วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ปีที่ 27 ฉบับที่ 4 ต.ค.–ธ.ค. 2560
The Journal of KMUTNB., Vol. 27, No. 4, Oct.–Dec. 2017

บทความวิจัย

บทความจากงานประชุมวิชาการทางวิศวกรรมเคมีและเคมีประยุกต์แห่งประเทศไทย ครั้งที่ 26 (TIchE2016)

การศึกษาความเหมาะสมสำหรับการติดตั้งอุปกรณ์ลดอุณหภูมิอากาศด้านขาเข้าเครื่องผลิตไฟฟ้ากังหันก๊าซ เพื่อเพิ่มสมรรถนะการผลิตพลังงานไฟฟ้า

รัฐนนท์ นนท์ไพรวัลย์ และ แคทลียา ปัทมพรหม*
ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์เคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน โทรศัพท์ 0–2564–3002 ต่อ 3125, 3040 อีเมล: cattalee@engr.tu.ac.thh DOI: 10.14416/j.kmutnb.2017.11.018
รับเมื่อ 1 มิถุนายน 2560 ตอบรับเมื่อ 30 สิงหาคม 2560 เผยแพร่ออนไลน์ 22 พฤศจิกายน 2560
© 2017 King Mongkut's University of Technology North Bangkok. All Rights Reserved.

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ทำการศึกษา วิธีการปรับปรุงสมรรถนะเครื่องผลิตไฟฟ้ากังหันก๊าซ ด้วยวิธีการลดอุณหภูมิอากาศด้านขาเข้าเครื่องอัดอากาศ โดยจำลองสภาวะการทำงานด้วยโปรแกรม Aspen Hysys Version 8.6 และใช้ข้อมูลตัวแปรต่าง ๆ จากสภาพการทำงานจริงของเครื่องผลิตไฟฟ้ากังหันก๊าซ ณ อุณหภูมิอากาศ 34 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 49% ซึ่งกำหนดให้เป็นสภาวะมาตรฐานโดยได้ทำการเปรียบเทียบ 3 กรณี คือ 1) กรณีไม่ติดตั้งระบบลดอุณหภูมิ 2) ติดตั้งระบบการพ่นละอองน้ำ 3) ติดตั้งระบบการทำความเย็นด้วยไฟฟ้า โดยพบว่าระบบการพ่นละอองน้ำ และระบบการทำความเย็นด้วยไฟฟ้า จะทำให้กำลังการผลิตไฟฟ้าของเครื่องผลิตไฟฟ้ากังหันก๊าซสูงขึ้น จากเดิม 7.02% และ 13% ตามลำดับ

คำสำคัญ: เครื่องผลิตไฟฟ้ากังหันก๊าซ, ระบบการพ่นละอองน้ำ, ระบบการทำความเย็นด้วยไฟฟ้า, วัฏจักรเบรย์ตันอุดมคติ

การอ้างอิงบทความ: รัฐนนท์ นนท์ไพรวัลย์ และ แคทลียา ปัทมพรหม, "การศึกษาความเหมาะสมสำหรับการติดตั้งอุปกรณ์ลดอุณหภูมิอากาศด้านขาเข้าเครื่องผลิตไฟฟ้ากังหันก๊าซ เพื่อเพิ่มสมรรถนะการผลิตพลังงานไฟฟ้า," *วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ*, ปีที่ 27, ฉบับที่ 4, หน้า 699–706, ต.ค.–ธ.ค. 2560

Research Article

Selected Paper from the 26th TIChe National Conference "Innovative Technology toward Sustainable Development"

Performance Improvement for Gas Turbine by Inlet Air Cooling Method

Rattanon Nonpaiwan and Cattaleeya Pattamaprom*
Department of Chemical Engineering, Faculty of Engineering, Thammasat University, Bangkok, Thailand

* Corresponding Author, Tel. 0–2564–3002 Ext. 3125, 3040, E–mail: cattalee@engr.tu.ac.th
DOI: 10.14416/j.kmutnb.2017.11.018
Received 1 June 2017; Accepted 30 August 2017; Published online: 22 November 2017
© 2017 King Mongkut's University of Technology North Bangkok. All Rights Reserved.

Abstract

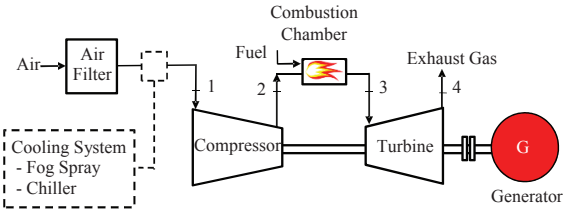
This paper studies the performance improvement for gas turbine with a capacity of 292 MW by applying the inlet air cooling method. The effect of operating conditions on the performance of gas turbine is simulated by using the computational program, Aspen Hysys version 8.6. The simulation was verified with the actual modified operating condition at the ambient air temperature of 34°C and the relative humidity of 49%. The current study compares the effect of inlet air cooling in 3 cases which are 1) Normal operation (without the inlet air cooling system), 2) With the fogging spray system, 3) With the electric chiller system. The results indicated that the gas turbine with the fogging spray system and the electric chiller system can increase the power output by 7.02% and 13%, respectively.

Keywords: Gas Turbine, Fog Spray, Electric Chiller, The Ideal Brayton Cycle

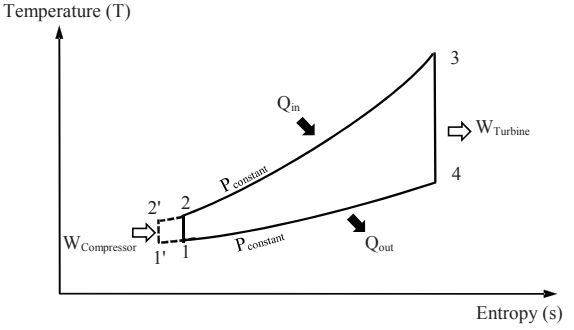
Please cite this article as: R. Nonpaiwan and C. Pattamaprom, "Performance improvement for gas turbine by inlet air cooling method," *The Journal of KMUTNB.*, vol. 27, no. 4, pp. 699–706, Oct.–Dec. 2017 (in Thai).

1. บทนำ

เครื่องผลิตไฟฟ้ากังหันก๊าซเป็นอุปกรณ์สำคัญในกระบวนการผลิตไฟฟ้า ซึ่งปัจจุบันมีการใช้งานกันอย่างแพร่หลาย โดยมีหลักการทำงานที่สำคัญดังนี้ เครื่องอัดอากาศทำหน้าที่ดูดอากาศ ที่สภาพแวดล้อมขณะนั้น (Ambient Condition) ผ่านชุดกรอง (Air Filter) และอัดอากาศให้มีแรงดันสูงขึ้น ก่อนส่งเข้าไปภายในห้องเผาไหม้ โดยมีใบพัดแถวแรกของเครื่องอัดอากาศ (Inlet Air Guide Vane; IGV) ทำหน้าที่ควบคุมปริมาณอากาศด้านขาเข้า จากนั้นอากาศจะผสมกับเชื้อเพลิง และเกิดการเผาไหม้ได้ก๊าซร้อน และเข้าไปขับใบพัดกังหันก๊าซ (Turbine) ให้หมุน และทำให้เกิดงานในรูปของการหมุนที่เพลา ซึ่งเพลามีการต่อเชื่อมกับเพลาหมุนของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า จึงทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าขึ้น หลักการทำงานของเครื่องผลิตไฟฟ้ากังหันก๊าซแสดงดังรูปที่ 1 โดยประสิทธิภาพการผลิตงานจากเครื่องผลิตไฟฟ้ากังหันก๊าซนี้เป็นไปตามวัฏจักรเบรยตัน (Brayton Cycle) แสดงในรูปที่ 2 เครื่องผลิตไฟฟ้ากังหันก๊าซถูกออกแบบให้มีกำลังการผลิตเท่ากับ 292 MW เมื่อมีการทำงานในสภาวะอากาศมาตรฐาน (ISO Condition) โดยมีอุณหภูมิอากาศเท่ากับ 15 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นสภาวะอากาศในประเทศแถบหนาว แต่สำหรับประเทศไทยเราไม่สามารถกำหนดให้มีการทำงานที่สภาวะอากาศนั้นได้ กรณีฤดูหนาวอุณหภูมิอากาศต่ำจะทำให้ความหนาแน่นเพิ่มขึ้น และมีมวลอากาศที่เข้าสู่ห้องเผาไหม้เพิ่มขึ้น จึงส่งผลทำให้กำลังการผลิตไฟฟ้าเพิ่มขึ้นด้วย ในทางตรงข้ามกรณีอากาศร้อนจะทำให้มีมวลอากาศต่ำลง ซึ่งจะทำให้กำลังการผลิตต่ำลงด้วย ขณะที่ในช่วงฤดูร้อนนี้มีปริมาณการใช้ไฟฟ้าสูงกว่าปกติ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทำการปรับปรุงสมรรถนะของเครื่องผลิตไฟฟ้ากังหันก๊าซ ให้เพียงพอต่อปริมาณความต้องการใช้ไฟฟ้า Santos *et al.* [1] ศึกษาการเพิ่มสมรรถนะเครื่องผลิตไฟฟ้ากังหันก๊าซ ด้วยเทคโนโลยีการลดอุณหภูมิอากาศขาเข้าซึ่งเป็นวิธีการที่นิยมมาก มีงานวิจัยทำการศึกษาอย่างแพร่หลาย เนื่องจากมีความง่ายและคุ้มค่าต่อการ



รูปที่ 1 แผนผังการทำงานเครื่องผลิตไฟฟ้ากังหันก๊าซ

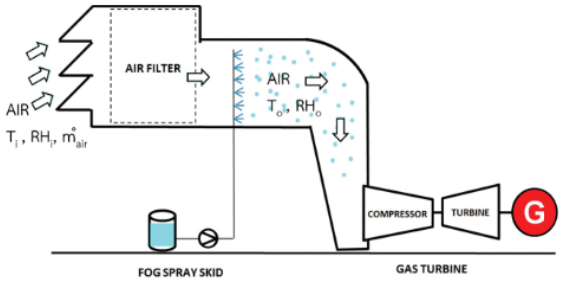


รูปที่ 2 T-s Diagram วัฏจักรเบรยตันอุดมคติ

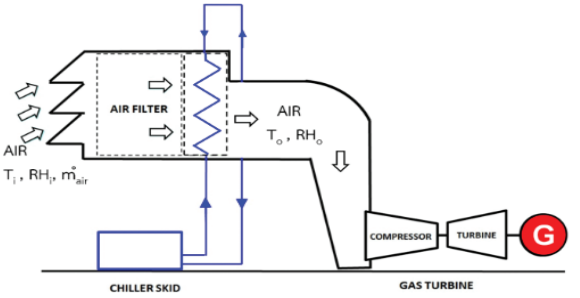
ลงทุน สำหรับวิธีการลดอุณหภูมิอากาศขาเข้ามีหลายวิธี ได้แก่ 1) ระบบการพ่นละอองน้ำ (Fog Spray) 2) การใช้เครื่องทำความเย็นซึ่งมีทั้งแบบดูดซึม (Absorption Chiller) และการทำความเย็นด้วยไฟฟ้า (Electric Chiller) เป็นต้น สำหรับงานวิจัยนี้จะทำการศึกษาการลดอุณหภูมิอากาศด้านขาเข้า 2 ประเภท คือ 1) กรณีติดตั้งระบบการพ่นละอองน้ำ 2) กรณีติดตั้งระบบการทำความเย็นด้วยไฟฟ้า โดยระบบการทำความเย็นทั้งสองแบบ จะทำการติดตั้งเพิ่มเติมเข้าไปกับระบบการทำงานเดิมของเครื่องผลิตไฟฟ้ากังหันก๊าซ ที่บริเวณระหว่างชุดกรองอากาศและเครื่องอัดอากาศ แสดงในรูปที่ 1 (ตำแหน่งเส้นประ) โดยมีรายละเอียดสำหรับการทำงานที่สำคัญ ดังต่อไปนี้

1.1 ระบบการพ่นละอองน้ำ

ระบบการพ่นละอองน้ำ เป็นวิธีการลดอุณหภูมิอากาศด้านขาเข้าเครื่องอัดอากาศ ซึ่งจุดติดตั้งแสดงในรูปที่ 3 โดยมีหลักการทำงาน คือ ปั๊มน้ำแรงดันสูงทำการฉีดพ่นน้ำผ่านหัวฉีด (Nozzle) ซึ่งมีรูช่องว่างขนาดเล็ก เพื่อทำให้



รูปที่ 3 ภาพขยายของระบบการทำความเย็นด้วยวิธีการพ่นละอองน้ำ (Fog Spray)



รูปที่ 4 ภาพขยายของระบบการทำความเย็นด้วยวิธีการทำความเย็นด้วยไฟฟ้า (Electric Chiller)

น้ำกลายเป็นละอองขนาดเล็ก ก่อนเข้าผสมกับอากาศ และสามารถเพิ่มปริมาณน้ำในอากาศจนถึงจุดอิ่มตัว (ความชื้นสัมพัทธ์เพิ่มเป็น 100%) และอุณหภูมิของอากาศจะลดลงเท่ากับอุณหภูมิกระเปาะเปียก เมื่ออุณหภูมิอากาศด้านขาเข้าลดลง จะทำให้งานที่ให้แก่เครื่องอัดอากาศ ($W_{compressor}$) ลดลงด้วยเช่นกัน แสดงในรูปที่ 2 (ตำแหน่ง 1′ และ 2′) Ameri *et al.* [2] ศึกษาผลของการลดอุณหภูมิของอากาศขาเข้า โดยวิธีระบบสเปรย์น้ำแรงดันสูง สำหรับโรงไฟฟ้าขนาดกำลังการผลิต 171.6 MW ผลการศึกษาพบว่าเครื่องผลิตไฟฟ้ากังหันก๊าซ มีกำลังการผลิตไฟฟ้าเพิ่มขึ้น จากการเดินเครื่องปกติ 6.9% และมีพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้เพิ่มขึ้น 13,084 MWh ต่อปี ขณะที่มีความต้องการใช้น้ำบริสุทธิ์ เท่ากับ 8,923 ลูกบาศ์กเมตรต่อปี

1.2 ระบบการทำความเย็นด้วยไฟฟ้า

ระบบการทำความเย็นด้วยไฟฟ้า จะมีชุดคอล์ยทำความเย็น (Cooling Coil) ติดตั้งที่บริเวณชุดกรองอากาศ และเครื่องอัดอากาศ (แสดงในรูปที่ 4) ซึ่งภายในชุดคอล์ยทำความเย็นจะประกอบด้วยท่อโลหะจำนวนมาก และภายในท่อจะมีสารทำความเย็นไหลวน โดยทำหน้าที่แลกเปลี่ยนความร้อนกับอากาศ เครื่องทำความเย็นด้วยไฟฟ้าใช้มอเตอร์ไฟฟ้าในการขับเครื่องอัดไอสารทำความเย็นเพื่อไปแลกเปลี่ยนความร้อนกับอากาศด้านขาเข้าเครื่องอัดอากาศที่ชุดคอล์ยทำความเย็น ระบบการทำความเย็นด้วยไฟฟ้า สามารถลดอุณหภูมิอากาศ โดยไม่มีข้อจำกัดเรื่องสภาพอากาศขณะนั้นมาเกี่ยวข้อง โดยอุณหภูมิของอากาศที่ลดลง จะขึ้นอยู่กับความสามารถในการทำความเย็นของเครื่องทำความเย็นเอง Alhazmy *et al.* [3] ศึกษาวิธีการเพิ่มสมรรถนะเครื่องผลิตไฟฟ้ากังหันก๊าซ ซึ่งมีที่ตั้งอยู่ในประเทศจอร์แดน ศึกษาวิธีการลดอุณหภูมิอากาศ 2 แบบ คือ 1) วิธีการพ่นละอองน้ำ และ 2) วิธีการทำความเย็นด้วยไฟฟ้า ซึ่งการวิจัยใช้วิธีการจำลองการทำงานเครื่องผลิตไฟฟ้ากังหันก๊าซ ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ผลการศึกษาพบว่า ในช่วงฤดูร้อนวิธีการพ่นละอองน้ำ และวิธีการทำความเย็นด้วยไฟฟ้า สามารถเพิ่มกำลังการผลิตไฟฟ้าให้สูงขึ้นได้ใกล้เคียงกัน โดยมีค่าสูงขึ้นจากเดิมประมาณ 5% เนื่องจากวิธีการทำความเย็นด้วยไฟฟ้า ใช้ไฟฟ้าในการขับเคลื่อนสูงมากช่วงฤดูร้อน แต่วิธีการทำความเย็นด้วยไฟฟ้านี้ มีข้อดีคือสามารถควบคุมอุณหภูมิอากาศขาเข้าให้คงที่ โดยไม่ขึ้นกับสภาพอากาศภายนอก (Ambient Temperature) อย่างไรก็ตาม วิธีการทำความเย็นด้วยไฟฟ้า มีค่าลงทุนติดตั้ง ต้นทุนการผลิตและบำรุงรักษาสูงกว่าวิธีการพ่นละอองน้ำ

2. วิธีการวิจัย

งานวิจัยนี้ทำการศึกษาการเพิ่มสมรรถนะเครื่องผลิตไฟฟ้ากังหันก๊าซ โดยวิธีการลดอุณหภูมิอากาศด้านขาเข้าเครื่องอัดอากาศ ประกอบด้วย 2 วิธีการ คือ 1) การติดตั้งระบบการพ่นละอองน้ำ และ 2) ติดตั้งระบบการทำความเย็นด้วยไฟฟ้า โดยจำลองสภาวะการทำงาน

ด้วยโปรแกรม Aspen Hysys ซึ่งข้อมูลในการทดลองนี้เป็นค่าสภาวะการทำงานจริงของเครื่องผลิตไฟฟ้ากังหันก๊าซ รุ่น V94.3A ซึ่งมีกำลังการผลิตไฟฟ้าติดตั้งเท่ากับ 292 MW ที่สภาวะอากาศมาตรฐาน โดยงานวิจัยนี้ได้ศึกษาสภาวะการทำงานของเครื่องผลิตไฟฟ้ากังหันก๊าซ โดยแบ่งเป็น 3 กรณี ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1 กรณีไม่ติดตั้งระบบลดอุณหภูมิ (Base Case)

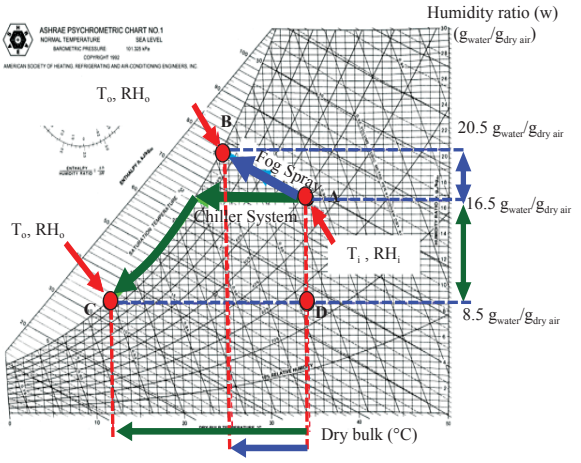
เป็นการศึกษาสภาวะการทำงานตามปกติของเครื่องผลิตไฟฟ้ากังหันก๊าซ โดยจำลองสภาวะการทำงานด้วยโปรแกรม Aspen Hysys กำหนดให้สภาวะอากาศด้านขาเข้า มีค่าเท่ากับสภาวะอากาศจากภายนอก (Ambient Condition) โดยกำหนดให้ความชื้นสัมพัทธ์คงที่เท่ากับ 49% (RH_i) และอุณหภูมิอากาศด้านขาเข้ามีการเปลี่ยนแปลงค่าอยู่ระหว่าง 10–46 องศาเซลเซียส (T_i) ซึ่งกำหนดให้เป็นสภาวะมาตรฐาน (Base Case)

2.2 กรณีติดตั้งระบบการพ่นละอองน้ำ

เป็นการศึกษาวิธีการเพิ่มกำลังการผลิตของเครื่องผลิตไฟฟ้ากังหันก๊าซ กรณีติดตั้งระบบการพ่นละอองน้ำ โดยการทดลองกำหนดให้อุณหภูมิอากาศด้านขาเข้ามีการเปลี่ยนแปลงค่าอยู่ระหว่าง 10–46 องศาเซลเซียส (T_i) และความชื้นสัมพัทธ์มีค่าคงที่เท่ากับ 49% (RH_i) โดยพิจารณาบน Psychometric Chart ในรูปที่ 5 จะพบว่าเมื่ออุณหภูมิอากาศด้านขาเข้า มีค่าเท่ากับ 34 องศาเซลเซียส (ตำแหน่ง A) หลังจากอากาศไหลผ่านระบบการพ่นละอองน้ำแล้ว จะทำให้อากาศมีความชื้นสัมพัทธ์เพิ่มขึ้นเป็น 100% (RH_o) และอุณหภูมิอากาศจะลดลงเหลือ 25.5 องศาเซลเซียส (T_o) (แสดงในตำแหน่ง B) และการคำนวณหาปริมาณน้ำที่ระเหยเข้าไปในอากาศ ($\dot{m}_{spray\ water}$) สามารถคำนวณได้ดังสมการที่ (1) ดังต่อไปนี้

$$\dot{m}_{spray\ water} = \dot{m}_{dry\ air,\ i}\ (w_o - w_i) \qquad (1)$$

เมื่อ $\dot{m}_{dry\ air,\ i}$ คือ อัตรามวลไหลของอากาศแห้งด้านขาเข้า มีหน่วยเป็น kg/s, w_i และ w_o คือ สัดส่วนความชื้นของอากาศที่ตำแหน่งก่อนและหลังผ่านระบบการพ่นละอองน้ำตามลำดับ มีหน่วยเป็น $kg_{H20}/kg_{dry\ air}$



รูปที่ 5 Psychometric Chart สำหรับการทำงานของระบบการพ่นละอองน้ำ และระบบการทำความเย็นด้วยไฟฟ้า

2.3 กรณีติดตั้งระบบทำความเย็นด้วยไฟฟ้า

ศึกษาวิธีการเพิ่มสมรรถนะของเครื่องผลิตไฟฟ้ากังหันก๊าซ โดยการติดตั้งระบบการทำความเย็นด้วยไฟฟ้า ซึ่งกำหนดให้ อุณหภูมิอากาศด้านขาเข้า (T_i) มีค่าอยู่ระหว่าง 13–46 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ (RH_i) คงที่เท่ากับ 49% โดยกรณีอากาศไหลผ่านชุดคอล์ยทำความเย็นแล้ว มีการควบคุมให้เครื่องทำความเย็นสามารถลดอุณหภูมิอากาศด้านขาเข้าให้มีค่าลดลงเหลือ 12 องศาเซลเซียส โดยพิจารณาบน Psychometric Chart ดังแสดงในรูปที่ 5 กรณีอุณหภูมิอากาศด้านขาเข้ามีค่า 34 องศาเซลเซียส (T_i) แสดงในตำแหน่ง A เมื่ออากาศไหลผ่านชุดคอล์ยทำความเย็นแล้วอุณหภูมิอากาศจะลดลงเหลือ 12 องศาเซลเซียส แสดงในตำแหน่ง C ซึ่งการคำนวณหาค่าภาระการทำความเย็น (Q_L) เพื่อออกแบบหาขนาดของเครื่องทำความเย็น [4] เป็นดังสมการที่ (2) ดังต่อไปนี้

$$Q_L = \dot{m}_{dry\ air}\,[(h_A - h_C)] \qquad (2)$$

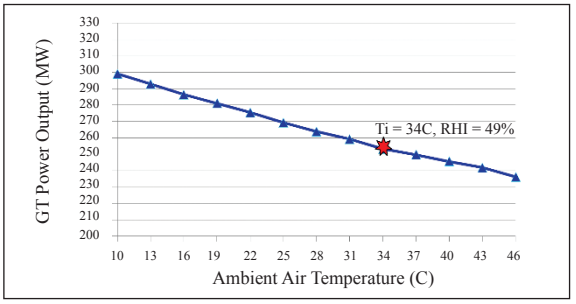
เมื่อ $\dot{m}_{dry\ air}$ คือ อัตรามวลไหลของอากาศแห้งด้านขาเข้าเครื่องอัดอากาศ (kg/s), h_A และ h_C คือ เอนทัลปีของอากาศก่อนเข้าและหลังออกจากชุดคอล์ยทำความเย็น (kJ/kg)

3. ผลการทดลองและอภิปรายผล

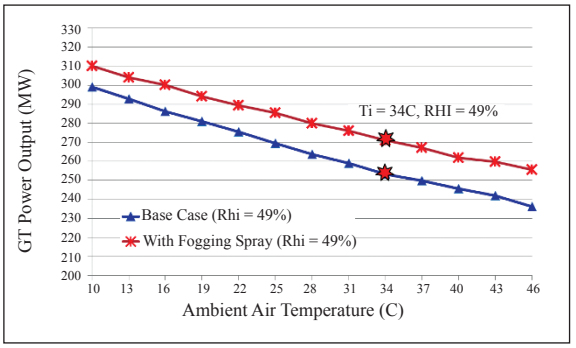
การเพิ่มสมรรถนะการผลิตไฟฟ้าของเครื่องผลิตไฟฟ้ากังหันก๊าซ ด้วยวิธีการลดอุณหภูมิอากาศด้านขาเข้าเครื่องอัดอากาศ ซึ่งสามารถอธิบายได้จากกฎของก๊าซอุดมคติ (Ideal Gas Laws) ด้วยสมการ $\rho = P/RT$ เมื่ออุณหภูมิของอากาศขาเข้าลดลง จะทำให้ความหนาแน่นของอากาศเพิ่มสูงขึ้น ดังนั้นเมื่อทำการสูบอากาศเข้าสู่เครื่องอัดอากาศ (ซึ่งโดยปกติเป็นการอัดอากาศ เข้าที่อัตราการไหลเชิงปริมาตรคงที่) ก็จะทำให้ได้อัตราไหลเชิงมวลของอากาศที่เข้าสู่ห้องเผาไหม้เพิ่มขึ้น และทำให้ระบบควบคุม (ซึ่งป้อนเชื้อเพลิงเป็นสัดส่วนของปริมาณอากาศ) สามารถสั่งเพิ่มปริมาณเชื้อเพลิงได้มากขึ้น ซึ่งจะทำให้ได้พลังงานจากการเผาไหม้สูงขึ้น และมีงานรวม (Turbine Work) สูงขึ้นตามหลักการของวัฏจักรเบรย์ตัน และสามารถเพิ่มงานสุทธิในการขับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Work Net) ให้สูงขึ้น ผลการศึกษาโดยการจำลองสภาวะการทำงานจริงของเครื่องผลิตไฟฟ้ากังหันก๊าซด้วยโปรแกรม Aspen Hysys ซึ่งประกอบด้วยผลการศึกษา 3 กรณี ดังต่อไปนี้

3.1 ผลการศึกษากรณีไม่มีการติดตั้งระบบลดอุณหภูมิอากาศด้านขาเข้า (Base Case)

ผลการจำลองสภาวะการทำงานของเครื่องผลิตไฟฟ้ากังหันก๊าซ กรณีไม่ติดตั้งระบบลดอุณหภูมิอากาศขาเข้าด้วยโปรแกรม Aspen Hysys พบว่ากรณีอุณหภูมิอากาศขาเข้าลดลง จะทำให้กำลังการผลิตไฟฟ้าเพิ่มขึ้น (รูปที่ 6) กรณีอุณหภูมิอากาศขาเข้าเท่ากับ 34 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ 49% เครื่องผลิตไฟฟ้ากังหันก๊าซ จะมี



รูปที่ 6 กำลังการผลิตกรณีที่ไม่มีการติดตั้งระบบลดอุณหภูมิอากาศขาเข้า (Base Case Condition) (เมื่อกำหนดให้ความชื้นอากาศคงที่ 49%RH)

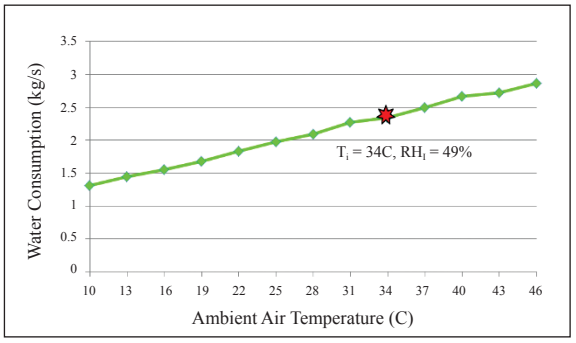


รูปที่ 7 กำลังการผลิตสุทธิ (Net Power Output) กรณีที่ไม่มีและมีการติดตั้งระบบพ่นละอองน้ำ

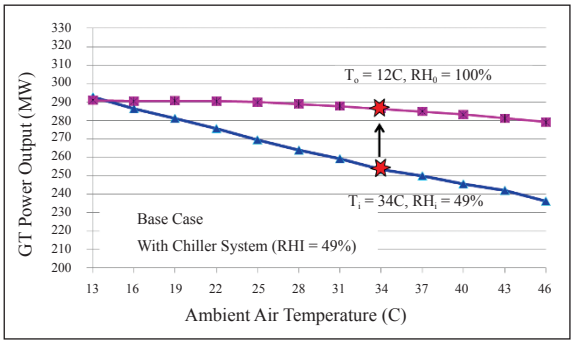
กำลังการผลิตไฟฟ้าเท่ากับ 253 MW

3.2 ผลการศึกษากรณีติดตั้งระบบการพ่นละอองน้ำ

ผลการจำลองสภาวะการทำงานของเครื่องผลิตไฟฟ้ากังหันก๊าซ กรณีการติดตั้งระบบการพ่นละอองน้ำแสดงในรูปที่ 7 โดยที่ตำแหน่งจุดมาร์คในรูปที่ 7 แสดงการเปรียบเทียบกำลังการผลิตไฟฟ้าสุทธิของเครื่องผลิตไฟฟ้ากังหันก๊าซ ระหว่างกรณีไม่ติดตั้ง (Base Case) และการติดตั้งระบบการพ่นละอองน้ำ ซึ่งกรณีการติดตั้งระบบการพ่นละอองน้ำ จะสามารถเพิ่มกำลังการผลิตไฟฟ้าได้สูงขึ้นจาก 253 MW เพิ่มเป็น 271.1 MW คิดเป็น 7.02% ขณะที่ปริมาณน้ำบริสุทธิ์ที่ใช้ในการทำ การพ่นละอองน้ำจะขึ้นอยู่กับสภาพอากาศขาเข้า (แสดงดังรูปที่ 8) โดย



รูปที่ 8 ปริมาณน้ำที่ฉีดพ่นเข้าไปที่ด้านขาเข้าเครื่องอัดอากาศ ณ สภาวะการทำงานต่างๆ เพื่อเพิ่มความชื้นจาก 49% เป็น 100%

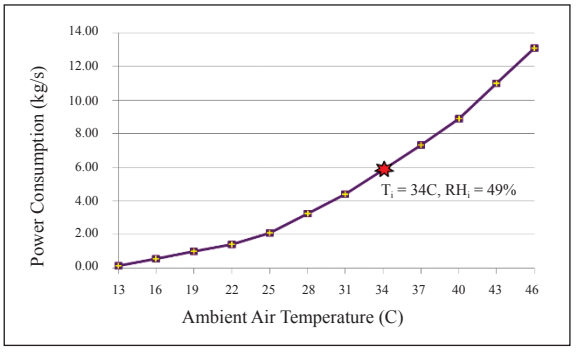


รูปที่ 9 กำลังการผลิตกรณีที่ไม่มีและมีการติดตั้งระบบการทำความเย็นด้วยไฟฟ้า

กรณีอุณหภูมิของอากาศขาเข้าสูง ซึ่งจะต้องใช้ปริมาณน้ำในการในฉีดพ่น มากกว่าสภาพอากาศขาเข้าที่มีอุณหภูมิต่ำ

3.3 ผลการศึกษากรณีติดตั้งระบบทำความเย็นด้วยไฟฟ้า

ผลการจำลองสภาวะการทำงานของเครื่องผลิตไฟฟ้ากังหันก๊าซ กรณีการติดตั้งระบบการทำความเย็นด้วยไฟฟ้า แสดงในรูปที่ 9 โดยที่ตำแหน่งจุดมาร์คในรูปที่ 9 แสดงการเปรียบเทียบกำลังการผลิตไฟฟ้าสุทธิของเครื่องผลิตไฟฟ้ากังหันก๊าซ ระหว่างกรณีไม่ติดตั้งและการติดตั้งระบบการทำความเย็นด้วยไฟฟ้า ซึ่งกรณีติดตั้งระบบการทำความเย็นด้วยไฟฟ้า จะสามารถเพิ่มกำลังการผลิตไฟฟ้าได้สูงขึ้นจาก 253 MW เพิ่มเป็น 286.25 MW คิดเป็น 13% ขณะที่มีกำลังไฟฟ้าที่ใช้เลี้ยงอุปกรณ์การทำความเย็นด้วยไฟฟ้า แสดงดังรูปที่ 10 มีค่าเท่ากับ 5.78 MW ซึ่งกรณีอุณหภูมิอากาศด้านขาเข้ามีค่าสูงขึ้น จะทำให้เครื่องทำความเย็นใช้กำลังไฟฟ้าเลี้ยงอุปกรณ์การทำความเย็นด้วยไฟฟ้าจะมีค่าสูงขึ้น



รูปที่ 10 กำลังไฟฟ้าที่ใช้เลี้ยงอุปกรณ์ไฟฟ้าในระบบการทำความเย็นด้วยไฟฟ้า เพื่อลดอุณหภูมิอากาศขาเข้าที่ RH_i=49% ไปสู่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส (RH_i=100%)

4. สรุป

วิธีการลดอุณหภูมิอากาศด้านขาเข้า เพื่อเพิ่มสมรรถนะเครื่องผลิตไฟฟ้ากังหันก๊าซ โดยวิธีการติดตั้งระบบการพ่นละอองน้ำ และระบบการทำความเย็นด้วยไฟฟ้า จะทำให้เครื่องผลิตไฟฟ้ากังหันก๊าซ มีค่ากำลังการผลิตไฟฟ้าสุทธิเพิ่มขึ้น 7.02% และ 13% ตามลำดับ ขณะที่ปัจจัยด้านความแปรปรวนของอากาศภายนอกจะส่งผลต่อการทำงานของระบบการพ่นละอองน้ำ โดยในช่วงฤดูร้อนซึ่งเป็นช่วงที่มีความต้องการใช้ไฟฟ้าสูง และมีราคาอัตราการขายไฟฟ้าสูง ระบบการพ่นละอองน้ำจะเพิ่มกำลังการผลิตไฟฟ้าต่ำกว่าระบบการทำความเย็นด้วยไฟฟ้า ขณะที่ระบบการทำความเย็นด้วยไฟฟ้าจะสามารถเพิ่มกำลังการผลิตไฟฟ้าได้ทุกสภาวะอากาศ ซึ่งจะทำให้เครื่องผลิตไฟฟ้ากังหันก๊าซมีความพร้อม

ตอบสนองต่อปริมาณการใช้ไฟฟ้าได้สูงกว่าการติดตั้งระบบการพ่นละอองน้ำ

เอกสารอ้างอิง

[1] A. P. P. dos Santos, C. R. de Andrade, and E. L. Zaparoli "A comparative study of gas turbine inlet air cooling methods," in *Proceedings 22nd International Congress of Mechanical Engineering (COBEM 2013)*, November 3–7, 2013, pp. 4826–4835.

[2] P. Suwankut, "Performance improvement for the combine cycle power plant by fog spray cooling system," College of Industrial Technology, King Mongkut's university of Technology North Bangkok, Bangkok, Thailand, 2003.

[3] M. M. Alhazmyand and Y. S. H. Najjar "Augmentation of gas turbine performance using air coolers," *Applied Thermal Engineering*, vol. 24, no. 2–3, pp. 415–429, 2004.

[4] S. Boonnasa and P.Namprakaib, "Sensitivity analysis for the capacity improvement of a combined cycle power plant," *Applied Thermal Engineering*, vol. 28, no. 14–15, pp. 1865–1874, 2008 (in Thai).