บทที่ 4

โรงไฟฟ้ากังหันก๊าซ

Gas Turbine Power Plant

โรงไฟฟ้ากังหันก๊าซได้กลายเป็นหนึ่งในเทคโนโลยีการผลิตไฟฟ้าที่มีความสำคัญและเติบโตอย่างรวดเร็วที่สุดในช่วงหลายทศวรรษที่ผ่านมา ด้วยคุณสมบัติเด่นที่โดดเด่นคือความสามารถในการเริ่มเดินเครื่องได้อย่างรวดเร็วภายในเวลาเพียงไม่กี่นาที ซึ่งแตกต่างอย่างสิ้นเชิงจากโรงไฟฟ้ากังหันไอน้ำที่ต้องใช้เวลาหลายชั่วโมงในการเริ่มเดินเครื่อง คุณสมบัติเฉพาะตัวนี้ทำให้โรงไฟฟ้ากังหันก๊าซเป็นตัวเลือกที่เหมาะสมอย่างยิ่งสำหรับการใช้งานในฐานะโรงไฟฟ้าสำรอง (Peaking Power Plant) และโรงไฟฟ้าฉุกเฉิน ที่ต้องเข้ามาช่วยผลิตไฟฟ้าเมื่อมีความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงหรือเมื่อโรงไฟฟ้าหลักเกิดปัญหา การพัฒนาเทคโนโลยีกังหันก๊าซมีรากฐานมาจากเทคโนโลยีเครื่องยนต์เจ็ท ซึ่งได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่องตั้งแต่สงครามโลกครั้งที่สอง จนกระทั่งปัจจุบันได้มีการนำเทคโนโลยีดังกล่าวมาปรับใช้กับการผลิตไฟฟ้าอย่างแพร่หลาย ด้วยข้อได้เปรียบในด้านน้ำหนักเบา ขนาดกะทัดรัด การบำรุงรักษาที่ง่ายกว่า และมีการปล่อยมลพิษน้อยกว่าโรงไฟฟ้าถ่านหิน ทำให้โรงไฟฟ้ากังหันก๊าซได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะในยุคที่ก๊าซธรรมชาติกลายเป็นเชื้อเพลิงที่มีความสำคัญในระดับโลก

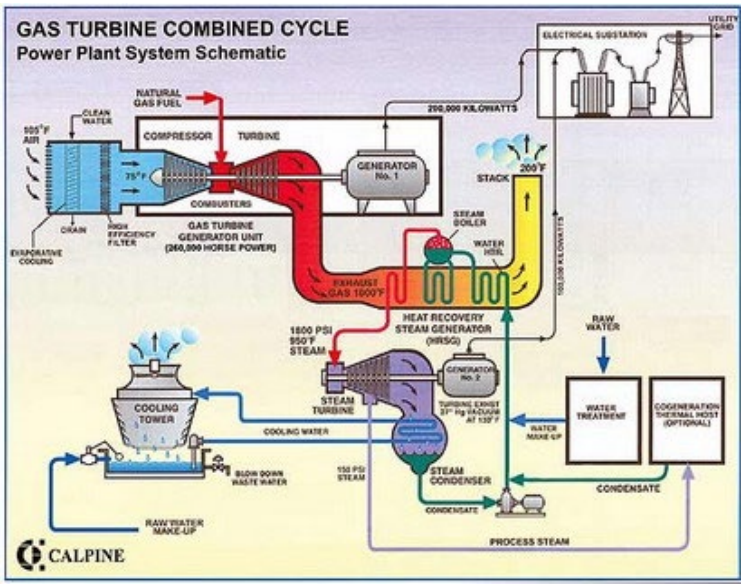
โรงไฟฟ้ากังหันก๊าซทำงานบนพื้นฐานของวัฏจักรเบรย์ตัน (Brayton Cycle) ซึ่งเป็นกระบวนการทางเทอร์โมไดนามิกส์ที่แตกต่างจากวัฏจักรแรงคินที่ใช้ในโรงไฟฟ้ากังหันไอน้ำ โดยประกอบด้วยสามส่วนหลักที่ทำงานร่วมกันอย่างต่อเนื่อง ได้แก่ เครื่องอัดอากาศ (Air Compressor) ห้องเผาไหม้ (Combustor) และกังหันก๊าซ (Gas Turbine) การทำงานเริ่มต้นด้วยการดูดอากาศเข้าสู่เครื่องอัดอากาศ ซึ่งจะทำหน้าที่อัดอากาศให้มีความดันสูงขึ้น 8-15 เท่าของความดันบรรยากาศ อากาศที่ผ่านการอัดจะมีอุณหภูมิสูงขึ้นและถูกส่งเข้าสู่ห้องเผาไหม้ เพื่อผสมกับเชื้อเพลิง (โดยมากเป็นก๊าซธรรมชาติ น้ำมันดีเซล หรือน้ำมันเตา) และเกิดการเผาไหม้อย่างต่อเนื่อง ผลจากการเผาไหม้จะได้ก๊าซร้อนที่มีอุณหภูมิสูงถึง 1,000-1,500 องศาเซลเซียส ก๊าซร้อนนี้จะขยายตัวและพุ่งออกมาด้วยความเร็วสูง เพื่อไปขับเคลื่อนใบพัดของกังหันก๊าซให้หมุน ซึ่งเชื่อมต่อกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเพื่อผลิตไฟฟ้า ความซับซ้อนทางเทคนิคอยู่ที่การควบคุมอุณหภูมิ ความดัน และอัตราการไหลของก๊าซในแต่ละจุดให้เหมาะสมเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุด รวมทั้งการออกแบบใบพัดที่ต้องทนต่ออุณหภูมิและความเร็วรอบสูง โดยใช้วัสดุพิเศษและเทคโนโลยีการระบายความร้อนแบบต่างๆ

หน่วยเรียนนี้จะพานักศึกษาเข้าสู่โลกของโรงไฟฟ้ากังหันก๊าซอย่างครอบคลุมและเข้าใจในเชิงลึก โดยเริ่มต้นจากการทำความเข้าใจหลักการพื้นฐานของวัฏจักรเบรย์ตัน และการวิเคราะห์ทางเทอร์

โมไดนามิกส์ที่เกี่ยวข้อง การศึกษาจะครอบคลุมการออกแบบและการทำงานของแต่ละส่วนประกอบสำคัญ ตั้งแต่เครื่องอัดอากาศแบบต่างๆ (แกนตรง แกนเฉียง และเซนทริฟิวกัล) ห้องเผาไหม้ที่มีการออกแบบให้เผาไหม้ได้อย่างสมบูรณ์และมีประสิทธิภาพ ไปจนถึงกังหันที่ต้องทำงานภายใต้สภาวะอุณหภูมิและความดันสูง การศึกษาประเภทต่างๆ ของโรงไฟฟ้ากังหันก๊าซ เช่น แบบวงจรเปิด (Open Cycle) และวงจรปิด (Closed Cycle) แบบเพลาเดียว (Single Shaft) และสองเพลา (Twin Shaft) แบบหนึ่งขั้นตอน (Simple Cycle) และหลายขั้นตอน (Combined Cycle) จะช่วยให้เข้าใจถึงการเลือกใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมตามวัตถุประสงค์และสภาพแวดล้อมการใช้งาน นอกจากนี้ยังจะได้เรียนรู้เกี่ยวกับเทคนิคการปรับปรุงประสิทธิภาพ เช่น การใช้ Recuperator เพื่อใช้ความร้อนจากไอเสีย การฉีดน้ำหรือไอน้ำ และการใช้ระบบ Combined Cycle ที่รวมกับโรงไฟฟ้ากังหันไอน้ำ การศึกษากรณีตัวอย่างของโรงไฟฟ้ากังหันก๊าซในประเทศไทย เช่น โรงไฟฟ้าสุราษฎร์ธานี และโรงไฟฟ้าลานกระบือ จะช่วยให้เข้าใจถึงการประยุกต์ใช้ในสถานการณ์จริง ความรู้ที่ได้จากหน่วยเรียนนี้จะเป็นรากฐานสำคัญสำหรับการทำงานในยุคที่โลกกำลังเปลี่ยนผ่านไปสู่ก๊าซธรรมชาติและไฮโดรเจนเป็นเชื้อเพลิงหลัก และการพัฒนาระบบไฟฟ้าที่ต้องมีความยืดหยุ่นและตอบสนองได้รวดเร็วต่อการเปลี่ยนแปลงของความต้องการใช้ไฟฟ้า

4.1 โรงไฟฟ้าพลังงานก๊าซ

โรงไฟฟ้ากังหันก๊าซเป็นโรงไฟฟ้าที่ใช้กังหันก๊าซเป็นเครื่องต้นกำลัง พลังงานที่ใช้ได้มาจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงซึ่งเป็นส่วนผสมระหว่างก๊าซธรรมชาติหรือน้ำมันดีเซลกับอากาศความดันสูง (Compressed air) จากเครื่องอัดอากาศ (Air compressor) ในห้องเผาไหม้ เกิดเป็นไอร้อนที่ความดันและอุณหภูมิสูงไปขับดันเครื่องกังหัน ซึ่งจะไปขับเคลื่อนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เพื่อผลิตพลังงานไฟฟ้า เครื่องกังหันก๊าซแบ่งเป็น 2 แบบ คือ Open type และ Closed type เครื่องกังหันก๊าซที่ใช้ส่วนใหญ่เป็นแบบ Open type ซึ่งสามารถแยกตามการออกแบบเป็น Jet type และ Heavy duty type ชนิด Jet type ได้รับการออกแบบให้มีขนาดเล็ก น้ำหนักเบา และมีความเร็วรอบสูง เหมาะที่จะใช้เป็นเครื่องต้นกำลังของเครื่องบิน สำหรับโรงไฟฟ้าส่วนใหญ่เป็นแบบ Heavy duty type โรงไฟฟ้ากังหันก๊าซมีประสิทธิภาพประมาณ 25% สามารถเดินเครื่องได้อย่างรวดเร็ว เหมาะที่จะเป็นโรงไฟฟ้าสำรองเพื่อผลิตพลังงานไฟฟ้าในช่วงความต้องการไฟฟ้าสูงสุด (Peak load period) และกรณีฉุกเฉินมีอายุการใช้งานประมาณ 15 ปี



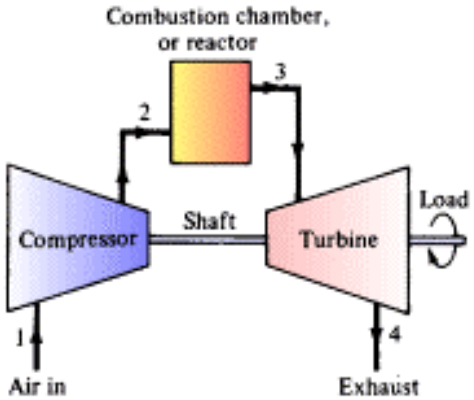
[http://www.vcharkarn.com/electric/article/view.php?id=42731]

รูปที่ 4.1 การทำงานของโรงไฟฟ้ากังหันก๊าซ

รูปที่ 4.1 การทำงานของโรงไฟฟ้ากังหันก๊าซแบบ Combined Cycle (Gas Turbine Combined Cycle Power Plant System Schematic) แสดงแผนผังระบบผลิตไฟฟ้าแบบครบวงจร เริ่มจากการดูดอากาศสะอาดอุณหภูมิ 105°F เข้าเครื่องอัดอากาศ (Compressor) ผ่านหน่วยกรองความชื้น (Evaporative Cooling) จากนั้นผสมกับก๊าซธรรมชาติในห้องเผาไหม้ (Combustors) แล้วขับกังหันก๊าซ (Gas Turbine Generator Unit ขนาด 260,000 แรงม้า) ผลิตไฟฟ้าผ่านเครื่องกำเนิดไฟฟ้าชุดที่ 1 ก๊าซร้อนที่ออกจากกังหัน (อุณหภูมิ 990°F) ถูกนำไปผ่าน Heat Recovery Steam Generator (HRSG) เพื่อผลิตไอน้ำความดัน 1,800 PSI อุณหภูมิ 950°F ขับกังหันไอน้ำ (Steam Turbine) ต่อกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าชุดที่ 2 ไอน้ำที่ใช้แล้วถูกควบแน่นในคอนเดนเซอร์โดยใช้น้ำหล่อเย็นจาก Cooling Tower ก่อนหมุนเวียนกลับ รวมกำลังผลิตทั้งระบบ 200,000 กิโลวัตต์ จ่ายออกสู่ระบบส่งไฟฟ้า (Electrical Substation)

หลักการเบื้องต้นของวัฏจักรกังหันก๊าซ

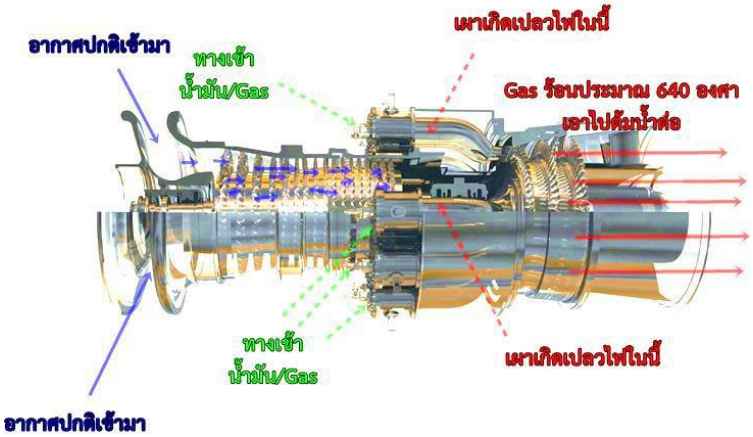
เครื่องกังหันก๊าซ ถูกพัฒนาขึ้นมาครั้งแรกในปี ค.ศ. 1780 หลังการกำเนิดเครื่องกังหันไอน้ำ โดยเจมส์ วัตต์ และใน ค.ศ. 1791 บาร์เบอร์ (J. Barber) เป็นผู้จดสิทธิบัตรเครื่องกังหันก๊าซเครื่องแรกขึ้น โดยอาศัยหลักการของการอัดอากาศให้มีความร้อนสูงก่อนที่จะป้อนเข้าห้องเผาไหม้ เมื่อนำไอร้อนที่เกิดการเผาไหม้เข้าไปในกังหันก๊าซจะเกิดพลังงานกลไปขับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ลักษณะของวัฏจักรกังหันก๊าซแบบเพลาเดียวแสดงในรูปที่ 4.2



http://mte.kmutt.ac.th/elearning/Steam_turbine_and_Gas_turbine/frame/chapter2/lesson5.htm

รูปที่ 4.2 วัฏจักรของเครื่องกังหันก๊าซแบบเพลาเดียว (Single-Shaft Cycle)

รูปที่ 4.2 วัฏจักรของเครื่องกังหันก๊าซแบบเพลาเดียว (Single-Shaft Cycle) แสดงแผนผังแบบง่าย ประกอบด้วย 4 ส่วนหลักที่ต่อร่วมกันบนเพลาเดียว ได้แก่ ทางเข้าอากาศ (Air in) ที่จุดที่ 1 เครื่องอัดอากาศ (Compressor) ที่จุดที่ 2 ห้องเผาไหม้หรือเครื่องปฏิกรณ์ (Combustion chamber, or reactor) ที่จุดที่ 3 กังหัน (Turbine) ที่จุดที่ 4 ซึ่งส่งกำลังออก (Load) และไอเสีย (Exhaust) ออกทางปลาย เพลากลาง (Shaft) เชื่อมต่อระหว่างเครื่องอัดอากาศและกังหัน แสดงให้เห็นหลักการพื้นฐานของวัฏจักรเบรย์ตัน



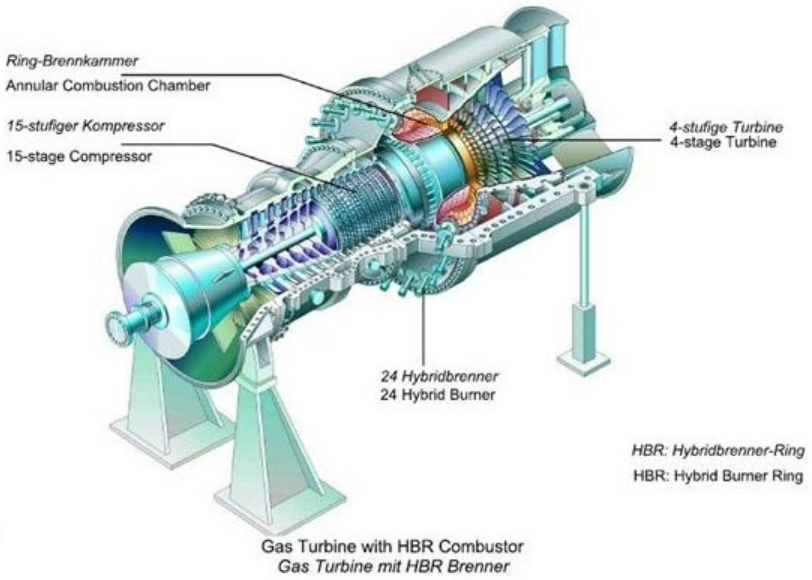
[https://powerplant2.files.wordpress.com/2015/01/g1.jpg?w=1200]

รูปที่ 4.3 การทำงานของเครื่องกังหันก๊าซ

รูปที่ 4.3 การทำงานของเครื่องกังหันก๊าซแสดงภาพตัดโครงสร้างภายในของเครื่องกังหันก๊าซแบบ Heavy Duty พร้อมคำอธิบายภาษาไทย แสดงการไหลของอากาศปกติเข้าสู่ทางซ้ายมือ (อากาศปกติเข้ามา) ผ่านทางเข้าน้ำมัน/Gas สองจุด ก๊าซร้อนประมาณ 640 องศาเซลเซียสไหลออกทางขวาเพื่อเข้าไปผลิตไอน้ำ ส่วนแกนกลางแสดงใบพัดเกิดแปลงไฟฟ้า (เพลาที่เชื่อมต่อกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า)

4.2 กังหันก๊าซ (Gas Turbine)

กังหันก๊าซถูกคิดค้นและจดทะเบียนสิทธิบัตรไว้โดย นายจอห์น บาร์เบอร์ (John Barber) ชาวอังกฤษ ในปี พ.ศ. 2334 ต่อมาได้พัฒนาขึ้นใช้กันอย่างแพร่หลาย เริ่มแรกกังหันก๊าซถูกนำไปใช้กับเครื่องบินเรือเดินทะเล และเป็นต้นกำลังในการผลิตกระแสไฟฟ้า ต่อมาได้ถูกนำไปใช้กับงานต่างๆ อีกมากมาย เช่น รถยนต์ รถแข่ง รถบรรทุก รถรางความเร็วสูง ระบบตู้เย็นกังหันก๊าซ คนเหาะ (Flying Man)



[http://chana.egat.co.th/home/technical-process.php]

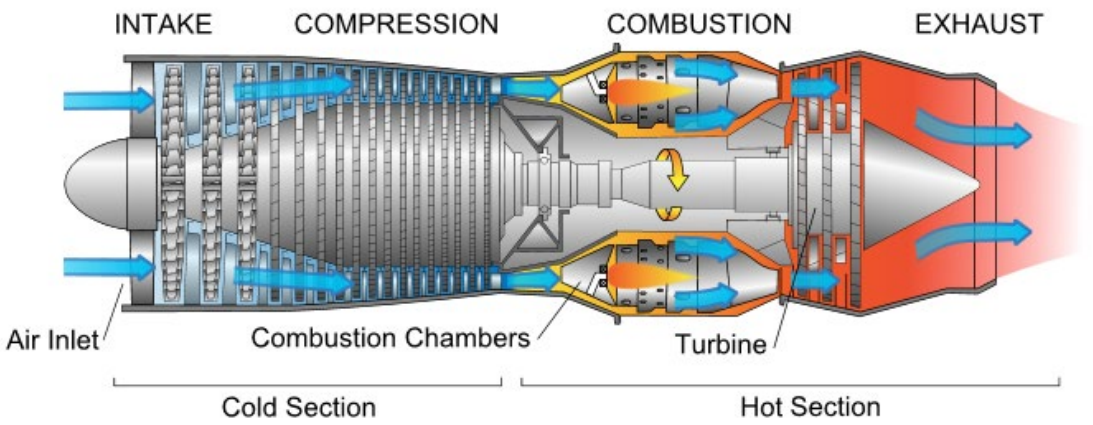
รูปที่ 4.4 กังหันก๊าซ

รูปที่ 4.4 กังหันก๊าซแสดงภาพตัดโครงสร้างภายในของกังหันก๊าซแบบ Heavy Duty ที่ใช้งานในโรงไฟฟ้า มองเห็นส่วนประกอบสำคัญได้แก่ เครื่องอัดอากาศ 15 ขั้น (15-stage Compressor) ห้องเผาไหม้แบบวงแหวน (Annular Combustion Chamber / Ring-Brennkammer) หัวเผาลูกผสม 24 หัว (24 Hybrid Burner / 24 Hybridbrenner) กังหัน 4 ขั้น (4-stage Turbine) และวงแหวนหัวเผาลูกผสม (HBR: Hybrid Burner Ring) แสดงให้เห็นโครงสร้างที่ซับซ้อนของกังหันก๊าซสำหรับผลิตไฟฟ้า

4.2.1 ส่วนประกอบของกังหันก๊าซ

กังหันก๊าซจะทำงานได้ต้องมีส่วนประกอบ 3 อย่างคือ เครื่องอัดอากาศ ห้องเผาไหม้ และตัวกังหัน โดยมีการทำงานดังนี้ คือ อากาศจะถูกอัดด้วยเครื่องอัดอากาศให้มีความดันสูง 8 – 10 เท่า โดยใช้เครื่องอัดอากาศแบบโรตารี แบบอากาศไหลตามแนวแกนหรือไหลตามแนวรัศมี

อากาศความดันสูงจะส่งเข้าไปยังห้องเผาไหม้โดยผ่านท่อลม ในห้องเผาไหม้จะมีหัวฉีดเชื้อเพลิงเข้าไปอย่างต่อเนื่อง เมื่ออากาศผ่านเข้าไปยังห้องเผาไหม้จะทำให้เกิดอุณหภูมิสูงขึ้น และเกิดการขยายตัวทำให้มีความดันเพิ่มขึ้นไปขับดันกังหันให้หมุนโดยเพลาของกังหันสามารถต่อไปใช้งานได้ เช่น เครื่องกำเนิดไฟฟ้า หรือเรือเดินสมุทร ส่วนเครื่องบินไม่ส่งกำลังออกที่เพลา แต่จะมีกังหันก๊าซและเครื่องอัดอากาศขนาดใหญ่ที่ให้กำลังและความเร็วสูงมาก ในการผลักดันเครื่องบินให้เคลื่อนที่ภายในอากาศได้ การเผาไหม้อย่างต่อเนื่องจะทำให้อุณหภูมิของห้องเผาไหม้และเครื่องอัดอากาศมีความร้อนสูง จึงต้องมีการระบายความร้อนให้กับเครื่อง



[https://powerplant2.files.wordpress.com]

รูปที่ 4.5 ส่วนประกอบกังหันก๊าซ

รูปที่ 4.5 ส่วนประกอบกังหันก๊าซแสดงภาพตัดแนวยาวของเครื่องกังหันก๊าซแบบ Jet Type แสดงการแบ่งส่วนการทำงานอย่างชัดเจนเป็น 4 ส่วน ได้แก่ ส่วนดูดอากาศ (INTAKE) ด้านซ้าย ส่วนอัดอากาศ (COMPRESSION) แสดงใบพัดเครื่องอัดอากาศจำนวนมากในส่วน Cold Section ส่วนเผาไหม้ (COMBUSTION) ที่มีห้องเผาไหม้หลายห้อง (Combustion Chambers) และส่วนขับดันก๊าซออก (EXHAUST) ในส่วน Hot Section ซึ่งมีกังหัน (Turbine) อยู่ก่อนทางออก แบ่งเห็นได้ชัดระหว่าง Cold Section และ Hot Section

1. **ข้อดีของเครื่องกังหันก๊าซ** คือ มีการสั่นสะเทือนน้อย ออกแบบง่าย มีประสิทธิภาพการทำงานสูง

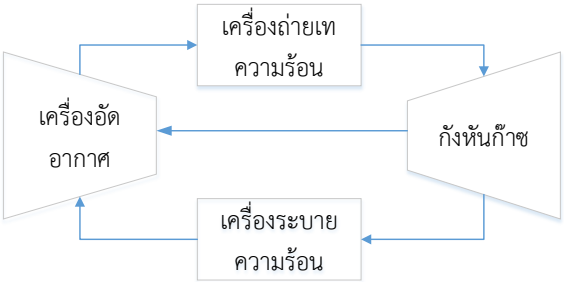
กังหันก๊าซเป็นเครื่องที่ไม่สามารถเริ่มเดินเครื่องด้วยตัวเองได้เหมือนเครื่องยนต์ลูกสูบทั่วๆ ไป จึงต้องมีเครื่องช่วยหมุนจนได้ความเร็วรอบระดับหนึ่ง จึงจะทำการจุดเชื้อเพลิงในห้องเผาไหม้ เครื่องช่วยหมุนนี้อาจใช้มอเตอร์ไฟฟ้า หรือกังหันก๊าซเล็กๆ โดยออกแบบให้มีถังเชื้อเพลิงและชุดอัดอากาศ สำหรับกังหันก๊าซตัวเล็กนี้จะใช้เฟืองหรือชุดเกียร์ขับที่เพลากังหันเมื่อเดินเครื่องได้แล้ว ชุดเกียร์จะถอยออกมา

2. การเพิ่มประสิทธิภาพของกังหันก๊าซ ก๊าซที่ออกจากกังหันจะยังคงมีอุณหภูมิและพลังงานหลงเหลืออยู่อีกมากจึงนำก๊าซร้อนนี้ไปเข้าเครื่องถ่ายเทความร้อน (Heat Exchange) ก่อนที่จะส่งเข้าไปยังเครื่องอัดอากาศ ทำให้อากาศที่ถูกอัดมีอุณหภูมิสูงขึ้นและส่งต่อไปยังห้องเผาไหม้ ทำให้ได้พลังงานเพิ่มขึ้น 20 – 30 เปอร์เซ็นต์ อากาศถูกดูดเข้าเครื่องอัดอากาศ เพิ่มความดันให้สูงขึ้น 8 – 10 เท่า ส่งเข้าไปยังห้องเผาไหม้ที่มีก๊าซหรือน้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง อากาศจะขยายตัวมีความดันสูงขึ้น ไปขับเคลื่อนใบพัดของกังหันก๊าซให้หมุน ซึ่งแกนของกังหันต่อเชื่อมเข้ากับแกนของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าผลิตแรงดันไฟฟ้าจ่ายออกไป ส่วนไอเสียที่ขับดันกังหันแล้วจะยังคงมีอุณหภูมิสูงอยู่ จึงนำก๊าซร้อนนี้ไปถ่ายเทความร้อนเพิ่มให้กับอากาศที่ถูกอัด ทำให้ประสิทธิภาพของอากาศสูงขึ้นกว่าปกติเมื่อเข้าไปสันดาปในห้องเผาไหม้

3. กังหันก๊าซแบบวงจรปิด (Close Cycle Gas Turbine) กังหันก๊าซแบบวงจรปิดโดยมีโครงสร้างและหลักการทำงานเช่นเดียวกับกังหันก๊าซแบบเปิดโดยทั่วไปๆ ไปส่วนที่แตกต่างคือ ใช้อากาศจำนวนเดียวกันหมุนเวียนใช้งานอยู่ในวงจรปิดตลอดเวลา เว้นแต่จะมีการซ่อมบำรุงหรือการรั่วไหลจึงจะเปลี่ยนอากาศ

การทำงานก็คือ เมื่ออากาศถูกอัดด้วยเครื่องอัดอากาศจะถูกส่งเข้าห้องให้ความร้อนสูง (Heater) เกิดการขยายตัวเพิ่มอุณหภูมิและความดันไปหมุนกังหัน หลังจากนั้นจะถูกระบายความร้อนด้วยน้ำทำให้เย็นลง และไหลกลับไปยังเครื่องอัดอากาศ อากาศในวงจรด้านความดันต่ำของวงจรจะถูกอัดความดันให้สูงขึ้นเป็นวงจรเช่นนี้ตลอดไป

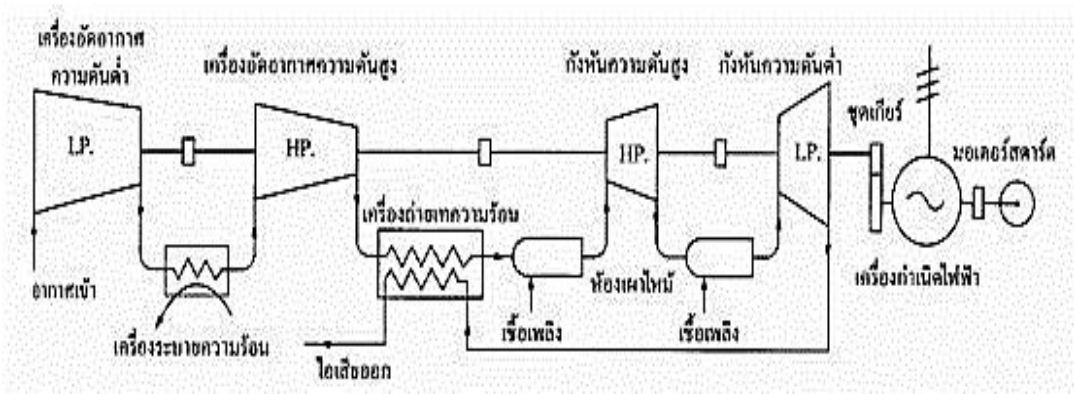
กังหันก๊าซแบบวงจรปิดนี้ มีข้อดีคือสามารถใช้กับเชื้อเพลิงทุกประเภท เช่น ของแข็ง ของเหลวและก๊าซ การให้ความร้อนในห้องให้ความร้อน จะไม่ผสมโดยตรงกับอากาศที่ทำงานในวงจร โดยใช้วิธีการนี้ดัดแปลงไปใช้กับเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ได้ โดยก๊าซนี้ใช้หมุนเวียนในวงจรอาจเปลี่ยนเป็นก๊าซอื่น เช่น ฮีเลียม แต่ข้อเสียของวงจรแบบนี้คือ ต้องใช้ปริมาณน้ำหล่อเย็นมาระบายความร้อนเป็นจำนวนมาก



รูปที่ 4.6 กังหันก๊าซแบบวงจรปิด (Close Cycle Gas Turbine)

รูปที่ 4.6 กังหันก๊าซแบบวงจรปิด (Close Cycle Gas Turbine) แสดงแผนผังบล็อกไดอะแกรมของระบบวงจรปิด ประกอบด้วย 4 ส่วนหลักต่อเชื่อมกันเป็นวงกลม ได้แก่ เครื่องอัดอากาศ (ซ้ายล่าง) รับอากาศจากเครื่องระบายความร้อน อัดแล้วส่งขึ้นไปยังเครื่องถ่ายเทความร้อน (บนซ้าย) อากาศร้อนไหลเข้ากังหันก๊าซ (บนขวา) ก๊าซออกจากกังหันผ่านเครื่องระบายความร้อน (ล่าง) ซึ่งใช้น้ำหล่อเย็นลดอุณหภูมิก่อนส่งกลับเข้าเครื่องอัดอากาศ ทำงานหมุนเวียนโดยไม่ปล่อยก๊าซสู่บรรยากาศ

4. กังหันก๊าซแบบ 2 ตอน (Two Stage Gas Turbine) โดยทั่วๆ ไปกังหันก๊าซจะมีเพียงหนึ่งชุดประกอบอยู่ร่วมกับเครื่องอัดอากาศและห้องเผาไหม้เรียกว่า เครื่องกังหันก๊าซแบบตอนเดียว แต่เพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพและกำลังงานในระบบก็จะเพิ่มจำนวนกังหันก๊าซและเครื่องอัดอากาศขึ้นอีกอย่างละชุดรวมเป็น 2 ชุด จะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานขึ้นอีกประมาณ 40 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจะเรียกว่าเครื่องกังหันก๊าซแบบสอง 2 ตอน หรือถ้าต้องการประสิทธิภาพการทำงานให้สูงขึ้นก็เพิ่มจำนวนกังหันก๊าซและเครื่องอัดอากาศขึ้นไปได้อีก



[วัฒนา, หน้า 109]

รูปที่ 4.7 กังหันก๊าซแบบ 2 ตอน (Two Stage Gas Turbine)

รูปที่ 4.7 กังหันก๊าซแบบ 2 ตอน (Two Stage Gas Turbine) แสดงแผนผังแบบบล็อกไดอะแกรมของระบบ 2 ตอน ประกอบด้วย เครื่องอัดอากาศความดันต่ำ (LP) รับอากาศเข้า ส่งผ่านเครื่องระบาย

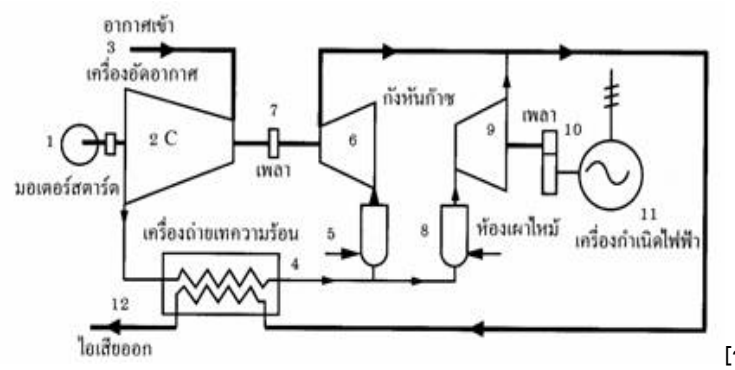
ความร้อน แล้วเข้าเครื่องอัดอากาศความดันสูง (HP) จากนั้นผ่านเครื่องถ่ายเทความร้อนก่อนเข้าห้องเผาไหม้ชุดแรก กังหันความดันสูง (HP Turbine) รับก๊าซร้อนจากห้องเผาไหม้ชุดแรก แล้วส่งก๊าซเข้าห้องเผาไหม้ชุดที่สองก่อนขับกังหันความดันต่ำ (LP Turbine) บนเพลาเดียวกัน ปลายเพลาต่อกับชุดเฟือง มอเตอร์สตาร์ท และเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ก๊าซที่ใช้แล้วออกทางปล่องไอเสีย เส้นเชื้อเพลิงแสดงการป้อนเชื้อเพลิงเข้าห้องเผาไหม้ทั้งสองชุด

การทำงานของกังหันก๊าซแบบ 2 ตอน คือ เริ่มจากเครื่องอัดอากาศความดันต่ำดูดอากาศจากภายนอกเข้ามาทำการอัดอากาศจากปกติให้มีความดันมากขึ้น แต่ยังคงเป็นความดันต่ำอยู่ อากาศอัดจำนวนนี้จะมีความร้อนอยู่ในตัวจึงต้องผ่านเครื่องระบายความร้อนให้อุณหภูมิลดลง โดยยังมีความดันเท่าเดิมส่งผ่านไปยังเครื่องอัดอากาศที่มีความดันสูงอัดอากาศให้สูงขึ้นมากกว่าอากาศปกติ 8 – 10 เท่า และผ่านเข้าห้องถ่ายเทความร้อนเข้าไปยังห้องเผาไหม้เพื่อช่วยให้การลุกไหม้ของเชื้อเพลิงเกิดการขยายตัว มีความร้อนและอุณหภูมิสูงถึงประมาณ 900° C ส่งเข้าไปขับดันกังหันความดันสูงชุดแรก ทำให้กังหันหมุน อุณหภูมิของก๊าซร้อนนี้จะผ่านออกมาจากกังหันก๊าซความดันสูงและผ่านเข้าห้องเผาไหม้ชุดที่ 2 เกิดความร้อนอุณหภูมิสูงขยายตัวส่งออกไปขับดันกังหันก๊าซความดันต่ำอีกเครื่องหนึ่งที่อยู่บนเพลาเดียวกันกับกังหันชุดแรกขับเพลาให้มีกำลังหมุนเร็วขึ้น ซึ่งจะมีความเร็วรอบประมาณ 3000 รอบต่อนาที โดยผ่านชุดเกียร์ซึ่งควบคุมความเร็วรอบให้คงที่และส่งกำลังไปหมุนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ใช้ความเร็วรอบคงที่ คือ 3000 รอบต่อนาที เพื่อผลิตความถี่ให้ได้ 50 เฮิรตซ์ ส่งกำลังไฟฟ้าออกไปโดยมีพิกัดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเป็นกิโลโวลต์แอมแปร์(kVA)

ส่วนก๊าซร้อนที่ออกจากกังหันความดันต่ำจะมีอุณหภูมิลดเหลือประมาณ 500° C จะถูกส่งไปยังเครื่องถ่ายเทความร้อน ทำการถ่ายเทความร้อนให้กับความดันที่ออกจากเครื่องอัดอากาศความดันสูงเพื่อส่งเข้าไปสันดาปภายในห้องเผาไหม้ต่อไป อากาศส่วนที่เหลือจะกลายเป็นไอเสียปล่อยทิ้งออกไปทางปล่องไอเสีย

5. กังหันก๊าซแบบ 2 เพลา (Two Shafts Open – Cycle Gas Turbine) กังหันก๊าซวงจรแบบ 2 เพลา โดยตอนเริ่มเดินเครื่องจะใช้มอเตอร์ เป็นต้น กำลังขับเครื่องอัดอากาศ ให้ทำงานโดยอัดอากาศจากภายนอก ให้มีความดันสูงและเพิ่มอุณหภูมิที่ส่งไปยังห้องเผาไหม้โดยผ่านเครื่องถ่ายเทความร้อน อากาศความดันสูงนี้จะเข้าไปช่วยสันดาปในห้องเผาไหม้ โดยใช้เชื้อเพลิงก๊าซหรือน้ำมันดีเซลเกิดการขยายตัวเข้าไปขับดันกังหัน ให้หมุนซึ่งต่ออยู่บนเพลาเดียวกับเครื่องอัดอากาศและเครื่องอัดอากาศก็จะหมุนตามโดยตัดวงจรมอเตอร์สตาร์ตออกและอากาศความดันสูงอีกส่วนหนึ่งที่ผ่านเครื่องถ่ายเทความร้อน และแยกตัวมาจากห้องเผาไหม้ชุดที่หนึ่งจะถูกส่งเข้าไปยังห้องเผาไหม้ชุดที่ 2 ช่วยสันดาปเชื้อเพลิงให้ลุกไหม้มีอุณหภูมิและความดันสูงเกิดการขยายตัวของก๊าซร้อนจำนวนมากไปขับเคลื่อนกังหัน ที่มีเพลาอีกชุดหนึ่งที่ต่อเข้ากับเฟืองขับ ที่ควบคุมความเร็วให้คงที่ เป็นต้นกำลังขับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าให้หมุน กำเนิดแรงดันไฟฟ้าออกไปใช้งาน ส่วนก๊าซร้อนที่ขับกังหันแล้วก็จะลดอุณหภูมิและความดันส่งออกไปถ่ายเทความร้อนให้กับอากาศความดันสูงที่มาจากเครื่องอัด

อากาศและกลายเป็นไอเสียส่งออกไปทางปล่องไอเสีย กังหันก๊าซแบบ 2 เพลา มีข้อดีคือ สามารถขับเคลื่อนได้เป็นอิสระกับส่วนที่เป็นกังหันก๊าซความดันต่ำ เมื่อมีกำลังขับจากกังหันและเครื่องอัดอากาศความดันสูงเพียงพอก็จะต่อเพลาเข้ากับเครื่องอัดอากาศความดันต่ำเพื่อเพิ่มกำลังการอัดอากาศเข้าสู่ห้องเผาไหม้ ส่งความดันไปหมุนกังหันซึ่งต่ออยู่บนเพลาเดียวกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าผลิตแรงดันไฟฟ้าออกไป หลังจากนั้น ความดันและอุณหภูมิจะลดลงและถูกระบายความร้อนด้วยน้ำ อากาศส่วนนี้ก็จะถูกส่งไปยังเครื่องอัดอากาศความดันต่ำท่อยู่อีกเพลาหนึ่ง ซึ่งจะถูกขับเคลื่อนโดยชุดของกังหันและเครื่องอัดอากาศชุดแรก และจะใช้อากาศที่อัดเป็นความดันแล้วส่งเข้าห้องเผาไหม้อีกทางหนึ่งต่อไป



[วัฒนา, หน้า 109]

รูปที่ 4.8 กังหันก๊าซแบบ 2 เพลา (Two Shafts Open – Cycle Gas Turbine)

รูปที่ 4.8 กังหันก๊าซแบบ 2 เพลา (Two Shafts Open-Cycle Gas Turbine) แสดงแผนผังบล็อกไดอะแกรมของระบบ 2 เพลาแบบวงจรเปิด ระบุหมายเลข 1–12 ที่จุดต่าง ๆ ได้แก่ อากาศเข้าจุดที่ 1 ผ่านเครื่องอัดอากาศ (จุด 1–2–3) เครื่องถ่ายเทความร้อน (จุด 5) ห้องเผาไหม้ (จุด 8) กังหันก๊าซ (จุด 6–9) เพลาหนึ่งต่อกับเครื่องอัดอากาศ อีกเพลาหนึ่ง (จุด 10) ต่อผ่านเฟือง (จุด 7) ไปยังเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (จุด 11) ส่วนมอเตอร์สตาร์ท (จุด 4) เชื่อมกับเพลาแรก และปล่องไอเสีย (จุด 12) อยู่ที่ท้ายระบบ

4.2.2 ห้องเผาไหม้ (Combustion Chamber) (วัฒนา,2541 :107)

ห้องเผาไหม้เป็นโลหะรูปทรงกระบอกมีสองชั้นประกอบกันอยู่ ชั้นนอกเป็นช่องทางเข้าของอากาศความดันสูงที่ถูกอัดเข้ามาจากเครื่องอัดอากาศ ชั้นในเป็นท่อโลหะซ้อนกันอยู่โดยเจาะรูเล็กๆ ไว้เป็นระยะๆ เพื่อให้อากาศความดันสูงเข้าไปผสมกับเชื้อเพลิงทำให้เกิดการลุกไหม้ขยายตัวมีอุณหภูมิและความดันสูงส่งเข้าไปขับเคลื่อนกังหัน ท่อภายในห้องเผาไหม้ที่ถูกถอดออกมาตรวจสอบและบำรุงรักษาตามระยะเวลาที่กำหนด โดยจะทำความสะอาดรูที่ท่อซึ่งอาจมีสิ่งสกปรก เช่น เศษเขม่าหรือผงถ่าน สะสมตกค้างอยู่เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการเผาไหม้อีกวิธีหนึ่ง