บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มา และความสำคัญของงานวิจัย

โรงไฟฟ้าแม่เมาะ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ประกอบด้วยโรงไฟฟ้าขนาด 150 MW จำนวน 4 หน่วย และขนาด 300 MW จำนวน 6 หน่วย ซึ่งมีกำลังการผลิตรวม 2,400 MW โดยใช้ถ่านหินลิกไนต์จากบ่อเหมืองแม่เมาะเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตกระแสไฟฟ้า ซึ่งเชื้อเพลิงดังกล่าว เมื่อผ่านกระบวนการเผาไหม้ จะทำให้เกิดมลภาวะจาก ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ดังที่เกิดเหตุการณ์ผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมในอดีต ดังนั้น โรงไฟฟ้าแม่เมาะจึงได้ดำเนินการติดตั้งเครื่องกำจัด ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (Flue Gas Desulfurization: FGD) ซึ่งสามารถลดปัญหาด้านมลภาวะลงได้อย่างเป็นรูปธรรม

ในกระบวน การเดินเครื่องกำจัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (FGD) ที่มีประสิทธิภาพสูงสุด จะต้องควบคุมอุณหภูมิของก๊าซไอเสีย ยทางด้านขาเข้าของระบบ FGD ให้มีค่าไม่เกิน 180 ^{o}C แต่ในสภาพการเดินเครื่องปัจจุบัน พบว่าอุณหภูมิของก๊าซไอเสียก่อนเข้าสู่ระบบ FGD นั้น มีค่าสูงเกินกว่าที่กำหนด (มีค่าอยู่ระหว่าง 181 - 183 ^{o}C) ซึ่งส่งผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของระบบ FGD ลดต่ำลง และอาจส่งผลให้อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน Gas to Gas Heater (GGH) ของระบบ FGD เสียหาย

เมื่ออุณหภูมิก๊าซไอเสียทางด้านขาเข้า ของระบบ FGD มีค่าสูงจนถึง 185 ^{o}C ระบบป้องกันอัตโนมัติของโรงไฟฟ้า จะ ตัดโรงไฟฟ้าออกจากระบบ ทำให้ไม่สามารถ จ่ายกระแสไฟฟ้า ได้ ดังนั้น เพื่อเป็นการป้องกันเหตุการณ์ดังกล่าว เมื่ออุ ณหภูมิก๊าซไอเสียด้านขาเข้าของ ระบบ FGD เริ่มมีค่าสูงใกล้ถึงค่าที่กำหนดไว้ (185 ^{o}C) โรงไฟฟ้าจะต้องลดกำลังการผลิตลง เพื่อลดปริมาณเชื้อเพลิงที่ป้อนเข้าสู่เตา ส่งผลให้ประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำ และประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้าลดลงไปด้วย

ในปี 2558 ค่าความสูญเสียจากสาเหตุ ของอุณหภูมิก๊าซไอเสียก่อนเข้าสู่ระบบ FGD มีค่าสูงกว่าที่กำหนด แสดงในตารางที่ 1.1

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 1.1 ข้อมูล MWh Loss ของโรงไฟฟ้าหน่วยที่ 6 จากปัญหาอุณหภูมิก๊าซไอเสียสูงกว่าค่าที่กำหนด ในปี 2558

	MWh	Event Hours (ชั่วโมง)	มูลค่าที่สูญเสีย (บาท)
MWh Loss	1,521.85	57.634	4,995,481.45

หมายเหตุ สูญเสียรายได้กรณีโรงไฟฟ้าแม่เมาะลดกำลังการผลิต ตามสัญญาที่ให้ไว้กับศูนย์ควบคุมระบบกำลังไฟฟ้าแห่งชาติ ปี 2558 : 1.3129 บาท/หน่วย [kWh] ในช่วงระหว่างเดือน มีนาคม- พฤษภาคม และ 1.2995 บาท/หน่วย [kWh] ในช่วงระหว่างเดือน มิถุนายน-กรกฎาคม

ในกรณีที่ต้องลดกำลังการผลิต มีความจำเป็นที่ต้องจุดน้ำมัน (Warm-up Oil) เข้าใช้งานเพื่อเป็นพลังงานสำรอง (Support Energy) เนื่องจาก เมื่อลดกำลังการผลิต ปริมาณเชื้อเพลิงถ่านที่ป้อนเข้าสู่หม้อไอน้ำจะลดลง อาจจะส่งผลให้เปลวไฟที่เผาไหม้ภายในเตา ปั่นป่วน ซึ่งอาจทำให้ตัวตรวจจับเปลวไฟไม่สามารถตรวจจับได้ (Flame Failure) และระบบป้องกันอัตโนมัติ ของหม้อไอน้ำทำงานปลดโรงไฟฟ้าออกจากระบบ ดังนั้น เมื่ อลดกำลังการผลิต กระแสไฟฟ้าลง จำเป็น ต้องมีการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงเพื่อเป็นพลังงานสำรอง มูลค่าที่สูญเสียไปแสดงในตารางที่ 1.2

ตารางที่ 1.2 ปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่โรงไฟฟ้าแม่เมาะหน่วยที่ 6 ใช้กรณีที่ต้องลดกำลังการผลิต เนื่องจากปัญหาอุณหภูมิก๊าซไอเสียสูงกว่าค่าที่กำหนด ปี 2558

	ลิตร	มูลค่า (บาท)
Fuel Oil Consumption	155,484.36	3,125,668.26

หมายเหตุ : ราคาน้ำมัน 19.39 บาท/ลิตร ในช่วงระหว่างเดือน มีนาคม- พฤษภาคม และ 20.65 บาท/ลิตร ในช่วงระหว่างเดือน มิถุนายน-กรกฎาคม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากปัญหาดังกล่าว จะเห็นได้ว่า ในปี 2558 อุณหภูมิของก๊าซไอเสียที่มีค่าสูงกว่าที่กำหนด ส่งผลกระทบต่อโรงไฟฟ้า คิดเป็นมูลค่าการสูญเสียที่ต้องลดกำลังการผลิตลงมา และปริมาณน้ำมันที่ใช้เพื่อเป็นพลังงานสำรอง ประมาณ 8,121,149.72 บาท ดังข้อมูลที่แสดงในตารางที่ 1.3

ตารางที่ 1.3 มูลค่าสูญเสียรวมของโรงไฟฟ้าหน่วยที่ 6 กรณีเกิดปัญหา อุณหภูมิก๊าซไอเสียสูงกว่าค่าที่กำหนด ในปี 2558

กรณีเกิดปัญหาอุณหภูมิก๊าซไอเสียสูงกว่าค่าที่กำหนด	มูลค่าที่สูญเสีย (บาท)
MWh Loss	4,995,481.45
Fuel Oil Consumption	3,125,668.26
รวม	8,121,149.72

หนทางหนึ่งในการแก้ปัญหาดังกล่าว คือ การลดอุณหภูมิของก๊าซไอเสียลง โดยการดึงความร้อนออกจากก๊าซไอเสียมาอุ่นอากาศก่อนเข้าสู่หม้อไอน้ำ ซึ่งไม่เพียงแต่เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของระบบ FGD ยังเป็นการประหยัดพลังงานที่ป้อนเข้าสู่หม้อไอน้ำด้วยอีกทางหนึ่ง โดยปกติแล้วโรงไฟฟ้าแม่เมาะได้ออกแบบให้มีการดึงความร้อนกลับจากก๊าซไอเสีย ด้วยอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน 2 ชนิด คือ อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนแบบปฐมภูมิ (Primary Air Heater: PAH) และอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนแบบทุติยภูมิ (Secondary Air Heater: SAH) อย่างไรก็ตาม ยังไม่มีแนวทางที่ชัดเจนในการบริหารจัดการทางด้านความร้อนที่เหมาะสม จึงทำให้ผู้ปฏิบัติงานต้องใช้ประสบการณ์ในการตัดสินใจ

ในงานวิจัยนี้จะหาแนวทางในการกำหนดอัตราไหลของอากาศ และก๊าซไอเสีย ให้สอดคล้องกับชนิดของถ่านหินที่ป้อนให้แก่หม้อไอน้ำ สามารถควบคุม อุณหภูมิของก๊าซไอเสีย ก่อนเข้าสู่ระบบกำจัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ให้ลดลงมากที่สุด โดยไม่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำ

1.2 สรุปสาระสำคัญจากเอกสารที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

Alstom (2002) ได้ศึกษาแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพ อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนแบบ Rotary Regenerator ของหม้อไอน้ำ โรงไฟฟ้าแม่เมาะ กำลังการผลิต 150 MW โดยการเปลี่ยนแผ่นรับความร้อน เป็นแบบรีดลอน และคลื่นทั้งหมด (Notched and Undulated) ทำให้มีพื้นที่รับความร้อนเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ อุณหภูมิก๊าซไอเสียด้านขาออก ลดลงจาก 180 ^{o}C เหลือ 173 ^{o}C จากผลการวิจัยดังกล่าวจึงใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการวิเคราะห์ถึงสภาพพื้นที่รับความร้อนของอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน และนำมาประยุกต์ใช้ในกระบวนการทำงานของแบบจำลองสมรรถนะ

สุนทร (2546) ได้ออกแบบ และสร้างอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนชนิดเทอร์โมไซฟอน โดยดึงความร้อนทิ้งจากก๊าซไอเสีย ด้านขาออก ของอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนปฐมภูมิ ของโรงไฟฟ้าแม่เมาะหน่วยที่ 4 โดยนำความร้อนที่ได้ไปทดแทนระบบไหลเวียนอากาศ (Hot Air Recirculation) ซึ่ง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สามารถลดอุณหภูมิของก๊าซไอเสียก่อนเข้าสู่ระบบกำจัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ลงเหลือ 165 – 170 ^{o}C หรือลดลงจากเดิมประมาณ 10 – 15 ^{o}C ที่อัตราการไหลของอากาศเผาไหม้ในหม้อไอน้ำ (Total Air Flow) 210 kg/s

Kopac และ Hilalci (2007) ได้ศึกษาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงค่าอุณหภูมิบรรยากาศ (Ambient Temperature) ที่มีต่อประสิทธิภาพกระบวนการผลิตของโรงไฟฟ้าพลังความร้อน เชื้อเพลิงถ่านหิน โดยทำการศึกษาค่าอุณหภูมิบรรยากาศ (Ambient Temperature) ระหว่าง 5 – 35 ^{o}C โดยการประเมินผลกระทบต่ออุปกรณ์ต่าง ๆ ในกระบวนการผลิตกระแสไฟฟ้า เช่น หม้อไอน้ำ , กังหันไอน้ำ, อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน เป็นต้น พบว่า เมื่ออุณหภูมิบรรยากาศ (Ambient Temperature) เปลี่ยนแปลง จะส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพหม้อไอน้ำมากที่สุด

Sanpasertparnich and Aroonwilas (2009) ได้ศึกษา และออกแบบ แบบจำลองโรงไฟฟ้าพลังความร้อนเชื้อเพลิงถ่านหิน โดยพิจารณาถึงค่าที่เหมาะสมที่สุดในการเดินเครื่อง เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า โดยโรงไฟฟ้าที่ใช้ในงานวิจัย คือ โรงไฟฟ้าพลังความร้อนขนาด 425 MW ในรัฐอิลลินอยส์ ประเทศสหรัฐอเมริกา ที่ใช้เชื้อเพลิงถ่านหินชนิด Bituminous โดยอาศัยหลักการ Sensitivity Analysis ของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient) ร่วมกับแบบจำลอง Monte Carlo จากผลการวิจัยดังกล่าว พบว่า สิ่งที่มีผลกระทบต่อประสิทธิภาพโรงไฟฟ้าพลังความร้อน เชื้อเพลิงถ่านหิน คือ ปริมาณความชื้นในถ่านหิน , การควบคุมแรงดันที่กังหันไอน้ำแรงดันสูง (High Pressure Turbine), กังหันไอน้ำแรงดันปานกลาง (Intermediate Pressure Turbine) และกังหันไอน้ำแรงดันต่ำ (Low Pressure Turbine), ประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำ , อุณหภูมิของอากาศขาเข้าก่อนผ่านอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน , อุณหภูมิของไอน้ำร้อนยิ่งยวด และไอน้ำร้อนหลังให้ความร้อนซ้ำ

จากข้อมูลที่กล่าวมาทั้งหมดข้างต้น พบว่าการเพิ่มขนาด หรือจำนวนของอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน สามารถทำให้อุณหภูมิของก๊าซไอเสียลดลง แต่ต้องมีการลงทุนค่อนข้างสูง และไม่คุ้มค่าต่อการลงทุนในปัจจุบัน ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นไปที่ วิธีการปรับอัตราการไหลของอากาศ และก๊าซไอเสียที่ผ่านอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน เพื่อทำการวิเคราะห์หาแนวทาง หรือค่าที่เหมาะสมที่สุดในการเดินเครื่องโรงไฟฟ้า ที่ทำให้อุณหภูมิของก๊าซไอเสีย ก่อนเข้าสู่ระบบ FGD มีค่าไม่เกิน 180 ^{o}C โดยจะต้องคำนึงถึงอุณหภูมิบรรยากาศ ด้านขาเข้า ก่อนเข้า สู่อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน เพื่อให้ได้ค่าที่เหมาะสมที่สุดในการเดินเครื่อง และไม่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพของโรงไฟฟ้า หรือกำลังการผลิต

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1.3 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.3.1 หาแนวทางในการกำหนดอัตราการไหลของอากาศ และก๊าซไอเสีย ที่ผ่านอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนทั้งสองชนิด (PAH และ SAH) ให้สอดคล้องกับชนิดของถ่านหินที่ป้อนให้กับหม้อไอน้ำ

1.3.2 สามารถควบคุมอุณหภูมิของก๊าซไอเสีย ก่อนเข้าสู่ระบบ FGD ให้ลดลงมากที่สุด โดยไม่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพหม้อไอน้ำ

1.4 ขอบเขตของงานวิจัย

1.4.1 โรงไฟฟ้าที่นำมาใช้ศึกษาในงานวิจัยนี้ ได้แก่ โรงไฟฟ้าพลังความร้อน เชื้อเพลิงถ่านหินประเภทลิกไนต์ โรงไฟฟ้าแม่เมาะ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย หน่วยที่ 6 ขนาดกำลังการผลิตหน่วยละ 150 MW (ในส่วนของโรงไฟฟ้าแม่เมาะหน่วยที่ 7 ซึ่งใช้งานระบบกำจัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ร่วมกับโรงไฟฟ้าแม่เมาะหน่วยที่ 6 จะนำหลักการที่ได้จากการวิจัย ไปปรับใช้ และขยายผลในภายหลัง)

1.4.2 อุปกรณ์ และตัวแปรต่าง ๆ ของกระบวนการผลิตที่ใช้ศึกษาในงานวิจัยนี้ ได้แก่ หม้อไอน้ำ ประเภท Natural Circulation with 2 Tubular PAH, 2 Ljungstrom SAH, กังหันไอน้ำ ประเภท Tandem Compound 3 Casing Double-Flow Exhaust Reaction Reheat Condensing Type, ชุดควบแน่นประเภท Surface, อุณหภูมิไอน้ำร้อนยวดยิ่ง และไอน้ำหลังให้ความร้อนซ้ำ 530 ^{o}C, ความดันไอน้ำยวดยิ่ง 140 bar(g) และความดันไอน้ำหลังให้ความร้อนซ้ำ 31 bar(g)

1.4.3 ในกระบวนการวิเคราะห์ ค่าต่าง ๆ นำมาจากข้อมูลการทดสอบสมรรถนะหม้อไอน้ำ (Boiler Performance Test) ซึ่งเก็บข้อมูล ณ กำลังการผลิต 150 MW และข้อมูลการเดินเครื่องในสภาวะปกติ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1.5 ประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัย

1.5.1 ได้แบบจำลองสมรรถนะที่สามารถลดอุณหภูมิของก๊าซไอเสีย ก่อนเข้าสู่ระบบกำจัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ภายใต้สภาวะการเดินเครื่องที่เหมาะสมที่สุด ที่ไม่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพโดยรวมของโรงไฟฟ้า

1.5.2 สามารถป้องกันการสูญเสียกำลังการผลิตไฟฟ้า เนื่องจากปัญหาอุณหภูมิขอ งก๊าซไอเสียสูงเกินกว่าที่กำหนดได้

1.5.3 สามารถนำแบบจำลองที่ได้ไปประยุกต์ใช้กับโรงไฟฟ้าที่มีปัญหาในลักษณะเช่นเดียวกัน