็นปัจจัยในการผลิตทั้งด้านอุตสาหกรรมและพาณิชยกรรมอื่น ๆ การขาดแคลนพลังงานจึงหมายถึง การขาดแคลนปัจจัยของการผลิตซึ่งเป็นผลให้เกิดความขาดแคลนปริมาณจากการผลิตและก็ยังมีผลเสียต่อการพัฒนาทางเศรษฐกิจและการพัฒนาประเทศ ดังนั้นจึงได้มีการทบทวนการใช้พลังงานในหลายประเทศ และเกิดการตื่นตัวที่จะศึกษา คิดค้นหาพลังงานอื่น ๆ ที่มีอยู่ตามธรรมชาติมาใช้ให้เป็นประโยชน์มากที่สุด

พลังงานที่นำมาใช้เป็นปกติในปัจจุบันมีหลายชนิด เช่น พลังงานจากน้ำมันเชื้อเพลิง ถ่านหิน ก๊าซธรรมชาติ พีชและถ่านไม้ เป็นต้น แม้ว่าจะมีการขุดค้นแหล่งใหม่ ๆ อยู่เสมอ แต่ปริมาณการใช้ก็-ถีบตัวสูงขึ้นเรื่อย ๆ แน่นอนสักวันหนึ่งก็หมดสิ้นไป มนุษย์จึงได้พยายามที่จะหาพลังงานอื่น ๆ มาทดแทน เช่น พลังงานน้ำ พลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานจากลม

พลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานทดแทนที่น่าสนใจเพราะเป็นแหล่งพลังงานขนาดใหญ่ และสามารถพัฒนา ให้เกิดประโยชน์ได้มาก ซึ่งในปัจจุบันได้มีการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาผลิตพลังงานไฟฟ้า การนำพลังงานจากแสงอาทิตย์เพื่อให้ความอบอุ่นแก่บ้านเรือน นอกจากนี้ยังสามารถนำไปใช้ในการอบแห้งผลผลิตทางด้านเกษตรกรรมได้ แต่พลังงานที่ได้จากแสงอาทิตย์นั้นไม่สม่ำ-เสมอมีการเปลี่ยนแปลงไปตามภูมิอากาศ ด้วยเหตุนี้จึงได้มีระบบสะสมพลังงานความร้อนเพื่อเก็บสะสมพลังงานไว้และปล่อยออกใช้ในช่วงท้องฟ้ามืดครึ้ม ฝนตกหรือเวลากลางคืน

ระบบการสะสมพลังงานความร้อนแบ่งออกได้เป็น 2 แบบ คือ ระบบสะสมความร้อนสัมผัส (Sensible heat storage) และระบบสะสมความร้อนแฝง (Latent heat storage) ระบบสะสมความร้อนสัมผัสเป็นที่นิยมนำมาใช้กันอย่างมากเพราะสร้างง่าย ใช้ง่าย และราคาถูกกว่าระบบสะสมความร้อนแฝง วัสดุที่นิยมใช้เป็นตัวสะสมความร้อนสัมผัสเมื่อของไหลทำงานในระบบเป็นอากาศ คือ ก้อนหิน

สำหรับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะศึกษาระบบสะสมความร้อนสัมผัสโดยใช้ก้อนหิน (Lime stone) เป็นตัวสะสมความร้อนในรูปแบบการทดลองและเปรียบเทียบผลการทดลอง เช่น เปรียบเทียบอุณหภูมิภายในถังสะสมความร้อน กับผลทางด้านทฤษฎีจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ TRNSYS

1.2 แนวความคิด

การอบแห้งผลิตผลทางการเกษตรบางประเภทเพื่อเก็บรักษา เช่น การอบกล้วย มักใช้วิธีการวางไว้ในที่โล่งแจ้งภายใต้แสงอาทิตย์โดยตรง ซึ่งไม่สามารถควบคุมของของไหลและสิ่งสกปรกอื่น ๆ ที่ปะปนกับผลิตผลด้วย ต่อมาได้มีการนำไปอบแห้งภายในตู้อบ ซึ่งได้รับความร้อนจากกระแสไฟฟ้า วิธีนี้ทำให้ผลิตผลที่ได้มีความสะอาด แต่ค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับกระแสไฟฟ้ามีค่าสูงขึ้น จึงได้มีการนำความร้อนจากแผงรับแสงอาทิตย์เข้ามาแทนความร้อนที่ได้รับจากกระแสไฟฟ้ามากขึ้น แต่เป็นที่ทราบกันดีว่าพลังงานแสงอาทิตย์มีเฉพาะในเวลากลางวันและแต่ละเวลาก็มีค่าแปรเปลี่ยนไปตามทิศทางโคจรของดวงอาทิตย์ สภาพเมฆและฝนจึงจำเป็นต้องมีถังสะสมพลังงานเพื่อเก็บและปล่อยพลังงานความร้อนเพื่อทดแทนพลังงานไฟฟ้า

1.3 วัตถุประสงค์

1.3.1 ศึกษาโมเดล (Model) ทางคณิตศาสตร์ของถังสะสมความร้อนแบบความร้อนสัมผัส และสร้างถังสะสมความร้อนเพื่อทำการทดลอบโดยมีการเปลี่ยนแปลงค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้อง แล้วนำผลการทดลองไปเปรียบเทียบกับผลการคำนวณโดยโมเดลทางคณิตศาสตร์จากโปรแกรม TRNSYS

1.3.2 การหาขนาดของถังสะสมพลังงานความร้อนที่เหมาะสมซึ่งสามารถให้พลังงานได้ 41 MJ. และราคาพลังงานความร้อนที่ได้ต่ำสุด

1.4 ขอบเขตการศึกษา

1.4.1 ถังสะสมความร้อนรูปทรงกระบอกซึ่งสร้างขึ้นเพื่อทำการทดลอบมีเส้นผ่าศูนย์กลางคงที่เพื่อนำถังสะสมความร้อนมาใช้ในการทดลอง โดยมีการเปลี่ยนแปลงพารามิเตอร์ ดังนี้

- ขนาดของก้อนหิน

- อัตราการไหลของอากาศ

- ความสูงของถังสะสม

1.4.2 ระยะเวลานำความร้อนเข้าเก็บ (Charge) ในถังสะสมความร้อน 4 ชั่วโมง

1.4.3 ระยะเวลานำความร้อนออกใช้ (Discharge) จากถังสะสมความร้อน 4 ชั่วโมง

1.5 <u>การสำรวจผลงานวิจัย</u>

N. Trinestsampan (7) ศึกษาวิจัยการเก็บพลังงานความร้อนสัมผัส (Sensible heat) ก้อนหินที่ใช้เป็นตัวเก็บสะสมพลังงานความร้อนมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.043 m. ถังสะสมพลังงานเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 0.5 m.× 0.5 m. และสูง 0.67 m. อากาศไหลผ่านฮีตเตอร์ไฟฟ้าเข้าสู่ส่วนบนของถังสะสมความร้อนโดยควบคุมอุณหภูมิคงที่ที่ 50 และ 60^{o}C อัตราการไหลของอากาศที่ใช้ในการทดลองมีค่า 135, 110, 90, 60, 40 และ 25 m^3/hr ความพรุน (Porosity) ของเบดเท่ากับ 0.496 ความหนาแน่นของหินเท่ากับ 2517 kg/m^3 ความจุความร้อนของหินมีค่า 0.736 kJ/kg^{o}C ผลการทดลองพบว่าอัตราการสะสมพลังงานความร้อนและการปล่อยพลังงานความร้อนออกจากเบดขึ้นอยู่กับอัตราการไหลของอากาศ อุณหภูมิของอากาศที่เข้ามาและเวลาที่ใช้ในการทำงาน

Pitam Chandra และ D.H. Willits (1) ได้ทำการทดลองหาความดันลดและสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของรอคเบด โดยใช้อากาศเป็นตัวกลางถ่ายเทความร้อน รอคเบดมีขนาด 0.31×0.31×1.0 m. เบดวางในแนวนอน ก้อนหินมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.01 ถึง 0.03 m.. เบดมีความพรุน 0.46 จากการทดลองพบว่าความดันลดขึ้นอยู่กับขนาดของหิน ความพรุนของเบด และอัตราการไหลของอากาศ ส่วนสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนเชิงปริมาตร จะขึ้นอยู่กับขนาดของก้อนหินและอัตราการไหลของอากาศเท่านั้น สมการคาดคะเนสำหรับความดันลดคือ

$$\frac{\Delta P \rho D_e^3}{\mu^2} = \varepsilon^{-2.6} \left(185\frac{(\rho V D_e)}{\mu} + 1.7\frac{(\rho V D_e)^2}{\mu^2}\right)$$

เมื่อ $0.33 < \varepsilon < 0.46$, $1 < \frac{\rho \bar{V} D_e}{\mu} < 1000$ (1.1)

ส่วนการสำหรับสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนเชิงปริมาตรคือ

$$\frac{h_v D_e^2}{k} = 1.45 \left(\frac{\rho \bar{V} D_e}{\mu}\right) ; \quad 100 < \frac{\rho \bar{V} D_e}{\mu} < 1000 \qquad (1.2)$$

G.O.G. Lof และ R.W. Hawley (3) ได้สร้างรอคเบดวางในแนวนอน ใช้อากาศเป็นตัวถ่ายเทความร้อน ก้อนหินที่ใช้คือหินแกรไนท์ขนาด 0.5 นิ้วถึง 1.5 นิ้ว ความพรุนของเบด 0.426 ถึง 0.454 อัตราการไหลของอากาศ 12.05 ถึง 66.3 $ft^3/min.ft^2$ (พ.ท. หน้าตัดของรอคเบด) อากาศที่ไหลเข้าสู่เบดจะถูกควบคุมอุณหภูมิไว้ที่ 250^oF จากการทดลองสามารถสรุปเป็นความสัมพันธ์สำหรับสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนเชิงปริมาตรระหว่างอากาศและก้อนหินดังนี้

$$h = \left(\frac{G}{D}\right)^{0.7}$$

เมื่อ h = สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนเชิงปริมาตร , $Btu/hr.ft^{3o}F$

G = อัตราการไหลของอากาศต่อพื้นที่หน้าตัดของเบด , $lb/hr.ft^2$

D = เส้นผ่าศูนย์กลางเทียบเท่าทรงกลมของก้อนหิน , ft

Chandra et al (13) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนเชิงปริมาตรที่ Lof และ Hawley เสนอไว้แล้ว นอกจากนี้ยังได้เปลี่ยนค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนให้อยู่ในรูปของหน่วย SI. D.J. Close (12) ได้เสนอขั้นตอนการคำนวณพร้อมโมเดลทางคณิตศาสตร์สำหรับรอคเบดเพื่อนำไปใช้ในระบบปรับอากาศ นอกจากนี้ยังมีผู้วิจัยคนอื่น ๆ ได้ทำการทดลองหาประสิทธิภาพของรอคเบดและเสนอสูตรเอมไพริคัลที่อยู่ในรูปแบบต่าง ๆ กัน (9), (10), (11)