บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของวิทยานิพนธ์

จากปัญหาและวิกฤตการณ์ทางด้านพลังงาน ทำให้มนุษย์มีความพยายามที่จะหาแหล่งพลังงานใหม่ๆ มาใช้ทดแทนแหล่งพลังงานที่มีใช้อยู่เดิม คือ น้ำมัน ก๊าซธรรมชาติ หรือถ่านหิน ทำให้เกิดแนวความคิดในการนำพลังงานจากชีวมวล (Biomass) มาใช้เป็นพลังงานทดแทน เนื่องจากพลังงานจากชีวมวลมีราคาถูกกว่าราคาของแหล่งพลังงานที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน และการใช้พลังงานจากชีวมวลยังช่วยรักษาสภาพแวดล้อมเพราะไม่ก่อให้เกิดมลพิษ นอกจากนี้การนำเชื้อเพลิงชีวมวลมาใช้ยังต้องคำนึงถึงปัจจัยอื่นประกอบด้วย ซึ่งได้แก่ แหล่งชีวมวล ปริมาณรวมของชีวมวล รวมทั้งเทคโนโลยีการผลิตพลังงานจากชีวมวล เป็นต้น เนื่องจากชีวมวลบางชนิดมีการผลิตตามฤดูกาลหรือมีเฉพาะบางภูมิภาค ดังนั้นในการพิจารณาถึงความเหมาะสมของการนำชีวมวลมาใช้ในการผลิตพลังงานจึงต้องคำนึงถึงปัจจัยเหล่านี้ด้วย ในประเทศสหรัฐอเมริกาและประเทศแถบยุโรป มีการนำวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมาใช้เป็นเชื้อเพลิงผลิตพลังงานความร้อนโดยไม่พึ่งพาน้ำมัน ถ้ากลับมาพิจารณาในประเทศไทยซึ่งเป็นประเทศที่มีการทำการเกษตรกรรมเป็นหลักก็สามารถนำแนวความคิดนี้มาดัดแปลงใช้ได้เช่นกัน

ในงานวิจัยชิ้นนี้ มีความสนใจที่จะนำเหง้ามันสำปะหลัง (Cassava-Rhizome) มาใช้เป็นเชื้อเพลิง ในระดับอุตสาหกรรมขนาดเล็กในชนบทและอุตสาหกรรมขนาดกลาง เนื่องจากประเทศไทยปลูกมันสำปะหลังโรงงาน (ยกเว้นภาคใต้) ผลิตหัวมันสดได้ปีละ 20 ล้านตัน จากพื้นที่เพาะปลูกประมาณ 9 ล้านไร่ โดยเฉพาะในภาคอีสานมีพื้นที่ปลูกประมาณ 6 ล้านไร่ ผลิตหัวมันสดได้ปีละ 12 ล้านตัน ตามรายงานของสถาบันวิจัยพลังงานร่วมกับภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล [1] คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในเรื่องการทดลองมันสำปะหลังตากแห้ง (มันเส้น) เป็นเชื้อเพลิงด้วยระบบเผาไหม้สมบูรณ์ โดยได้ส่งตัวอย่างมันสำปะหลังบดละเอียดไปวิเคราะห์หาคุณสมบัติทางด้านการเป็นเชื้อเพลิงของมันสำปะหลังบดละเอียด พอสรุปได้ว่ามันสำปะหลังมี High Calorific Value ประมาณ 3,500 ถึง 4,000 kcal/kg ที่ความชื้น 12% มีปริมาณกำมะถัน (ขั้นสูง) 0.16% และมีสารระเหยขั้นสูงประมาณ 72% เมื่อเปรียบเทียบกับถ่านหินลิกไนต์ของเหมืองแม่เมาะซึ่งมีค่า มี High Calorific Value เฉลี่ยประมาณ 2,500 kcal/kg มีปริมาณกำมะถันสูงถึง 2.1% ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการเผาไหม้ของมันสำปะหลังจะปลดปล่อย SO_x ซึ่งเป็นก๊าซพิษออกมาน้อยกว่าถ่านหินลิกไนต์มาก โดยปกติเหง้ามันสำปะหลังจะถูกเกษตรกรเผาทิ้งหลังจากเก็บเกี่ยวผลผลิตหัวมัน ซึ่งการเผา

เหง้ามันสำปะหลังทิ้งเท่ากับเผาน้ำมันเตาชนิดดี (กำมะถันต่ำกว่า 0.1%) ทิ้งไปปีละ 3 ล้านตัน คิดเป็นมูลค่าประมาณหนึ่งหมื่นห้าพันล้านบาท (คิดที่น้ำมันเตาราคาลิตรละ 5 บาท) [2]

เหง้ามันสำปะหลังเป็นเชื้อเพลิงที่มีราคาถูกมาเมื่อเรียบเทียบกับเชื้อเพลิงชนิดอื่นๆ ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน โดยแสดงการเปรียบเทียบกับราคาของเชื้อเพลิงชนิดอื่นๆ ได้ ดังนี้ [2]

ก๊าซหุงต้ม LPG	ราคากิโลกรัมละ 12 บาท
น้ำมันดีเซล	ราคาลิตรละ 9 บาท
น้ำมันเตา	ราคาลิตรละ 5 บาท
ไฟฟ้า	ราคาหน่วยละ 2.80 บาท
เหง้ามันสำปะหลัง	ราคากิโลกรัมละ 50 สตางค์

หลักการที่จะนำมาใช้ในการออกแบบห้องเผาไหม้ของเตาเผาเหง้ามันสำปะหลัง จะใช้ทฤษฎีการออกแบบห้องเผาไหม้ของเตาเผาขยะมูลฝอยชนิดห้องเผาไหม้เดี่ยว (Single Combustion Chamber) จากงานวิจัยเรื่องการศึกษาและการออกแบบเตาเผาขยะมูลฝอยชนิดห้องเผาไหม้เดี่ยวของ วีรยุทธ ทองส่งแสง [5] พบว่าข้อเสียที่เกิดขึ้นของเตาเผาที่มีห้องเผาไหม้ประเภทนี้คือ ทำให้เกิดการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ หากปริมาณอากาศที่ใช้ในการเผาไหม้มีไม่เพียงพอ นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่นอีกเช่น เวลาในการเผาไหม้ต้องนานเพียงพอเพื่อให้เชื้อเพลิงเผาไหม้หมด รวมทั้งอุณหภูมิในการเผาไหม้ต้องสูงมากพอที่จะทำให้เกิดการเผาไหม้อย่างต่อเนื่อง

เมื่อเราสามารถผลิตความร้อนได้จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงเหง้ามันสำปะหลัง เราจะสามารถนำพลังงานความร้อนที่ได้นี้ไปใช้ในระบบการทำความเย็นแบบดูดซึม (Absorption Refrigeration System) โดยนำพลังงานความร้อนที่ได้จากการเผาไหม้เหง้ามันสำปะหลังมาให้กับเครื่องกำเนิดไอน้ำ (Steam Generator) แล้วนำไอนำที่ได้มาเข้าเครื่องทำความเย็นแบบดูดซึม เราจะสามารถทำความเย็นได้จากพลังงานราคาถูก และสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการแช่เย็นผลผลิตทางการเกษตร การเก็บรักษาดอกไม้ในไร่ที่มีการปลูกดอกไม้ ทำให้เกษตรสามารถลดค่าใช้จ่ายลงไปได้มาก

ในหัวข้อวิทยานิพนธ์นี้ หม้อไอน้ำที่ออกแบบเป็นหม้อไอน้ำแบบท่อไฟ ห้องเผาไหม้ที่ใช้ในการเผาไหม้เหง้ามันสำปะหลังอยู่ภายนอกตัวหม้อไอน้ำ โดยมีลักษณะของเปลือกหม้อไอน้ำเป็นทรงกระบอกวางตัวในแนวนอน ด้านใต้เป็นส่วนของห้องเผาไหม้และช่องทางไหลของก๊าซร้อน โดยให้ตำแหน่งของห้องเผาไหม้อยู่ที่บริเวณด้านหน้า ส่วนช่องทางไหลของก๊าซร้อนจะเชื่อมต่อระหว่างห้องเผาไหม้กับช่องท่อไฟด้านหลังของเปลือกหม้อไอน้ำ

เมื่อเกิดการเผาไหม้ของเหง้ามันสำปะหลัง ความร้อนจากปฏิกิริยาการเผาไหม้จะถ่ายเทความร้อนโดยการพาความร้อนให้กับเปลือกหม้อไอน้ำ สำหรับการถ่ายเทความร้อนโดยการแผ่รังสีความร้อนให้กับเปลือกหม้อไอน้ำจะเกิดขึ้นน้อย เพราะว่าเชื้อเพลิงจากชีวมวลจะให้ควันออกมามากในขณะที่เกิดการเผาไหม้ ซึ่งจะดูดเอารังสีความร้อนไว้ จากนั้นก๊าซร้อนจะไหลจากส่วนห้องเผา

ไหม้ผ่านทางช่องใต้เปลือกหม้อไอน้ำและไหลต่อเข้าไปยังท่อไฟด้านหลังโดยไหลเข้าไปในกลุ่มท่อไฟภายในตัวหม้อไอน้ำเพื่อไหลวกกลับมาทางด้านหน้าของหม้อไอน้ำและปล่อยทิ้งออกสู่บรรยากาศ ท่อไฟที่เดินอยู่ภายในเปลือกหม้อไอน้ำเป็นการเพิ่มพื้นที่ผิวการถ่ายเทความร้อน การถ่ายเทความร้อนที่เกิดขึ้นในท่อไฟเป็นการถ่ายเทความร้อนโดยการพาความร้อนเพียงอย่างเดียว

ก๊าซร้อนที่ได้จากการเผาไหม้ (Flue Gas) เมื่อผ่านท่อไฟในหม้อไอน้ำแล้วยังพบว่ามีอุณหภูมิที่สูงอยู่มาก สามารถนำมาใช้ประโยชน์ (Heat Recovery) ได้โดยการสร้างเครื่องอุ่นเหง้ามันสำปะหลัง (Cassava-Rhizome Dryer) โดยการอบเหง้ามันสำปะหลังด้วยก๊าซร้อนที่ได้จากการเผาไหม้ ก่อนป้อนเหง้ามันสำปะหลังเข้าสู่ห้องเผาไหม้ในเตาเผา เพื่อลดความชื้นในเหง้ามันสำปะหลังลง จะทำให้การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงเหง้ามันสำปะหลังในห้องเผาไหม้ดีขึ้น และได้ค่า Calorific Value ทางความร้อนของเหง้ามันสำปะหลังเพิ่มมากขึ้น

เนื่องจากเชื้อเพลิงเหง้ามันสำปะหลังเป็นเชื้อเพลิงแข็งที่มีค่า Volatile Matter สูง ทำให้เกิด Volatile Gas จากการเผาไหม้มาก ดังนั้นจะต้องออกแบบอุปกรณ์ป้อนเชื้อเพลิงเหง้ามันสำปะหลังเข้าสู่ห้องเผาไหม้ ให้มีความสะดวกในการป้อนเชื้อเพลิงและมีความปลอดภัยต่อการป้อนเชื้อเพลิง เนื่องจากในขณะที่มีการเผาไหม้เชื่อเพลิงเหง้ามันสำปะหลังจะมีเปลวไฟที่มีอุณหภูมิสูงไหลย้อนกลับออกมาที่ด้านหน้าของช่องป้อนเชื้อเพลิง ทำให้เกิดอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงานในการทำงาน

1.2 วัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์

1. ศึกษาคุณสมบัติในด้านการเป็นเชื้อเพลิงของเหง้ามันสำปะหลังแบบชิ้น (Cassava Rhizome Chips)
2. ศึกษาเกี่ยวกับระบบทางความร้อน (Thermal System) ที่ใช้สำหรับการผลิตไอน้ำ โดยใช้เชื้อเพลิงเหง้ามันสำปะหลังแบบชิ้น ซึ่งประกอบด้วยอุปกรณ์ เตาเผาไหม้ (Furnace), หม้อไอน้ำ (Steam Boiler), ระบบน้ำป้อนหม้อไอน้ำ (Boiler Feed Water), ระบบป้อนเชื้อเพลิงเข้าห้องเผาไหม้และอุปกรณ์อุ่นเชื้อเพลิงก่อนเข้าสู่ห้องเผาไหม้ (Feed and Economizer or Cassava-Rhizome Dryer)
3. ทำการออกแบบและจัดสร้างระบบทางความร้อนที่ใช้สำหรับผลิตไอน้ำ โดยใช้ชิ้นเหง้ามันสำปะหลังเป็นเชื้อเพลิง

1.3 ขอบเขตของวิทยานิพนธ์

1. ศึกษาทฤษฎีการเผาไหม้ (Combustion Theory) ทฤษฎีการออกแบบห้องเผาไหม้ (Theory of Combustion Chamber) และทฤษฎีเกี่ยวกับหม้อไอน้ำ (Theory of Boiler)
2. ศึกษาหลักการประหยัดพลังงานความร้อนโดยการใช้ประโยชน์ของการนำกลับความร้อนปล่อยทิ้ง (Economizer or Cassava-Rhizome Dryer)

3. ศึกษาคุณสมบัติทางด้านการเป็นเชื้อเพลิงของเหง้ามันสำปะหลังแบบชิ้น
4. ทำการออกแบบส่วนของห้องเผาไหม้และตัวหม้อไอน้ำ โดยมีข้อกำหนดในการออกแบบคือ หม้อไอน้ำมีความดัน 4 บาร์ (ความดันเกจ) และมีอัตราการผลิตไอน้ำ 25 กิโลกรัมต่อชั่วโมง
5. จัดสร้างเตาเผาเชื้อเพลิงเหง้ามันสำปะหลัง หม้อไอน้ำ ระบบการอุ่นและป้อนเชื้อเพลิง และระบบน้ำป้อนเข้าหม้อไอน้ำ จากนั้นจึงทดสอบการทำงานเพื่อหาประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำ (Overall Boiler Efficiency) และประสิทธิภาพเชิงความร้อน (Thermal Efficiency)
6. วิเคราะห์และสรุปผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์

1.4 ประโยชน์ที่ได้รับจากวิทยานิพนธ์

ถ้าการปรับปรุงประสิทธิภาพของระบบกำเนิดไอน้ำที่ใช้ชิ้นเหง้ามันสำปะหลังเป็นเชื้อเพลิง (An Efficiency Improvement of Steam Generator Using Cassava-Rhizome Chips as Fuel) ดำเนินการสร้างและทดสอบผลจนแล้วเสร็จสมบูรณ์ ประโยชน์ที่จะได้รับ คือ

1. เป็นระบบต้นแบบทางความร้อนที่สามารถนำไปใช้สำหรับอุตสาหกรรมขนาดเล็กในชนบทและอุตสาหกรรมขนาดกลาง รวมทั้งในอุตสาหกรรมที่ต้องการการทำความเย็น ซึ่งจะเป็นอุปกรณ์ที่มีราคาถูกทั้งราคาค่าก่อสร้างและค่าใช้จ่ายทางด้านพลังงาน เป็นการประหยัดพลังงานและเป็นการนำพลังงานที่ถูกทิ้งไปกลับมาใช้ประโยชน์
2. เป็นการเพิ่มรายได้ให้กับเกษตรในการขายเหง้ามันสำปะหลัง เพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงราคาถูก
3. เป็นต้นแบบและแนวทางในการศึกษาความเป็นไปได้ในการนำเหง้ามันสำปะหลังมาเป็นเชื้อเพลิงในระบบการผลิตไอน้ำในโรงจักรพลังไอน้ำ (Steam Power Plant) ในการผลิตกระแสไฟฟ้าต่อไป

1.5 นิยามคำศัพท์เฉพาะ

1. เหง้ามันสำปะหลัง (Cassava-Rhizome) หมายถึง ส่วนหนึ่งของต้นมันสำปะหลังที่อยู่ใต้ดินระหว่างหัวมันสำปะหลัง (Root) กับลำต้น (Stem)
2. ห้องเผาไหม้ (Chamber) หมายถึง บริเวณที่มีการเผาไหม้ มีลักษณะเป็นห้องสี่เหลี่ยมและมีตะกรับรองเชื้อเพลิงไว้ภายใน
3. การเผาไหม้ (Combustion) หมายถึง ปฏิกิริยาทางเคมี ที่เกิดขึ้นตอย่างรวดเร็ว ระหว่างออกซิเจนกับเหง้ามันสำปะหลังภายในห้องเผาไหม้ เป็นไปตามกฎสมดุลทางเคมี เทอร์โมไดนามิกส์ และพลังงานจลน์ทางเคมี

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4. ปริมาณอากาศทางทฤษฎี (Theoretical air) หมายถึง ปริมาณอากาศที่น้อยที่สุดที่ทำให้การเผาไหม้เหง้ามันสำปะหลังภายในห้องเผาไหม้เป็นไปอย่างสมบูรณ์
5. ปริมาณอากาศส่วนเกิน (Excess air) หมายถึง ปริมาณอากาศที่เพิ่มเติมจากปริมาณอากาศทางทฤษฎี เพื่อทำให้การเผาไหม้เหง้ามันสำปะหลังในห้องเผาไหม้เป็นไปอย่างสมบูรณ์
6. แก๊สไอเสีย (Flue gas) หมายถึง แก๊สที่ได้จากการเผาไหม้เหง้ามันสำปะหลัง ประกอบด้วยแก๊ส O_2, CO_2, CO, NO, NO_X, SO_2 และอนุภาคซึ่งเกิดจากการทำปฏิกิริยาเคมีส่วนใหญ่ที่มีขนาดเล็กกว่า 1 ไมครอน
7. ขี้เถ้าลอย (Fly ash) หมายถึง ขี้เถ้าที่ปลิวออกมากับแก๊สไอเสียซึ่งเกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง ได้แก่ เชื้อเพลิงที่เผาไหม้ไม่สมบูรณ์และแร่ธาตุต่างๆ
8. ควัน (Smoke) หมายถึง อนุภาคเล็กๆ ซึ่งเกิดจากเชื้อเพลิงที่เผาไหม้ไม่สมบูรณ์และลอยปนไปกับอากาศ
9. พิกัดหม้อไอน้ำ หมายถึง อัตราการผลิตไอน้ำที่หม้อไอน้ำสามารถผลิตได้ต่อหน่วยเวลา
10. ประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำ (Boiler Efficiency) หมายถึง อัตราส่วนของพลังงานความร้อนที่ได้จากการผลิตไอน้ำต่อพลังงานความร้อนที่ได้จากการเผาไหม้เชื้อเพลิง
11. การอบแห้ง หมายถึง กระบวนการที่ความร้อนถูกถ่ายเทด้วยวิธีใดวิธีหนึ่งไปยังวัสดุที่มีความชื้น เพื่อไล่ความชื้นออกโดยการระเหย โดยอาศัยความร้อนที่ได้รับเป็นความร้อนแฝงของการระเหย