แผนการจัดการเรียนรู้

มุ่งเน้นฐานสมรรถนะและบูรณาการปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

ชื่อวิชา ......โรงต้นกำลังไฟฟ้า..... รหัสวิชา .....30104-2040.........ท.ป.น. ......2-0-2........

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2562

ประเภทวิชา ช่างอุตสาหกรรม

สาขาวิชา...ไฟฟ้า......สาขางาน..ช่างไฟฟ้ากำลัง...

จัดทำโดย

ว่าที่ร้อยตรีหญิงศุภรัตน์ ประละภู
วิทยาลัยการอาชีพบ้านผือ

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

รายการตรวจสอบและอนุญาตให้ใช้

ชื่อวิชา .... รหัสวิชา ....

☐ ควรอนุญาตให้ใช้การสอนได้
☐ ควรปรับปรุงเกี่ยวกับ...
....
....

ลงชื่อ..
(...)
หัวหน้าหมวด / แผนกวิชา
............./......................../....................

☐ เห็นควรอนุญาตให้ใช้การสอนได้
☐ ควรปรับปรุงดังเสนอ
☐ อื่น ๆ ....
....
....

ลงชื่อ..
(...)
รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ
............./......................../....................

☐ อนุญาตให้ใช้การสอนได้
☐ อื่น ๆ ....
....

ลงชื่อ..
(...)
ผู้อำนวยการ
............./......................../....................

คำนำ

แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นฐานสมรรถนะ บูรณาการปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง รายวิชาโรงต้นกำลังไฟฟ้า รหัสวิชา 30104-2040 เล่มนี้ ได้จัดทำขึ้นเพื่อใช้เป็นคู่มือประกอบการสอน หรือเป็นแนวทางการสอนในรายวิชาเพื่อพัฒนาผู้เรียนเป็นสำคัญ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2562 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

การจัดทำได้มีการพัฒนาเพื่อให้เหมาะสมกับผู้เรียน โดยแบ่งเนื้อหาออกเป็น 9 หน่วย มีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ มุ่งเน้นฐานสมรรถนะ บูรณาการปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง และค่านิยม ไว้ในหน่วยการเรียนรู้ตามความเหมาะสม สอดคล้องกับเนื้อหา มีแบบทดสอบหลังเรียน พร้อมเฉลย เพื่อให้เกิดประสิทธิผลแก่ผู้เรียนมากยิ่งขึ้น

ผู้จัดทำหวังว่าแผนการจัดการเรียนรู้เล่มนี้ คงจะเป็นแนวทางและเป็นประโยชน์ต่อครู-อาจารย์และนักเรียน หากมีข้อเสนอแนะประการใด ผู้จัดทำยินดีน้อมรับไว้เพื่อปรับปรุงแก้ไขในครั้งต่อไป

ครูผู้สอน
ว่าที่ร้อยตรีหญิงศุภรัตน์ ประลำภู

สารบัญ

	หน้า
คำนำ	3
หลักสูตรรายวิชา	5
หน่วยการเรียนรู้	6
โครงการจัดการเรียนรู้	7
สมรรถนะย่อยและจุดประสงค์การปฏิบัติ	8
ตารางวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชา	14
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง พลังงานไฟฟ้า	15
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง เศรษฐศาสตร์ในการผลิตพลังงานไฟฟ้า	19
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ	22
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังความร้อน	25
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง โรงไฟฟ้ากังหันก๊าซ	29
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง โรงไฟฟ้าความร้อนร่วม	32
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง โรงไฟฟ้าเครื่องยนต์ดีเซล	35
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 เรื่อง โรงไฟฟ้านิวเคลียร์	38
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9 เรื่อง อุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าในโรงไฟฟ้า	41

	โครงการจัดการเรียนรู้ **ชื่อวิชา** โรงต้นกำลังไฟฟ้า **รหัสวิชา** 30104-2040 **ท.ป.น.** 3-0-3 **จำนวนคาบสอน** 3 **คาบ : สัปดาห์** **ระดับชั้น** ปวส.

สัปดาห์ที่	หน่วยที่	ชื่อหน่วย/รายการสอน	จำนวนคาบ
1-2	1	พลังงานไฟฟ้า	6
3-4	2	เศรษฐศาสตร์ในการผลิตพลังงานไฟฟ้า	6
5	3	โรงไฟฟ้าพลังน้ำ	3
6	4	โรงไฟฟ้าพลังความร้อน	3
7	5	โรงไฟฟ้ากังหันก๊าซ	3
8-9	6	โรงไฟฟ้าความร้อนร่วม	6
10-11	7	โรงไฟฟ้าเครื่องยนต์ดีเซล	6
12-13	8	โรงไฟฟ้านิวเคลียร์	6
14-15	9	อุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าในโรงไฟฟ้า	6

หมายเหตุ อาจลงรายละเอียดทุกสัปดาห์ แต่ภาพรวมต้องตรงกับในหนังสือเรียน

	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1	หน่วยที่ 1
	ชื่อวิชา โรงต้นกำลังไฟฟ้า	เวลาเรียนรวม 45 คาบ
	ชื่อหน่วย พลังงานไฟฟ้า	สอนครั้งที่..1../15
ชื่อเรื่อง หน่วยที่ 1 พลังงานไฟฟ้า		จำนวน.....2....คาบ

หัวข้อเรื่อง

1. ความหมายและความสำคัญของพลังงานไฟฟ้า
2. ประเภทของพลังงานไฟฟ้า
3. ข้อแตกต่างของโรงไฟฟ้าแต่ละประเภท
4.หน้าที่หลักของระบบส่งพลังงานไฟฟ้า
5.การส่งไฟฟ้า
6.การควบคุมระบบไฟของประเทศ
7.เข้าใจถึงแผนผังระบบไฟฟ้า

สาระสำคัญ/แนวคิดสำคัญ

พลังงานไฟฟ้า คือพลังงานที่เกิดจากการเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้า หรือการถ่ายโอนพลังงานเมื่อประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ระหว่างจุดที่มีศักย์ไฟฟ้าต่างกัน พลังงานนี้สามารถเปลี่ยนรูปเป็นพลังงานอื่นได้ เช่น ความร้อน แสงสว่าง หรือการเคลื่อนที่ และมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อชีวิตประจำวัน การพัฒนาอุตสาหกรรม การสื่อสาร การคมนาคม และเศรษฐกิจ

สมรรถนะย่อย(Element of Competency)

แสดงความรู้พลังงานไฟฟ้า

จุดประสงค์การปฏิบัติ(Performance Objectives)

1. อธิบายความหมายและความสำคัญของพลังงานไฟฟ้า
2. บอกประเภทของพลังงานไฟฟ้าได้
3. อธิบายข้อแตกต่างของโรงไฟฟ้าแต่ละประเภท
4. เข้าใจถึงหน้าที่หลักของระบบส่งพลังงานไฟฟ้า
5.อธิบายความสำคัญการส่งไฟฟ้า
6. หลักการควบคุมไฟฟ้าของประเทศ
7. อธิบายแผนผังระบบไฟฟ้า

เนื้อหาสาระ

พลังงานไฟฟ้า คือพลังงานที่เกิดจากการเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้า หรือการถ่ายโอนพลังงานเมื่อประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ระหว่างจุดที่มีศักย์ไฟฟ้าต่างกัน พลังงานนี้สามารถเปลี่ยนรูปเป็นพลังงานอื่นได้ เช่น ความร้อน แสงสว่าง หรือการเคลื่อนที่ และมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อชีวิตประจำวัน การพัฒนาอุตสาหกรรม การสื่อสาร การคมนาคม และเศรษฐกิจ

แหล่งที่มาของการเกิดพลังงานไฟฟ้า

พลังงานไฟฟ้าสามารถเกิดขึ้นได้หลายวิธี ทั้งจากธรรมชาติและจากฝีมือมนุษย์:

ปรากฏการณ์ธรรมชาติ: ฟ้าแลบ ฟ้าผ่า

ปฏิกิริยาเคมี: แบตเตอรี่ ถ่านไฟฉาย เซลล์แห้ง

การเปลี่ยนพลังงานแสงสว่าง: เซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Cell)

การใช้พลังงานกล: เครื่องกำเนิดไฟฟ้า ที่ใช้พลังงานจากน้ำไหล (เขื่อน) กังหันลม

การใช้พลังงานความร้อน: โรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนจากเชื้อเพลิงฟอสซิล (ถ่านหิน แก๊สธรรมชาติ)

การใช้พลังงานนิวเคลียร์: โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ จากปฏิกิริยาแตกตัวของอะตอม

พลังงานทดแทน: พลังงานลม ชีวมวล ความร้อนใต้พิภพ และพลังงานจากขยะ

การแปลงรูปพลังงานไฟฟ้า

พลังงานไฟฟ้าสามารถแปลงเป็นพลังงานรูปแบบอื่นได้ เช่น:

พลังงานความร้อน: เครื่องทำความร้อนไฟฟ้า

พลังงานแสงสว่าง: หลอดไฟ

พลังงานกล: มอเตอร์ไฟฟ้า (ใช้ในเครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ เช่น พัดลม เครื่องซักผ้า)

ความสำคัญของพลังงานไฟฟ้า

ชีวิตประจำวัน: ให้แสงสว่าง ทำให้เครื่องใช้ไฟฟ้าทำงาน เช่น ตู้เย็น โทรทัศน์

อุตสาหกรรม: ขับเคลื่อนเครื่องจักรในการผลิตสินค้าต่างๆ

การสื่อสารและคมนาคม: ใช้ในอุปกรณ์สื่อสารและระบบขนส่ง

เศรษฐกิจ: เป็นปัจจัยสำคัญในการพัฒนาเศรษฐกิจ การเพิ่มกำลังการผลิต และการแข่งขันในระดับสากล

พลังงานไฟฟ้า (อังกฤษ: electrical energy) คือพลังงานที่ถ่ายโอนเมื่อประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ระหว่างจุดที่มีศักย์ไฟฟ้าต่างกัน หรือคือเมื่อประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ข้ามความต่างศักย์ไฟฟ้า เมื่อศักย์ไฟฟ้าลดลงหรือเพิ่มขึ้นงานจะเกิดขึ้นเพื่อเปลี่ยนพลังงานของระบบนั้น ปริมาณงานในหน่วยจูลนั้น ได้จากผลคูณของประจุไฟฟ้าที่เคลื่อนที่ในหน่วยคูลอมบ์ และความต่างศักย์ไฟฟ้าที่ตกคร่อมในหน่วยโวลต์

โดยปกติแล้ว พลังงานไฟฟ้าจะขายเป็นกิโลวัตต์ชั่วโมง (1 kW·h = 3.6 MJ) ซึ่งเป็นผลคูณของกำลังไฟฟ้าในหน่วยกิโลวัตต์ คูณด้วยเวลาทำงานเป็นชั่วโมง บริษัทสาธารณูปโภคด้านไฟฟ้าจะวัดพลังงานโดยใช้มิเตอร์ไฟฟ้า ซึ่งจะเก็บผลรวมของพลังงานไฟฟ้าที่ส่งให้ลูกค้า

เครื่องทำความร้อนไฟฟ้าเป็นตัวอย่างหนึ่งของการแปลงพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานความร้อน เครื่องทำความร้อนไฟฟ้าประเภทที่ง่ายที่สุดและพบได้ทั่วไปใช้ความต้านทานไฟฟ้าในการแปลงพลังงานนอกจากนี้ยังมีวิธีอื่น ๆ ในการใช้พลังงานไฟฟ้า ประจุไฟฟ้าจะเคลื่อนที่เป็นกระแสไฟฟ้าในขดลวดทำความร้อนซึ่งมีความต่างศักย์ระหว่างปลายทั้งสอง โดยพลังงานจะถูกถ่ายโอนจากประจุไปยังขดลวดดังกล่าว ทำให้อุณหภูมิของขดลวดและพลังงานความร้อนเพิ่มขึ้น เมื่อประจุสูญเสียพลังงานศักย์ไป

การผลิตไฟฟ้า

การผลิตไฟฟ้าเป็นกระบวนการสร้างพลังงานไฟฟ้าจากพลังงานรูปแบบอื่น

หลักการพื้นฐานของการผลิตไฟฟ้าถูกค้นพบในช่วงคริสต์ทศวรรษ 1820 และต้นคริสต์ทศวรรษ 1830 โดยไมเคิล ฟาราเดย์ นักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษ วิธีการพื้นฐานของเขายังคงใช้มาจนถึงทุกวันนี้ กระแสไฟฟ้าถูกสร้างขึ้นโดยการเคลื่อนที่ของลวดหรือแผ่นจานทองแดงระหว่างขั้วของแม่เหล็ก

หน่วยผลิตไฟฟ้า ถือเป็นขั้นแรกในการส่งไฟฟ้าไปยังผู้บริโภค กระบวนการอื่น ๆ เช่น การส่งไฟฟ้า การจำหน่ายไฟฟ้า การกักเก็บและนำกลับมาผลิตพลังงานไฟฟ้าใหม่โดยวิธีการสูบกลับนั้น มักดำเนินการโดยหน่วยงานอุตสาหกรรมพลังงานไฟฟ้า

ไฟฟ้าส่วนใหญ่มักจะผลิตที่โรงไฟฟ้าโดยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบเครื่องกลไฟฟ้า ซึ่งขับเคลื่อนด้วยเครื่องยนต์ความร้อนที่ใช้การเผาไหม้ทางเคมีหรือปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิชชันเป็นหลัก แต่ยังรวมถึงวิธีการอื่น ๆ เช่น พลังงานจลน์ของน้ำที่ไหลและลม มีเทคโนโลยีอื่น ๆ อีกมากมายที่สามารถใช้ในการผลิตไฟฟ้าได้ เช่น แผงรับพลังงานแสงอาทิตย์ และพลังงานความร้อนใต้พิภพ

สื่อการเรียนรู้

1. อินเทอร์เน็ต

กิจกรรมการเรียนรู้ (สัปดาห์ที่ 1)

ขั้นนำ

1. ครูชี้แจงรายละเอียดเกี่ยวกับคำอธิบายรายวิชา จุดประสงค์รายวิชา การวัดผลและประเมินผลการเรียน คุณลักษณะนิสัยที่ต้องการให้เกิดขึ้น และข้อตกลงในการเรียน
2. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนหน่วยที่ 1 ใช้เวลาประมาณ 20 นาที
3. ครูให้นักเรียนดูเนื้อหาหน่วยที่ 1
4. ครูตั้งคำถามให้นักเรียนช่วยกันตอบ แล้วร่วมกันอภิปรายในเนื้อหาหน่วยที่ 1

ขั้นสอน

1. ผู้เรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน ร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับพลังงานไฟฟ้า แล้วส่งตัวแทนกลุ่มออกมานำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน
2. ให้ผู้เรียนศึกษาเรื่องความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับพลังงานไฟฟ้า
3. ให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มพิจารณาเกี่ยวกับเรื่องพลังงานไฟฟ้า แล้วให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันแสดงความคิดเห็น
4. ผู้เรียนหาข้อมูลเกี่ยวกับความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเรื่องพลังงานไฟฟ้า เช่น ห้องสมุด อินเทอร์เน็ต แล้วบันทึกความรู้
5. ผู้สอนอธิบายความรู้เพิ่มเติม แล้วเปิดโอกาสให้ผู้เรียนซักถามข้อสงสัย

ขั้นสรุป

ผู้เรียนร่วมกันอภิปรายสรุปความรู้เกี่ยวกับความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับพลังงานไฟฟ้า

การวัดผลและประเมินผล

การวัดผล (ใช้เครื่องมือ)	การประเมินผล (นำผลเทียบกับเกณฑ์และแปลความหมาย)
1. แบบทดสอบก่อนเรียน (Pre–test)	(ไว้เปรียบเทียบกับคะแนนสอบหลังเรียน)
2. แบบสังเกตการทำงานกลุ่มและนำเสนอผลงานกลุ่ม	เกณฑ์ผ่าน 60%
3. แบบฝึกหัดหลังหน่วยการเรียนรู้	เกณฑ์ผ่าน 50%
4. แบบทดสอบหลังเรียน (Post–test)	เกณฑ์ผ่าน 50%
5. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ตามสภาพจริง	เกณฑ์ผ่าน 60%

งานที่มอบหมาย

แบบฝึกหัดท้ายบท

ผลงาน/ชิ้นงาน/ความสำเร็จของผู้เรียน

1. รายงานเกี่ยวกับการอภิปรายสรุปความรู้เรื่องการศึกษาและปฏิบัติในงานของผู้เรียน
2. สื่อประกอบการนำเสนอหน้าชั้นเรียน
3. แบบฝึกหัดท้ายหน่วยการเรียนรู้

เอกสารอ้างอิง

"Energy and power in electric circuits - Electric circuits - AQA - GCSE Physics (Single Science) Revision - AQA". BBC Bitesize (ภาษาอังกฤษแบบบริติช). สืบค้นเมื่อ 13 กุมภาพันธ์ 2025.

"Michael Faraday House". The Institution of Engineering & Technology. สืบค้นเมื่อ 8 พฤศจิกายน 2015.

แหล่งข้อมูลอื่น

วิกิมีเดียคอมมอนส์มีสื่อเกี่ยวกับ พลังงานไฟฟ้า

บันทึกหลังการสอน

1. ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้

....

....

....

....

....

....

2. ผลการเรียนของนักเรียน/ผลการสอนของครู/ปัญหาที่พบ

....

....

....

....

....

....

3. แนวทางการแก้ปัญหา

....

....

....

....

....

....

ลงชื่อ.. ลงชื่อ..

(..) (..)

ตัวแทนนักเรียน ครูผู้สอน

	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2	**หน่วยที่ 2**
	ชื่อวิชา โรงต้นกำลังไฟฟ้า	เวลาเรียนรวม 45 คาบ
	ชื่อหน่วย เศรษฐศาสตร์ในการผลิตพลังงานไฟฟ้า	สอนครั้งที่..1../15
ชื่อเรื่อง เศรษฐศาสตร์ในการผลิตพลังงานไฟฟ้า		จำนวน.....6....คาบ

หัวข้อเรื่อง

1. ปัจจัยด้านต้นทุนและประสิทธิภาพ
2. การบริหารจัดการการผลิตไฟฟ้า (Economic Dispatch)
3. ปัจจัยภายนอกที่ส่งผลต่อเศรษฐศาสตร์การผลิตไฟฟ้า
4. บทบาทของพลังงานหมุนเวียน

สาระสำคัญ/แนวคิดสำคัญ

เศรษฐศาสตร์ในการผลิตไฟฟ้าเกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ต้นทุน ประสิทธิภาพ และกลยุทธ์การดำเนินงานเพื่อตอบสนองความต้องการไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด ปัจจัยสำคัญที่ต้องพิจารณา ได้แก่ ต้นทุนเชื้อเพลิงที่แตกต่างกันตามประเภทโรงไฟฟ้า ต้นทุนการดำเนินงานและบำรุงรักษา (O&M) ประสิทธิภาพของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า และปัจจัยภายนอก เช่น สภาพอากาศ การผลิตไฟฟ้าสมัยใหม่ต้องคำนึงถึงการกระจายต้นทุน (Economic Dispatch) เพื่อลดต้นทุนการผลิตรวม และการส่งเสริมพลังงานหมุนเวียนที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างต้นทุนการดำเนินงาน

สมรรถนะย่อย(Element of Competency)

แสดงความรู้เศรษฐศาสตร์ในการผลิตพลังงานไฟฟ้า

จุดประสงค์การปฏิบัติ(Performance Objectives)

1. อธิบายความหมายของปัจจัยด้านต้นทุนและประสิทธิภาพ
2. อธิบายการบริหารจัดการการผลิตไฟฟ้า (Economic Dispatch)
3. บอกปัจจัยภายนอกที่ส่งผลต่อเศรษฐศาสตร์การผลิตไฟฟ้า
4. อธิบายบทบาทของพลังงานหมุนเวียน

เนื้อหาสาระ

เศรษฐศาสตร์ในการผลิตไฟฟ้าเกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ต้นทุน ประสิทธิภาพ และกลยุทธ์การดำเนินงานเพื่อตอบสนองความต้องการไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด ปัจจัยสำคัญที่ต้องพิจารณา ได้แก่ ต้นทุนเชื้อเพลิงที่แตกต่างกันตามประเภทโรงไฟฟ้า ต้นทุนการดำเนินงานและบำรุงรักษา (O&M) ประสิทธิภาพของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า และปัจจัยภายนอก เช่น สภาพอากาศ การผลิตไฟฟ้าสมัยใหม่ต้องคำนึงถึงการกระจายต้นทุน (Economic Dispatch) เพื่อลดต้นทุนการผลิตรวม และการส่งเสริมพลังงานหมุนเวียนที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างต้นทุนการดำเนินงาน

ปัจจัยด้านต้นทุนและประสิทธิภาพ

ต้นทุนเชื้อเพลิง: เป็นต้นทุนผันแปรหลักในโรงไฟฟ้าฟอสซิล โดยมีค่าใช้จ่ายแตกต่างกันตามชนิดของเชื้อเพลิงและเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

ต้นทุนการดำเนินงานและบำรุงรักษา (O&M):

เป็นต้นทุนคงที่และผันแปรที่สำคัญ โดยเฉพาะในโรงไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียนที่อาจมีต้นทุนเชื้อเพลิงน้อย แต่มีต้นทุน O&M เป็นสัดส่วนสำคัญ

ประสิทธิภาพ: พิจารณาจากอัตราส่วนความร้อนจากเชื้อเพลิงต่อกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้ อัตราส่วนยิ่งต่ำยิ่งมีประสิทธิภาพสูง

การบริหารจัดการการผลิตไฟฟ้า (Economic Dispatch)

การกระจายต้นทุน: เป็นกระบวนการจัดสรรการผลิตไฟฟ้าจากหน่วยผลิตต่างๆ เพื่อให้ได้ต้นทุนเชื้อเพลิงต่อหน่วยต่ำที่สุด ซึ่งทำได้โดยพิจารณาต้นทุนเชื้อเพลิงที่เพิ่มขึ้นต่อหน่วยกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้ (dF/dP)

การผสมผสานโรงไฟฟ้า: การตัดสินใจเลือกโรงไฟฟ้าที่เหมาะสมในการผลิตไฟฟ้า เพื่อให้การจ่ายไฟฟ้าเป็นไปอย่างมีต้นทุนต่ำสุด โดยคำนึงถึงประสิทธิภาพและต้นทุนของแต่ละโรงไฟฟ้า

ปัจจัยภายนอกที่ส่งผลต่อเศรษฐศาสตร์การผลิตไฟฟ้า

สภาพอากาศ: ส่งผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญต่อกำลังการผลิตและความสามารถในการดำเนินงานของโรงไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียน โดยเฉพาะพลังงานแสงอาทิตย์และลม

ความต้องการใช้ไฟฟ้า: การเปลี่ยนแปลงของความต้องการไฟฟ้าในแต่ละภาคส่วนเศรษฐกิจ ทั้งภาคอุตสาหกรรม ภาคธุรกิจ และภาคครัวเรือน เป็นตัวกำหนดปริมาณการผลิตที่จำเป็นต้องปรับเปลี่ยนบทบาทของพลังงานหมุนเวียน

ต้นทุนที่ลดลง: พลังงานหมุนเวียนส่วนใหญ่มีต้นทุนเชื้อเพลิงที่ต่ำมากหรือแทบไม่มีเลย

การเพิ่มสัดส่วนการผลิต: การส่งเสริมพลังงานหมุนเวียนเป็นส่วนหนึ่งของนโยบายภาครัฐ เพื่อให้ผู้ผลิตภาคเอกชนมีส่วนร่วมในการผลิตไฟฟ้ามากขึ้น

การจัดการความผันผวน: การเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารจัดการต้นทุน O&M ในโรงไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียนเป็นสิ่งสำคัญในการเพิ่มกำไร

สื่อการเรียนรู้

1. อินเทอร์เน็ต

กิจกรรมการเรียนรู้ (สัปดาห์ที่ 1)

ขั้นนำ

1. ครูชี้แจงรายละเอียดเกี่ยวกับคำอธิบายรายวิชา จุดประสงค์รายวิชา การวัดผลและประเมินผลการเรียน คุณลักษณะนิสัยที่ต้องการให้เกิดขึ้น และข้อตกลงในการเรียน
2. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนหน่วยที่ 1 ใช้เวลาประมาณ 20 นาที
3. ครูให้นักเรียนดูเนื้อหาหน่วยที่ 1
4. ครูตั้งคำถามให้นักเรียนช่วยกันตอบ แล้วร่วมกันอภิปรายในเนื้อหาหน่วยที่ 1

ขั้นสอน

1. ผู้เรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน ร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับเศรษฐศาสตร์ในการผลิตพลังงานไฟฟ้า แล้วส่งตัวแทนกลุ่มออกมานำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน
2. ให้ผู้เรียนศึกษาเรื่องความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเศรษฐศาสตร์ในการผลิตพลังงานไฟฟ้า
3. ให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มพิจารณาเกี่ยวกับเรื่องพลังงานไฟฟ้า แล้วให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันแสดงความคิดเห็น
4. ผู้เรียนหาข้อมูลเกี่ยวกับความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเรื่องเศรษฐศาสตร์ในการผลิตพลังงานไฟฟ้าเช่น ห้องสมุด อินเทอร์เน็ต แล้วบันทึกความรู้
5. ผู้สอนอธิบายความรู้เพิ่มเติม แล้วเปิดโอกาสให้ผู้เรียนซักถามข้อสงสัย

ขั้นสรุป

ผู้เรียนร่วมกันอภิปรายสรุปความรู้เกี่ยวกับความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเศรษฐศาสตร์ในการผลิตพลังงานไฟฟ้า

การวัดผลและประเมินผล

การวัดผล (ใช้เครื่องมือ)	**การประเมินผล** (นำผลเทียบกับเกณฑ์และแปลความหมาย)
1. แบบทดสอบก่อนเรียน (Pre–test)	(ไว้เปรียบเทียบกับคะแนนสอบหลังเรียน)
2. แบบสังเกตการทำงานกลุ่มและนำเสนอผลงานกลุ่ม	เกณฑ์ผ่าน 60%
3. แบบฝึกหัดหลังหน่วยการเรียนรู้	เกณฑ์ผ่าน 50%
4. แบบทดสอบหลังเรียน (Post–test)	เกณฑ์ผ่าน 50%
5. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ตามสภาพจริง	เกณฑ์ผ่าน 60%

งานที่มอบหมาย

แบบฝึกหัดท้ายบท

ผลงาน/ชิ้นงาน/ความสำเร็จของผู้เรียน

1. รายงานเกี่ยวกับการอภิปรายสรุปความรู้เรื่องการศึกษาและปฏิบัติในงานของผู้เรียน
2. สื่อประกอบการนำเสนอหน้าชั้นเรียน
3. แบบฝึกหัดท้ายหน่วยการเรียนรู้

บันทึกหลังการสอน

1. ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้

....
....
....
....
....
....

2. ผลการเรียนของนักเรียน/ผลการสอนของครู/ปัญหาที่พบ

....
....
....
....
....
....

3. แนวทางการแก้ปัญหา

....
....
....
....
....
....

ลงชื่อ.. ลงชื่อ..
(..) (..)
ตัวแทนนักเรียน ครูผู้สอน

	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3	หน่วยที่ 3
	ชื่อวิชา โรงต้นกำลังไฟฟ้า	เวลาเรียนรวม 45 คาบ
	ชื่อหน่วย โรงไฟฟ้าพลังน้ำ	สอนครั้งที่..3../15
ชื่อเรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ		จำนวน.....3....คาบ

หัวข้อเรื่อง

1. ความหมายโรงไฟฟ้าพลังน้ำ
2. หลักการทำงานของโรงไฟฟ้าพลังน้ำ
3. ประเภทของโรงไฟฟ้าพลังน้ำ
4. ข้อดีของโรงไฟฟ้าพลังน้ำ
5. ตัวอย่างโรงไฟฟ้าพลังน้ำในประเทศไทย

สาระสำคัญ/แนวคิดสำคัญ

พลังน้ำ คือ พลังหรือกำลังที่เกิดจากการไหลของน้ำ ซึ่งเป็นพลังที่มีอนุภาพมาก หากไม่สามารถควบคุมได้ พลังน้ำนั้นก็สามารถทำให้เกิดความเสียหายแก่ชีวิตและทรัพย์สินได้อย่างกว้างขวาง ดังตัวอย่างเช่น การเกิดอุทกภัยในบริเวณที่ลาดเชิงเขา หรือบริเวณที่มีความลาดชันสูง และการเกิดสึนามิ เป็นต้น ในทางตรงกันข้าม หากสามารถควบคุมพลังน้ำได้ตามแนวทางที่เหมาะสม พลังน้ำอันมหาศาลนั้น ก็สามารถนำมาใช้เป็นประโยชน์แก่มนุษยชาติ

สมรรถนะย่อย(Element of Competency)

แสดงความรู้เก่ยวกับโรงไฟฟ้าพลังน้ำ

จุดประสงค์การปฏิบัติ(Performance Objectives)

1. อธิบายความหมายของโรงไฟฟ้าพลังน้ำ
2. เข้าใจถึงหลักการทำงานโรงไฟฟ้าพลังน้ำ
3. เข้าใจประเภทของโรงไฟฟ้าพลังน้ำ
4. อธิบายข้อดีของโรงไฟฟ้าพลังน้ำ
5. อธิบายตัวอย่างโรงไฟฟ้าพลังน้ำในประเทศไทย

เนื้อหาสาระ

โรงไฟฟ้าพลังงานน้ำ

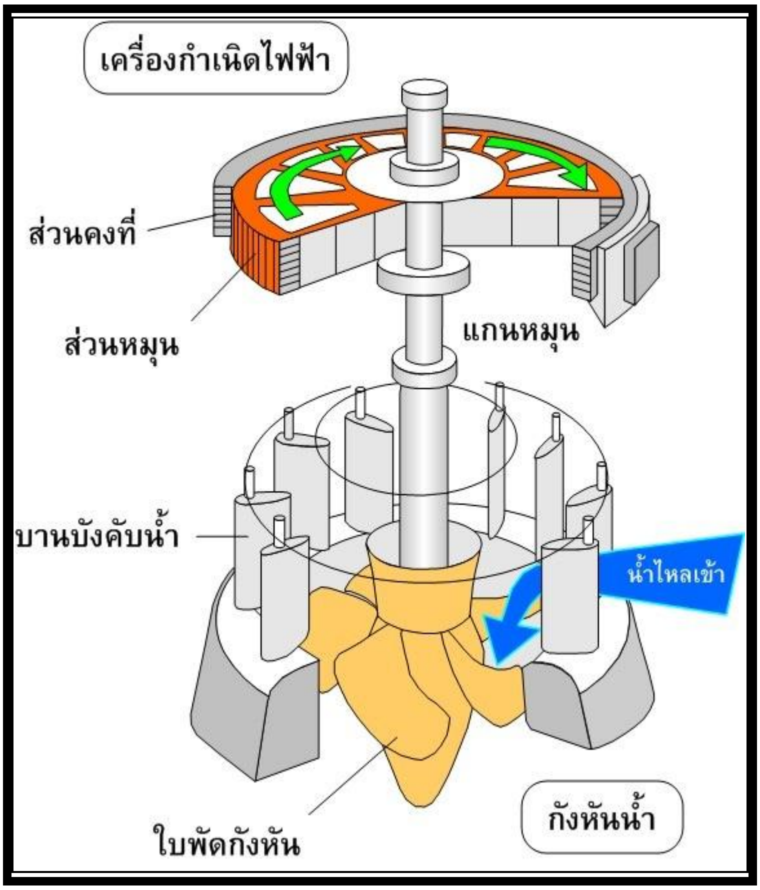
พลังน้ำ คือ พลังหรือกำลังที่เกิดจากการไหลของน้ำ ซึ่งเป็นพลังที่มีอนุภาพมาก หากไม่สามารถควบคุมได้ พลังน้ำนั้นก็สามารถทำให้เกิดความเสียหายแก่ชีวิตและทรัพย์สินได้อย่างกว้างขวาง ดังตัวอย่างเช่น การเกิดอุทกภัยในบริเวณที่ลาดเชิงเขา หรือบริเวณที่มีความลาดชันสูง และการเกิดสึนามิ เป็นต้น ในทางตรงกันข้าม หากสามารถควบคุมพลังน้ำได้ตามแนวทางที่เหมาะสม พลังน้ำอันมหาศาลนั้น ก็สามารถนำมาใช้เป็นประโยชน์แก่มนุษยชาติ

รูปโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำ

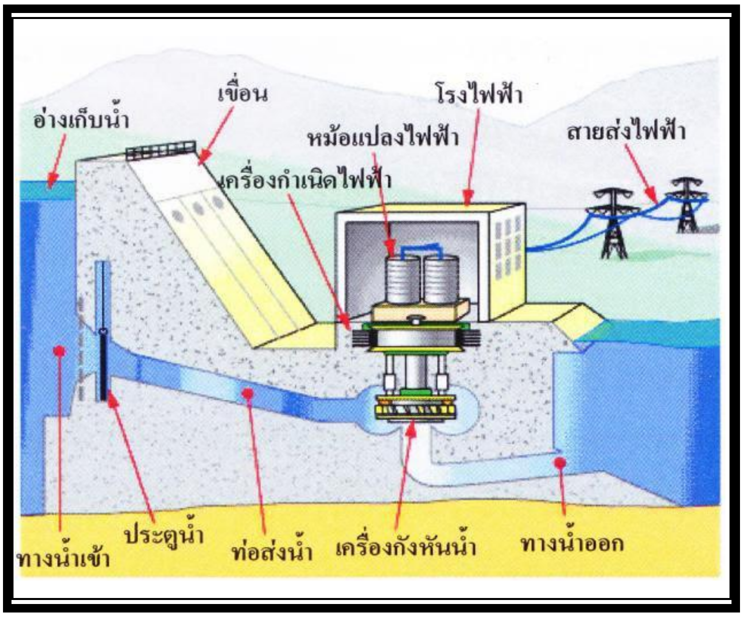
โรงไฟฟ้าพลังงานน้ำ เป็นแหล่งผลิตไฟฟ้าที่สำคัญอีกชนิดหนึ่งของประเทศไทย โรงไฟฟ้าชนิดนี้ใช้น้ำในลำน้ำธรรมชาติเป็นพลังงาน ในการเดินเครื่อง โดยวิธีสร้างเขื่อนปิดกั้นแม่น้ำไว้ เป็นอ่างเก็บน้ำ ให้มีระดับอยู่ในที่สูงจนมีปริมาณน้ำ และแรงดันเพียงพอที่จะนำมาหมุนเครื่องกังหันน้ำและเครื่องกำเนิดไฟฟ้าซึ่งอยู่ในโรงไฟฟ้าท้ายน้ำที่มีระดับต่ำกว่าได้ กำลังผลิตติดตั้งและพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากโรงไฟฟ้าชนิดนี้ จะเพิ่มเป็นสัดส่วนโดยตรงกับแรงดันและปริมาณน้ำที่ไหลผ่านเครื่องกังหันน้ำ

หลักการทำงานของไฟฟ้าพลังน้ำ

1. หลักการทำงานคือสร้างเขื่อนหรืออ่างเก็บน้ำ ให้มีระดับน้ำสูงกว่าระดับของโรงไฟฟ้า
2. ปล่อยน้ำปริมาณที่ต้องการไปตามท่อส่งน้ำ เพื่อไปยังโรงไฟฟ้าที่อยู่ต่ำกว่า
3. พลังน้ำจะไปหมุนเพลาของกังหันน้ำที่ต่อกับเพลา ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ทำให้โรเตอร์ หมุนเกิดการเหนี่ยวนำขึ้นในเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ได้พลังไฟฟ้าเกิดขึ้น



ไฟฟ้าพลังน้ำ คือ ไฟฟ้าที่เกิดจากพลังน้ำ โดยใช้พลังงานจลน์ของน้ำซึ่งเกิดจากการปล่อยน้ำจากที่สูงหรือการไหลของน้ำ หรือการขึ้น-ลงของคลื่น ไปหมุนกังหันน้ำ (Turbine) และเครื่องกำเนิดไฟฟ้า โดยพลังงานที่ได้จากไฟฟ้าพลังน้ำนี้ ขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำ ความแตกต่างของระดับน้ำ และประสิทธิภาพของกังหันน้ำและเครื่องกำเนิดไฟฟ้า กำลังไฟฟ้าและพลังงานจากพลังน้ำ สามารถคำนวณได้จากสมการ ดังนี้



รูปโครงสร้างพลังงานไฟฟ้า

สื่อการเรียนรู้

1. อินเทอร์เน็ต

กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นนำ

1. ครูชี้แจงรายละเอียดเกี่ยวกับคำอธิบายรายวิชา จุดประสงค์รายวิชา การวัดผลและประเมินผลการเรียน คุณลักษณะนิสัยที่ต้องการให้เกิดขึ้น และข้อตกลงในการเรียน
2. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนหน่วยที่ 1 ใช้เวลาประมาณ 20 นาที
3. ครูให้นักเรียนดูเนื้อหาหน่วยที่ 1
4. ครูตั้งคำถามให้นักเรียนช่วยกันตอบ แล้วร่วมกันอภิปรายในเนื้อหาหน่วยที่ 1

ขั้นสอน

1. ผู้เรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน ร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับโรงไฟฟ้าพลังน้ำแล้วส่งตัวแทนกลุ่มออกมานำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน
2. ให้ผู้เรียนศึกษาเรื่องความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโรงไฟฟ้าพลังน้ำ
3. ให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มพิจารณาเกี่ยวกับเรื่องโรงไฟฟ้าพลังน้ำ แล้วให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันแสดงความคิดเห็น
4. ผู้เรียนหาข้อมูลเกี่ยวกับความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเรื่องโรงไฟฟ้าพลังน้ำ เช่น ห้องสมุด อินเทอร์เน็ต แล้วบันทึกความรู้
5. ผู้สอนอธิบายความรู้เพิ่มเติม แล้วเปิดโอกาสให้ผู้เรียนซักถามข้อสงสัย

ขั้นสรุป

ผู้เรียนร่วมกันอภิปรายสรุปความรู้เกี่ยวกับความรู้เกี่ยวกับโรงไฟฟ้าพลังน้ำ

การวัดผลและประเมินผล

การวัดผล (ใช้เครื่องมือ)	**การประเมินผล** (นำผลเทียบกับเกณฑ์และแปลความหมาย)
1. แบบทดสอบก่อนเรียน (Pre–test)	(ไว้เปรียบเทียบกับคะแนนสอบหลังเรียน)
2. แบบสังเกตการทำงานกลุ่มและนำเสนอผลงานกลุ่ม	เกณฑ์ผ่าน 60%
3. แบบฝึกหัดหลังหน่วยการเรียนรู้	เกณฑ์ผ่าน 50%
4. แบบทดสอบหลังเรียน (Post–test)	เกณฑ์ผ่าน 50%
5. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ตามสภาพจริง	เกณฑ์ผ่าน 60%

งานที่มอบหมาย

งานกลุ่ม

ผลงาน/ชิ้นงาน/ความสำเร็จของผู้เรียน

1. รายงานเกี่ยวกับการอภิปรายสรุปความรู้เรื่องการศึกษาและปฏิบัติในงานของผู้เรียน
2. สื่อประกอบการนำเสนอหน้าชั้นเรียน
3. แบบฝึกหัดท้ายหน่วยการเรียนรู้

บันทึกหลังการสอน

1. ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้

....

....

....

....

....

....

2. ผลการเรียนของนักเรียน/ผลการสอนของครู/ปัญหาที่พบ

....

....

....

....

....

....

3. แนวทางการแก้ปัญหา

....

....

....

....

....

....

ลงชื่อ.. ลงชื่อ..
(..) (..)
ตัวแทนนักเรียน ครูผู้สอน

	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4	หน่วยที่ 4
	ชื่อวิชา โรงต้นกำลังไฟฟ้า	เวลาเรียนรวม 45 คาบ
	ชื่อหน่วย โรงไฟฟ้าพลังความร้อน	สอนครั้งที่..3../15
ชื่อเรื่อง โรงไฟฟ้าพลังความร้อน		จำนวน.....3....คาบ

หัวข้อเรื่อง

1. ความหมายโรงไฟฟ้าพลังความร้อน
2. หลักการทำงานของโรงไฟฟ้าพลังความร้อน
3. ประเภทของโรงไฟฟ้าพลังความร้อน
4. ข้อดีของโรงไฟฟ้าพลังความร้อน
5. ตัวอย่างโรงไฟฟ้าพลังความร้อนในประเทศไทย

สาระสำคัญ/แนวคิดสำคัญ

โรงไฟฟ้าพลังความร้อนมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการผลิตพลังงานทั่วโลก ช่วยให้มั่นใจได้ว่าบ้านเรือนและธุรกิจจำนวนนับไม่ถ้วนจะมีไฟฟ้าใช้อย่างต่อเนื่อง โรงไฟฟ้าเหล่านี้แปลงพลังงานความร้อนจากเชื้อเพลิงต่างๆ เช่น ถ่านหิน ก๊าซธรรมชาติ และวัสดุนิวเคลียร์ ให้เป็นพลังงานไฟฟ้า กระบวนการนี้เรียกว่าการผลิตพลังงานความร้อน ซึ่งเป็นพื้นฐานของภูมิทัศน์พลังงานของเรา

สมรรถนะย่อย(Element of Competency)

แสดงความรู้เก่ยวกับโรงไฟฟ้าพลังน้ำ

จุดประสงค์การปฏิบัติ(Performance Objectives)

1. อธิบายความหมายของโรงไฟฟ้าพลังความร้อน
2. เข้าใจถึงหลักการทำงานโรงไฟฟ้าพลังความร้อน
3. เข้าใจประเภทของโรงไฟฟ้าพลังความร้อน
4. อธิบายข้อดีของโรงไฟฟ้าพลังความร้อน
5. อธิบายตัวอย่างโรงไฟฟ้าพลังความร้อนในประเทศไทย

เนื้อหาสาระ

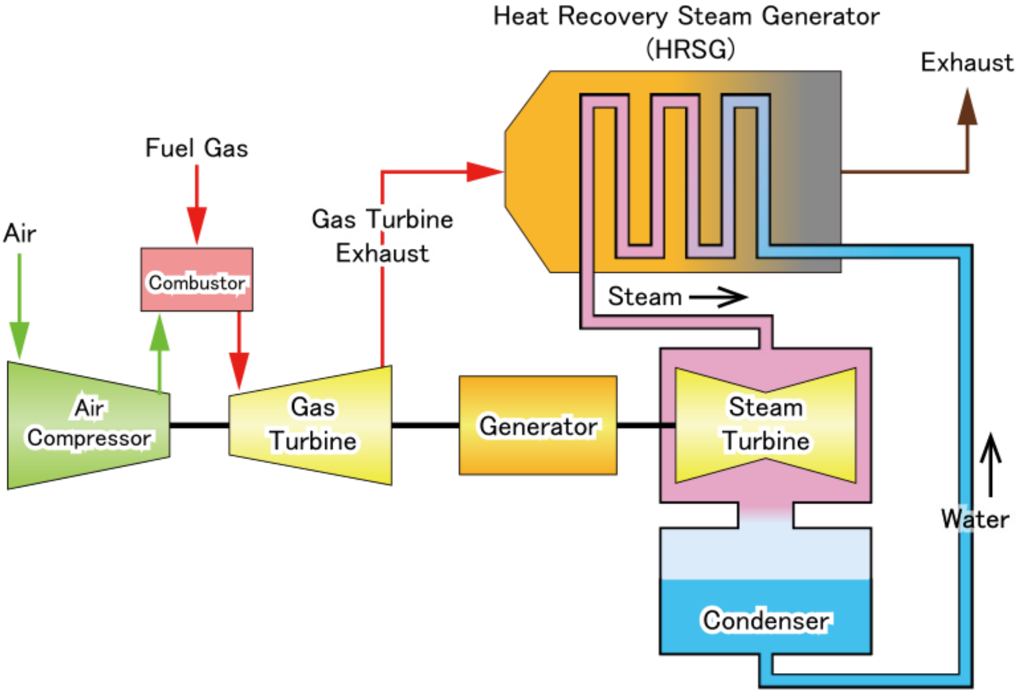
การผลิตไฟฟ้าด้วยพลังความร้อน

โรงไฟฟ้าพลังความร้อน เป็นโรงไฟฟ้าที่ใช้พลังงานความร้อนจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงต้มน้ำ เพื่อสร้างไอน้ำแรงดันสูงมาเป็นพลังงานขับเคลื่อนกังหัน และเครื่องกำเนิดไฟฟ้า โรงไฟฟ้าพลังงานความร้อน ใช้เชื้อเพลิงได้หลายขนาด เช่น ก๊าซธรรมชาติ ถ่านหิน น้ำมันเตาเหมาะสำหรับเดินเครื่องเป็นโรงไฟฟ้าฐาน ที่ใช้เดินเครื่องผลิตไฟฟ้าตลอด 24 ชั่วโมง

เรื่อง ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม (Combined-Cycle Power Plant) สำหรับนักอาชีวอนามัยและความปลอดภัย

โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม คือ อะไร

โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม (Combined-Cycle Power Plant; CCPP) มีการทำงาน 2 ระบบร่วมกัน คือ ระบบของโรงไฟฟ้ากังหันก๊าซ ทำงานร่วมกับระบบของโรงไฟฟ้ากังหันไอน้ำ โดยคอมเพรสเซอร์อัดอากาศ (Air Compressor) อัดอากาศจากภายนอกและนำเข้าสู่ห้องเผาไหม้ (Combustor) เชื้อเพลิง (Fuel Gas) จะถูกฉีดเข้ามาผสมกับอากาศและจุดระเบิด ก๊าซร้อนจากการเผาไหม้ขยายตัวผ่านเครื่องกังหันก๊าซ (Gas Turbine) ทำให้กังหันก๊าซหมุนและไปขับเคลื่อนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator) เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า ก๊าซที่ปล่อยออกจากกังหันก๊าซ (Gas Turbine Exhaust) จะนำมาใช้ต้มน้ำในหม้อน้ำ (Heat Recovery Steam Generator; HRSG) ได้ไอน้ำนำไปขับเคลื่อนเพลาของเครื่องกังหันไอน้ำ (Steam Turbine)ขับเคลื่อนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator) เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า



ที่มา https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Gas_Turbine_Combined_Cycle_Generation_01.svg

อันตรายหลัก ของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมคืออะไร

อันตรายหลักจากโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม เช่น การรั่วไหลและเพลิงไหม้ของก๊าซธรรมชาติ, หม้อน้ำระเบิด, อันตรายจากไฟฟ้าดูด, อันตรายจากการเกิดอาร์คไฟฟ้าและการระเบิดจากไฟฟ้า เป็นต้น

การป้องกันและควบคุมอันตราย ของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม

1. เชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติเป็นก๊าซไวไฟ

1) ต้องมีการแบ่งพื้นที่อันตราย (Hazardous area) ตามมาตรฐาน IEC (สากล) และ NEC (อเมริกา) เพื่อให้ง่ายต่อการเลือกใช้อุปกรณ์ระดับต่างๆ ที่เหมาะสมกับความเสี่ยงของพื้นที่ เช่น การเลือกใช้อุปกรณ์ป้องกันการระเบิด (Explosion proof)

2) ติดตั้งเครื่องวัดก๊าซ (Gas detector) สำหรับเตือนกรณีเกิดก๊าซรั่วไหล หรือสั่งหยุดการผลิตโดยอัตโนมัติหากตรวจพบการรั่วไหลพร้อมกันหลายตัวก็สามารถทำได้

2. หม้อน้ำต้องมีการควบคุม

1) คุณภาพของน้ำที่นำมาใช้กับหม้อน้ำ

2) ระดับน้ำ

3) มีการตรวจสอบภายในหม้อน้ำ การทดสอบแรงดันด้วยน้ำ (Hydrostatic test) การทดสอบวาล์วนิรภัย (Safety valve)

3. อันตรายจากไฟฟ้าดูด

1) ป้องกันได้โดย การทดสอบว่าวงจรไฟฟ้า หรืออุปกรณ์ไฟฟ้าดังกล่าวยังมีแรงดันไฟฟ้าหรือไม่ ภายหลังจากได้ปลดวงจรและล็อค/พร้อมติดป้ายห้าม (lockout / tag-out) และได้ต่อลงดินอย่างปลอดภัยก่อนเข้าไปปฏิบัติงาน

2) เมื่อจำเป็นต้องทำงานกับหรือใกล้กับวงจรไฟฟ้าที่มีไฟฟ้าอยู่ การใช้อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลที่เหมาะสมกับแรงดันไฟฟ้า เช่น ถุงมือหนัง ถุงมือยาง แขนเสื้อยาง หมวกนิรภัย รองเท้ายาง ฯลฯ ตลอดเวลาด้วยความระมัดระวัง สามารถเพิ่มความปลอดภัยในขณะปฏิบัติงานได้

ที่สำคัญที่สุดคือ ผู้ปฏิบัติงานกับก๊าซธรรมชาติ หม้อน้ำ และไฟฟ้าต้องมีความรู้ความสามารถที่เหมาะสม ผ่านการอบรมและขึ้นทะเบียนผู้ปฏิบัติงานสถานที่ใช้ก๊าซธรรมชาติ ผู้ควบคุมประจำหม้อน้ำหรือหม้อต้มที่ใช้ของเหลวเป็นสื่อนำความร้อน และผ่านการอบรมความปลอดภัยในการทำงานกับไฟฟ้าตามกฎหมายเป็นพื้นฐานร่วมกับระบบการจัดการอื่นๆ เพื่อให้เกิดความปลอดภัยต่อทั้งบุคคล ทรัพย์สิน และสิ่งแวดล้อม

สื่อการเรียนรู้

1. อินเทอร์เน็ต

กิจกรรมการเรียนรู้

<u>ขั้นนำ</u>

1. ครูชี้แจงรายละเอียดเกี่ยวกับคำอธิบายรายวิชา จุดประสงค์รายวิชา การวัดผลและประเมินผลการเรียน คุณลักษณะนิสัยที่ต้องการให้เกิดขึ้น และข้อตกลงในการเรียน
2. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนหน่วยที่ 1 ใช้เวลาประมาณ 20 นาที
3. ครูอธิบายเนื้อหาโรงไฟฟ้าพลังความร้อน
4. ครูตั้งคำถามให้นักเรียนช่วยกันตอบ โรงไฟฟ้าพลังความร้อน

ขั้นสอน

1. ให้ผู้เรียนศึกษาเรื่องความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโรงไฟฟ้าพลังความร้อน

2. ให้ผู้เรียนพิจารณาเกี่ยวกับเรื่องโรงไฟฟ้าพลังความร้อน แล้วให้ผู้เรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็น

4. ผู้เรียนหาข้อมูลเกี่ยวกับความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเรื่องโรงไฟฟ้าพลังความร้อนเช่น ห้องสมุด อินเทอร์เน็ต แล้วบันทึกความรู้

5. ผู้สอนอธิบายความรู้เพิ่มเติม แล้วเปิดโอกาสให้ผู้เรียนซักถามข้อสงสัย

ขั้นสรุป

ผู้เรียนร่วมกันอภิปรายสรุปความรู้เกี่ยวกับความรู้เกี่ยวกับโรงไฟฟ้าพลังความร้อน

การวัดผลและประเมินผล

การวัดผล (ใช้เครื่องมือ)	**การประเมินผล** (นำผลเทียบกับเกณฑ์และแปลความหมาย)
1. แบบทดสอบก่อนเรียน (Pre–test)	(ไว้เปรียบเทียบกับคะแนนสอบหลังเรียน)
2. แบบสังเกตการทำงานกลุ่มและนำเสนอผลงานกลุ่ม	เกณฑ์ผ่าน 60%
3. แบบฝึกหัดหลังหน่วยการเรียนรู้	เกณฑ์ผ่าน 50%
4. แบบทดสอบหลังเรียน (Post–test)	เกณฑ์ผ่าน 50%
5. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ตามสภาพจริง	เกณฑ์ผ่าน 60%

งานที่มอบหมาย

อธิบายโรงไฟฟ้าพลังความร้อนตามความเข้าใจของผู้เรียน

ผลงาน/ชิ้นงาน/ความสำเร็จของผู้เรียน

1. รายงานเกี่ยวกับการอภิปรายสรุปความรู้เรื่องการศึกษาและปฏิบัติในงานของผู้เรียน
2. สื่อประกอบการนำเสนอหน้าชั้นเรียน
3. แบบฝึกหัดท้ายหน่วยการเรียนรู้

บันทึกหลังการสอน

1. ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้

....

....

....

....

....

....

2. ผลการเรียนของนักเรียน/ผลการสอนของครู/ปัญหาที่พบ

....

....

....

....

....

....

3. แนวทางการแก้ปัญหา

....

....

....

....

....

....

ลงชื่อ.. ลงชื่อ..

(..) (..)

ตัวแทนนักเรียน ครูผู้สอน

	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5	หน่วยที่ 5
	ชื่อวิชา โรงต้นกำลังไฟฟ้า	เวลาเรียนรวม 45 คาบ
	ชื่อหน่วย โรงไฟฟ้ากังหันก๊าซ	สอนครั้งที่..3../15
ชื่อเรื่อง โรงไฟฟ้ากังหันก๊าซ		จำนวน.....3....คาบ

หัวข้อเรื่อง

1. ความหมายโรงไฟฟ้ากังหันก๊าซ
2. หลักการทำงานของโรงไฟฟ้ากังหันก๊าซ
3. ประเภทของโรงไฟฟ้ากังหันก๊าซ
4. ข้อดีของโรงไฟฟ้ากังหันก๊าซ
5. ตัวอย่างโรงไฟฟ้ากังหันก๊าซในประเทศไทย

สาระสำคัญ/แนวคิดสำคัญ

กังหันก๊าซผลิตไฟฟ้าได้อย่างไร

เพื่อผลิตไฟฟ้า กังหันก๊าซจะให้ความร้อนแก่ส่วนผสมของอากาศและเชื้อเพลิงที่อุณหภูมิสูงมาก ส่งผลให้ใบพัดกังหันหมุน กังหันที่หมุนอยู่จะขับเคลื่อนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่แปลงพลังงานเป็นไฟฟ้า

กังหันก๊าซสามารถใช้ร่วมกับกังหันไอน้ำในโรงไฟฟ้าแบบรอบรวมเพื่อสร้างพลังงานได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

สมรรถนะย่อย(Element of Competency)

แสดงความรู้เกี่ยวกับโรงไฟฟ้ากังหันก๊าซ

จุดประสงค์การปฏิบัติ(Performance Objectives)

1. อธิบายความหมายของโรงไฟฟ้ากังหันก๊าซ
2. เข้าใจถึงหลักการทำงานโรงไฟฟ้ากังหันก๊าซ
3. เข้าใจประเภทของโรงไฟฟ้ากังหันก๊าซ
4. อธิบายข้อดีของโรงไฟฟ้ากังหันก๊าซ
5. อธิบายตัวอย่างโรงไฟฟ้ากังหันก๊าซในประเทศไทย

เนื้อหาสาระ

โรงไฟฟ้าพลังงานก๊าซ

<u>โรงไฟฟ้าพลังงานก๊าซ (Gas turbine)</u>

โรงไฟฟ้าพลังไอน้ำนั้น ได้มีการมาเป็นเวลานานเกือบปีมาแล้ว และมีการพัฒนาจนสามารถใช้งานได้ดี จ่ายกำลังไฟฟ้าได้สูงกว่า โรงไฟฟ้าที่ใช้ต้นกำลังอื่นขับหลายชนิด สำหรับโรงไฟฟ้าพลังงานก๊าซ ถูกคิดค้นเพื่อนำมาใช้งานเมื่อไม่นานมาเท่าไรนัก สาเหตุที่นำระบบก๊าซมาใช้ก็เนื่องจากว่า การสร้างโรงไฟฟ้าพลังงานไอน้ำ จำเป็นต้องหาแหล่งน้ำที่ต้องใช้ปริมาณมากบางครั้งทำได้ลำบาก อาจจะต้องสร้างอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ขึ้นมา ทำให้สิ้นเปลืองค่าใช้จ่าย ตลอดจนปัญหาเรื่องหม้อน้ำ ซึ่งเปลืองพื้นที่ในการติดตั้ง และมักมีข้อขัดข้องเกิดขึ้น เมื่อเปรียบเทียบขนาดของโรงงานไฟฟ้าที่มีกำลังจ่ายไฟฟ้าเท่ากัน โรงไฟฟ้าพลังงานก๊าซจะมีขนาดเล็กกะทัดรัดกว่าโรงไฟฟ้าพลังไอน้ำ

<u>1. หลักการทำงานของเครื่องกังหันก๊าซ</u>

การทำงานของเครื่องกังหันก๊าซ คล้ายกับกังหันไอน้ำ โดยกังหันไอน้ำจะใช้พลังงานจากไอน้ำเป็นตัวขับกังหัน แล้วเปลี่ยนเป็นพลังงานกลขณะที่ไอน้ำวิ่งผ่านใบพัด พร้อมกับขยายตัวเป็นช่วง ๆ จนเข้าสู่เครื่องควบแน่น (condenser) ส่วนกังหันก๊าซนั้นตัวที่ขับกังหันจะเป็นก๊าซร้อนที่เกิดจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงภายในห้องเผาไหม้ แล้วส่งเข้าตัวกังหัน

การทำงานของเครื่องกังหันก๊าซ โดยมีเครื่องอัดอากาศ (compressor) ต่ออยู่บนเพลาเดียวกับชุดกังหัน และต่อตรงไปยังเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เมื่อเริ่มเดินเครื่อง อากาศจะถูกดูดจากภายนอกเข้าหาเครื่องอัดอากาศทางด้านล่าง ถูกอัดจนมีความดันและอุณหภูมิสูงขึ้น แล้วถูกส่งไปยังห้องเผาไหม้ ซึ่งใช้เชื้อเพลิงเป็นก๊าซธรรมชาติหรือน้ำมัน จะถูกเผาไหม้และให้ความร้อนแก่อากาศ ก๊าซร้อนที่ออกจากห้องเผาไหม้ จะถูกส่งไปยังตัวกังหัน ทำให้กังหันหมุนเกิดงานขึ้น ไปขับเครื่องอัดอากาศและขณะเดียวกันก็ขับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าด้วย ความดันของก๊าซเมื่อผ่านตัวกังหันจะลดลงและผ่านออกมาที่บรรยากาศ

ปกติห้องเผาไหม้จะสร้างด้วยโลหะทนความร้อนสูง แต่เนื่องจากอุณหภูมิของก๊าซร้อนที่เข้าไปขับตัวกังหันมีขีดจำกัด ดังนั้นอากาศประมาณ 1/6 ของอากาศอัดทั้งหมดจะถูกใช้ในห้องเผาไหม้ส่วนที่เหลือ ก็จะทำหน้าที่ผสมกับก๊าซร้อน แล้วจึงนำเข้าไปยังเรือนกังหัน อุณหภูมิของเปลวไฟในห้องเผาไหม้อยู่ระหว่าง 3,000 – 4,000 องศาฟาเร็นไฮท์ แต่ก๊าซร้อนมีอุณหภูมิประมาณ 1,000 – 1,500 องศาฟาเร็นไฮท์ ก่อนเข้าสู่เรือนกังหัน เพื่อขับกังหันต่อไป พลังงานที่ผลิตจากเครื่องกังหันก๊าซ จะนำไปขับเครื่องอัดอากาศประมาณ 60% ส่วนที่เหลือจะนำไปขับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและอุปกรณ์ประกอบช่วยงานอย่างอื่น

<u>2 การใช้งานของเครื่องกังหันก๊าซ</u>

ปกติโรงไฟฟ้าพลังงานก๊าซ มักเป็นเครื่องจ่ายไฟสำรอง (stand by) และช่วยเสริมการผลิต เมื่อเกิดความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุด (peak load) มีกำลังการผลิตตั้งแต่ 1 – 60 เมกกะวัตต์ นอกจากจะใช้เป็นเครื่องต้อนกำลังในการผลิตไฟฟ้าแล้ว เครื่องกังหันก๊าซยังใช้งานอย่างอื่นอีก เช่นใช้เป็นเครื่องต้นกำลังขับปั๊มขนาดใหญ่

- ขับเครื่องรถยนต์ที่มีเร็วสูง
- ขับเครื่องเรือที่มีความเร็วสูง
- ใช้เป็นเครื่องยนต์ สำหรับรถบรรทุก รถโดยสาร และรถแทรกเตอร์
- ใช้เป็นเครื่องต้อนกำลังสำหรับเครื่องบินไอพ่น (jet plane)

ข้อดีของเครื่องกังหันก๊าซ

1. ต้นทุนการสร้างต่ำ
2. มีนำหนักเบา
3. สามารถเริ่มเดินเครื่องได้รวดเร็ว ใช้เวลาเพียง 40 –60 วินาทีเท่านั้น
4. อุปกรณ์ประกอบอื่น ๆ มีน้อย และประกอบอยู่ในชุดเดียวกัน
5. สามารถเคลื่อนย้ายไปติดตั้งในที่ที่ต้องการได้สะดวก รวดเร็ว ใช้เวลาเพียงไม่กี่สัปดาห์ ก็สามารถเดินเครื่องจ่ายไฟฟ้า แต่ถ้าเป็นโรงไฟฟ้า พลังงานไอน้ำจะต้องใช้เวลาในการออกแบบสร้าง และทดลองเดินเครื่องนานประมาณ 5 ปี

เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากังหันก๊าซ

ข้อเสียของเครื่องกังหันก๊าซ

1. ความร้อนสูง ทำให้เกิดความเค้นต่อชิ้นส่วนภายในตัวกังหันสูงมาก จึงต้องมีการตรวจซ่อมบ่อย ๆ
2. ค่าใช้จ่ายในการผลิตสูง สิ้นเปลืองเชื้อเพลิงต่อหน่วยกิโลวัตต์ – ชั่วโมง มาก
3. มีประสิทธิ ภาพต่ำ เพราะกำลังที่ได้จ่ายเครื่องกังหันส่วนหนึ่งจะต้องนำไปใช้ขับเครื่องอัดอากาศ

3. เครื่องกังหันก๊าซระบบ 2 เพลา

จากวงจรการทำงานของเครื่องกังหันก๊าซระบบเพลาเดียว พลังงานที่เกิดขึ้นสามารถควบคุมได้ด้วยการปรับปริมาณเชื้อเพลิง ที่จ่ายเข้าไปในห้องเผาไหม้ ซึ่งเป็นการควบคุมอุณหภูมิของก๊าซร้อนก่อนเข้าสู่ตัวกังหัน ถ้าเชื้อเพลิงน้อย ความร้อนจากก๊าซที่เผาไหม้ และงานที่ได้จากตัวกังหันก็จะน้อยตามไปด้วย

ในระบบเพลาเดียว ทั้งเครื่องอัดอากาศและเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะถูกออกแบบให้หมุนด้วยความเร็วรอบคงที่ 3,000 รอบ / นาที บางครั้งการออกแบบ ต้องการแยกเครื่องอัดอากาศ และเครื่องกำเนิดไฟฟ้าให้อยู่คนละเพลา เพราะว่าเครื่องกังหัน จำเป็นจะต้องใช้อุปกรณ์ที่มีความเร็วรอบต่างกันไปอีก เช่น ปั๊มขนาดใหญ่ อุปกรณ์ช่วยเหลืออย่างอื่น ฯลฯ

การแยกเครื่องอัดอากาศ และเครื่องกำเนิดไฟฟ้าออกจากกันโดยใช้ระบบ 2 เพลา ซึ่งจะต้องมีกังหัน 2 ชุด คือ ชุดที่หนึ่ง ขับเครื่องอัดอากาศ ชุดที่สองขับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า อุปกรณ์ที่รวมกันอยู่ในเส้นประเรียกว่า ก๊าซเจนเนอเรเตอร์ (gas generator) หรือ ก๊าซซิไฟเออร์ (gasifier) พลังงานที่ขับโดยเครื่องกังหันตัวที่ 1 จะต้องขับเครื่องอัดอากาศอย่างเดียว หมุนด้วยความเร็วสูง 5,000 – 6,000 รอบ / นาที พลังงานส่วนที่เหลือจากการเผาไหม้จะออกจากเครื่องกังหันเป็นอากาศร้อน เข้าสู่เครื่องกังหันตัวที่ 2 ที่ใช้ขับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าโดยตรง หมุนด้วยความเร็ว 3,000 รอบ /นาที ซึ่งเรียกว่า เพาเวอร์ เทอร์ไบน์ (power turbine)

สำหรับเครื่องกังหันก๊าซระบบ 2 เพลา เป็นเครื่องขนาดใหญ่ที่ใช้กันแพร่หลายสามารถติดตั้งประกอบรวมกันได้หลายลักษณะ ดังรูป 4-4 เป็นแบบ 2 เพลา มีเพาเวอร์ เทอร์ไบน์ 2 เครื่อง รวมกันขับเตรื่องกำเนิดไฟฟ้าตัวเดียว และรูปที่ 4-5 เป็นแบบใช้ชุด ก๊าซซิไฟเออร์ 2 ชุด ร่วมกันขับเพาเวอร์เทอร์ไบน์ 1 เครื่อง และจะใช้เพาเวอร์เทอร์ไบน์ทั้งหมด 4 เครื่อง ร่วมกันขับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดใหญ่เพียงเครื่องเดียว ข้อดี ของระบบนี้คือ มีความอ่อนตัวในการจ่ายโหลด เป็นส่วน ๆ ได้อย่างเหมาะสม ชุดก๊าซซิ

ไฟเออร์บางชุด สามารถหยุดใช้งานได้ ถ้าโหลดลดต่ำลง เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้งานของเครื่องให้สูงขึ้น

<u>4. เครื่องอัดอากาศ</u>

หน้าที่หลักของเครื่องอัดอากาศ คือ อัดอากาศให้มีความดันสูง เพื่อนำไปใช้ผสมกับเชื้อเพลิงในห้องเผาไหม้ โดยการดูดอากาศผ่านแผ่นกรอง ทางช่องรับอากาศเข้า เพื่อแยกฝุ่นละอองออก เป็นการป้องกันชิ้นส่วนภายในของเครื่องกังหัน ไม่ให้เกิดการกัดกร่อน หรือสึกกร่อนได้ ปริมาณของอากาศที่ผ่านเข้าไปในเครื่องอัดอากาศ ของเครื่องกังหันก๊าซที่มีกำลังผลิตไฟฟ้าขนาด 20 เมกกะวัตต์ จะใช้ประมาณ 500,000 ลูกบาศก์ฟุต / นาที เครื่องอัดอากาศที่นิยมใช้มี 2 ชนิด คือ

1. แบบแรงเหวี่ยง (centrifugal compressor) ทำงานลักษณะเดียวกับปั๊มแรงเหวี่ยง มีใบพัดเรียงจากเล็กไปใหญ่ เหมาะที่จะใช้กับเครื่องกังหันก๊าซขนาดเล็กเท่านั้น

2. แบบอัดในแนวแกน(axial compressor) มีลักษณะคล้ายตัวกังหัน ประกอบด้วยใบพัดที่ติดอยู่บนเพลาเป็นแถวๆ ระหว่างแถวของใบพัดจะมีใบพัดติดอยู่ที่ตัวเรือนสลับกันเป็นแถว ๆ เช่นเดียวกัน เมื่ออากาศถูกดูดพร้อมกับอัดผ่านแต่ละแถวของใบพัดที่อยู่กับที่ และใช้ใบพัดหมุนที่ประกอบติดอยู่บนเพลาแล้ว ปริมาณของมันจะลดลง ดังนั้นขนดและความยาวของใบพัดก็จะลดลงตามทิศทางการไหลของอากาศเป็นสัดส่วนเรื่อยไป

<u>5. ห้องเผาไหม้</u>

ห้องเผาไหม้ที่ใช้กับเครื่องกังหันก๊าซ มีลักษณะเป็นรูปทรงกระบอกสองชั้น ประกอบซ้อนกันอยู่ชั้นนอกเป็นทิศทางเดินของอากาศอัด ที่ส่งมาจากเครื่องอัดอากาศ ขั้นในเป็นช่องทางที่มีอากาศร้อนจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง ส่งเข้าไปที่ตัวกังหัน ด้านเหนือของทรงกระบอกชั้นใน จะมีห้องเผาไหม้ ห้องผสมอากาศรวมทั้งหัวฉีดเชื้อเพลิงประกอบอยู่ส่วนด้านบนสุดของห้องเผาไหม้จะมีแท่น (platform)สำหรับขึ้นไปตรวจซ่อมอุปกรณ์ต่าง ๆ

วงจรการทำงาน คือ เมื่อเครื่องอัดอากาศ ดูดอากาศและอัดจนได้แรงดันตามพิกัดแล้ว จะถูกส่งเข้าไปทางช่องระหว่างห้องผสมอากาศและปลอกหุ้มห้องเผาไหม้ (pressure jacket) ขึ้นไปเข้าด้านบนที่ท่อเปลวไฟ (flame tube) โดยผ่านตัวหมุน (diagonal swirler) ซึ่งจะทำให้อากาศอัดที่ไหลผ่านเกิดการหมุนวน เข้าผสมกับเชื้อเพลิงที่ฉีดตัวหัวฉีดได้ดี เพื่อให้การเผาไหม้เกิดขึ้นได้อย่างสมบูรณ์และกระจายกว้าง จากนั้นก๊าซร้อนจากการเผาไหม้ จะผ่านเข้าไปยังห้องผสมอากาศ ซึ่งมีอากาศอัดส่วนหนึ่ง ถูกส่งเข้ามาผสมกับก๊าซร้อนนี้ เพื่อลดอุณหภูมิของก๊าซร้อนให้ได้ความร้อนตามต้องการ แล้วจึงผ่านออกไปขับเครื่องกังหันต่อไป

ที่ด้านล่างของห้องเผาไหม้จะมีช่องสำหรับเปิดเข้าไปตรวจสภาพซ่อมแซม ดูแลรักษา อุปกรณ์ต่าง ๆ ภายในห้องเผาไหม้ ที่บริเวณใกล้เคียงกันจะมีช่อง (inspectiontube) สำหรับดูสภาพการเผาไหม้ภายในเตาได้ การเผาไหม้จะเริ่มขึ้นด้วยการจุด จากหัวจุดไฟฟ้าเพียงครั้งเดียง หลังจากนั้นการเผาไหม้เชื้อเพลิงจะเป็นไปอย่างต่อเนื่อง ถ้าหากการดเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ จะด้วยเหตุใดก็ตาม จะมีอุปกรณ์ทำหน้าที่ส่งสัญญาณตัดการส่งเชื้อเพลิงเข้าหัวฉีดทันที

<u>6. ความสามารถในการทำงาน</u>

การทำงานของเครื่องกันหันก๊าซ จะมีประสิทธิภาพดีมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบดังนี้ คือ

1. ความดันขอองอากาศที่จ่ายออกจากเครื่องอัดอากาศ โดยปกติความดันของอากาศจะลดลงเพียงเล็กน้อย เมื่อไหลผ่านเข้าห้องเผาไหม้เข้าสู่เครื่องกังหัน

2.อุณหภูมิของก๊าซร้อน ที่เข้าเครื่องกังหันและของอากาศก่อนเข้าเครื่องอัดอากาศ

3.ประสิทธิภาพของเครื่องจักรที่เปลี่ยนแปลงไป

ก่อนจะทราบเรื่องความสามารถในการทำงานของเครื่องกังหันก๊าซจะขอทำความเข้าใจกับความหมายของศัพท์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องต่อไปนี้คือ

1.อัตราส่วนความดัน หมายถึง อัตราส่วนของความดันของอากาศที่ออกจากเครื่องอัดอากาศต่อความดันของอากาศที่เข้าเครื่องอัดอากาศ เช่น อัตราส่วนความดันเท่ากับ 10 หมายถึง ความดันของอากาศที่ออกจากเครื่องอัดอากาศมีค่าเท่ากับ $10 \times 14.7 = 147$ ปอนด์ / ตารางนิ้ว

2. ประสิทธิภาพของเครื่องจักร หมายถึง ประสิทธิภาพของเครื่องอัดอากาศ และเครื่องกังหัน

3.ประสิทธิภาพความร้อน หมายถึง อัตราส่วนของงานที่ได้ออกมาจากเครื่องกังหันต่อพลังงานเชื้อเพลิงที่ป้อนเข้าไป

4. อัตราอากาศ หมายถึง น้ำหนักของอากาศที่เครื่องอัดอากาศดูดเข้าไป ต่อหน่วยของงานที่ต้องการ

5. อัตราส่วนงาน หมายถึง อัตราส่วนของงานที่ได้ต่องานทั้งหมดที่เครื่องกังหันจ่ายออกมา

เนื่องจากประสิทธิภาพของเครื่องจักร และอุณหภูมิของก๊าซร้อนที่เข้าเครื่องกังหัน จะเห็นการเลี่ยนแปลงประสิทธิภาพความร้อน ต่อการเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพของเครื่องจักร และการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิด้วย โดยประสิทธิภาพความร้อนจะเพิ่มขึ้นเมื่อประสิทธิภาพของเครื่องจักร และอุณหภูมิของก๊าซสูงขึ้น พิจารณาจากกราฟ จะเห็นว่าเมื่อเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องจักรที่ละ 10% ประสิทธิภาพความร้อน สำหรับอุณหภูมิของก๊าซร้อน 1500 องศาฟาเร็นไฮน์จะเพิ่มขึ้นมากกว่าคือ จาก 2.5 เป็น 10 , 20 , 35 และ 75% ตามลำดับ การเพิ่มอุณหภูมิของก๊าซร้อนที่เข้าเครื่องกังหัน จะทำให้ประสิทธิภาพความร้อนเพิ่มขึ้น แต่ก็มีขีดจำกัด เพราะวัสดุที่นำมาใช้ทำตัวกังหันจะต้องทนต่อแรงเครียดเนื่องจากอุณหภูมิสูง และแรงเหวี่ยงหนีศูนย์ขณะที่มันหมุนไป วัสดุจะอ่อนตัวลง ความต้านทานต่อแรงเครียดก็ลดลงด้วย ดังนั้นจึงไม่เหมาะที่จะใช้อุณหภูมิสูงเกินไป

<u>7. การเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องกังหันก๊าซ</u>

ประสิทธิภาพของเครื่องกังหันก๊าซ ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบ 3 อย่าง คือ อุณหภูมิของก๊าซร้อน ก่อนเข้าเครื่องกังหัน ความดันของอากาศอัดก่อนเข้าห้องเผาไหม้ และประสิทธิภาพของเครื่องจักรที่แปรเปลี่ยนไป ดังที่เคยกล่าวมาแล้ว แต่ละองค์ประกอบต่างก็มีขีดจำกัดอยู่ในตัวทั้งสิ้น เช่น ถ้าเพิ่มอุณหภูมิของก๊าซร้อนก่อนเข้าเครื่องกังหันสูงมากไป ก็จะเป็นอันตรายต่อตัวเครื่องกังหัน ถ้าเพิ่มความดันของอากาศที่ออกจากเครื่องอัดอากาศมากไป ก็จะทำให้เครื่องอัดอากาศทำงานหนัก ต้องใช้พลังงานจากเครื่องกังหันมากเกินไป ดังนั้นเพื่อเป็นการหลีกเลี่ยงปัญหาต่าง ๆ จึงมีวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องกังหันก๊าซได้ โดยวิธีต่อไปนี้คือ

1. การแลกเปลี่ยนความร้อน (regenerating)

การต่อเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนเข้าตรงบริเวณที่อากาศจากเครื่องอัดอากาศถูกส่งออกมาก่อนเข้าสู่ห้องเผาไหม้ โดยการให้อากาศอัดไหลผ่านภายในท่อ ส่วนอากาศร้อนที่ออกจากเครื่องกังหัน จะไหลผ่านพื้นผิวนอกท่อ ทำให้เกิดการถ่ายเทความร้อนอากาศอัดภายในท่อจนร้อนมากขึ้นก่อนที่จะเข้าห้องเผาไหม้ เพื่อทำให้เชื้อเพลิงในการเผาไหม้น้อยลง ประสิทธิภาพความร้อนของโรงจักรจะสูงมากขึ้น

เปรียบเทียบค่าประสิทธิภาพความร้อนของวงจรธรรมดากับวงจรใช้เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน จะเห็นได้ว่าในวงจรธรรมดาที่อุณหภูมิของก๊าซร้อนก่อนเข้าเครื่องกังหัน 1,000 องศาฟาเร็นไฮน์ ประสิทธิภาพสูงสุดมีค่า 15 % ที่อัตราส่วนเท่ากับ 5 แต่ถ้าใช้เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน ประสิทธิภาพความร้อนจะเพิ่มขึ้นเป็น 24 % ที่อัตราส่วนความดันเท่ากับ 3 หรือถ้าเพิ่มอุณหภูมิของก๊าซร้อนก่อนเข้าเครื่อง

กังหันเป็น 1,500 องศาฟาเร็นไฮน์ ในวงจรธรรมดาจะได้ค่าประสิทธิภาพความร้อนสูงสุด 27 % ที่อัตราส่วนความดันเท่ากับ 11 แต่ถ้าใช้เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนประสิทธิภาพความร้อนจะเพิ่มขึ้นเป็น 35 % ที่อัตราส่วนความดันเท่ากับ 5

ดังนั้นการเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องกังหันก๊าซ โดยการแลกเปลี่ยนความร้อนมีจุดประสงค์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพความร้อน หรือเพื่อประหยัดเชื้อเพลิงเท่านั้น แต่อัตราส่วนงานและอัตราอากาศจะไม่มีการเปลี่ยนแปลงแต่อย่างใด

2. การเพิ่มความร้อน (reheating)

การต่อวงจรเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องกังหันก๊าซ โดยวิธีการเพิ่มความร้อน ซึ่งจะมีการเพิ่มห้องเผาไหม้และเครื่องกังหันเข้าในวงจร 1 ชุด เรียกว่า 2 ขั้น (stage) ถ้าเพิ่ม 2 ชุด เรียกว่า 3 ขั้น จุดประสงค์เพื่อเพิ่มอุณหภูมิของก๊าซร้อนที่ออกจากเครื่องกังหัน ตัวแรกให้สูงขึ้นก่อนเข้าตัวที่สอง และเพิ่มอุณหภูมิของก๊าซร้อนที่ออกจากเครื่องกังหันตัวที่สองให้สูงขึ้นก่อนเข้าเครื่องกังหันตัวที่สองให้สูงขึ้นก่อนเข้าเครื่องกังหันตัวที่สาม วิธีนี้ประสิทธิภาพความร้อนจะเพิ่มขึ้นขั้นละ 0.5 % เท่านั้นแต่อัตราส่วนงาน และอัตราอากาศจะดีขึ้น

ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพความร้อนกับอัตราส่วนความดันของอากาศที่ออกจากเครื่องอัดอากาศ ในช่วงระยะต้น ที่อัตราส่วนความดันมีค่าต่ำ อัตราการเพิ่มประสิทธิภาพความร้อนทุก ๆ ขั้นของวงจรจะมีค่าเท่ากัน จะเริ่มแตกต่างกันขั้นละ 0.5 % ที่อัตราส่วนความดันเท่ากับ 11 ซึ่งเป็นจุดที่มีประสิทธิภาพความร้อนมีค่าสูงสุด

การเปลี่ยนแปลงของอัตราส่วนงานที่เกิดขึ้นเมื่อมีการเพิ่มชุดกังหันและห้องเผาไหม่เข้าไป 1 ชุด และ 2 ชุด ที่อัตราส่วนความดันเท่ากับ 11 ในวงจรธรรมดา 1 ขั้น จะได้อัตราส่วนงาน 28 % แต่เมื่อเพิ่มเป็นวงจร 2 ขั้น อัตราส่วนจะเพิ่มขึ้นเป็นวงจร 3 ขั้น อัตราส่วนงานจะเพิ่มขึ้นถึง 45 %

การเปลี่ยนแปลงของอัตราที่เกิดขึ้นเมื่อมีการเพิ่มชุดเครื่องกังหันและห้องเผาไหม้เข้าไปในวงจร โดยพิจารณาอัตราอากาศต่ำสุดที่เครื่องอัดอากาศดูดเข้าระบบ จะเห็นได้ว่าในวงจรธรรมดา 1 ขั้น จะใช้อากาศ 50 ปอนด์ / กิโลวัตต์ – ชั่วโมง และถ้าเพิ่มเป็นวงจร 3 ขั้น อากาศที่ใช้จะเหลือเพียง 35 ปอนด์ / กิโลวัตต์ – ชั่วโมง เท่านั้น

ดังนั้นการเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องกังหันก๊าซ โดยวิธีการเพิ่มความร้อนมีจุดประสงค์เพื่อทำให้อัตราส่วนของงานดีขึ้น และลดปริมาณการใช้อากาศให้น้อยลง ส่วนในเรื่องการประหยัดเชื้อเพลิงหรือการเพิ่มประสิทธิภาพความร้อยนั้นเกือบไม่มีการเปลี่ยนแปลงเลย

3. การลดอุณหภูมิของเครื่องอัดอากาศ (intercooling)

การต่อวงจรเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องกังหันก๊าซ โดยวิธีลดอุณหภูมิของอากาศอัดออกจากเครื่องอัดอากาศ ซึ่งมีการเพิ่มเครื่องอัดอากาศ พร้อมเครื่องระบบความร้อน (intercooler) เขข้าไปในวงจรที่ละชุด ถ้าเพิ่มชุดเดียวเรียกว่า วงจร 2 ขั้น ถ้าเพิ่ม 2 ชุด เรียกว่า 3 ขั้น

การทำงานของวงจรคือ เมื่ออากาศที่มีความดันและอุณหภูมิสูงออกจากเครื่องอัดอากาศตัวแรก จะถูกส่งเข้าเครื่องระบายความร้อน เพื่อลดอุณหภูมิ โดยใช้น้ำเย็นผ่านนอกท่อ ส่วนอากาศอัดเดินในท่อจะเย็นตัวลงความดันยังอยู่คงที่ จากนั้นอากาศอัดจะถูกส่งยังเครื่องอัดอากาศตัวที่สอง เพื่อเพิ่มความดันให้สูงขึ้น ขณะเดียวกันอุณหภูมิจะกลับเพิ่มสูงขึ้นอีก เมื่อออกจากเครื่องอัดอากาศตัวที่สอง ก็จะถูกส่งเข้าเครื่องระบายความร้อนตัวที่สอง เพื่อลดอุณหภูมิอีกครั้งหนึ่งก่อนจะถูกส่งเข้าเครื่องอัดอากาศตัวที่สามเพื่อเพิ่มความดันขั้นสุดท้ายให้ได้ตามความต้องการ แล้วจึงนำเข้าสู่ห้องเผาไหม้ การลดอุณหภูมิของอากาศอัดคือ การทำให้อากาศอัดเย็นตัวลงก่อนเข้าสู่เครื่องอัดอากาศ ทำให้ลดงานที่ต้องใช้ ในการขับเครื่องอัดอากาศ การที่เพิ่มเครื่องอัดอากาศ เข้าไปในวงจรมิใช่หมายความว่า เครื่องกังหันจะต้องทำงานหนักมากขึ้นกว่าที่มีเครื่องอัด

อากาศเพียงตัวเดียวนั้น เครื่องกังหันจะต้องทำหน้าที่ขับเครื่องอัดอากาศ จนกว่าจะได้ความดันตามต้องการ (สมมติว่าอัตราส่วนความดันเท่ากับ 12) ซึ่งอากาศอัดจะมีอุณหภูมิสูงขึ้นเรื่อย ๆ ทำให้เครื่องอัดอากาศร้อน เครื่องกังหันจะทำงานหนัก

ส่วนในกรณีที่เพิ่มเครื่องอัดอากาศเข้าไปในวงจรอีก 1-2 ตัวนั้น เครื่องอัดอากาศจะมีขนาดเล็กลง จุดประสงค์คือ ต้องการความดันสุดท้ายก่อนเข้าห้องเผาไหม้เท่ากับวงจรที่มีเครื่องอัดอากาศตัวเดียวคือ อัตราส่วนความดันเท่ากับ 12 ดังนั้นโดยเฉลี่ยเครื่องอัดอากาศจะทำหน้าที่อัดอากาศให้มีอัตราส่วนความดันเท่ากับ 4 เท่านั้น ซึ่งจะทำให้เครื่องกังหันทำงานเบาลง การเพิ่มประสิทธิภาพโดยวิธีลดอุณหภูมิของอากาศอัดนี้จะได้ประโยชน์ คล้ายกับวิธีเพิ่มความร้อนให้กับก๊าซร้อนที่ออกจากเครื่องกังหันดังกล่าวมาแล้ว คือ ประสิทธิภาพของความร้อนจะเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย แต่จะได้อัตราส่วนงานเพิ่มมากขึ้นและอัตราอากาศลดลงมาก

4.การเพิ่มประสิทธิภาพแบบผสม (compound)

การเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องกังหันแบบผสม คือ การนำเอาทั้งสามวิธีที่กล่าวมาแล้วรวมกัน ที่ปรับปรุงประสิทธิภาพ และความสามารถของเครื่องกังหันก๊าซให้ดียิ่งขึ้น

ประสิทธิภาพความร้อนของวงจรผสมที่แสดงด้วนเส้นทึบและกราฟประสิทธิภาพความร้อนของวงจรธรรมดาที่แสดงด้วยเส้นประ จะเห็นค่าที่แตกต่างกันอย่างมาก โดยเริ่มตั้งแต่วงจรธรรมดา 1 ขั้น มีค่าประสิทธิภาพความร้อนสูงสุด 25 % แต่วงจรผสม 1 ขั้น มีค่าประสิทธิภาพสูงสุด 35 % วงจรธรรมดา 2 ขั้น มีค่าประสิทธิภาพความร้อนสูงสุด 30 % วงจรผสม 2 ขั้น มีค่าประสิทธิภาพสูงสุด 33 % วงจรผสม 3 ขั้น มีประสิทธิภาพความร้อนสูงสุด 43 %

4.8 เครื่องกังหันก๊าซแบบวงจรปิด

เครื่องกังหันก๊าซแบบวงจรปิด แตกต่างกันแบบวงจรปิดคือ จะไม่มีห้องเผาไหม้ในวงจรการทำงาน แต่จะใช้เครื่องทำอากาศร้อน (air heater) แทนห้องเผาไหม้ โดยจะมีเตาเผาไหม้แยกจากวงจรการทำงานของเครื่องกังหันก๊าซ เมื่อเพิ่มอุณหภูมิของอากาศอัด ก่อนที่จะส่งเข้าเครื่องกังหัน ดังนั้น อาการร้อนที่เข้าเครื่องกังหันจะสะอาดไม่มีสิ่งสกปรกเจือปนที่จะทำให้เกิดอันตรายต่อเครื่องกังหัน

เมื่ออากาศร้อนเกิดจากเครื่องกังหันก๊าซ จะไม่ปล่อยออกสู่บรรยากาศเหมือนแบบวงจรเปิด แต่จะนำมาระบายความร้อนที่เหลืออยู่ออกที่เครื่องทำให้อากาศเย็น (precooler) แล้วจึงส่งกลับเข้าเครื่องอัดอากาศใหม่อีกครั้งหนึ่ง ในระบบวงจรปิด จะต้องมีน้ำหล่อเย็นที่เครื่องทำให้อากาศเย็น และต้องมีเครื่องทำอากาศร้อนเพิ่มขึ้น ดังนั้นพื้นที่ผิวที่ถ่ายความร้อน โดยเฉพาะที่ท่อของอากาศอัดก่อนเข้าเครื่องกังหัน จะต้องทำงานที่อุณหภูมิสูงอยู่ตลอดเวลา จึงจำเป็นต้องใช้วัสดุที่ทนต่อความร้อน และเป็นตัวนำความร้อนที่ดี ทำให้มีราคาแพง เชื้อเพลิงที่ใช้ในการเผาไหม้ จะใช้เชื้อเพลิงชนิดใดก็ได้ไม่จำกัดชนิด เพราะก๊าซร้อนที่เกิดจากการเผาไหม้ หรือเถ้าถ่าน ไม่ได้เข้ารวมกับอากาศอัดเหมือนระบบเปิด จึงไม่เกิดปัญหาเรื่องเชื้อเพลิงแต่อย่างใด

ข้อดีของเครื่องกังหันก๊าซวงจรเปิด เมื่อเทียบกับวงจรปิด

1. ไม่มีปัญหาในเรื่องการหาแหล่งน้ำ เพราะไม่มีการใช้น้ำในระบบการทำงาน
2. ไม่มีการสูญเสียความร้อน เนื่องจากไม่มีการส่งผ่านความร้อนเหมือนระบบวงจรปิด
3. วงจรง่ายไม่ยุ่งยาก ปัญหาเรื่องการหล่อลื่น, การสั่นสะเทือนมีน้อย ระบบจุดระเบิดเป็นไปในลักษณะต่อเนื่อง คือ เมื่อเชื้อเพลิงถูกจุดในครั้งแรก ต่อไปจะเป็นการจุดระเบิดเอง
4. ไม่ต้องใช้เวลาในการอุ่นเครื่องนาน หลังจากเครื่องกังหันเริ่มเดินเครื่องเรียบร้อย ก็สามารถจ่ายโหลดเข้าสู่สภาวะเต็มพิกัดได้ทันที

ข้อเสียของเครื่องกังหันก๊าซวงจรเปิด เมื่อเทียบกับบวงจรปิด

1. ขนาด และน้ำหนักมากกว่า

2. เชื้อเพลิงที่ใช้ถูกจำกัดชนิด จะมีเศษสกปรก หรือเถ้าถ่านไม่ได้ เพราะความร้อนที่เกิดจากการเผ่าไหม้ของเชื้อเพลิงจะผสมกับอากาศอัดเข้าสู่เครื่องกังหันโดยตรง

3. ประสิทธิภาพของเครื่องเปลี่ยนแปลงไปได้ง่าย เพราะอากาศที่ถูกเครื่องอัดอากาศดูดเข้าไปในวงจรการทำงาน จะมีความชื้น ไอน้ำประปนอยู่รวมทั้งความหนาแน่นและอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไป ทำให้เครื่องอัดอากาศทำงานไม่คงที่แน่นอน

ข้อดีของเครื่องกังหันก๊าซเมื่อเทียบกับเครื่องกังหันไอน้ำ

1. สามารถเดินเครื่องได้ง่าย รวดเร็ว เพราะอุปกรณ์น้อยชิ้นกว่า

2. ไม่มีปัญหาเรื่องการกลั่นน้ำและการหาแหล่งน้ำ เพราะไม่ต้องใช้น้ำเป็นจำนวนมาก เหมือนเครื่องกังหันไอน้ำ

3. ออกแบบสร้างได้ง่าย ค่าลงทุน และค่าดำเนินงานถูกกว่าเมื่อคิดที่กำลังการผลิตกำลังไฟฟ้าเท่ากัน

4. ค่าซ่อมแซมบำรุงรักษาต่ำกว่า

5. ความดันใช้การต่ำกว่า ทำให้ลดความเครียดที่แบริ่งลงและการสึกหรอน้อยกว่า

ข้อเสียของความกังหันก๊าซเมื่อเทียบกับเครื่องกังหันไอน้ำ

1. จะต้องมีต้นกำลังในการเริ่มเดินเครื่อง มิฉะนั้นจะไม่สามารถทำงานได้

2. ประสิทธิภาพในการทำงานต่ำ เพราะงานที่ได้จากเครื่องกังหันส่วนหนึ่ง จะต้องนำไปขับเครื่องอัดอากาศ ทำให้เหลืองานที่จะนำไปขับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าน้อยลง

<u>โรงไฟฟ้าพลังงานก๊าซ</u>

<u>1 กังหันก๊าซ (Gas Turbine)</u>

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

<u>2 ส่วนประกอบของกังหันก๊าซ</u>

กังหันก๊าซมีส่วนประกอบหลักอยู่ 3 ส่วน คือ

1. เครื่องอัดอากาศ (Air Compressor)
2. ห้องเผาไหม้ (Combustion Chamber)
3. เครื่องกังหัน (Turbine)

หลักการทำงานเบื้องต้นของกังหันก๊าซ

1.เครื่องอัดอากาศจะอัดอากาศให้มีความดันสูง 8-10 เท่า

2.อากาศความดันสูงจะถูกส่งเข้าไปยังห้องเผาไหม้ที่มีเชื้อเพลิงก๊าซ(หรือน้ำมันดีเซล) ทำการเผาไหม้

3.อากาศร้อนในห้องเผาไหม้เกิดการขยายตัว ทำให้มีความดันและอุณหภูมิสูง

4.ส่งอากาศนี้ไปดันกังหันก๊าซ

5.เพลาของกังหันก๊าซจะอยู่แกนเดียวกันกับอุปกรณ์ต่างๆ ที่จะนำไปใช้งาน เช่น เครื่องกำเนิดไฟฟ้า ฯลฯ

3 เครื่องอัดอากาศ (Air Compressor)

เครื่องอัดอากาศ แบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ

1.เครื่องอัดอากาศแบบลูกสูบ (Reciprocating Air Compressor)

2.เครื่องอัดอากาศแบบลูกสูบหลายขั้น (Multistage Reciprcration Compressor)
3.เครื่องอัดอากาศแบบโรตารี (Rotary Air Compressor)

3.1 เครื่องอัดอากาศแบบลูกสูบ

เครื่องอัดอากาศแบบลูกสูบ ประกอบด้วยลูกสูบที่เคลื่อนที่ในกระกระบอกสูบ โดยรับกำลังขับผ่านก้านสูบและข้อเหวี่ยงที่ประกอบอยู่ในเพลาห้องข้อเหวี่ยง มีลิ้นอุดอากาศและลิ้นส่งติดอยู่ตอนบนของหัวสูบ ลิ้นแบบนี้ทำงานโดยความดันแตกต่างกันระหว่างหน้าและหลังลิ้น ขณะที่ลูกสูบเคลื่อนที่ลงอากาศที่ถูกอัดในจังหวะก่อนหน้าที่ยังหลงเหลืออยู่จะขยายตัวจนมีความดันต่ำกว่าความดันดูดเข้าเล็กน้อยซึ่งอากาศด้านนอกของลิ้นดูดจะสูงกว่าด้านในตัวนั้น ลิ้นจะเปิดให้อากาศเข้าในระหว่างจังหวะนี้ ลิ้นส่งจะปิดเพราะขณะนี้ความดันด้านนอกของลิ้นส่งจะสูงกว่าความดันภายในกระบอกสูบ ขณะนี้ลูกสูบเคลื่อนที่ขึ้น ในช่วงแรกของจังหวะเคลื่อนขึ้น ความดันในกระบอกสูบจะสูงขึ้นเล็กน้อยพอเพียงที่จะทำให้ลิ้นดูดปิด ความดันของอากาศภายในกระบอกสูบจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว เมื่อถูกปิดอยู่ในกระบอกสูบอย่างสนิทจนมีความดันสูงกว่าความดันด้านนอกของลิ้นส่ง ซึ่งจะทำให้ลิ้นส่งเปิดทำให้อากาศความดันสูงออกจากกระบอกสูบ และลิ้นส่งจะปิดในที่สุดเมื่อสุดจังหวะอัด ลูกสูบก็จะเริ่มเลื่อนลงในกระบอกสูบ ลิ้นดูดก็จะเลื่อนออกอีกครั้งหนึ่ง และจะเป็นวัฏจักรเช่นนี้ซ้ำๆ กัน

อากาศที่ถูกปิดอยู่ในกระบอกสูบของเครื่องอัดอากาศแบบนี้จะสามารถอัดให้ความดันได้สูงมากทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความแข็งแรงของวัสดุที่ทำชิ้นส่วนของอัดและกำลังขับของมอเตอร์ ในเครื่องอัดอากาศแบบลูกสูบนี้ การไหลของอากาศจะมีการหยุดทำงานเป็นจังหวะๆ

3.2 เครื่องอัดอากาศแบบลูกสูบหลายขั้น

เครื่องอัดอากาศแบบลูกสูบหลายขั้น มีหลักการทำงานคือ เมื่อการส่งอากาศออกของเครื่องอากาศแบบลูกสูบเดียวถูกกีดขวางย่อมจะทำให้ความดันยิ่งเพิ่มขึ้น ถ้าความดันของอากาศส่งออกสูงมากเกินไปก็จะมีข้อเสียเกิดขึ้น เครื่องอัดอากาศแบบขั้นเดียว ถ้าต้องการอัดอากาศให้ได้ความดันสูงๆ ก็จำเป็นจะต้องให้มีโครงสร้างแข็งแรงมาก รวมทั้งต้องให้ชิ้นส่วนประกอบที่แข้งแรงพอเพื่อแก้ปัญหาเรื่องการสมดุล และเมื่อมีแรงบิดตอนเริ่มสตาร์ทสูงก็ต้องใช้ข้อเหวี่ยงให้มีขนานโตขึ้นด้วย จากข้อเสียต่างๆ ของเครื่องอัดอากาศแบบขั้นเดียวนี้จึงได้มีการปรับปรุงและหันมาใช้เครื่องอัดอากาศแบบหลายขั้น ซึ่งประกอบด้วยกระบอกสูบหลายกระบอกต่อเนื่องกัน โดยอากาศที่ส่งออกจากกระบอกสูบหนึ่งจะวิ่งไปเข้ากระบอกสูบตัวถัดไป แสดงการต่อกระบอกสูบของเครื่องอัดแบบ 3 ขั้นอัตราส่วนความดันต่ำในกระบอกสูบความดันต่ำหมายถึงการขยายตัวของปริมาตรของอากาศที่หัวสูบจะลดลงซึ่งจะทำให้ปริมาตรแทนที่จริงในกระบอกสูบเพิ่มขึ้น ซึ่งสูบนี้จะทำหน้าที่ควบคุมมวลของอากาศที่ไหลผ่านเครื่องอัดอากาศทั้งหมด เพราะกระบอกสูบนี้ทำหน้าที่ดูดอากาศเข้ามาในเครื่องเพียงสูบเดียว ดังนั้น เครื่องอัดอากาศแบบหลายขั้นจึงสามารถส่งมวลผ่านเครื่องอัดได้มากกว่าเครื่องแบบขั้นเดียว

เพื่อที่จะลดอุณหภูมิของอากาศที่ออกจากเครื่องอัดจึงได้มีการติดตั้งอุปกรณ์หล่อเย็นระหว่างสูบเอาไว้ การลดอุณหภูมิ หมายถึง การลดพลังงานภายในของอากาศที่ออกจากเครื่องอัดด้วย และเมื่อพลังนี้ได้มาจากพลังงานที่ใช้ในการอัดของเครื่องอัดอากาศ ผลอันนี้จึงเป็นการช่วยลดงานที่ต้องใช้ในการอัดลง เครื่องอัดแบบหลายขั้น สามารถปรับความสมดุลได้ง่าย และมีแรงบิดต่ำกว่าแบบขั้นเดียว จะสังเกตเห็นว่า ขนาดของกระบอกสูบจะลดลงเมื่อความดันเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากว่าเมื่อความดันเพิ่มขึ้นปริมาตรของอากาศที่กำหนดมวลมาให้จะลดลงเมื่อกระบอกสูบต่อเนื่องกัน มวลของอากาศก็จะไหลต่อเนื่องกันไปตลอดเครื่องอัด และเมื่อลูกสูบชุดต่อไปมีปริมาตรอากาศเข้าน้อยเนื่องจากความดันสูงขึ้น จึงทำให้ขนาดของกระบอกสูบเล็กลงตามลำดับ

3.3 เครื่องอัดแบบโรตารี

เครื่องอัดอากาศแบบนี้มีพื้นฐานอยู่ 3 แบบด้วยกัน คือ แบบเหวี่ยงออกตามแนวรัศมีรอบตัว หรือแบบใช้แรงเหวี่ยง (Radial or Centifugal Compressor) แบบไหลตามแนวแกน และแบบขับออกทางบวกหรือพัดลม ลักษณะโดยทั่วๆ ไปของเครื่องอัดอากาศ แบบเหวี่ยงตามแนวรัศมี ซึ่งประกอบด้วยใบพัดที่หมุนได้รอบตัว โดยปกติจะมีความเร็วรอบสูง (20,000 – 30,000 ริบต่อนาที) อยู่ภายใน เครื่องใบพัดประกอบด้วยจานติดใบเมื่อใบหมุนอากาศซึ่งอยู่ในร่องใบก็จะหมุนไปด้วย แรงเหวี่ยงจะผลักให้อากาศออกทางปลายใบพัด ซึ่งเรียกว่าตาของใบพัด (Eye of Impeller) อากาศจะไหลจากปลายด้านนอกของใบพัดผ่านแหวนจ่ายลมซึ่งทำให้กระบอกเข้าไปในก้นหอยโข่ง (Evolute) ได้ดียิ่งขึ้น ที่แหวนจ่ายลม อากาศจะลดอัตราความเร็วลง ซึ่งมีผลให้ความดันของอากาศก่อตัวสูงขึ้น ในทางทฤษฎีถือว่าไม่มีพลังงานสูญเสีย

ก้นหอยเป็นส่วนที่ทำหน้าที่รวมอากาศของเครื่องอัดซึ่งพื้นที่หน้าตัดจะโตขึ้นเรื่อยๆ โดยรอบเครื่องอัด เหตุผลสำหรับอันนี้ก็คืออากาศที่รวมตัวกันอยู่รอบๆ ก้นหอยจะมากขึ้นเรื่อยๆ ซึ่งต้องใช้พื้นที่หน้าตัดโตขึ้น ต่อไปก็จะมีท่อต่อลมอัดออกไปใช้งาน เครื่องอัดอากาศแบบนี้เป็นแบบการไหลต่อเนื่อง ใช้ในการอัดอากาศเป็นจำนวนมากๆ ผ่านช่วงความดันปานกลางโดยทั่วๆ ไป มีอัตราส่วนการอัดประมาณ 4 ถึง 6 : 1

เครื่องอัดอากาศแบบการไหลตามแนวแกน เครื่องอัดอากาศแบบนี้มีใบพัดแบบอยู่กับที่และแบบเคลื่อนที่หลายๆ ชุดต่อเนื่องกัน ใบชุดอยู่กับที่จะติดอยู่กับเครื่อง ส่วนใบพัดชุดเคลื่อนที่ติดอยู่ที่แกนมีเพลาหมุนรอบตัว ใบชุดเคลื่อนที่นั้นมีลักษณะใบพัดลมหลายๆ อันประกอบเข้าเป็นชุดเดียวกัน ใบพัดเหล่านี้จะช่วยส่งอากาศให้ผ่านเข้าเครื่องอัดอากาศ มุมของใบพัดทุก

ชุดจะจัดไว้พอดีก็ทำให้อากาศผ่านจากใบพัดชุดหนึ่งได้อย่างราบเรียบ อากาศจะวิ่งผ่านตามแนวแกนที่มีความเร็วสูงประมาณ 10,000 – 30,000 รอบต่อนาที ใช้อัดอากาศในปริมาณมากๆ มีอัตราส่วนความดันถึง 10 : 1 หรือมากกว่า ซึ่งเครื่องอัดอากาศแบบนี้จะนำไปใช้กับเครื่องกังหันก๊าซของเครื่องบินและเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

4. กังหันก๊าซ

กังหันก๊าซจะทำงานได้ต้องมีส่วนประกอบ 3 อย่างดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น คือ เครื่องอัดอากาศห้องเผาไหม้ และตัวกังหัน โดยมีการทำงานดังนี้ คือ อากาศจะถูกอัดด้วยเครื่องอัดอากาศให้มีความดันสูง 8 – 10 เท่า โดยใช้เครื่องอัดอากาศแบบโรตารี แบบอากาศไหลตามแนวแกนหรือไหลตามแนวรัศมี

อากาศความดันสูงจะส่งเข้าไปยังห้องเผาไหม้โดยผ่านท่อลม ในห้องเผาไหม้จะมีหัวฉีดเชื้อเพลิงเข้าไปอย่างต่อเนื่อง เมื่ออากาศผ่านเข้าไปยังห้องเผาไหม้จะทำให้เกิดอุณหภูมิสูงขึ้นและเกิดการขยายตัวทำให้มีความดันเพิ่มขึ้นไปขับดันกังหันให้หมุนโดยเพลาของกังหันสามารถต่อไปใช้งานได้ เช่น เครื่องกำเนิดไฟฟ้า หรือเรือเดินสมุทร ส่วนเครื่องบินไม่ส่งกำลังออกที่เพลา แต่จะมีกังหันก๊าซและเครื่องอัดอากาศขนาดใหญ่ที่ให้กำลังและความเร็วสูงมาก ในการผลักดันเครื่องบินให้เคลื่อนที่ภายในอากาศได้ การเผาไหม้อย่างต่อเนื่องจะทำให้อุณหภูมิของห้องเผาไหม้และเครื่องอัดอากาศมีความร้อนสูง จึงต้องมีการระบายความร้อนให้กับเครื่อง

ข้อดีของเครื่องกังหันก๊าซคือ มีการสั่นสะเทือนน้อย ออกแบบง่าย มีประสิทธิภาพการทำงานสูง

กังหันก๊าซเป็นเครื่องที่ไม่สามารถเริ่มเดินเครื่องด้วยตัวเองได้เหมือนเครื่องยนต์ลูกสูบทั่วๆ ไป จึงต้องมีเครื่องช่วยหมุนจนได้ความเร็วรอบระดับหนึ่ง จึงจะทำการจุดเชื้อเพลิงในห้องเผาไหม้ เครื่องช่วยหมุนนี้อาจใช้มอเตอร์ไฟฟ้า หรือกังหันก๊าซเล็กๆ โดยออกแบบให้มีถังเชื้อเพลิงและชุดอัดอากาศ สำหรับกังหันก๊าซตัวเล็กนี้จะใช้เฟืองหรือชุดเกียร์ขับที่เพลากังหันเมื่อเดินเครื่องได้แล้ว ชุดเกียร์จะถอยออกมา

5. การเพิ่มประสิทธิภาพของกังหันก๊าซ

ก๊าซที่ออกจากกังหันจะยังคงมีอุณหภูมิและพลังงานหลงเหลืออยู่อีกมากจึงนำก๊าซร้อนนี้ไปเข้าเครื่องถ่ายเทความร้อน (Heat Exchange) ก่อนที่จะส่งเข้าไปยังเครื่องอัดอากาศ ทำให้อากาศที่ถูกอัดมีอุณหภูมิสูงขึ้นและส่งต่อไปยังห้องเผาไหม้ ทำให้ได้พลังงานเพิ่มขึ้น 20 – 30 เปอร์เซ็นต์ อากาศถูกดูดเข้าเครื่องอัดอากาศเพิ่มความดันให้สูงขึ้น 8 – 10 เท่า ส่งเข้าไปยังห้องเผาไหม้ที่มีก๊าซหรือน้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง อากาศจะขยายตัวมีความดันสูงขึ้น ไปขับเคลื่อนใบพัดของกังหันก๊าซให้หมุน ซึ่งแกนของกังหันต่อเชื่อมเข้ากับแกนของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าผลิตแรงดันไฟฟ้าจ่ายออกไป ส่วนไอเสียที่ขับดันกังหันแล้วจะยังคงมีอุณหภูมิสูงอยู่ จึงนำก๊าซร้อนนี้ไปถ่ายเทความร้อนเพิ่มให้กับอากาศที่ถูกอัด ทำให้ประสิทธิภาพของอากาศสูงขึ้นกว่าปกติเมื่อเข้าไปสันดาปในห้องเผาไหม้

6. กังหันก๊าซแบบวงจรปิด (Close Cycle Gas Turbine)

กังหันก๊าซแบบวงจรปิดโดยมีโครงสร้างและหลักการทำงานเช่นเดียวกับกังหันก๊าซแบบเปิดโดยทั่วไป ๆ ไป ส่วนที่แตกต่างคือ ใช้อากาศจำนวนเดียวกันหมุนเวียนใช้งานอยู่ในวงจรปิดตลอดเวลา เว้นแต่จะมีการซ่อมบำรุงหรือการรั่วไหลจึงจะเปลี่ยนอากาศ

การทำงานก็คือ เมื่ออากาศถูกอัดด้วยเครื่องอัดอากาศจะถูกส่งเข้าห้องให้ความร้อนสูง (Heater) เกิดการขยายตัวเพิ่มอุณหภูมิและความดันไปหมุนกังหัน หลังจากนั้นจะถูกระบายความร้อนด้วยน้ำทำให้เย็นลง และไหลกลับไปยังเครื่องอัดอากาศ อากาศในวงจรด้านความดันต่ำของวงจรจะถูกอัดความดันให้สูงขึ้นเป็นวงจรเช่นนี้ตลอดไป

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

7. ห้องเผาไหม้ (Combustion Chamber)

ห้องเผาไหม้เป็นโลหะรูปทรงกระบอกมีสองชั้นประกอบกันอยู่ ชั้นนอกเป็นช่องทางเข้าของอากาศความดันสูงที่ถูกอัดเข้ามาจากเครื่องอัดอากาศ ชั้นในเป็นท่อโลหะซ้อนกันอยู่โดยเจาะรูเล็กๆ ไว้เป็นระยะๆ เพื่อให้อากาศความดันสูงเข้าไปผสมกับเชื้อเพลิงทำให้เกดการลุกไหม้ขยายตัวมีอุณหภูมิและความดันสูงส่งเข้าไปขับเคลื่อนกังหัน ท่อภายในห้องเผาไหม้ที่ถูกถอดออกมาตรวจสอบและบำรุงรักษาตามระยะเวลาที่กำหนด โดยจะทำความสะอาดรูที่ท่อซึ่งอาจมีสิ่งสกปรก เช่น เศษเขม่า หรือผงถ่านสะสมตกค้างอยู่ เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการเผาไหม้อีกวิธีหนึ่ง

ห้องเผาไหม้นี้ส่วนมากจะติดตั้งอยู่ตรงกลางระหว่างเครื่องอัดอากาศและกังหันตรงส่วนหัวของห้องเผาไหม้จะมีหัวฉีดเชื้อเพลิง (ก๊าซหรือน้ำมันดีเซล) ซึ่งห้องเผาไหม้จะมีหัวฉีดเชื้อเพลิงตั้งแต่ 6 – 18 หัว และจะมีหัวฉีดเชื้อเพลิงให้ลุกไหม้โดยควบคุมด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์เพื่อให้การเผาไหม้สมบรูณ์ เป็นไปอย่างต่อเนื่องและมีประสิทธิภาพ

8. กังหันก๊าซแบบ 2 ตอน (Two Stage Gas Turbine)

โดยทั่วๆ ไป กังหันก๊าซจะมีเพียงหนึ่งชุดประกอบอยู่ร่วมกับเครื่องอัดอากาศและห้องเผาไหม้ เรียกว่า เครื่องกังหันก๊าซแบบตอนเดียว แต่เพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพและกำลังงานในระบบ ก็จะเพิ่มจำนวนกังหันก๊าซและเครื่องอัดอากาศขึ้นอีกอย่างละชุด รวมเป็น 2 ชุด จะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานขึ้นอีกประมาณ 40 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจะเรียกว่าเครื่องกังหันก๊าซแบบสอง 2 ตอน หรือถ้าต้องการประสิทธิภาพการทำงานให้สูงขึ้นก็เพิ่มจำนวนกังหันก๊าซและเครื่องอัดอากาศขึ้นไปได้อีก

การทำงาน

การทำงานของกังหันก๊าซแบบ 2 ตอน คือ เริ่มจากเครื่องอัดอากาศความดันต่ำดูดอากาศจากภายนอกเข้ามาทำการอัดอากาศจากปกติให้มีความดันมากขึ้น แต่ยังคงเป็นความดันต่ำอยู่ อากาศอัดจำนวนนี้จะมีความร้อนอยู่ในตัวจึงต้องผ่านเครื่องระบายความร้อนให้อุณหภูมิลดลง โดยยังมีความดันเท่าเดิมส่งผ่านไปยังเครื่องอัดอากาศที่มีความดันสูงอัดอากาศให้สูงขึ้นมากกว่าอากาศปกติ 8 – 10 เท่า และผ่านเข้าห้องถ่ายเท่ความร้อนเข้าไปยังห้องเผาไหม้เพื่อช่วยให้การลุกไหม้ของเชื้อเพลิงเกิดการขยายตัว มีความร้อนและอุณหภูมิสูงถึงประมาณ 900° C ส่งเข้าไปขับดันกังหันความดันสูงชุดแรก ทำให้กังหันหมุน อุณหภูมิของก๊าซร้อนนี้จะผ่านออกมาจากกังหันก๊าซความดันสูงและผ่านเข้าห้องเผาไหม้ชุดที่ 2 เกิดความร้อนอุณหภูมิสูงขยายตัวส่งออกไปขับดันกังหันก๊าซความดันต่ำอีกเครื่องหนึ่งที่อยู่บนเพลาเดียวกันกับกังหันชุดแรกขับเพลาให้มีกำลังหมุนเร็วขึ้น ซึ่งจะมีความเร็วรอบประมาณ 3000 รอบต่อนาที โดยผ่านชุดเกียร์ซึ่งควบคุมความเร็วรอบให้คงที่และส่งกำลังไปหมุนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ใช้ความเร็วรอบคงที่ คือ 3000 รอบต่อนาที เพื่อผลิตความถี่ให้ได้ 50 เฮิรตซ์ ส่งกำลังไฟฟ้าออกไปโดยมีพิกัดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเป็นกิโลโวลต์แอมแปร์ ส่วนก๊าซร้อนที่ออกจากกังหันความดันต่ำจะมีอุณหภูมิลดเหลือประมาณ 500° C จะถูกส่งไปยังเครื่องถ่ายเทความร้อน ทำการถ่ายเทความร้อนให้กับความดันที่ออกจากเครื่องอัดอากาศความดันสูงเพื่อส่งเข้าไปสันดาปภายในห้องเผาไหม้ต่อไป อากาศส่วนที่เหลือจะกลายเป็นไอเสีย ปล่อยทิ้งออกไปทางปล่องไอเสีย

9. กังหันก๊าซแบบ 2 เพลา (Two Shafts Open – Cycle Gas Turbine)

กังหันก๊าซวงจรแบบ 2 เพลา โดยตอนเริ่มเดินเครื่องจะใช้มอเตอร์ เป็นต้น กำลังขับเครื่องอัดอากาศ ให้ทำงานโดยอัดอากาศจากภายนอก ให้มีความดันสูง และเพิ่มอุณหภูมิที่ส่งไปยังห้องเผาไหม้โดยผ่านเครื่องถ่ายเทความร้อน อากาศความดันสูงนี้จะเข้าไปช่วยสันดาปในห้องเผาไหม้ โดยใช้เชื้อเพลิงก๊าซหรือน้ำมันดีเซลเกิดการขยายตัวเข้าไปขับดันกังหัน ให้หมุนซึ่งต่ออยู่บนเพลาเดียวกับเครื่องอัดอากาศ และเครื่องอัดอากาศก็จะหมุนตามโดยตัดวงจรมอเตอร์สตาร์ตออกและอากาศความดันสูงอีกส่วนหนึ่งที่ผ่านเครื่องถ่ายเทความร้อน และแยกตัวมาจากห้องเผาไหม้ชุดที่หนึ่งจะถูกส่งเข้าไปยังห้องเผาไหม้ชุดที่ 2 ช่วยสันดาปเชื้อเพลิงให้ลุกไหม้มีอุณหภูมิและความดันสูงเกิดการขยายตัวของก๊าซร้อนจำนวนมากไปขับเคลื่อนกังหัน ที่มีเพลาอีกชุดหนึ่งที่ต่อเข้ากับเฟืองขับ ที่ควบคุมความเร็วให้คงที่ เป็นต้นกำลังขับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าให้หมุน กำเนิดแรงดันไฟฟ้าออกไปใช้งาน ส่วนก๊าซร้อนที่ขับกังหันแล้ว ก็จะลดอุณหภูมิและความดันส่งออกไปถ่ายเทความร้อนให้กับอากาศความดันสูงที่มาจากเครื่องอัดอากาศและกลายเป็นไอเสียส่งออกไปทางปล่องไอเสีย กังหันก๊าซแบบ 2 เพลา มีข้อดีคือ สามารถขับเคลื่อนได้เป็นอิสระกับส่วนที่เป็นกังหันก๊าซความดันต่ำ เมื่อมีกำลังขับจากกังหันและเครื่องอัดอากาศความดันสูงเพียงพอก็จะต่อเพลาเขากับเครื่องอัดอากาศความดันต่ำเพื่อเพิ่มกำลังการอัดอากาศเข้าสู่ห้องเผาไหม้ ส่งความดันไปหมุนกังหันซึ่งต่ออยู่บนเพลาเดียวกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าผลิตแรงดันไฟฟ้าออกไป หลังจากนั้น ความดันและอุณหภูมิจะลดลงและถูกระบายความร้อนด้วยน้ำ อากาศส่วนนี้ก็จะถูกส่งไปยังเครื่องอัดอากาศความดันต่ำท่อยู่อีกเพลาหนึ่ง ซึ่งจะถูกขับเคลื่อนโดยชุดของกังหันและเครื่องอัดอากาศชุดแรก และจะใช้อากาศที่อัดเป็นความดันแล้วส่งเข้าห้องเผาไหม้อีกทางหนึ่งต่อไป

10. การผลิตไฟฟ้าด้วยกังหันก๊าซ (Gas Turbine – Generator)

อุปกรณ์ผลิตประกอบด้วย เครื่องกังหันก๊าซ เครื่องอัดอากาศและเครื่องกำเนิดไฟฟ้า โดยใช้ก๊าซธรรมชาติ น้ำมันเตาปรับสภาพ หรือน้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิงเริ่มการทำงานโดยอาศัยก๊าซร้อนที่เผาไหม้ในห้องเผาไหม้ และจะมีอากาศจากเครื่องอัดอากาศถูกอัดให้มีความหนาแน่นและความดันเพิ่มขึ้น 8 – 10 เท่า โดยอากาศนี้จะถูกกรองด้วยเครื่องกรองอากาศ (Air Filter) ให้สะอาดก่อนส่งเข้าเครื่องอัด

อากาศ จากนั้นอากาศที่ถูกอัดเพิ่มความดันนี้จะถูกส่งไปยังห้องเผาไหม้ หืออาจเป็นเชื้อเพลิงน้ำมันที่ถูกฉีดด้วยหัวฉีด (Spray) และใช้หัวเทียนเป็นตัวจุดระเบิด เมื่อเชื้อเพลิงติดไฟจะเกิดการเผาไหม้กลายเป็นก๊าซร้อนรวมตัว กับอากาศที่อัดส่งเข้าไปจะเกิดการขยายตัว มีความดันและอุณหภูมิสูง (ประมาณ 11000° C) ส่งเข้าไปขับดันใบพัดของชุดกังหันก๊าซซึ่งอยู่บนเพลาเดียวกันกับเครื่องอัดอากาศให้หมุนอย่างต่อเนื่อง การเริ่มเดินเครื่อง (Start) จะใช้มอเตอร์ไฟฟ้า ซึ่งมีคลัตช์ต่อเชื่อมกับเพลาเป็นตัวขับดันให้หมุนมอเตอร์ไฟฟ้าจะหยุดและคลัตช์จะถูกปลดออก เมื่อเครื่องกังหันก๊าซเดินเครื่องเองได้แล้ว ปลายเพลาอีกด้านหนึ่งจะต่อเพื่อฉุดให้หมุนเพลาโรเตอร์ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ให้กำเนิดแรกดันไฟฟ้าออกไป ก๊าซร้อนที่ถูกทิ้งออกจากเครื่องกังหันก๊าซจะมีอุณหภูมิประมาณ 550° C (ลดลงจาก 1100° C ขณะที่เผาไหม้) ยังมีพลังงานความร้อนเพียงพออยู่จึงสามารถนำไปต้มน้ำเพื่อผลิตไฟฟ้าในหน่วยของกังหันไอน้ำเพื่อใช้งานต่อไป

<u>11. ตัวอย่างรายละเอียดของเครื่องกังหันก๊าซของโรงไฟฟ้าพลังกังหันก๊าซ ลานกระบือ จังหวัดกำแพงเพชร</u>

เครื่องกังหันก๊าซ	บริษัทผู้ผลิต	ย้ายมาจาก	ขนาด (เมกะวัตต์)
เครื่องที่ 1	John Brown	เครื่องที่ 2 โรงไฟฟ้าพลังความร้อน สุราษฎร์ธานี	16
เครื่องที่ 2	John Brown	เครื่องที่ 1 โรงไฟฟ้าพลังความร้อน สุราษฎร์ธานี	16
เครื่องที่ 3	Hitachi	อ่าวไผ่	14
เครื่องที่ 5	AEG KANIS	เครื่องที่ 3 โรงไฟฟ้าพลังความร้อน พระนครใต้	20
เครื่องที่ 6	AEG KANIS	เครื่องที่ 2 โรงไฟฟ้าพลังความร้อน พระนครใต้	20
เครื่องที่ 7	AEG KANIS	เครื่องที่ 4 โรงไฟฟ้าพลังความร้อน พระนครใต้	20
เครื่องที่ 8	AEG KANIS	สงขลา	20
		รวมกำลังผลิต	**126**

<u>รายละเอียดของเครื่องกังหันก๊าซ</u>

รายละเอียด	เครื่องที่ 1,2,3	เครื่องที่ 5,6,7
1. เครื่องอัดอากาศ - อัตราส่วนความกดดันของอากาศ	 6 ต่อ 1	 9.8 ต่อ 1
2. จำนวนห้องเผาไหม้	10	10
3. เครื่องกังหันก๊าซ - กำลังเครื่อง (แรงม้า) - ความเร็วรอบ (รอบต่อนาที)	 20500 5100	 27200 5100
4. เครื่องกำเนิดไฟฟ้า พิกัด (kVA) - ความเร็วรอบ (รอบต่อนาที) - แรงดันไฟฟ้า (โวลต์)	20750 3000 11500	32000 3000 10500
5. เชื้อเพลิง	น้ำมันดีเซล / ก๊าซธรรมชาติ	น้ำมันดีเซล / ก๊าซธรรมชาติ

12. สรุปข้อดี ข้อเสีย ของโรงไฟฟ้าพลังกังหันก๊าซ

เมื่อเปรียบเทียบกับโรงไฟฟ้าชนิดอื่น ๆ

ข้อดี

1. สามารถผลิตกำลังไฟฟ้าเสริมเข้าระบบได้อย่างมีประสิทธิภาพ
2. ใช้ระยะเวลาก่อสร้างและติดตั้งน้อยกว่าโรงไฟฟ้าประเภทอื่นๆ เนื่องจากการจัดซื้อระบบกังหันก๊าซสำเร็จรูปทั้งชุดนำมาติดตั้งบนฐานรากที่เตรียมไว้
3. สามารถนำไอเสียจากโรงไฟฟ้ากังหันก๊าซไปผลิตไฟฟ้าในระบบโรงไฟฟ้าพลังกังหันไอน้ำได้
4. เชื้อเพลิงสำรองก๊าซธรรมชาติมีอย่างเพียงพอทั้งแหล่งผลิตในประเทศและต่างประเทศใกล้เคียงคือประเทศพม่า
5. สามารถใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิงสำรอง
6. ช่วยลดมลภาวะจากไอเสีย เนื่องจากก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงที่สะอาด ไม่มีสี ไม่มีกลิ่นและไม่มีควัน

ข้อเสีย

1. การส่งก๊าซจากแหล่งผลิตมายังโรงไฟฟ้าเป็นระยะทางไกล (เช่น ต้องส่งผ่านท่อเส้นผ่านศูนย์กลาง 36 นิ้ว จากโรงแยกก๊าซจังหวัดระยองมายังโรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนร่วมไทรน้อย จังหวัดพระนครศรีอยุธยา หรือจากแหล่งก๊าซยาดามา ประเทศพม่า มายังโรงไฟฟ้าจังหวัดราชบุรีเป็นระยะทางถึง 703 กิโลเมตร เป็นต้น)
2. ต้องจัดซื้อเชื้อเพลิงจากต่างประเทศทำให้เสียเงินตราของประเทศ

13. สรุปโรงไฟฟ้าพลังกังหันก๊าซในประเทศไทย

ลำดับ	ชื่อ	ที่ตั้ง (จังหวัด)	เชื้อเพลิง	กำลังผลิตติดตั้ง
1	หนองจอก	กรุงเทพฯ	น้ำมันดีเซล / ก๊าซ	488000
2	ไทรน้อย	นนทบุรี	น้ำมันดีเซล / ก๊าซ	244000
3	ลานกระบือ	กำแพงเพชร	น้ำมันดีเซล / ก๊าซ	140000
รวม				872000

สื่อการเรียนรู้

1. อินเทอร์เน็ต

กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นนำ

1. ครูชี้แจงรายละเอียดเกี่ยวกับคำอธิบายรายวิชา จุดประสงค์รายวิชา การวัดผลและประเมินผลการเรียน คุณลักษณะนิสัยที่ต้องการให้เกิดขึ้น และข้อตกลงในการเรียน
2. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนหน่วยที่ 1 ใช้เวลาประมาณ 20 นาที
3. ครูอธิบายเนื้อหาโรงไฟฟ้ากังหันก๊าซ
4. ครูตั้งคำถามให้นักเรียนช่วยกันตอบ โรงไฟฟ้ากังหันก๊าซ

ขั้นสอน

1. ให้ผู้เรียนศึกษาเรื่องความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโรงไฟฟ้ากังหันก๊าซ

2. ให้ผู้เรียนพิจารณาเกี่ยวกับเรื่องโรงไฟฟ้ากังหันก๊าซแล้วให้ผู้เรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็น

4. ผู้เรียนหาข้อมูลเกี่ยวกับความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเรื่องโรงไฟฟ้ากังหันก๊าซเช่น ห้องสมุด อินเทอร์เน็ต แล้วบันทึกความรู้

5. ผู้สอนอธิบายความรู้เพิ่มเติม แล้วเปิดโอกาสให้ผู้เรียนซักถามข้อสงสัย

ขั้นสรุป

ผู้เรียนร่วมกันอภิปรายสรุปความรู้เกี่ยวกับความรู้เกี่ยวกับโรงไฟฟ้ากังหันก๊าซ

การวัดผลและประเมินผล

การวัดผล (ใช้เครื่องมือ)	**การประเมินผล** (นำผลเทียบกับเกณฑ์และแปลความหมาย)
1. แบบทดสอบก่อนเรียน (Pre–test)	(ไว้เปรียบเทียบกับคะแนนสอบหลังเรียน)
2. แบบสังเกตการทำงานกลุ่มและนำเสนอผลงานกลุ่ม	เกณฑ์ผ่าน 60%
3. แบบฝึกหัดหลังหน่วยการเรียนรู้	เกณฑ์ผ่าน 50%
4. แบบทดสอบหลังเรียน (Post–test)	เกณฑ์ผ่าน 50%
5. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ตามสภาพจริง	เกณฑ์ผ่าน 60%

งานที่มอบหมาย

อธิบายโรงไฟฟ้ากังหันก๊าซตามความเข้าใจของผู้เรียน

ผลงาน/ชิ้นงาน/ความสำเร็จของผู้เรียน

1. รายงานเกี่ยวกับการอภิปรายสรุปความรู้เรื่องการศึกษาและปฏิบัติในงานของผู้เรียน
2. สื่อประกอบการนำเสนอหน้าชั้นเรียน
3. แบบฝึกหัดท้ายหน่วยการเรียนรู้

บันทึกหลังการสอน

1. ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้

....

....

....

....

....

....

2. ผลการเรียนของนักเรียน/ผลการสอนของครู/ปัญหาที่พบ

....
....
....
....
....
....

3. แนวทางการแก้ปัญหา

....
....
....
....
....
....

ลงชื่อ.. ลงชื่อ..
(..) (..)
ตัวแทนนักเรียน ครูผู้สอน

	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6	หน่วยที่ 6
	ชื่อวิชา โรงต้นกำลังไฟฟ้า	เวลาเรียนรวม 45 คาบ
	ชื่อหน่วย โรงไฟฟ้าความร้อนร่วม	สอนครั้งที่..3../15
ชื่อเรื่อง โรงไฟฟ้าความร้อนร่วม		จำนวน.....3....คาบ

หัวข้อเรื่อง

1. ความหมายโรงไฟฟ้าความร้อนร่วม
2. หลักการทำงานของโรงไฟฟ้าความร้อนร่วม
3. ประเภทของโรงไฟฟ้าความร้อนร่วม
4. ข้อดีของโรงไฟฟ้าความร้อนร่วม
5. ตัวอย่างโรงไฟฟ้าความร้อนร่วมในประเทศไทย

สาระสำคัญ/แนวคิดสำคัญ

โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมคืออะไร?

โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม (CCPP) คือ โรงไฟฟ้าประเภทหนึ่งที่รวมกังหันก๊าซและกังหันไอน้ำ เข้าด้วยกัน เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้ากังหันก๊าซใช้ผลิตกระแสไฟฟ้าโดยตรง และก๊าซไอเสียจากกังหันก๊าซจะถูกนำมาใช้ผลิตไอน้ำ ในเครื่องกำเนิดไอน้ำแบบนำความร้อนกลับมาใช้ใหม่ (HRSG)ไอน้ำที่ผลิตได้จะถูกนำมาใช้ขับเคลื่อนกังหันไอน้ำ ซึ่งผลิตกระแสไฟฟ้าได้เช่นกัน

โรงไฟฟ้าพลังความร้อนแบบวัฏจักรผสมใช้ทั้งวัฏจักรเทอร์โมไดนามิกของแรงไคน์ และวัฏจักรเทอร์โมไดนามิกของเบรย์ตันดังนั้นจึงเป็น โรงไฟฟ้าพลัง ความร้อน แบบ ' วัฏจักรผสม ' วัฏจักร แรง ไคน์อธิบายถึงคุณสมบัติทางเทอ ร์โมไดนามิกของเครื่องยนต์ความร้อน ที่ใช้ของไหลเป็นของไหลทำงาน (โดยทั่วไปคือไอน้ำ) ในขณะที่วัฏจักรเบรย์ตันอธิบายถึงวัฏจักรเทอร์โมไดนามิกของ เครื่องยนต์ ความร้อนที่ใช้ก๊าซเป็นของไหลทำงาน

สมรรถนะย่อย(Element of Competency)

แสดงความรู้เกี่ยวกับโรงไฟฟ้าความร้อนร่วม

จุดประสงค์การปฏิบัติ(Performance Objectives)

1. อธิบายความหมายของโรงไฟฟ้าความร้อนร่วม
2. เข้าใจถึงหลักการทำงานโรงไฟฟ้าความร้อนร่วม
3. เข้าใจประเภทของโรงไฟฟ้าความร้อนร่วม
4. อธิบายข้อดีของโรงไฟฟ้าความร้อนร่วม
5. อธิบายตัวอย่างโรงไฟฟ้าความร้อนร่วมในประเทศไทย

เนื้อหาสาระ

ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม (Combined-Cycle Power Plant) สำหรับนักอาชีวอนามัยและความปลอดภัย

-

ประสบการณ์ด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยประมาณ 20 ปี ในหลากหลายอุตสาหกรรม เช่น อุตสาหกรรมโรงไฟฟ้า ,อุตสาหกรรมเหล็ก ,โครงการก่อสร้างโรงงาน ฯลฯ

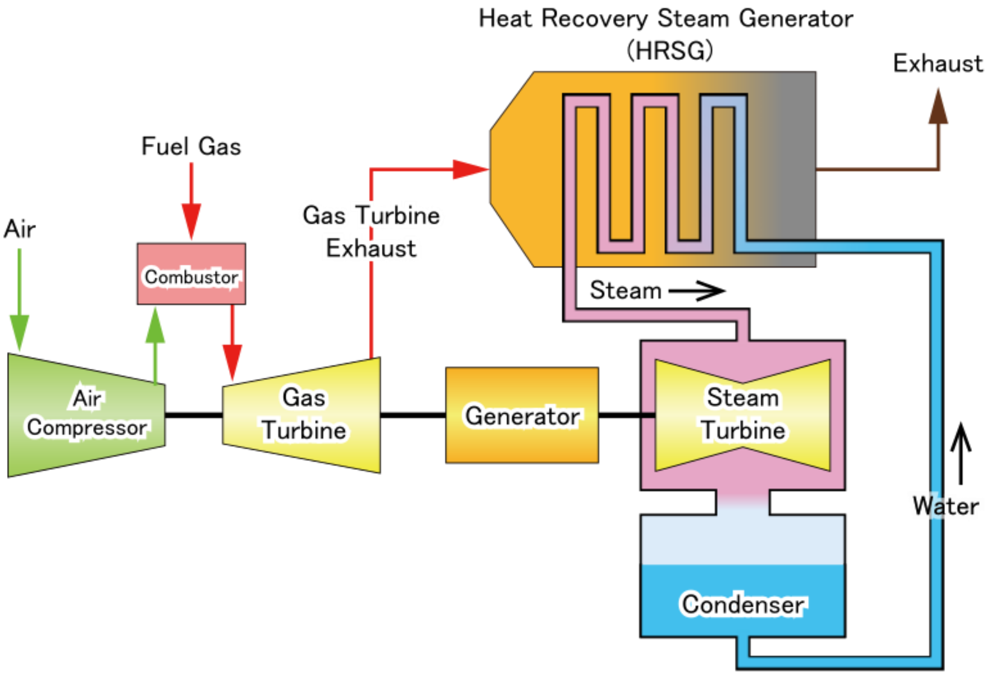
ปัจจุบันทำงานที่บริษัท PPTC จำกัด (ลาดกระบังโคเจนเนอเรชั่น)

การศึกษา ปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต อาชีวอนามัยและความปลอดภัย มหาวิทยาลัยมหิดล

เรื่อง ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม
(Combined-Cycle Power Plant)
สำหรับนักอาชีวอนามัยและความปลอดภัย

โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม คือ อะไร

โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม (Combined-Cycle Power Plant; CCPP) มีการทำงาน 2 ระบบร่วมกัน คือ ระบบของโรงไฟฟ้ากังหันก๊าซ ทำงานร่วมกับระบบของโรงไฟฟ้ากังหันไอน้ำ โดยคอมเพรสเซอร์อัดอากาศ (Air Compressor) อัดอากาศจากภายนอกและนำเข้าสู่ห้องเผาไหม้ (Combustor) เชื้อเพลิง (Fuel Gas) จะถูกฉีดเข้ามาผสมกับอากาศและจุดระเบิด ก๊าซร้อนจากการเผาไหม้ขยายตัวผ่านเครื่องกังหันก๊าซ (Gas Turbine) ทำให้กังหันก๊าซหมุนและไปขับเคลื่อนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator) เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า ก๊าซที่ปล่อยออกจากกังหันก๊าซ (Gas Turbine Exhaust) จะนำมาใช้ต้มน้ำในหม้อน้ำ (Heat Recovery Steam Generator; HRSG) ได้ไอน้ำนำไปขับเคลื่อนเพลาของเครื่องกังหันไอน้ำ (Steam Turbine)ขับเคลื่อนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator) เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า



ที่มา https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Gas_Turbine_Combined_Cycle_Generation_01.svg

อันตรายหลัก ของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมคืออะไร

อันตรายหลักจากโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม เช่น การรั่วไหลและเพลิงไหม้ของก๊าซธรรมชาติ, หม้อน้ำระเบิด, อันตรายจากไฟฟ้าดูด, อันตรายจากการเกิดอาร์คไฟฟ้าและการระเบิดจากไฟฟ้า เป็นต้น

การป้องกันและควบคุมอันตราย ของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม

1. เชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติเป็นก๊าซไวไฟ

1) ต้องมีการแบ่งพื้นที่อันตราย (Hazardous area) ตามมาตรฐาน IEC (สากล) และ NEC (อเมริกา) เพื่อให้ง่ายต่อการเลือกใช้อุปกรณ์ระดับต่างๆ ที่เหมาะสมกับความเสี่ยงของพื้นที่ เช่น การเลือกใช้อุปกรณ์ป้องกันการระเบิด (Explosion proof)

2) ติดตั้งเครื่องวัดก๊าซ (Gas detector) สำหรับเตือนกรณีเกิดก๊าซรั่วไหล หรือสั่งหยุดการผลิตโดยอัตโนมัติหากตรวจพบการรั่วไหลพร้อมกันหลายตัวก็สามารถทำได้

2. หม้อน้ำต้องมีการควบคุม

1) คุณภาพของน้ำที่นำมาใช้กับหม้อน้ำ

2) ระดับน้ำ

3) มีการตรวจสอบภายในหม้อน้ำ การทดสอบแรงดันด้วยน้ำ (Hydrostatic test) การทดสอบวาล์วนิรภัย (Safety valve)

3. อันตรายจากไฟฟ้าดูด

1) ป้องกันได้โดย การทดสอบว่าวงจรไฟฟ้า หรืออุปกรณ์ไฟฟ้าดังกล่าวยังมีแรงดันไฟฟ้าหรือไม่ ภายหลังจากได้ปลดวงจรและล็อค/พร้อมติดป้ายห้าม (lockout / tag-out) และได้ต่อลงดินอย่างปลอดภัยก่อนเข้าไปปฏิบัติงาน

2) เมื่อจำเป็นต้องทำงานกับหรือใกล้กับวงจรไฟฟ้าที่มีไฟฟ้าอยู่ การใช้อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลที่

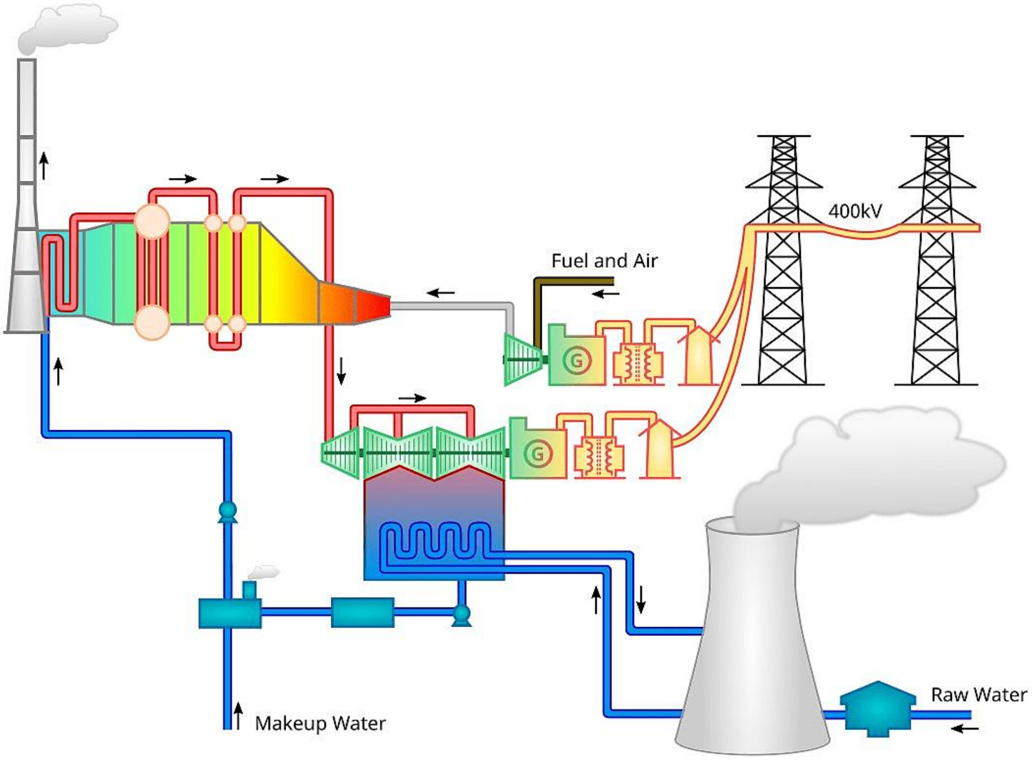
เหมาะสมกับแรงดันไฟฟ้า เช่น ถุงมือหนัง ถุงมือยาง แขนเสื้อยาง หมวกนิรภัย รองเท้ายาง ฯลฯ ตลอดเวลาด้วยความระมัดระวัง สามารถเพิ่มความปลอดภัยในขณะปฏิบัติงานได้

ที่สำคัญที่สุดคือ ผู้ปฏิบัติงานกับก๊าซธรรมชาติ หม้อน้ำ และไฟฟ้าต้องมีความรู้ความสามารถที่เหมาะสม ผ่านการอบรมและขึ้นทะเบียนผู้ปฏิบัติงานสถานที่ใช้ก๊าซธรรมชาติ ผู้ควบคุมประจำหม้อน้ำหรือหม้อต้มที่ใช้ของเหลวเป็นสื่อนำความร้อน และผ่านการอบรมความปลอดภัยในการทำงานกับไฟฟ้าตามกฎหมายเป็นพื้นฐานร่วมกับระบบการจัดการอื่นๆ เพื่อให้เกิดความปลอดภัยต่อทั้งบุคคล ทรัพย์สิน และสิ่งแวดล้อม

โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมคืออะไร?

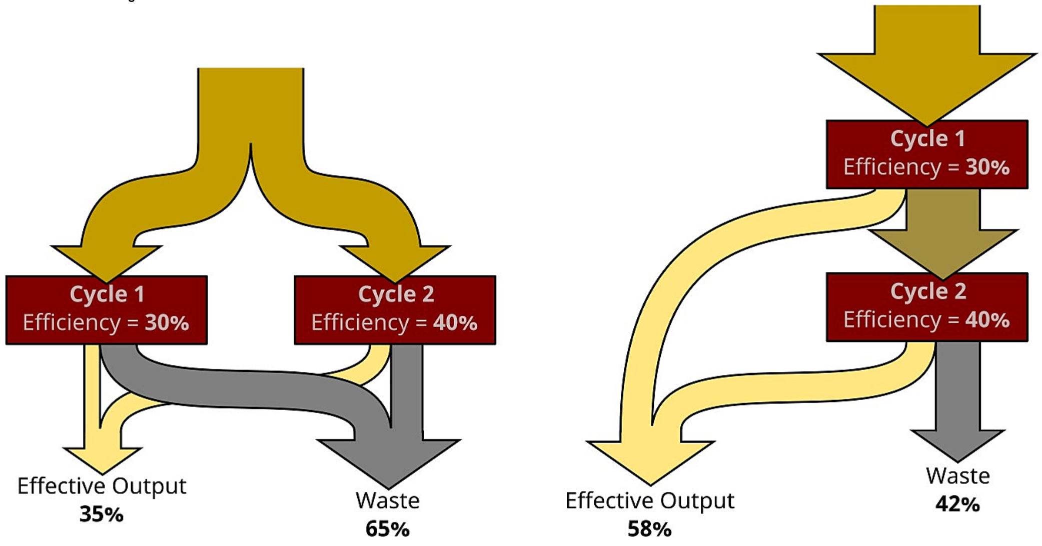
โรง**ไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม (CCPP) คือ** **<u>โรงไฟฟ้า</u>**ประเภทหนึ่งที่รวม**<u>กังหันก๊าซ</u>**และ**<u>กังหันไอน้ำ</u>** เข้าด้วยกันเพื่อผลิต**<u>กระแสไฟฟ้า</u>**กังหันก๊าซใช้ผลิตกระแสไฟฟ้าโดยตรง และ**ก๊าซไอเสีย**จากกังหันก๊าซจะถูกนำมาใช้ผลิต**<u>ไอน้ำ</u>** ใน**<u>เครื่องกำเนิดไอน้ำแบบนำความร้อนกลับมาใช้ใหม่ (HRSG)</u>**ไอน้ำที่ผลิตได้จะถูกนำมาใช้ขับเคลื่อนกังหันไอน้ำ ซึ่งผลิตกระแสไฟฟ้าได้เช่นกัน

โรงไฟฟ้าพลังความร้อนแบบวัฏจักรผสมใช้ทั้ง**วัฏจักรเทอร์โมไดนามิกของแรงไคน์** และ**วัฏจักรเทอร์โมไดนามิกของเบรย์ตัน**ดังนั้นจึงเป็น โรงไฟฟ้าพลัง **ความร้อน แบบ ' วัฏจักรผสม** ' วัฏจักร แรง **ไคน์**อธิบายถึงคุณสมบัติ**ทางเทอ** ร์โมไดนามิกของเครื่องยนต์ความร้อน ที่ใช้**ของไหล**เป็น**ของไหลทำงาน** (โดยทั่วไปคือไอน้ำ) ในขณะที่**วัฏจักรเบรย์ตัน**อธิบายถึงวัฏจักรเทอร์โมไดนามิกของ เครื่องยนต์ **<u>ความร้อน</u>**ที่ใช้**ก๊าซ**เป็นของไหล**ทำงาน**



แผนผังโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม

โรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนร่วมมีประสิทธิภาพมากกว่าโรงไฟฟ้าแบบดั้งเดิมที่ใช้กังหันก๊าซหรือกังหันไอน้ำเท่านั้น เนื่องจากโรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนร่วมใช้**ความร้อน**จากก๊าซไอเสียของกังหันก๊าซเพื่อผลิตไอน้ำ จึงช่วยลดการสูญเสียพลังงานลง



Scenario 1: Cycles in parallel **Scenario 2**: Cycles in series

ประสิทธิภาพวงจรรวม (วงจร Brayton และ Rankine แบบอนุกรม)

ดีที่รู้ - 'โรงไฟฟ้า' และ ' **สถานีไฟฟ้า** ' คือสิ่งเดียวกัน เพียงแต่ถ้อยคำต่างกัน

โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมมีส่วนประกอบหลักๆ อะไรบ้าง?

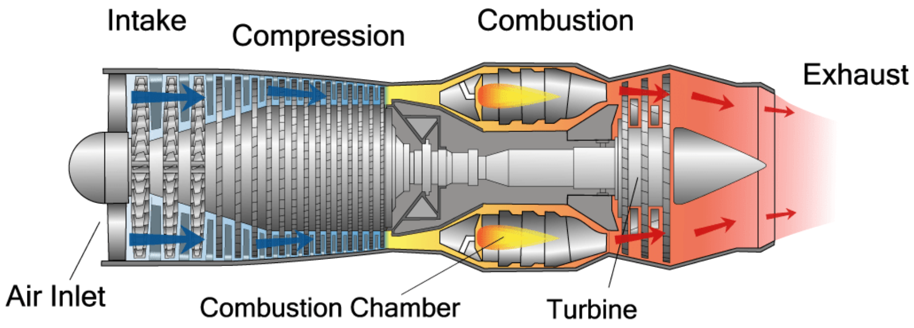
ส่วนหลักของ CCPP มีดังนี้:

- กังหันก๊าซ
- เอชอาร์เอสจี
- กังหันไอน้ำ

โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมทำงานอย่างไร

ต่อไปนี้เป็นภาพรวมโดยย่อของวิธีการทำงานของโรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนร่วม:

1. อากาศจะถูกดึงเข้าไปในคอมเพรสเซอร์กังหันแก๊ส
2. อากาศจะถูกอัดและผสมกับเชื้อเพลิงในส่วนห้องเผาไหม้ของกังหันแก๊ส
3. ส่วนผสมเชื้อเพลิงและอากาศจะถูกจุดไฟ และก๊าซไอเสียร้อนจะถูกส่งไปยังส่วนกังหันของกังหันก๊าซ
4. ส่วนกังหันจะหมุนเพื่อขับเคลื่อนเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากังหันก๊าซและผลิตไฟฟ้า



กังหันก๊าซ (กังหันเผาไหม้)

5. ก๊าซไอเสียจากกังหันก๊าซจะถูกส่งไปยัง HRSG
6. เมื่อก๊าซไอเสียผ่าน HRSG ความร้อนจะถูกส่งต่อไปยังท่อ HRSG ซึ่งเต็มไปด้วยน้ำ น้ำจะถูกทำให้ร้อนและกลายเป็นไอน้ำ
7. ไอน้ำที่ผลิตได้จะถูกส่งไปยังกังหันไอน้ำ
8. กังหันไอน้ำหมุนเพื่อขับเคลื่อนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจึงผลิตกระแสไฟฟ้าได้
9. ไอน้ำเสียจากกังหันไอน้ำจะถูกควบแน่นในคอนเดนเซอร์และส่งกลับไปยัง HRSG

สื่อการเรียนรู้

1. อินเทอร์เน็ต

กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นนำ

1. ครูชี้แจงรายละเอียดเกี่ยวกับคำอธิบายรายวิชา จุดประสงค์รายวิชา การวัดผลและประเมินผลการเรียน คุณลักษณะนิสัยที่ต้องการให้เกิดขึ้น และข้อตกลงในการเรียน
2. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนหน่วยที่ 1 ใช้เวลาประมาณ 20 นาที
3. ครูอธิบายเนื้อหาโรงไฟฟ้าความร้อนร่วม
4. ครูตั้งคำถามให้นักเรียนช่วยกันตอบ โรงไฟฟ้าความร้อนร่วม

ขั้นสอน

1. ให้ผู้เรียนศึกษาเรื่องความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโรงไฟฟ้าความร้อนร่วม
2. ให้ผู้เรียนพิจารณาเกี่ยวกับเรื่องโรงไฟฟ้าความร้อนร่วมแล้วให้ผู้เรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็น

4. ผู้เรียนหาข้อมูลเกี่ยวกับความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเรื่องโรงไฟฟ้าความร้อนร่วมเช่น ห้องสมุด อินเทอร์เน็ต แล้วบันทึกความรู้
5. ผู้สอนอธิบายความรู้เพิ่มเติม แล้วเปิดโอกาสให้ผู้เรียนซักถามข้อสงสัย

ขั้นสรุป

ผู้เรียนร่วมกันอภิปรายสรุปความรู้เกี่ยวกับความรู้เกี่ยวกับโรงไฟฟ้าความร้อนร่วม

การวัดผลและประเมินผล

การวัดผล (ใช้เครื่องมือ)	**การประเมินผล** (นำผลเทียบกับเกณฑ์และแปลความหมาย)
1. แบบทดสอบก่อนเรียน (Pre–test)	(ไว้เปรียบเทียบกับคะแนนสอบหลังเรียน)
2. แบบสังเกตการทำงานกลุ่มและนำเสนอผลงานกลุ่ม	เกณฑ์ผ่าน 60%
3. แบบฝึกหัดหลังหน่วยการเรียนรู้	เกณฑ์ผ่าน 50%
4. แบบทดสอบหลังเรียน (Post–test)	เกณฑ์ผ่าน 50%
5. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ตามสภาพจริง	เกณฑ์ผ่าน 60%

งานที่มอบหมาย

อธิบายโรงไฟฟ้าความร้อนร่วมตามความเข้าใจของผู้เรียน

ผลงาน/ชิ้นงาน/ความสำเร็จของผู้เรียน

1. รายงานเกี่ยวกับการอภิปรายสรุปความรู้เรื่องการศึกษาและปฏิบัติในงานของผู้เรียน
2. สื่อประกอบการนำเสนอหน้าชั้นเรียน
3. แบบฝึกหัดท้ายหน่วยการเรียนรู้

บันทึกหลังการสอน

1. ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้

....

....

....

....

....

....

2. ผลการเรียนของนักเรียน/ผลการสอนของครู/ปัญหาที่พบ

....

....

....

....

....

....

3. แนวทางการแก้ปัญหา

....

....

....

....

....

....

ลงชื่อ... ลงชื่อ...

(...) (...)

ตัวแทนนักเรียน ครูผู้สอน

	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7	**หน่วยที่ 7**
	ชื่อวิชา โรงต้นกำลังไฟฟ้า	เวลาเรียนรวม 45 คาบ
	ชื่อหน่วย โรงไฟฟ้าเครื่องยนต์ดีเซล	สอนครั้งที่..3../15
ชื่อเรื่อง โรงไฟฟ้าเครื่องยนต์ดีเซล		จำนวน.....6....คาบ

หัวข้อเรื่อง

1. ความหมายโรงไฟฟ้าเครื่องยนต์ดีเซล
2. หลักการทำงานของโรงไฟฟ้าเครื่องยนต์ดีเซล
3. ประเภทของโรงไฟฟ้าเครื่องยนต์ดีเซล
4. ข้อดีของโรงไฟฟ้าเครื่องยนต์ดีเซล
5. ตัวอย่างโรงไฟฟ้าเครื่องยนต์ดีเซลในประเทศไทย

สาระสำคัญ/แนวคิดสำคัญ

โรงไฟฟ้าเครื่องยนต์ดีเซล (โรงไฟฟ้าดีเซล) คือโรงไฟฟ้าพลังความร้อนประเภทหนึ่งที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซลสันดาปภายในเพื่อผลิตไฟฟ้า โดยมีหลักการทำงานคือ การเผาไหม้น้ำมันดีเซลในกระบอกสูบจะดันลูกสูบให้เคลื่อนที่ไปหมุนเพลา ซึ่งเชื่อมต่อกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า โรงไฟฟ้าดีเซลนิยมใช้เป็นแหล่งพลังงานสำรองฉุกเฉิน หรือในพื้นที่ที่ไม่มีโครงข่ายไฟฟ้าหลักเข้าถึง เนื่องจากมีความสามารถในการสตาร์ทและปรับโหลดได้รวดเร็ว แต่มีข้อจำกัดคือต้นทุนเชื้อเพลิงที่สูงและค่าบำรุงรักษาที่สูงกว่าโรงไฟฟ้าประเภทอื่น.

สมรรถนะย่อย(Element of Competency)

แสดงความรู้เกี่ยวกับโรงไฟฟ้าเครื่องยนต์ดีเซล

จุดประสงค์การปฏิบัติ(Performance Objectives)

1. อธิบายความหมายของโรงไฟฟ้าเครื่องยนต์ดีเซล
2. เข้าใจถึงหลักการทำงานโรงไฟฟ้าเครื่องยนต์ดีเซล
3. เข้าใจประเภทของโรงไฟฟ้าเครื่องยนต์ดีเซล
4. อธิบายข้อดีของโรงไฟฟ้าเครื่องยนต์ดีเซล
5. อธิบายตัวอย่างโรงไฟฟ้าเครื่องยนต์ดีเซลในประเทศไทย

เนื้อหาสาระ

โรงงานไฟฟ้าพลังงานดีเซล เป็นโรงไฟฟ้าที่ได้รับพลังงานจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงของเหลว คือ น้ำมันโซล่า โดยการเปลี่ยนพลังงานความร้อนให้เป็นพลังงานกล นำไปขับหรือหมุนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าอีกทีหนึ่ง เครื่องยนต์ส่วนมากมักจะใช้กับเครื่องกำเนิดขนาดเล็ก เหมาะสำหรับผู้ใช้ไฟที่ต้องการแหล่งกำเนิดไฟฟ้าสำหรับกรณีฉุกเฉิน หรือ ใช้ช่วยจ่าโหลดในช่วงระยะเวลาอันสั้นๆ ขนาดของเครื่องยนต์มีตั้งแต่แรงม้าน้อยๆ จนถึงมากกว่าหนึ่งหมื่นแรงม้า ในปัจจุบันเครื่องยนต์ดีเซลนับว่าเป็นต้นเครื่องกำลังที่มีประสิทธิภาพสูง เป็นที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย ทั้งในโรงงานไฟฟ้า โรงงานอุตสาหกรรม รถไฟ รถบรรทุก เรือ ฯลฯ

โรงไฟฟ้าดีเซล

โรงไฟฟ้าดีเซลเป็นโรงไฟฟ้าขนาดเล็ก แต่สามารถออกแบบให้ผลิตไฟฟ้าขนาดใหญ่ ๆ ได้ โดยใช้เครื่องยนต์ดีเซลที่มีขนาดใหญ่ขึ้น ตัวอย่างเช่น เครื่องยนต์ดีเซลซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ของ MAN B & W ประเทศเยอรมนี 4 ตัวอย่างต่อไปนี้

เครื่องยนต์ดีเซล 4 จังหวะ ความเร็วปานกลาง มีกำลังผลิตในย่าน 500 kW ถึง 18,900 kW

เครื่องยนต์ดีเซล 4 จังหวะ ความเร็วปานกลาง มีระบบ Dual-Fuel และ Spark-Ignited Gas มีกำลังผลิตในย่าน 1.5 MW ถึง 7.2 MW

เครื่องยนต์ดีเซล 4 จังหวะ ความเร็วสูง มีกำลังผลิตในย่าน 1.4 MW ถึง 3.25 MW

เครื่องยนต์ดีเซล 4 จังหวะ มีกำลังผลิตในย่าน 4.48 MW ถึง 79.5 MW

d1

ข้อดี-ข้อเสียของโรงไฟฟ้าพลังงานดีเซล

ข้อดีของโรงไฟฟ้าพลังงานดีเซล

สามารถเดินเครื่องผลิตไฟฟ้าได้อย่างรวดเร็ว

มีประสิทธิภาพสูงในการใช้เป็นโรงไฟฟ้าสำรอง

ระบบการทำงานไม่ยุ่งยาก ค่าใช้จ่ายในการบบำรุงรักษาลดลง เพราะช่วงเวลาในการบำรุงรักษาแต่ละครั้งนานขึ้น เนื่องจากระบบฉีดเชื้อเพลิงมีปัญหาเล็กน้อย และอุปกรณ์ต่าง ๆ มีอายะการใช้งานนาน

ไม่มีปัญหาเกี่ยวกับโหลด, ความเร็ว, ความชื้นและปัญหาอื่น ซึ่งเป็นปัญหาของคาร์บูเรเตอร์ ปริมาณเชื้อเพลิงที่ฉีดเข้ากระบอกสูบ กำหนดปริมาณได้เที่ยงตรงโดยปั๊มฉีดเชื้อเพลิง และมีเครื่องควบคุมความเร็ว (Governor) ทำให้สามารถควบคุมได้ราบเรียบตลอดทุกช่วงความเร็ว

ข้อเสียของโรงไฟฟ้าพลังงานดีเซล

เครื่องยนต์มีราคาแพง เพราะจะต้องสร้างให้มีความแข็งแรงเนื่องจากมีอัตราส่วนอัดสูง

ขณะทำงานเครื่องยนต์มีการสั่นสะเทือน และมีเสียงดังมาก

กำลังการผลิตมีขีดจำกัด ต้องใช้พื้นที่เพิ่มมากขึ้น

เมื่อเกิดการสึกหรอ หรือเครื่องยนต์เก่าที่บำรุงรักษาไม่ดี จะติดเครื่องยากเกิดควันดำ และก๊าซไอเสียมีเกิดเหม็นมาก เป็นปัญหาทางด้านมลพิษอย่างหนึ่ง

สื่อการเรียนรู้

1. อินเทอร์เน็ต

กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นนำ

1. ครูชี้แจงรายละเอียดเกี่ยวกับคำอธิบายรายวิชา จุดประสงค์รายวิชา การวัดผลและประเมินผลการเรียน คุณลักษณะนิสัยที่ต้องการให้เกิดขึ้น และข้อตกลงในการเรียน
2. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน
3. ครูอธิบายเนื้อหาโรงไฟฟ้าเครื่องยนต์ดีเซล
4. ครูตั้งคำถามให้นักเรียนช่วยกันตอบ โรงไฟฟ้าเครื่องยนต์ดีเซล

ขั้นสอน

1. ให้ผู้เรียนศึกษาเรื่องความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโรงไฟฟ้าเครื่องยนต์ดีเซล
2. ให้ผู้เรียนพิจารณาเกี่ยวกับเรื่องโรงไฟฟ้าเครื่องยนต์ดีเซลแล้วให้ผู้เรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็น

4. ผู้เรียนหาข้อมูลเกี่ยวกับความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเรื่องโรงไฟฟ้าเครื่องยนต์ดีเซล เช่น ห้องสมุด อินเทอร์เน็ต แล้วบันทึกความรู้

5. ผู้สอนอธิบายความรู้เพิ่มเติม แล้วเปิดโอกาสให้ผู้เรียนซักถามข้อสงสัย

ขั้นสรุป

ผู้เรียนร่วมกันอภิปรายสรุปความรู้เกี่ยวกับความรู้เกี่ยวกับโรงไฟฟ้าเครื่องยนต์ดีเซล

การวัดผลและประเมินผล

การวัดผล (ใช้เครื่องมือ)	**การประเมินผล** (นำผลเทียบกับเกณฑ์และแปลความหมาย)
1. แบบทดสอบก่อนเรียน (Pre–test)	(ไว้เปรียบเทียบกับคะแนนสอบหลังเรียน)
2. แบบสังเกตการทำงานกลุ่มและนำเสนอผลงานกลุ่ม	เกณฑ์ผ่าน 60%
3. แบบฝึกหัดหลังหน่วยการเรียนรู้	เกณฑ์ผ่าน 50%
4. แบบทดสอบหลังเรียน (Post–test)	เกณฑ์ผ่าน 50%
5. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ตามสภาพจริง	เกณฑ์ผ่าน 60%

งานที่มอบหมาย

อธิบายโรงไฟฟ้าเครื่องยนต์ดีเซลตามความเข้าใจของผู้เรียน

ผลงาน/ชิ้นงาน/ความสำเร็จของผู้เรียน

1. รายงานเกี่ยวกับการอภิปรายสรุปความรู้เรื่องการศึกษาและปฏิบัติในงานของผู้เรียน
2. สื่อประกอบการนำเสนอหน้าชั้นเรียน
3. แบบฝึกหัดท้ายหน่วยการเรียนรู้

บันทึกหลังการสอน

1. ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้

....

....

....

....

....

....

2. ผลการเรียนของนักเรียน/ผลการสอนของครู/ปัญหาที่พบ

....

....

....

....

....

....

3. แนวทางการแก้ปัญหา

....

....

....

....

....

....

ลงชื่อ...	ลงชื่อ...
(...)	(...)
ตัวแทนนักเรียน	ครูผู้สอน

	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8	หน่วยที่ 8
	ชื่อวิชา โรงต้นกำลังไฟฟ้า	เวลาเรียนรวม 45 คาบ
	ชื่อหน่วย โรงไฟฟ้านิวเคลียร์	สอนครั้งที่..3../15
ชื่อเรื่อง โรงไฟฟ้านิวเคลียร์		จำนวน.....6....คาบ

หัวข้อเรื่อง

1. ความหมายโรงไฟฟ้านิวเคลียร์
2. หลักการทำงานของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์
3. ประเภทของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์
4. ข้อดีของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์
5. ตัวอย่างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ในประเทศไทย

สาระสำคัญ/แนวคิดสำคัญ

“โรงไฟฟ้านิวเคลียร์” คือ โรงงานผลิตกระแสไฟฟ้า ที่ใช้พลังงานความร้อนจากปฏิกิริยาแตกตัวทางนิวเคลียร์ (nuclear fission reaction) ทำให้น้ำกลายเป็นไอน้ำ ที่มีแรงดันสูง แล้วส่งไอน้ำไปหมุนกังหันไอน้ำ ซึ่งต่อกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เพื่อผลิตไฟฟ้า และส่งต่อไปยังผู้บริโภคต่อไป

สมรรถนะย่อย(Element of Competency)

แสดงความรู้เกี่ยวกับโรงไฟฟ้านิวเคลียร์

จุดประสงค์การปฏิบัติ(Performance Objectives)

1. อธิบายความหมายของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์
2. เข้าใจถึงหลักการทำงานโรงไฟฟ้านิวเคลียร์
3. เข้าใจประเภทของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์
4. อธิบายข้อดีของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์
5. อธิบายตัวอย่างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ในประเทศไทย

เนื้อหาสาระ

โรงงานไฟฟ้าพลังงานดีเซล เป็นโรงไฟฟ้าที่ได้รับพลังงานจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงของเหลว คือ น้ำมันโซล่า โดยการเปลี่ยนพลังงานความร้อนให้เป็นพลังงานกล นำไปขับหรือหมุนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าอีกทีหนึ่ง เครื่องยนต์ส่วนมากมักจะใช้กับเครื่องกำเนิดขนาดเล็ก เหมาะสำหรับผู้ใช้ไฟที่ต้องการแหล่งกำเนิดไฟฟ้าสำหรับกรณีฉุกเฉิน หรือ ใช้ช่วยจ่าโหลดในช่วงระยะเวลาอันสั้นๆ ขนาดของเครื่องยนต์มีตั้งแต่แรงม้าน้อยๆ จนถึงมากกว่าหนึ่งหมื่นแรงม้า ในปัจจุบันเครื่องยนต์ดีเซลนับว่าเป็นต้นเครื่องกำลังที่มีประสิทธิภาพสูง เป็นที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย ทั้งในโรงงานไฟฟ้า โรงงานอุตสาหกรรม รถไฟ รถบรรทุก เรือ ฯลฯ
โรงไฟฟ้าดีเซล

โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ เป็นโรงไฟฟ้าพลังความร้อนแบบหนึ่งที่ใช้แหล่งพลังงานความร้อนจากเครื่องปฏิกรณ์ที่ใช้พลังงานนิวเคลียร์ในการผลิตไอน้ำแรงดันสูงจ่ายให้กับกังหันไอน้ำ กังหันไอน้ำจะไปหมุนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าผลิตเป็นกระแสไฟฟ้าออกมา โดยเครื่องปฏิกรณ์ที่ใช้ในการผลิตพลังงานนิวเคลียร์ สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทได้แก่ เครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์แบบวิจัย (อังกฤษ: Research Reactor) ที่ใช้ประโยชน์จากนิวตรอนฟลักซ์ในการวิจัย และระบายความร้อนที่เกิดขึ้นออกสู่ชั้นบรรยากาศ และเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์กำลัง (อังกฤษ: Power Reactor) ที่ใช้พลังความร้อนที่เกิดขึ้นเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้า ซึ่งเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์กำลัง มีขนาดใหญ่โตกว่าเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์วิจัยเป็นอย่างมาก

โรงไฟฟ้านิวเคลียร์เป็นโรงไฟฟ้าชนิด Baseload คือผลิตพลังงานคงที่ โดยไม่ขึ้นกับกำลังงานที่ต้องการใช้จริง เนื่องจากต้นทุนเชื้อเพลิงมีราคาถูกเมื่อเทียบกับค่าใช้จ่ายอื่น ๆ ในการผลิต[1] (ในขณะที่โรงไฟฟ้าที่ใช้การต้มน้ำด้วยแหล่งพลังงานอื่น สามารถลดการจ่ายไฟลงครึ่งหนึ่งได้เวลากลางคืนเพื่อประหยัดค่าใช้จ่ายเชื้อเพลิง) กำลังไฟที่หน่วยผลิตจ่ายได้นั้นอาจมีตั้งแต่ 40 เมกะวัตต์ จนถึงเกือบ 2,000 เมกะวัตต์ ในปัจจุบันหน่วยผลิตที่สร้างกันมีขอบเขตอยู่ที่ 600-1,200 เมกะวัตต์

ข้อมูลของ IAEA ณ วันที่ 23 เมษายน ค.ศ. 2014 มีเครื่องปฏิกรณ์ทำงานอยู่ 435 เครื่อง[2] ใน 31 ประเทศทั่วโลก[3] รวมแล้วผลิตกำลังไฟฟ้าเป็น 1 ใน 6 ส่วนของพลังงานไฟฟ้าทั้งหมดในโลก โดยสหรัฐอเมริกามีจำนวนโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ มากที่สุด ตามมาด้วย ฝรั่งเศส.

ชนิด

โรงไฟฟ้านิวเคลียร์มี 2 ชนิด คือ

1.น้ำอัดความดัน

2.น้ำเดือด

ประวัติ

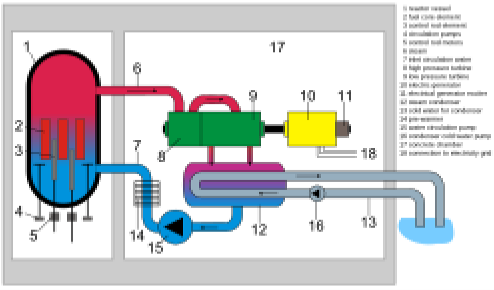
สำหรับประวัติเพิ่มเติม ดูที่ เครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์, พลังงานนิวเคลียร์, และ นิวเคลียร์ฟิชชั่น

ห้องควบคุมที่โรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์สหรัฐ

ไฟฟ้าถูกสร้างขึ้นโดยเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์เป็นครั้งแรกในวันที่ 3 กันยายน 1948 ด้วย 'เครื่องปฏิกรณ์แกรไฟท์ X-10' ใน Oak Ridge รัฐเทนเนสซี ประเทศสหรัฐอเมริกาและเป็นโรงไฟฟ้านิวเคลียร์เครื่องแรกที่จะให้กำลังไฟกับหลอดไฟดวงหนึ่ง[4][5][6]. การทดลองครั้งที่สองมีขนาดใหญ่กว่าเกิดขึ้นในวันที่ 20 ธันวาคม 1951 ที่สถานีทดลอง EBR-I ใกล้ Arco, รัฐไอดาโฮสหรัฐอเมริกา และเมื่อวันที่ 27 มิถุนายน 1954

โรงไฟฟ้านิวเคลียร์แห่งแรกของโลกที่ผลิตไฟฟ้าสำหรับกริด (ไฟฟ้า) เริ่มดำเนินการที่เมือง Obninsk สหภาพโซเวียต[7]. สถานีไฟฟ้าเต็มรูปแบบแห่งแรกของโลกคือที่คาลเดอฮอลล์ในอังกฤษเปิดเมื่อวันที่ 17 ตุลาคม 1956[8]

ระบบ



แผนผังสำหรับเครื่องปฏิกรณ์แบบน้ำเดือด (BWR) มีวงรอบน้ำ

สองวงรอบเท่านั้นเครื่องปฏิกรณ์แบบน้ำแรงดันสูง (PWR) มีวงรอบน้ำสามวงรอบ วงรอบที่หนึ่งไหลผ่านแกนกลางเครื่องปฏิกรณ์ ถ่ายเทความร้อนจากเครื่องปฏิกรณ์ให้กับวงรอบที่สอง วงรอบที่สามเป็นน้ำหล่อเย็นให้กับน้ำในวงรอบที่สอง

การแปลงให้เป็นพลังงานไฟฟ้าเกิดขึ้นทางอ้อม เช่นเดียวกับในโรงไฟฟ้าพลังความร้อนธรรมดาทั่วไป ความร้อนเกิดจากปฏิกิริยาฟิชชันในเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ (เครื่องปฏิกรณ์น้ำเบา) ไอของน้ำ (ไอน้ำ) ถูกผลิตขึ้นโดยตรงหรือโดยอ้อม จากนั้น ไอน้ำแรงดันสูงมักจะจ่ายให้กับกังหันไอน้ำในหลายขั้นตอน กังหันไอน้ำในโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ของประเทศตะวันตกมักอยู่ในหมู่กังหันไอน้ำที่ใหญ่ที่สุดเท่าที่เคยสร้าง หลังจากผ่านกังหันไอน้ำ ไอน้ำมีการขยายตัวและบางส่วนก็ควบแน่น ไอน้ำที่เหลือจะควบแน่นในคอนเดนเซอร์ คอนเดนเซอร์เป็นตัวแลกเปลี่ยนความร้อนซึ่งจะเชื่อมต่อกับฝั่งด้านรองเช่นแม่น้ำหรือหอหล่อเย็น จากนั้น น้ำจะถูกสูบกลับเข้ามาในเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์และวงจรก็เริ่มต้นอีกครั้ง วัฏจักรของน้ำกับไอเป็นไปตามวงจรของ "Rankine cycle"

เครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์

บทความหลัก: เครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์

เครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์เป็นอุปกรณ์ที่จะเริ่มต้นและควบคุมปฏิกิริยาลูกโซ่นิวเคลียร์ที่ยั่งยืน การใช้งานที่พบมากที่สุดของเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์คือใช้ในการผลิตพลังงานไฟฟ้าและการขับเคลื่อนเรือ

เครื่องปฏิกรณ์เป็นหัวใจของโรงไฟฟ้า ในส่วนกลางของมัน ความร้อนของแกนเครื่องปฏิกรณ์ถูกสร้างขึ้นโดยปฏิกิริยานิวเคลียร์ที่มีการควบคุม ความร้อนนี้ถูกส่งผ่านไปให้น้ำหล่อเย็นขณะที่มันถูกสูบผ่านเครื่องปฏิกรณ์และนี่เองเป็นการดึงเอาพลังงานจากเครื่องปฏิกรณ์ออกมา ความร้อนจากปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิชชั่นจะถูกใช้ในการสร้างไอน้ำซึ่งจะไหลผ่านกังหันไอน้ำที่จะส่งกำลังไปที่ใบพัดของเรือหรือไปหมุนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

เนื่องจากปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิชชั่นสร้างกัมมันตภาพรังสีออกมาด้วย แกนของเครื่องปฏิกรณ์จึงต้องถูกล้อมรอบด้วยเกราะป้องกัน อ่างบรรจุนี้จะดูดซับรังสีและป้องกันไม่ให้วัสดุกัมมันตรังสีถูกปล่อยออกมาสู่สิ่งแวดล้อม นอกจากนี้เครื่องปฏิกรณ์จำนวนมากมีการติดตั้งโดมคอนกรีตเพื่อป้องกันเครื่องปฏิกรณ์ไม่ให้เกิดการเสียหายภายในและไม่ให้เกิดผลกระทบกับภายนอก[9]

ในโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ ชนิดของเครื่องปฏิกรณ์ เชื้อเพลิงนิวเคลียร์ วงจรความเย็นและตัวหน่วงปฏิกิริยาจะใช้แตกต่างกัน

กังหันไอน้ำ

บทความหลัก: กังหันไอน้ำ

วัตถุประสงค์ของกังหันไอน้ำคือการแปลงความร้อนที่มีอยู่ในไอน้ำเป็นพลังงานกล เครื่องยนต์ที่ประกอบขึ้นเป็นกังหันไอน้ำมักจะถูกแยกออกจากโครงสร้างอาคารเครื่องปฏิกรณ์หลัก มันจะถูกวางให้อยู่ในตำแหน่งที่จะป้องกันไม่ให้เศษซากจากการเสียหายของกังหัน หากเกิดขึ้นในระหว่างการดำเนินงาน ไม่ให้มันบินว่อนไปกระทบกับเครื่องปฏิกรณ์[ต้องการอ้างอิง]

ในกรณีของเครื่องปฏิกรณ์น้ำแรงดันสูง กังหันไอน้ำจะถูกแยกออกจากระบบนิวเคลียร์ ในการตรวจสอบการรั่วไหลในเครื่องกำเนิดไอน้ำ ซึ่งก็คือทางเดินของน้ำกัมมันตภาพรังสีในช่วงเริ่มต้น มาตรวัดปฏิกิริยาจะถูกติดตั้งเพื่อตามรอยทางออกของไอน้ำจากเครื่องกำเนิดไอน้ำ ในทางตรงกันข้าม เครื่องปฏิกรณ์น้ำเดือดจะส่งน้ำกัมมันตรังสีไปยังกังหันไอน้ำโดยตรง ดังนั้นกังหันจึงถูกเก็บไว้เป็นส่วนหนึ่งของพื้นที่ควบคุมของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์

เครื่องกำเนิดไฟฟ้า

บทความหลัก: เครื่องกำเนิดไฟฟ้า

เครื่องกำเนิดไฟฟ้าแปลงพลังงานจลน์ที่เกิดจากกังหันให้เป็นพลังงานไฟฟ้า เครื่องกำเนิดไฟฟ้า AC แบบซิงโครนัสที่มีอัตรากำลังสูงจะถูกนำมาใช้

ระบบหล่อเย็น

ระบบหล่อเย็นจะระบายความร้อนออกจากแกนเครื่องปฏิกรณ์และลำเลียงมันไปยังอีกพื้นที่หนึ่งของโรงงาน ในพื้นที่นี้พลังงานความร้อนสามารถถูกนำไปใช้ประโยชน์ในการผลิตไฟฟ้าหรือทำงานที่มีประโยชน์อื่น ๆ โดยปกติตัวหล่อเย็นที่ร้อน (อังกฤษ: hot coolant) จะถูกใช้เป็นแหล่งจ่ายความร้อนสำหรับหม้อต้มน้ำ และแรงดันไอน้ำจากหม้อต้มน้ำนั้นจะเป็นกำลังขับกังหันไอน้ำหนึ่งเครื่องหรือมากกว่าที่จะไปหมุนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า[10]

วาล์วนิรภัย

ในกรณีฉุกเฉิน วาล์วนิรภัยสามารถนำมาใช้เพื่อป้องกันไม่ให้ท่อหรือเครื่องปฏิกรณ์ระเบิด วาล์วทั้งหลายได้รับการออกแบบเพื่อให้พวกมันสามารถปรับเปลี่ยนอัตราการไหลให้มีความดันเพิ่มขึ้นทีละน้อย ในกรณีของ BWR ไอน้ำถูกป้อนเข้าไปในห้องบีบอัดโดยตรงและควบแน่นอยู่ในนั้น หลายห้องในตัวแลกเปลี่ยนความร้อน (อังกฤษ: heat exchanger) มีการเชื่อมต่อกับวงจรหล่อเย็นระยะกลาง

ปั๊มจ่ายน้ำ

ระดับน้ำในเครื่องกำเนิดไอน้ำและเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์จะถูกควบคุมโดยใช้ระบบจ่ายน้ำ ปั๊มจ่ายน้ำมีหน้าที่ในการนำน้ำจากระบบควบแน่น เพิ่มความดันและบังคับให้มันเข้าไปในเครื่องกำเนิดไอน้ำ (ในกรณีของเครื่องปฏิกรณ์น้ำแรงดันสูง) หรือป้อนโดยตรงเข้าไปในเครื่องปฏิกรณ์ (สำหรับเครื่องปฏิกรณ์น้ำเดือด)

แหล่งจ่ายไฟฉุกเฉิน

โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ส่วนใหญ่ต้องการแหล่งจ่ายไฟที่มีหม้อแปลงไฟฟ้าบริการจากสถานีจ่ายด้านนอกที่แตกต่างกันสองแห่งและอยู่ภายในพื้นที่ที่เป็น switchyard ของโรงงานที่อยู่ห่างกันพอสมควรและสามารถรับกระแสไฟฟ้าจากสายส่งหลายสาย นอกจากนี้ในบางโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ เครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบกังหันสามารถให้กำลังไฟกับโหลดบ้านของโรงงานในขณะที่โรงงานต่ออยู่กับหม้อแปลงบริการของสถานีซึ่งต่อพ่วงไฟฟ้ามาจากบัสบาร์เอาต์พุตของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าก่อนที่จะถึง step-up transformer (โรงงานเหล่านี้ยังมีหม้อแปลงไฟฟ้าบริการของสถานีที่รับพลังงานนอกสถานที่โดยตรงจาก switchyard) แม้จะมีความซ้ำซ้อนของแหล่งพลังงานสองแหล่ง การสูญเสียพลังงานนอกสถานที่โดยรวมยังคงเป็นไปได้ โรงไฟฟ้านิวเคลียร์มีการติดตั้งระบบไฟฉุกเฉินเพื่อรักษาความปลอดภัยในกรณีที่มีการปิดหน่วยและการขาดหายของพลังงานนอกสถานที่ แบตเตอรี่ให้พลังงานสำรองกับเครื่องมือและระบบการควบคุมและวาล์วทั้งหลาย เครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซลฉุกเฉินให้ไฟ AC โดยตรงในการชาร์จแบตเตอรี่และเพื่อให้กำลังไฟกับระบบที่ต้องใช้ไฟ AC เช่นมอเตอร์ที่ขับเคลื่อนปั๊ม เครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซลฉุกเฉินไม่ได้กำลังไฟให้กับทุกระบบในโรงงาน เฉพาะระบบที่จำเป็นต้องปิดเครื่องปฏิกรณ์ลงอย่างปลอดภัย เอาความร้อนจากการสลายตัวของเครื่องปฏิกรณ์ออก ระบายความร้อนที่แกนในกรณีฉุกเฉิน, และในโรงงานบางชนิดใช้สำหรับระบายความร้อนในบ่อเชื้อเพลิงใช้แล้ว (อังกฤษ: spent fuel pool) ปั๊มผลิตกระแสไฟฟ้าขนาดใหญ่เช่นปั๊มจ่ายน้ำหลัก คอนเดนเสท น้ำหมุนเวียน และ (ในเครื่องปฏิกรณ์น้ำแรงดันสูง) ปั๊มตัวหล่อเย็นของเตาปฏิกรณ์ไม่ได้รับการสำรองจากเครื่องยนต์ดีเซล

บุคคลในโรงไฟฟ้านิวเคลียร์

- วิศวกรนิวเคลียร์
- ผู้ใช้งานเครื่องปฏิกรณ์
- นักฟิสิกส์สุขภาพ
- บุคลากรทีมที่ตอบสนองยามฉุกเฉิน
- ผู้ตรวจการประจำของคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงานนิวเคลียร์

ในประเทศสหรัฐอเมริกาและแคนาดา, คนงานยกเว้นผู้บริหารจัดการ, บุคคลากรมืออาชีพ (เช่น วิศวกร) และเจ้าหน้าที่รักษาความปลอดภัยมีแนวโน้มที่จะเป็นสมาชิกของ 'ภราดรภาพของคนงานไฟฟ้านานาชาติ' (อังกฤษ: International Brotherhood of Electrical Workers (IBEW)) หรือ 'สหภาพคนงานยูทิลิตี้แห่งอเมริกา' (อังกฤษ: Utility Workers Union of America (UWUA)) อย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหนึ่งในสหภาพของธุรกิจการค้าต่าง ๆ และสหภาพแรงงานที่เป็นตัวแทนของช่างเครื่อง, แรงงาน, ผู้สร้างหม้อต้มน้ำ, คนงานโรงสี, คนงานเหล็ก ฯลฯ

เศรษฐศาสตร์

สถานีผลิตพลังงานนิวเคลียร์ Bruce, สถานียูทิลิตี้พลังงานนิวเคลียร์ที่ใหญ่ที่สุดในโลก[11]

เศรษฐศาสตร์ของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ใหม่เป็นเรื่องความขัดแย้ง และการลงทุนหลายพันล้านดอลลาร์นั่งอยู่บนทางเลือกของแหล่งพลังงาน โรงไฟฟ้านิวเคลียร์มักจะมีค่าใช้จ่ายในการลงทุนสูง แต่ค่าใช้จ่ายด้านเชื้อเพลิงโดยตรงต่ำ กับค่าใช้จ่ายของการสกัดเชื้อเพลิง, กระบวนการ, การใช้งานและค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาเชื้อเพลิงใช้แล้ว ดังนั้น การเปรียบเทียบกับวิธีการผลิตไฟฟ้าอื่น ๆ จะขึ้นอยู่กับสมมติฐานเกี่ยวกับระยะเวลาการก่อสร้างและการจัดหาเงินลงทุนสำหรับโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ การประมาณการค่าใช้จ่ายจะต้องนำค่าใช้จ่ายในการรื้อถอนและการเก็บรักษากากนิวเคลียร์หรือค่าใช้จ่ายโรงงานรีไซเคิลเข้ามาคิดด้วยถ้าสร้างในสหรัฐอเมริกาเนื่องจาก 'พระราชบัญญัติด้านราคา Anderson' กับความคาดหวังว่าทั้งหมดของเชื้อเพลิงนิวเคลียร์ใช้แล้ว "กากนิวเคลียร์" อาจมีศักยภาพในการนำกลับมาใช้ใหม่โดยใช้เครื่องปฏิกรณ์ในอนาคต เครื่องปฏิกรณ์ generation IV ที่กำลังออกแบบมาเพื่อปิดวัฏจักรเชื้อเพลิงนิวเคลียร์ได้อย่างสมบูรณ์

อีกด้านหนึ่ง ค่าใช้จ่ายในการก่อสร้าง หรือทุนอื่น ๆ นอกจากนี้ มาตรการเพื่อลดภาวะโลกร้อนเช่นภาษีคาร์บอนหรือการซื้อขายการปลดปล่อยคาร์บอน ยิ่งเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ของพลังงานนิวเคลียร์ ประสิทธิภาพที่ก้าวหน้าถูกคาดหวังว่าจะประสบความสำเร็จผ่านการออกแบบเครื่องปฏิกรณ์ขั้นสูงยิ่งขึ้น เตาปฏิกรณ์นิวเคลียร์ Generation III สัญญาว่าจะเพิ่มประสิทธิภาพด้านเชื้อเพลิงมากขึ้นอย่างน้อย 17% และมีค่าใช้จ่ายเงินทุนลดลง ในขณะที่เครื่องปฏิกรณ์ Generation IV ในอนาคตสัญญาว่าจะมีประสิทธิภาพด้านเชื้อเพลิงมากขึ้น 10,000-30,000% และไม่เกิดกากนิวเคลียร์

ในยุโรปตะวันออก หลายโครงการที่มีการดำเนินงานยืดเยื้อยาวนานกำลังดิ้นรนเพื่อหาเงิน ที่โดดเด่นคือ Belene ในบัลแกเรียและการเพิ่มเครื่องปฏิกรณ์ที่ Cernavodă ในโรมาเนีย และผู้สนับสนุนที่มีศักยภาพบางคนมีการถอนตัว[12] ในขณะที่มีแก๊สราคาถูกให้ใช้ได้และอุปทานในอนาคตค่อนข้างมั่นคง สิ่งนี้ยังส่อเค้าเป็นปัญหาสำคัญสำหรับโครงการนิวเคลียร์[12]

การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ของพลังงานนิวเคลียร์ต้องคำนึงถึงผู้ที่แบกความเสี่ยงของความไม่แน่นอนในอนาคต ในวันนี้ ทั้งหมดของการดำเนินงานโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ได้รับการพัฒนาโดยการผูกขาดที่รัฐเป็นเจ้าของหรือรัฐควบคุมยูทิลิตี้[13] ในขณะที่หลายความเสี่ยงที่เกี่ยวข้องกับค่าใช้จ่ายในการก่อสร้าง, ผลการดำเนินงาน, ราคาเชื่อเพลิง และปัจจัยอื่น ๆ ถูกแบกโดยผู้บริโภคแทนที่จะเป็นผู้ให้บริการ ขณะนี้หลายประเทศได้เปิดเสรีตลาดไฟฟ้าโดยที่ความเสี่ยงเหล่านี้ และความเสี่ยงของคู่แข่งราคาถูกกว่าที่เกิดขึ้นก่อนที่ค่าใช้จ่ายเงินทุนจะได้รับการกู้คืน จะตกเป็นภาระของผู้ผลิตและผู้ประกอบการโรงงานมากกว่าผู้บริโภค ซึ่งนำไปสู่การประเมินผลที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญของเศรษฐกิจของพลังงานนิวเคลียร์ใหม่[14]

หลังจากอุบัติเหตุนิวเคลียร์ Fukushima I เมื่อปี 2011 ค่าใช้จ่ายมีแนวโน้มที่จะสูงขึ้นสำหรับการดำเนินงานของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ในปัจจุบันและโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ใหม่ เนื่องจากกฎระเบียบที่เพิ่มขึ้นสำหรับการจัดการเชื้อเพลิงใช้แล้วในสถานที่ตั้งและภัยคุกคามพื้นฐานในการออกแบบที่ถูกยกระดับให้สูงขึ้น [15] อย่างไรก็ตาม การออกแบบหลายอย่าง เช่น ที่อยู่ระหว่างการก่อสร้าง AP1000 ขณะนี้ ใช้ระบบหล่อเย็นแบบ passive nuclear safety ซึ่งแตกต่างจากระบบของ Fukushima I ซึ่งต้องใช้ระบบหล่อเย็นแบบ active ระบบ passive นี้จะช่วยลดความจำเป็นอย่างมากที่จะต้องใช้จ่ายมากขึ้นในการใช้อุปกรณ์สำรองเพื่อความปลอดภัยที่ซ้ำซ้อนกัน

ความปลอดภัยและอุบัติเหตุ

มีแลกเปลี่ยนที่จะทำระหว่างความปลอดภัย คุณสมบัติทางเศรษฐกิจและทางเทคนิคของการออกแบบเครื่องปฏิกรณ์ที่แตกต่างกันสำหรับการใช้งานโดยเฉพาะ ในอดีตการตัดสินใจเหล่านี้มักจะถูกทำในภาคเอกชนโดยนักวิทยาศาสตร์ ผู้กำกับดูแลและวิศวกร[ต้องการอ้างอิง] แต่สิ่งนี้อาจได้รับการพิจารณาว่าเป็นปัญหา และตั้งแต่ เชอร์โนบิล และ เกาะทรีไมล์ หลายคนที่เกี่ยวข้องตอนนี้ได้พิจารณาถึงความยินยอมในการแจ้งล่วงหน้าและคุณธรรมที่จะเป็นข้อพิจารณาเบื้องต้นอย่างอิสระ[16]

ในหนังสือของเขา "อุบัติเหตุปกติ" นายชาร์ลส์ Perrow กล่าวว่าความล้มเหลวหลายครั้งและที่ไม่ได้คาดคิดถูกสร้างขึ้นเข้ามาในความซับซ้อนของสังคมและระบบเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ที่มัดกันแน่น อุบัติเหตุดังกล่าวไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้และไม่ได้ถูกออกแบบเอาไว้[17] ทีมสหวิทยาการจากเอ็มไอทีได้มีการประมาณการว่าถ้าให้การเจริญเติบโตที่คาดไว้ของพลังงานนิวเคลียร์จากปี 2005 - 2055 อย่างน้อยสี่อุบัติเหตุนิวเคลียร์ร้ายแรงคาดว่าจะเกิดขึ้นในช่วงนั้น[18][19] อย่างไรก็ตามการศึกษาของเอ็มไอทีไม่ได้คำนึงถึงการปรับปรุงหลายอย่างในด้านความปลอดภัยตั้งแต่ปี 1970[20][21] นับถึงวันนี้ ได้มีอุบัติเหตุร้ายแรง (แกนเสียหาย) เกิดขึ้น 5 ครั้งในโลกตั้งแต่ปี 1970 (หนึ่งที่เกาะสามไมล์ไอส์แลนด์ในปี 1979 สองที่เชอร์โนบิลในปี 1986 และสามที่ฟูกูชิม่า-Daiichi ในปี 2011) สอดคล้องกับจุดเริ่มต้นของการดำเนินงานของเครื่องปฏิกรณ์ generation II สิ่งนี้นำไปสู่ค่าเฉลี่ยของอุบัติเหตุร้ายแรงที่เกิดขึ้นหนึ่งครั้งทุก ๆ แปดปีทั่วโลก[22]

ความซับซ้อน

โรงไฟฟ้านิวเคลียร์คือบางส่วนของระบบพลังงานที่ทันสมัยและซับซ้อนที่สุดเท่าที่เคยออกแบบ[23] ระบบที่ซับซ้อนใด ๆ ไม่ว่าจะถูกออกแบบและถูกสรรสร้างได้ดีสักเพียงไร ก็ไม่สามารถจะบอกได้ว่ามันจะไม่มีความล้มเหลว[22] นักข่าวและนักประพันธ์อาวุโส สเตฟานี Cooke แย้งว่า:

ตัวเครื่องปฏิกรณ์เองเป็นเครื่องที่ซับซ้อนอย่างยิ่งที่มีหลายสิ่งที่อาจผิดพลาดได้ทุกเมื่อ เมื่อเกิดขึ้นที่เกาะทรีไมล์ในปี 1979 ความผิดพลาดอื่น ๆ ในโลกนิวเคลียร์ก็เริ่มขึ้น ความผิดพลาดอันหนึ่งก็นำไปสู่ความผิดพลาดอีกอันหนึ่ง แล้วเกิดขึ้นต่อ ๆ กันไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งแกนของตัวเครื่องปฏิกรณ์เองเริ่มที่จะละลาย และแม้แต่วิศวกรนิวเคลียร์ที่ผ่านการฝึกอบรมมากที่สุดของโลกก็ไม่รู้วิธีการตอบสนอง อุบัติเหตุที่เกิดขึ้นเผยให้เห็นข้อบกพร่องอย่างร้ายแรงในระบบที่ถูกสร้างขึ้นมาให้ปกป้องสุขภาพและความปลอดภัยของประชาชน[24]

อุบัติเหตุนิวเคลียร์เกาะทรีไมล์ในปี 1979 สร้างแรงบันดาลใจให้กับ Perrow ในหนังสือ 'อุบัติเหตุปกติ' ในหนังสือเล่มนี้อุบัติเหตุนิวเคลียร์ได้เกิดขึ้น เป็นผลมาจากการทำงานร่วมกันที่ไม่คาดคิดของความล้มเหลว

หลายอย่างของระบบที่ซับซ้อน อุบัติเหตุครั้งนั้นเป็นตัวอย่างหนึ่งของการเกิดอุบัติเหตุตามปกติเพราะมันเป็นสิ่งที่ "ที่ไม่คาดคิด เข้าใจยาก ไม่สามารถควบคุมได้และหลีกเลี่ยงก็ไม่ได้"[25]

Perrow สรุปว่าความล้มเหลวที่เกาะทรีไมล์เป็นผลมาจากความซับซ้อนอันยิ่งใหญ่ของระบบ เขาตระหนักว่า ระบบความเสี่ยงสูงที่ทันสมัยเช่นนั้นมีแนวโน้มที่จะล้มเหลวไม่ว่าพวกมันจะได้รับการจัดการดีอย่างไรก็ตาม มันหลีกเลี่ยงไม่ได้ที่พวกเขาในที่สุดก็จะได้รับสิ่งที่เขาเรียก 'อุบัติเหตุปกติ' ดังนั้น เขาแนะนำว่าเราอาจจะคิดออกแบบใหม่จะดีกว่า หรือถ้าเป็นไปไม่ได้ ก็ละทิ้งเทคโนโลยีดังกล่าวไปทั้งหมด[26]

ปัญหาพื้นฐานที่เอื้อต่อความซับซ้อนของระบบไฟฟ้านิวเคลียร์คืออายุการใช้งานที่ยาวนานมาก ๆ ของมัน ระยะเวลาตั้งแต่เริ่มต้นของการก่อสร้างสถานีพลังงานนิวเคลียร์เชิงพาณิชย์จนถึงการกำจัดที่ปลอดภัยของกากกัมมันตรังสีครั้งสุดท้ายของมันอาจกินเวลาถึง 100-150 ปี[23]

โหมดความล้มเหลวของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์

มีความกังวลว่าการรวมกันของข้อผิดพลาดของมนุษย์และของเครื่องกลที่นิวเคลียร์ยูทิลิตี้อาจทำให้เกิดอันตรายที่สำคัญกับผู้คนและสิ่งแวดล้อม[27]:

การดำเนินงานกับเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ประกอบด้วยปริมาณขนาดใหญ่ของผลิตภัณฑ์ฟิชชันที่ปนเปื้อนกัมมันตรังสีซึ่ง ถ้ากระจายออกไป สามารถก่อให้เกิดอันตรายจากรังสีโดยตรง ปนเปื้อนในดินและพืชผัก และถูกบริโภคโดยมนุษย์และสัตว์ การสัมผัสของมนุษย์ในระดับที่สูงพอสามารถทำให้เกิดทั้งการเจ็บป่วยและความตายในระยะสั้นและการเสียชีวิตในระยะยาวจากโรคมะเร็งและโรคอื่น ๆ[28].

มันเป็นไปไม่ได้สำหรับเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์เชิงพาณิชย์ที่จะระเบิดเหมือนกับระเบิดนิวเคลียร์เนื่องจากเชื้อเพลิงที่ไม่เคยมีสมรรถนะเพียงพอสำหรับทำให้เกิดขึ้นอย่างนั้น[29]

เครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์สามารถล้มเหลวได้ในหลายวิธี ความไม่แน่นอนของวัสดุนิวเคลียร์อาจสร้างพฤติกรรมที่ไม่คาดคิด มันอาจส่งผลให้พลังงานกระจัดกระจายออกนอกลู่นอกทางไม่สามารถควบคุมได้ ปกติระบบหล่อเย็นในเตาปฏิกรณ์ถุกออกแบบเพื่อให้สามารถที่จะจัดการกับความร้อนส่วนเกินนี้ อย่างไรก็ตาม เตาปฏิกรณ์ยังอาจประสบอุบัติเหตุจากการสูญเสียของน้ำหล่อเย็น ทำให้เชื้อเพลิงละลายหรือทำให้ถังบรรจุเชื้อเพลิงร้อนมากเกินไปจนละลาย เหตุการณ์นี้เรียกว่านิวเคลียร์หลอมละลาย(อังกฤษ: nuclear meltdown)

หลังจากปิดตัวลง บางเวลาเครื่องปฏิกรณ์ยังคงต้องการพลังงานจากภายนอกเพื่อให้พลังงานกับระบบหล่อเย็น โดยปกติพลังงานนี้ถูกจัดให้โดยกริด (ไฟฟ้า) ที่โรงงานถูกเชื่อมต่อด้วย หรือโดยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซลฉุกเฉิน ความล้มเหลวที่จะให้พลังงานสำหรับระบบหล่อเย็น อย่างที่เกิดขึ้นใน Fukushima I สามารถก่อให้เกิดอุบัติเหตุร้ายแรงได้

กฎความปลอดภัยนิวเคลียร์ในสหรัฐอเมริกา "ไม่ให้น้ำหนักเพียงพอกับความเสี่ยงของเหตุการณ์สักครั้งเดียวที่จะทำการปลดกระแสไฟฟ้าออกจากกริดและจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าฉุกเฉิน อย่างที่แผ่นดินไหวและสึนามิได้ทำเมื่อเร็ว ๆ นี้ในประเทศญี่ปุ่น" เจ้าหน้าที่กำกับกิจการพลังงานกล่าวในเดือนมิถุนายน 2011

ภาวะเสี่ยงสูงของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ที่จะถูกโจมตี

เครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์กลายเป็นเป้าหมายที่นิยมในช่วงความขัดแย้งทางทหารและ ตลอดสามทศวรรษที่ผ่านมา ได้ถูกโจมตีซ้ำแล้วซ้ำอีกในระหว่างการโจมตีทางอากาศ การเข้าครอบครอง การรุกรานและการรณรงค์[31]:

- ในเดือนกันยายนปี 1980 อิหร่านโจมตีด้วยระเบิดที่ศูนย์นิวเคลียร์ Al Tuwaitha ในอิรักในปฏิบัติการการ Operation Scorch Sword
- ในเดือนมิถุนายนปี 1981 การโจมตีทางอากาศของอิสราเอลได้ทำลายสถานที่วิจัยนิวเคลียร์ Osirak ของอิรักอย่างสมบูรณ์
- ระหว่างปี 1984 และปี 1987 อิรักโจมตีด้วยระเบิดที่โรงงานนิวเคลียร์ Bushehr ของอิหร่านหกครั้ง
- วันที่ 8 มกราคม 1982 Umkhonto we Sizwe ปีกติดอาวุธของ ANC ได้โจมตีโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ Koeberg ของแอฟริกาใต้ในขณะที่มันยังคงอยู่ระหว่างการก่อสร้าง
- ในปี 1991 สหรัฐฯทิ้งระเบิดสามเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์และห้องนักบินตกแต่งในอิรัก
- ในปี 1991 อิรักยิงขีปนาวุธสกั๊ดเข้าที่โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ Dimona ของอิสราเอล
- ในเดือนกันยายนปี 2007 อิสราเอลทิ้งระเบิดเข้าที่เครื่องปฏิกรณ์ของซีเรียที่อยู่ระหว่างการก่อสร้าง[31]

ในสหรัฐอเมริกา โรงงานจะถูกล้อมรอบด้วยรั้วสูงสองแถวซึ่งมีการเฝ้าดูด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์ บริเวณโรงงานมีการลาดตระเวนโดยยามติดอาวุธจำนวนมาก เกณฑ์ "การออกแบบการคุกคามพื้นฐาน" ของ NRC สำหรับโรงงานจะถูกเก็บเป็นความลับและขนาดของแรงโจมตีที่โรงงานสามารถป้องกันได้ไม่เป็นที่รู้จัก อย่างไรก็ตาม เพื่อที่จะ scram (ปิดฉุกเฉิน) โรงงานจะใช้เวลาน้อยกว่า 5 วินาทีในขณะที่การรีสตาร์ทที่ไม่มีข้อจำกัดจะใช้เวลาหลายชั่วโมง การขัดขวางการก่อการร้ายจะกระทำอย่างรุนแรงเพื่อสกัดเป้าหมายที่จะปล่อยกัมมันตภาพรังสี

การโจมตีจากทางอากาศเป็นปัญหาที่ได้รับการเน้นตั้งแต่การโจมตี 11 กันยายนในสหรัฐอเมริกา แต่ในปี 1972 นักจี้เครื่องบินสามคนเข้าควบคุมเที่ยวบินโดยสารภายในประเทศตามชายฝั่งตะวันออกของสหรัฐและขู่ว่าจะใช้เครื่องบินพุ่งเข้าชนโรงงานอาวุธนิวเคลียร์ของสหรัฐใน Oak Ridge รัฐเทนเนสซี เครื่องบินได้เข้าใกล้ที่หมายห่างไป 8,000 ฟุตก่อนที่ความต้องการของนักจี้จะบรรลุ

สิ่งกีดขวางที่สำคัญที่สุดในการป้องกันการปลดปล่อยกัมมันตภาพรังสีในกรณีที่มีการโจมตีด้วยอากาศยานที่โรงไฟฟ้านิวเคลียร์คืออาคารเก็บกักและโล่ขีปนาวุธของมัน ประธาน NRC ปัจจุบันเดล ไคลน์ ได้กล่าวว่า "โรงไฟฟ้านิวเคลียร์จะมีโครงสร้างที่แข็งแกร่งโดยธรรมชาติ จากการศึกษาของเราแสดงให้เห็นการป้องกันที่เพียงพอในการโจมตีสมมุติโดยเครื่องบิน NRC ยังได้ดำเนินการหลายอย่างที่จำเป็นเพื่อให้ผู้ประกอบการโรงไฟฟ้านิวเคลียร์มีความสามารถในการจัดการกับไฟไหม้หรือระเบิดขนาดใหญ่--ไม่ว่าสิ่งนั้นจะเกิดขึ้นจากอะไร"

นอกจากนี้ ผู้สนับสนุนได้ชี้ไปที่การศึกษาขนาดใหญ่ที่ดำเนินการโดย 'สถาบันวิจัยพลังงานไฟฟ้าแห่งสหรัฐอเมริกา' ที่ได้ทดสอบความทนทานของทั้งเครื่องปฏิกรณ์และสถานที่เก็บขยะเชื้อเพลิงและพบว่าพวกมันควรจะสามารถที่จะรองรับการโจมตีจากผู้ก่อการร้ายได้เมื่อเทียบกับการโจมตีของผู้ก่อการร้ายเมื่อวันที่ 11 กันยายนในสหรัฐอเมริกา เชื้อเพลิงใช้แล้วปกติจะเก็บอยู่ภายใน"โซนป้องกัน"ของโรงงาน[36] หรือในถังขนส่งเชื้อเพลิงนิวเคลียร์; การขโมยมันเพื่อนำไปใช้เป็น "ระเบิดสกปรก" จะเป็นเรื่องยากมาก การสัมผัสกับรังสีที่รุนแรงเกือบจะทำให้หมดสภาพหรือฆ่าใครก็ตามที่พยายามที่จะทำเช่นนั้นอย่างรวดเร็วและแน่นอน[37].

ทำเลที่ตั้งโรงงาน

สถานีนิวเคลียร์ Fort Calhoun ที่ล้อมรอบด้วยแม่น้ำมิสซูรีที่ถูกน้ำท่วม เมื่อวันที่ 16 มิถุนายน 2011

ในหลายประเทศ โรงงานมักจะตั้งอยู่บนชายฝั่งเพื่อให้เป็นแหล่งความพร้อมของน้ำหล่อเย็นสำหรับระบบน้ำบริการที่จำเป็น ผลก็คือ การออกแบบต้องพิจารณาถึงความเสี่ยงของการเกิดน้ำท่วมและคลื่นสึนามิ สภาพลังงานโลก (WEC) ระบุว่าความเสี่ยงจากภัยพิบัติกำลังเปลี่ยนแปลงและกำลังเพิ่มโอกาสของการเกิดภัยพิบัติเช่นแผ่นดินไหว, พายุไซโคลนเฮอริเคน, ไต้ฝุ่น, น้ำท่วมอุณหภูมิสูง, ระดับน้ำฝนต่ำและภัยแล้งที่รุนแรงอาจนำไปสู่การขาดแคลนน้ำจืดน้ำทะเลเป็นตัวกัดกร่อน ดังนั้นการจัดหาพลังงานนิวเคลียร์มีโอกาสที่จะได้รับผลกระทบทางลบจากปัญหาการขาดแคลนน้ำจืด ปัญหาทั่วไปนี้อาจจะมีความสำคัญเพิ่มมากขึ้นเมื่อเวลาผ่านไป ความผิดพลาดในการคำนวณความเสี่ยงของการเกิดน้ำท่วมได้อย่างถูกต้องนำไปสู่เหตุบังเอิญระดับ 2 ของ 'สเกลเหตุการณ์นิวเคลียร์นานาชาติ 'ระหว่าง' เหตุการณ์น้ำท่วมโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ที่ Blayais ในปี 1999'[39] และในขณะที่น้ำท่วมเกิดจากแผ่นดินไหวและสึนามิที่ Tōhoku ในปี 2011 ที่นำไปสู่การเกิดอุบัติเหตุนิวเคลียร์ Fukushima I

การออกแบบสำหรับโรงงานที่ตั้งอยู่ในโซนที่ยังมีการสั่นไหวของพื้นโลกอยู่ยังต้องพิจารณาความเสี่ยงของการเกิดแผ่นดินไหวและคลื่นสึนามิด้วย ญี่ปุ่น, อินเดีย, จีนและสหรัฐอเมริกาอยู่ในกลุ่มประเทศที่มีโรงงานอยู่ในภูมิภาคที่มีแนวโน้มของแผ่นดินไหว ความเสียหายที่เกิดกับโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ Kashiwazaki-Kariwa ของญี่ปุ่นในปี 2007 ระหว่างการเกิดแผ่นดินไหวนอกชายฝั่ง Chuetsu ได้ขีดเส้นใต้แสดงความกังวลโดยผู้เชี่ยวชาญด้านแผ่นดินไหวของประเทศญี่ปุ่นก่อนที่จะเกิดอุบัติเหตุฟูกูชิม่า เป็นผู้ที่เตือนสิ่งที่เรียกว่า *genpatsu-shinsai* (ผลกระทบแบบโดมิโนของภัยพิบัติแผ่นดินไหวสำหรับโรงไฟฟ้านิวเคลียร์)

เครื่องปฏิกรณ์หลายหน่วย

ภัยพิบัตินิวเคลียร์ฟุกุชิมะไดอิชิแสดงให้เห็นอันตรายหลายอย่างของการสร้างเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์หลายหน่วยติดตั้งอยู่ใกล้ ๆ กัน ความใกล้ชิดแบบนี้ก่อให้เกิดอุบัติเหตุและปฏิกิริยาลูกโซ่คู่ขนานที่นำไปสู่การระเบิดของไฮโดรเจนสร้างความเสียหายต่ออาคารเครื่องปฏิกรณ์และน้ำที่ระบายจากบ่อเชื้อเพลิงใช้แล้วที่เปิดโล่ง--เป็นสถานการณ์หนึ่งที่อาจเป็นอันตรายมากกว่าการสูญเสียการหล่อเย็นของตัวเครื่องปฏิกรณ์เอง เพราะการตั้งอยู่ใกล้กันของเครื่องปฏิกรณ์ทั้งหลาย ผู้อำนวยการโรงงาน มาซาโอะ โยชิดะ "จึงถูกวางในตำแหน่งของความพยายามที่จะรับมือพร้อมกันของการหลอมละลายของแกนของทั้งสามเครื่องปฏิกรณ์และของการสัมผัสกับบ่อเชื้อเพลิงทั้งสามหน่วย"

ระบบความปลอดภัยนิวเคลียร์

บทความหลัก: ระบบความปลอดภัยนิวเคลียร์

วัตถุประสงค์หลักสามอย่างของระบบความปลอดภัยนิวเคลียร์ตามที่กำหนดโดยคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงานนิวเคลียร์คือการปิดเครื่องปฏิกรณ์ รักษามันอยู่ในสภาพปิด และป้องกันไม่ให้ปล่อยสารกัมมันตรังสีในช่วงเหตุการณ์และอุบัติเหตุ วัตถุประสงค์เหล่านี้จะประสบความสำเร็จโดยใช้ความหลากหลายของอุปกรณ์ ซึ่งเป็นชิ้นส่วนของหลายระบบที่แตกต่างกันซึ่งแต่ละระบบก็ทำหน้าที่เฉพาะอย่าง

กิจวัตรของการปล่อยสารกัมมันตรังสี

สำหรับการอภิปรายที่ถกเถียงกันเกี่ยวกับผลกระทบต่อสุขภาพจากการปล่อยเป็นกิจวัตรตามปกติให้ดูบทความเรื่อง en:Nuclear power debate#Health effects on population near nuclear power plants and workers และ en:Environmental impact of nuclear power#Risk of cancer

ในระหว่างปฏิบัติการเป็นกิจวัตรทุก ๆ วัน การปล่อยสารกัมมันตรังสีจากโรงไฟฟ้านิวเคลียร์จะถูกกระทำข้างนอกของโรงงานแม้ว่าพวกมันจะมีในปริมาณที่เล็กน้อยมาก[46][47][48][49]. การปล่อยในแต่ละวันจะปล่อยไปในอากาศ, น้ำ, และดิน

NRC กล่าวว่า "โรงไฟฟ้านิวเคลียร์บางครั้งก็ปล่อยก๊าซและของเหลวกัมมันตรังสีในสภาพแวดล้อมที่อยู่ภายใต้สภาวะที่ถูกควบคุมและถูกตรวจสอบเพื่อให้แน่ใจว่าพวกมันไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อประชาชนหรือสิ่งแวดล้อม"และ "การปล่อยตามกิจวัตรในระหว่างการดำเนินงานปกติของโรงงานพลังงานนิวเคลียร์ไม่เคยมีพิษรุนแรง"

อ้างถึงสหประชาชาติ (UNSCEAR) การดำเนินงานโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ปกติที่รวมถึงวัฏจักรเชื้อเพลิงนิวเคลียร์จะมีการสัมผัสกับรังสีในที่สาธารณะเฉลี่ยประจำปีจำนวน 0.0002 mSv (มิลลิ Sievert); มรดกของภัยพิบัติเชียร์โนบีลเป็น 0.002 mSv/ปีเป็นค่าเฉลี่ยทั่วโลก ณ รายงานปี 2008; และค่าเฉลี่ยการสัมผัสรังสีตามธรรมชาติที่ 2.4 mSv/ปี แม้ว่าบ่อยครั้งที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับสถานที่ตั้งของแต่ละบุคคลตั้งแต่ 1-13 mSv

ความปลอดภัยอย่างสมบูรณ์ของตำนานญี่ปุ่น

ในประเทศญี่ปุ่น หลายหน่วยงานภาครัฐและบริษัทนิวเคลียร์มีการส่งเสริมตำนานสาธารณะเรื่อง "ความปลอดภัยอย่างสมบูรณ์" ที่ผู้เสนอพลังงานนิวเคลียร์ได้ทนุถนอมตลอดหลายทศวรรษที่ผ่านมา[53]. คลื่นสึนามิที่ก่อให้เกิดภัยพิบัตินิวเคลียร์ฟุกุชิมะไดอิชิน่าจะได้ถูกการคาดการณ์ไว้แล้วล่วงหน้า[54] และในเดือนมีนาคม 2012 นายกรัฐมนตรีโยชิฮิโกะ โนดะได้รับรู้ว่ารัฐบาลญี่ปุ่นได้ร่วมรับการตำหนิสำหรับภัยพิบัตินิวเคลียร์ฟุกุชิมะไดอิชิ โดยบอกว่าเจ้าหน้าที่มองไม่เห็น "ความไม่ถูกต้องทางเทคโนโลยี" ของประเทศ และทุกคนถลำลึกเกินไปกับ "ตำนานความปลอดภัย"

ในประเทศญี่ปุ่น โครงการระดับชาติในการพัฒนาหุ่นยนต์สำหรับใช้ในกรณีฉุกเฉินนิวเคลียร์ถูกยกเลิกกลางคันเพราะมัน "ตีดังเกินไปของอันตรายที่อยู่ข้างใต้" ญี่ปุ่นที่ควรจะเป็นพลังสำคัญในเรื่องหุ่นยนต์ ไม่ได้ส่งใครเลยเข้าไปในฟูกูชิม่าในช่วงภัยพิบัติ ในทำนองเดียวกัน นิวเคลียร์คณะกรรมาธิการความปลอดภัยของญี่ปุ่นได้กำหนดแนวทางความปลอดภัยสำหรับโรงงานนิวเคลียร์น้ำเบาไว้ว่า "ศักยภาพสำหรับการสูญเสียพลังงานที่ขยายออกไปไม่จำเป็นต้องได้รับการพิจารณา" อย่างไรก็ตาม มันชัดเจนว่าเป็นเพราะการสูญเสียพลังงานที่ขยายออกไปให้กับปั๊มหล่อเย็นดังกล่าวที่ทำให้เกิด meltdown ที่โรงงานนิวเคลียร์ฟูกูชิม่า

การโต้แย้ง

บทความหลัก: การอภิปรายพลังงานนิวเคลียร์

ภาพที่ถ่ายจากเมือง Pripyat ของยูเครนที่ถูกทิ้งร้างหลังจากภัยพิบัติที่โรงไฟฟ้านิวเคลียร์เชอร์โนบิลที่เห็นอยู่ในพื้นหลัง

การอภิปรายพลังงานนิวเคลียร์เป็นเรื่องเกี่ยวกับความขัดแย้ง ซึ่งได้ล้อมรอบการใช้งานและการใช้เครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ฟิชชันในการผลิตไฟฟ้าจากเชื้อเพลิงนิวเคลียร์สำหรับพลเรือน. การอภิปรายเกี่ยวกับพลังงานนิวเคลียร์ขึ้นสู่จุดสูงสุดในช่วงปี 1970 และ 1980 เมื่อมัน "ถึงจุดของความเข้มข้นเป็นประวัติการณ์ในประวัติศาสตร์ของการถกเถียงทางเทคโนโลยี" ในบางประเทศ

ฝ่ายเสนอยืนยันว่าพลังงานนิวเคลียร์เป็นแหล่งพลังงานที่ยั่งยืนซึ่งช่วยลดการปล่อยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และสามารถเพิ่มความมั่นคงด้านพลังงานถ้าการใช้ของมันสามารถทดแทน การพึ่งพาการนำเข้าเชื้อเพลิงได้[63]. ฝ่ายเสนอให้แนวคิดเพิ่มเติมว่าพลังงานนิวเคลียร์แทบจะไม่ได้ผลิตมลพิษทางอากาศ, ในทางตรงกันข้ามกับทางเลือกที่ใช้งานอยู่ของเชื้อเพลิงฟอสซิลชั้นนำ. ฝ่ายเสนอยัง

เชื่อว่าพลังงานนิวเคลียร์เป็นแนงทางที่เป็นไปได้เพียงอย่างเดียวเท่านั้นเพื่อที่จะบรรลุความเป็นอิสระด้านพลังงานสำหรับประเทศตะวันตกส่วนใหญ่. พวกเขาเน้นว่ามีความเสี่ยงทั้งหลายในการจัดเก็บขยะเป็นเรื่องเล็กน้อยและสามารถลดความเสี่ยงลงต่อไปได้อีกโดยใช้เทคโนโลยีใหม่ล่าสุดในเครื่องปฏิกรณ์รุ่นใหม่และความปลอดภัยในการปฏิบัติงานในโลกตะวันตกได้รับการบันทึกว่าได้ผลเป็นเลิศเมื่อเทียบกับโรงไฟฟ้าชนิดอื่น ๆ ที่สำคัญ

ฝ่ายค้านกล่าวว่าพลังงานนิวเคลียร์ส่อเค้าที่จะสร้างภัยคุกคามจำนวนมากกับมนุษย์และสิ่งแวดล้อม. ภัยคุกคามเหล่านี้รวมถึงความเสี่ยงต่อสุขภาพและความเสียหายด้านสิ่งแวดล้อมจากการทำเหมืองแร่ยูเรเนียม, กระบวนการผลิตและการขนส่ง, ความเสี่ยงของการแพร่ขยายการใช้งานเพื่อใช้เป็นอาวุธนิวเคลียร์หรือการก่อวินาศกรรม, และปัญหาที่ยังแก้ไขไม่ได้ของกากนิวเคลียร์กัมมันตรังสี. พวกเขายังยืนยันว่าตัวเครื่องปฏิกรณ์เองเป็นเครื่องที่มีความซับซ้อนอย่างมากที่หลายสิ่งหลายอย่างสามารถทำงานผิดได้และได้ทำผิดจริงๆ, มีได้เกิดอุบัติเหตุนิวเคลียร์ร้ายแรงขึ้นแล้วหลายครั้ง. นักวิจารณ์ไม่เชื่อว่าความเสี่ยงเหล่านี้สามารถลดลงได้ด้วยเทคโนโลยีใหม่. พวกเขาแย้งว่าเมื่อพิจารณาถึงทุกขั้นตอนที่ใช้พลังงานอย่างเข้มข้นของห่วงโซ่เชื้อเพลิงนิวเคลียร์แล้ว,ตั้งแต่การทำเหมืองแร่ยูเรเนียมจนถึงการรื้อถอนนิวเคลียร์, พลังงานนิวเคลียร์ไม่ได้เป็นแหล่งผลิตกระแสไฟฟ้าที่ปล่อยคาร์บอนต่ำ

การนำกลับไปเข้ากระบวนการใหม่(อังกฤษ: reprocessing)

บทความหลัก: การนำกลับไปเข้ากระบวนการนิวเคลียร์ใหม่

เทคโนโลยีการนำกลับไปเข้ากระบวนการใหม่ได้รับการพัฒนาที่จะแยกและกู้คืนพลูโตเนียมที่สามารถทำฟิชชั่นได้ทางเคมีจากเชื้อเพลิงนิวเคลียร์ที่ผ่านการฉายรังสี[74]. การนำกลับไปเข้ากระบวนการใหม่มีวัตถุประสงค์หลายอย่างที่ความสำคัญที่เกี่ยวข้องกันมีการเปลี่ยนแปลงเมื่อเวลาผ่านไป. การนำกลับไปเข้ากระบวนการใหม่แต่เดิมถูกใช้แต่เพียงอย่างเดียวในการสกัดพลูโตเนียมในการผลิตอาวุธนิวเคลียร์. ด้วยการทำในเชิงพาณิชย์ของพลังงานนิวเคลียร์, พลูโตเนียมที่ถูกนำกลับไปเข้ากระบวนการใหม่จะถูกรีไซเคิลกลับไปเป็นเชื้อเพลิงนิวเคลียร์ MOX สำหรับ'เครื่องปฏิกรณ์ร้อน' ยูเรเนียมที่ถูกนำกลับไปเข้ากระบวนการใหม่, ซึ่งรวมตัวเป็นกลุ่มของวัสดุเชื้อเพลิงใช้แล้ว, ในหลักการสามารถที่จะถูกนำกลับมาใช้เป็นเชื้อเพลิงใหม่ได้เช่นกัน, แต่นั่นเป็นเพียงเพื่อการประหยัดเท่านั้นถ้ายูเรเนียมมีราคาสูงหรือการกำจัดมันมีราคาแพง. ในที่สุดเครื่องปฏิกรณ์แบบ breeder สามารถใช้เชื้อเพลิงไม่เพียงจากพลูโตเนียมและยูเรเนียมที่รีไซเคิลในเชื้อเพลิงใช้แล้วเท่านั้น, แต่ actinides ทั้งหมด, เป็นการปิดท้ายวัฏจักรเชื้อเพลิงนิวเคลียร์และอาจทวีคูณพลังงานที่สกัดจากยูเรเนียมธรรมชาติได้มากกว่า 60 เท่า

การนำกลับไปเข้ากระบวนการนิวเคลียร์ใหม่จะช่วยลดปริมาณของเสียระดับสูง, แต่โดยตัวมันเอง มันไม่ได้ลดกัมมันตภาพรังสีหรือลดการกำเนิดความร้อนและดังนั้นจึงยังมีความจำเป็นในการเก็บของเสียใต้ธรณี. การนำกลับไปเข้ากระบวนการนิวเคลียร์ใหม่ได้เป็นความขัดแย้งทางการเมืองมานานเพราะมันมีศักยภาพที่จะนำไปสู่การแพร่ขยายนิวเคลียร์เพื่อใช้เป็นอาวุธ, ศักยภาพที่จะเป็นอ่อนแอต่อการก่อการร้ายนิวเคลียร์, การท้าทายหลายอย่างทางการเมืองของการหาที่ตั้งสำหรับพื้นที่เก็บของเสีย (ปัญหาที่เกิดเท่าเทียมกับการกำจัดเชื้อเพลิงใช้แล้วโดยตรง) และเนื่องจากค่าใช้จ่ายที่สูงเมื่อเทียบกับการผ่านกระบวนการเชื้อเพลิงเพียงครั้งเดียวในสหรัฐอเมริกา ฝ่ายบริหารของโอบามาก้าวถอยหลังจากแผนการของประธานาธิบดีบุชในเรื่องขนาดเชิงพาณิชย์ของการนำกลับไปเข้ากระบวนการนิวเคลียร์ใหม่

และได้หวนกลับไปยังโครงการที่เน้นการวิจัยทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการนำกลับไปเข้ากระบวนการนิวเคลียร์ใหม่แทน

การชดใช้ค่าสินไหมทดแทนในกรณีอุบัติเหตุ

'อนุสัญญากรุงเวียนนาเรื่องการรับผิดทางแพ่งสำหรับความเสียหาย'ถูกนำมาใช้ในกรอบระหว่างประเทศสำหรับความรับผิดชอบด้านนิวเคลียร์ อย่างไรก็ตาม รัฐต่างๆที่มีส่วนใหญ่ของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ของโลก, รวมทั้งสหรัฐอเมริกา, รัสเซีย, จีน, และญี่ปุ่นจะไม่ได้เป็นส่วนหนึ่งของอนุสัญญาการรับผิดด้านนิวเคลียร์ระหว่างประเทศ.

ในสหรัฐอเมริกา ประกันสำหรับอุบัติเหตุนิวเคลียร์หรือรังสีจะครอบคลุม(สำหรับสิ่งอำนวยความสะดวกได้รับอนุญาตจนถึงปี 2025) โดย'พรบ.การคุ้มครองอุตสาหกรรมนิวเคลียร์ Price-Anderson'.

ภายใต้'นโยบายพลังงานแห่งสหราชอาณาจักร'ผ่าน'พระราชบัญญัติการติดตั้งนิวเคลียร์'ปี 1965, ความรับผิดถูกควบคุมสำหรับความเสียหายด้านนิวเคลียร์ที่ผู้ได้รับอนุญาตดำเนินการด้านนิวเคลียร์ในสหราชอาณาจักรเป็นผู้รับผิดชอบ. พระราชบัญญัตินี้ต้องการการชดเชยที่จะต้องจ่ายสำหรับความเสียหายสูงถึงขีดจำกัดที่ £150 ล้าน โดยผู้ประกอบการต้องรับผิดเป็นเวลาสิบปีหลังจากเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น. ระหว่างสิบถึงสามสิบปีหลังจากนั้น รัฐบาลผูกพันกับข้อตกลงนี้. รัฐบาลยังต้องรับผิดสำหรับหนี้สินข้ามพรมแดนที่จำกัดเพิ่มเติม (ประมาณ£300 ล้าน) ภายใต้อนุสัญญาระหว่างประเทศ (อนุสัญญากรุงปารีสในการรับผิดของบุคคลที่สามในด้านพลังงานนิวเคลียร์และอนุสัญญาบรัสเซลส์เพิ่มเติมกับอนุสัญญากรุงปารีส)

การรื้อถอน

บทความหลัก: การรื้อถอนนิวเคลียร์

การรื้อถอนนิวเคลียร์คือการแยกส่วนโรงไฟฟ้านิวเคลียร์และลบล้างการปนเปื้อนของสถานที่ตั้งจนอยู่ในสภาวะที่ไม่ต้องมีการป้องกันรังสีสำหรับประชาชนทั่วไปอีกต่อไป ความแตกต่างหลักจากการแยกส่วนของโรงไฟฟ้าแบบอื่น ๆ คือการปรากฏตัวของวัสดุกัมมันตรังสีที่ต้องระมัดระวังเป็นพิเศษ

ระยะเวลาการรับประกันของการดำเนินงานของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์คือ 30 ปี หนึ่งมาจากปัจจัย (การสึกหรอ) เป็นการทำลายของเปลือกเครื่องปฏิกรณ์ภายใต้การกระทำของรังสีที่มีการ ionizing[81]

โดยทั่วไป โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ได้รับการออกแบบให้มีชีวิตประมาณ 30 ปี โรงงานที่ใหม่กว่าถูกออกแบบมาสำหรับการใช้งานที่ 40 ถึง 60 ปี

การรื้อถอนจะเกี่ยวข้องกับการบริหารและการดำเนินการทางเทคนิคจำนวนมาก มันรวมถึงการทำความสะอาดกัมมันตภาพรังสีทั้งหมดและการรื้อถอนต่อเนื่องของโรงงาน ทันทีที่สถานที่ตั้งถูกรื้อถอนมันไม่ควรจะเกิดอันตรายจากอุบัติเหตุกัมมันตภาพรังสีใด ๆ หรือแก่บุคคลใด ๆ ที่เข้ามาเยี่ยมชมอีกต่อไป หลังจากที่สิ่งอำนวยความสะดวกทั้งหมดถูกปลดประจำการอย่างสมบูรณ์ สถานที่นั้นจะหลุดออกจากการควบคุมของผู้กำกับดูแล และผู้ได้รับใบอนุญาตของโรงงานไม่ต้องมีความรับผิดชอบต่อความปลอดภัยนิวเคลียร์อีกต่อไป

อุบัติเหตุครั้งประวัติศาสตร์

บทความหลัก: อุบัติเหตุพลังงานนิวเคลียร์ในแต่ละประเทศ

ภัยพิบัตินิวเคลียร์ฟุกุชิมะไดอิชิปี 2011 ในญี่ปุ่นถือว่าเป็นอุบัติเหตุนิวเคลียร์ที่เลวร้ายที่สุดในรอบ 25 ปี ที่ต้องย้าย 50,000 ครัวเรือนออกจากพื้นที่หลังจากที่รังสีได้รั่วไหลออกมาในอากาศ, ดินและน้ำทะเล[82]. การตรวจสอบรังสีนำไปสู่การห้ามการจัดส่งผักและปลาบางเที่ยว

อุตสาหกรรมนิวเคลียร์บอกว่าเทคโนโลยีใหม่และการกำกับดูแลได้ทำให้โรงไฟฟ้านิวเคลียร์มีความปลอดภัยมากยิ่งขึ้น แต่อุบัติเหตุเล็ก ๆ 57 ครั้งได้เกิดขึ้นนับตั้งแต่เกิดภัยพิบัติเชียร์โนบิลในปี 1986 จนถึงปี 2008 สองในสามของความผิดพลาดเหล่านี้เกิดขึ้นในสหรัฐอเมริกา. สำนักงานพลังงานปรมาณูฝรั่งเศส (CEA) ได้ข้อสรุปว่านวัตกรรมทางเทคนิคไม่สามารถกำจัดความเสี่ยงจากการผิดพลาดของมนุษย์ในการดำเนินงานโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ได้

ตามที่เบนจามิน Sovacool จากทีมสหวิทยาการเอ็มไอทีในปี 2003 ได้คาดว่าถ้าการเจริญเติบโตของพลังงานนิวเคลียร์ในช่วงปี 2005-2055 เป็นไปตามที่คาดหวัง อย่างน้อยสี่อุบัติเหตุนิวเคลียร์ร้ายแรงคาดว่าจะเกิดในช่วงนั้น อย่างไรก็ตามการศึกษาที่เอ็มไอทียังไม่ได้คำนึงถึงการปรับปรุงหลายอย่างในด้านความปลอดภัยตั้งแต่ปี 1970

ความยืดหยุ่นของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์

มักจะมีการอ้างว่าสถานีนิวเคลียร์มีความยืดหยุ่นในการส่งออกพลังงาน หมายความว่ารูปแบบอื่น ๆ ของพลังงานจะต้องตอบสนองความต้องการสูงสุด ขณะที่มันเป็นจริงสำหรับเครื่องปฏิกรณ์ส่วนใหญ่จำนวนมาก สิ่งนี้อาจไม่เป็นจริงอีกต่อไปอย่างน้อยก็สำหรับการออกแบบที่ทันสมัยบางแบบ

โรงไฟฟ้านิวเคลียร์จะถูกใช้เป็นประจำในโหมด'ตามโหลดในขนาดที่ใหญ่ในประเทศฝรั่งเศส แม้ว่า "มันเป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปว่านี่ไม่ใช่สถานการณ์ทางเศรษฐกิจที่เหมาะสำหรับโรงไฟฟ้านิวเคลียร์" หน่วย A ที่โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ Biblis ของเยอรมันถูกออกแบบมาเพื่อให้มี-และลดการส่งออกพลังงานที่ 15% ต่อนาทีระหว่าง 40 และ 100% ของพลังงานโดยประมาณของมัน เครื่องปฏิกรณ์น้ำเดือดปกติมีความสามารถแบบ'ตามโหลด' ดำเนินการโดยการเปลี่ยนแปลงการไหลของน้ำหมุนเวียน

โรงไฟฟ้าในอนาคต

มีการออกแบบใหม่จำนวนมากสำหรับการผลิตไฟฟ้านิวเคลียร์ รวมกันเรียกว่าเตาปฏิกรณ์นิวเคลียร์รุ่นที่สี่ (อังกฤษ: Generation IV reactor) เป็นเรื่องของการวิจัยที่ขันแข็งและอาจถูกนำมาใช้ในการผลิตไฟฟ้าในทางปฏิบัติในอนาคต หลายแบบของการออกแบบใหม่เหล่านี้เป็นความพยายามโดยเฉพาะที่จะทำให้การทำให้เครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์สะอาดยิ่งขึ้น ปลอดภัยยิ่งขึ้นและ/หรือลดความเสี่ยงในการแพร่กระจายของอาวุธนิวเคลียร์ โรงงานที่ปลอดภัยแบบพาสซีฟ (เช่น Economic Simplified Boiling Water Reactor (ESBWR)) พร้อมที่จะถูกสร้างขึ้น และการออกแบบอื่น ๆ ที่เชื่อว่าจะค่อนข้างปราศจากความโง่กำลังอยู่ระหว่างการค้นคว้า เครื่องปฏิกรณ์แบบฟิวชั่น ซึ่งอาจจะเป็นไปได้ในอนาคตจะช่วยลดหรือขจัดความเสี่ยงจำนวนมากที่เกี่ยวข้องกับนิวเคลียร์ฟิชชั่น

เครื่องปฏิกรณ์แบบแรงดันของยุโรปรุ่น 1600 MWe กำลังถูกสร้างขึ้นใน Olkiluoto, ฟินแลนด์ ความพยายามร่วมกันของเ AREVA ของฝรั่งเศสและซีเมนส์เอจีของยอรมัน มันจะเป็นเครื่องปฏิกรณ์ที่ใหญ่ที่สุดในโลก ในเดือนธันวาคมปี 2006 การก่อสร้างช้าไปประมาณ 18 เดือนจากที่กำหนดไว้และตาดว่าจะเสร็จราวปี 2010-2011

ณ เดือนมีนาคม 2007 มีโรงไฟฟ้านิวเคลียร์อยู่ระหว่างการก่อสร้างในอินเดีย 7 โรงและจากจีน 5 โรง

ในเดือนพฤศจิกายน 2011 กัลฟ์เพาเวอร์ระบุว่าเมื่อสิ้นปี 2012 บริษัทหวังว่าจะเสร็จสิ้นการซื้อที่ดิน 4000 เอเคอร์ทางตอนเหนือของ Pensacola, ฟลอริด้าเพื่อสร้างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ให้เป็นไปได้

รัสเซียได้เริ่มการก่อสร้างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์แห่งแรกของโลกที่ลอยน้ำได้ เรือมูลค่า £100 ล้าน ชื่อ *Lomonosov* เป็นโรงงานแรกในเจ็ดโรงงานที่ทางการมอสโกกล่าวว่า มันจะนำแหล่งทรัพยากรพลังงานที่สำคัญไปยังภูมิภาคของรัสเซียที่อยู่ห่างไกล

ในปี 2025 ประเทศในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้จะมีโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ทั้งหมด 29 โรง อินโดนีเซียจะมี 4 โรงไฟฟ้านิวเคลียร์, มาเลเซีย 4, ประเทศไทย 5, และเวียดนาม 16 จากที่ไม่มีอะไรเลยในปี 2011

การขยายตัวของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ 2 โรงในสหรัฐ, Plant Vogtle และ โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ V. C. Summer ที่ตั้งอยู่ในรัฐจอร์เจียและเซาท์แคโรไลนาตามลำดับ มีกำหนดจะแล้วเสร็จในระหว่างปี 2016 และ 2019 ใหม่เครื่องปฏิกรณ์ 2 เครื่องใหม่ของ Plant Vogtle และเครื่องปฏิกรณ์สองเครื่องใหม่ที่โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ Virgil C. Summer เป็นตัวแทนโครงการก่อสร้างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ครั้งแรกในประเทศสหรัฐอเมริกาตั้งแต่เกิดอุบัติเหตุนิวเคลียร์ที่เกาะทรีไมล์ในปี 1979

สื่อการเรียนรู้

1. อินเทอร์เน็ต

กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นนำ

1. ครูชี้แจงรายละเอียดเกี่ยวกับคำอธิบายรายวิชา จุดประสงค์รายวิชา การวัดผลและประเมินผลการเรียน คุณลักษณะนิสัยที่ต้องการให้เกิดขึ้น และข้อตกลงในการเรียน
2. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน
3. ครูอธิบายเนื้อหาโรงไฟฟ้าเครื่องยนต์ดีเซล
4. ครูตั้งคำถามให้นักเรียนช่วยกันตอบ โรงไฟฟ้าเครื่องยนต์ดีเซล

ขั้นสอน

1. ให้ผู้เรียนศึกษาเรื่องความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโรงไฟฟ้าเครื่องยนต์ดีเซล
2. ให้ผู้เรียนพิจารณาเกี่ยวกับเรื่องโรงไฟฟ้าเครื่องยนต์ดีเซลแล้วให้ผู้เรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็น

4. ผู้เรียนหาข้อมูลเกี่ยวกับความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเรื่องโรงไฟฟ้าเครื่องยนต์ดีเซล เช่น ห้องสมุด อินเทอร์เน็ต แล้วบันทึกความรู้

5. ผู้สอนอธิบายความรู้เพิ่มเติม แล้วเปิดโอกาสให้ผู้เรียนซักถามข้อสงสัย

ขั้นสรุป

ผู้เรียนร่วมกันอภิปรายสรุปความรู้เกี่ยวกับความรู้เกี่ยวกับโรงไฟฟ้าเครื่องยนต์ดีเซล

การวัดผลและประเมินผล

การวัดผล (ใช้เครื่องมือ)	**การประเมินผล** (นำผลเทียบกับเกณฑ์และแปลความหมาย)
1. แบบทดสอบก่อนเรียน (Pre–test)	(ไว้เปรียบเทียบกับคะแนนสอบหลังเรียน)
2. แบบสังเกตการทำงานกลุ่มและนำเสนอผลงานกลุ่ม	เกณฑ์ผ่าน 60%
3. แบบฝึกหัดหลังหน่วยการเรียนรู้	เกณฑ์ผ่าน 50%
4. แบบทดสอบหลังเรียน (Post–test)	เกณฑ์ผ่าน 50%
5. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ตามสภาพจริง	เกณฑ์ผ่าน 60%

งานที่มอบหมาย

อธิบายโรงไฟฟ้าเครื่องยนต์ดีเซลตามความเข้าใจของผู้เรียน

ผลงาน/ชิ้นงาน/ความสำเร็จของผู้เรียน

1. รายงานเกี่ยวกับการอภิปรายสรุปความรู้เรื่องการศึกษาและปฏิบัติในงานของผู้เรียน
2. สื่อประกอบการนำเสนอหน้าชั้นเรียน
3. แบบฝึกหัดท้ายหน่วยการเรียนรู้

บันทึกหลังการสอน

1. ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้

....
....
....
....
....
....

2. ผลการเรียนของนักเรียน/ผลการสอนของครู/ปัญหาที่พบ

....
....
....
....
....
....

3. แนวทางการแก้ปัญหา

....
....
....
....
....
....

ลงชื่อ...
(...)
ตัวแทนนักเรียน

ลงชื่อ...
(...)
ครูผู้สอน

	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9	**หน่วยที่ 9**
	ชื่อวิชา โรงต้นกำลังไฟฟ้า	เวลาเรียนรวม 45 คาบ
	ชื่อหน่วย อุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าในโรงไฟฟ้า	สอนครั้งที่..3../15
ชื่อเรื่อง อุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าในโรงไฟฟ้า		จำนวน.....6....คาบ

หัวข้อเรื่อง

1. อุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าในโรงไฟฟ้า
2. อุปกรณ์ป้องกันหลัก
3. อุปกรณ์ควบคุมและอื่น

สาระสำคัญ/แนวคิดสำคัญ

อุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าในโรงไฟฟ้า ได้แก่ เซอร์กิตเบรกเกอร์ (Circuit Breaker), ฟิวส์ (Fuse), อุปกรณ์ป้องกันไฟกระชาก (Surge Protection Device - SPD), และสายดิน (Grounding System) ซึ่งทำงานร่วมกันเพื่อป้องกันความเสียหายจากกระแสไฟฟ้าเกิน, ไฟฟ้าลัดวงจร, ไฟฟ้าดูด, และไฟกระชาก โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อความปลอดภัยของบุคคล, อุปกรณ์, และการดำเนินงานของโรงไฟฟ้า.

สมรรถนะย่อย(Element of Competency)

แสดงความรู้เกี่ยวกับอุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าในโรงไฟฟ้า

จุดประสงค์การปฏิบัติ(Performance Objectives)

1. อธิบายความหมายของอุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าในโรงไฟฟ้า
2. อธิบายอุปกรณ์ป้องกันหลัก
3. อธิบายอุปกรณ์ควบคุมและอื่น

เนื้อหาสาระ

อุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้า คืออะไร

สรุป

แม้ว่าช่างไฟและวิศวกรส่วนใหญ่จะมีความเชี่ยวชาญในการทำงานที่เกี่ยวข้องกับระบบไฟฟ้า แต่ความปลอดภัยระหว่างการปฏิบัติงานเป็นเรื่องที่ต้องใส่ใจและระมัดระวังอย่างมาก เนื่องจากกระแสไฟฟ้าเป็นอันตรายต่อร่างกายมนุษย์และอาจส่งผลร้ายแรงถึงชีวิตได้หากไม่มีการป้องกันอย่างเหมาะสม ในบทความนี้เราจะพูดถึงอุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้าที่ช่างไฟควรรู้จักและนำมาใช้ เพื่อสร้างความปลอดภัยและมาตรฐานในการปฏิบัติงานประจำวัน

อุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้า คืออะไร

อุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้า (Electrical Protection Devices) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในระบบไฟฟ้าเพื่อป้องกันการเกิดอันตรายหรือความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นจากสถานการณ์ที่ไม่ปกติ เช่น กระแสไฟฟ้าสูงเกินไป

(Overcurrent), แรงดันไฟฟ้าสูงเกินไป (Overvoltage) รวมถึงลักษณะกระแสไฟฟ้าที่ไม่ปกติ เช่น ไฟกะพริบ (Flickering), แรงดันไฟฟ้าต่ำเกินไป (Undervoltage), และไฟฟ้าลัดวงจร (Short Circuit)

อุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้าที่ควรรู้จัก มีอะไรบ้าง?

ฟิวส์ (Fuse)

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในระบบไฟฟ้าเพื่อป้องกันการเกิดความผิดปกติหรืออันตรายจากกระแสไฟฟ้าที่เกินค่าที่กำหนดไว้ในวงจร ฟิวส์มักถูกใช้แทนคอยล์หรือวงจรป้องกันอื่น ๆ เพราะมีราคาประหยัด และใช้งานได้ง่าย แต่จะมีความเร็วในการตัดกระแสไฟฟ้าที่ด้อยกว่าคอยล์หรือวงจรป้องกันอื่น ๆ

โครงสร้างของฟิวส์ประกอบด้วยสายฟิวส์ที่ทำจากวัสดุที่มีค่าต้านทานไฟฟ้าสูง เช่น โลหะหรือเซรามิก โดยสายฟิวส์จะมีขนาดเล็กและบางมาก ซึ่งทำให้เมื่อกระแสไฟฟ้าผ่านฟิวส์เกินค่าที่กำหนด สายฟิวส์จะทำงานโดยตัดทิ้ง และหยุดกระแสไฟฟ้าไปยังอุปกรณ์ที่ต่อกับวงจรนั้น ๆ หรือที่เรียกกันว่า “ฟิวส์ขาด” และฟิวส์ที่ขาดต้องถูกเปลี่ยนออกมาและติดตั้งใหม่เพื่อให้วงจรสามารถทำงานได้ตามปกติหลังจากซ่อมแซมเรียบร้อยแล้ว

ฟิวส์มักถูกใช้ในหลาย ๆ ส่วนที่ต้องการการป้องกันไฟฟ้า เช่น ในระบบไฟฟ้าภายในอาคารและที่อยู่อาศัย รถยนต์ และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ การใช้ฟิวส์จะช่วยป้องกันการลัดวงจรและการกะพริบของไฟฟ้าที่ไม่ปกติซึ่งอาจทำให้เกิดอันตรายและเสียหายต่ออุปกรณ์อื่น ๆ ในวงจรได้

เซอร์กิต เบรกเกอร์ (Circuit Breaker)

เซอร์กิต เบรกเกอร์ คืออุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้าในกรณีที่เกิดความผิดปกติ เช่น กระแสไฟฟ้าสูงเกินค่าที่กำหนด หรือไฟฟ้าลัดวงจร อุปกรณ์นี้จะทำการตัดกระแสไฟฟ้าให้อยู่ในระดับปลอดภัย และสามารถรีเซ็ตเพื่อให้กระแสไฟฟ้ากลับมาไหลต่อได้หลังจากเกิดความผิดปกติ

RCCB (Residual Current Circuit Breaker)

เป็นอุปกรณ์ที่ถูกออกแบบมาเพื่อป้องกันความเสี่ยงจากกระแสไฟฟ้ารั่ว (Residual Current) หรือกระแสไฟฟ้าที่ไหลผิดปกติ ซึ่งอาจเกิดจากอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีปัญหา เมื่อเกิดกระแสไฟฟ้ารั่วจากสายไฟหรืออุปกรณ์ไฟฟ้า อุปกรณ์ RCCB จะทำงานโดยตัดกระแสไฟฟ้าให้หยุดทันที เพื่อป้องกันไม่ให้กระแสไฟฟ้าทำอันตรายต่อมนุษย์

การติดตั้ง RCCB จำเป็นต้องทำในวงจำกัดของระบบไฟฟ้า โดยควรเลือกติดตั้งเฉพาะจุดที่มีความเสี่ยงสูง เช่น เครื่องทำน้ำอุ่น หรือในวงจรไฟฟ้าบางส่วน และต้องใช้ควบคู่กับฟิวส์และเบรกเกอร์ เพื่อให้มั่นใจว่าเมื่อเกิดความผิดปกติในวงจร อุปกรณ์ RCCB จะทำงานได้ตรงตามที่คาดหวัง และป้องกันไม่ให้เกิดอันตรายจากอุบัติเหตุที่กล่าวไปข้างต้น

RCBO (Residual Current Circuit Breakers with Overload Protection)

เป็นอุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้าที่มีลักษณะการทำงานใกล้เคียงกับ RCCB แต่มีความแตกต่างคือ RCBO จะมีฟิวส์และเบรกเกอร์ในตัว จึงสามารถป้องกันความเสี่ยงจากทั้งกระแสไฟฟ้ารั่วและกระแสไฟฟ้าเกินในระบบได้ อีกทั้งยังมีขนาดเล็ก นิยมติดตั้งภายในตู้คอนซูมเมอร์ยูนิตเป็นหลัก

สรุป

การทำงานที่เกี่ยวข้องกับระบบไฟฟ้าเป็นเรื่องที่ต้องระมัดระวังเป็นพิเศษ เนื่องจากเป็นงานที่มีความเสี่ยงสูงและอาจเกิดอันตรายจากกระแสไฟฟ้าได้หากไม่มีการป้องกันอย่างเหมาะสม ช่างไฟจึงจำเป็นต้องศึกษาเกี่ยวกับระบบป้องกันไฟฟ้าให้เข้าใจอย่างถี่ถ้วน และเลือกใช้อุปกรณ์ให้เหมาะสมกับหน้างาน

และเมื่อติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้าแล้ว ควรเลือกใช้รางไฟที่ผลิตด้วยขั้นตอนที่ได้มาตรฐาน ด้วยวัสดุคุณภาพ แข็งแรง ทนทาน เพื่อจัดเก็บสายไฟให้เป็นระเบียบเรียบร้อย เพิ่มความปลอดภัยในการใช้งาน และป้องกันเหตุไม่คาดฝันที่อาจเกิดขึ้น เช่น ไฟรั่ว ไฟฟ้าลัดวงจร ที่เกิดจากสายไฟที่เสื่อมสภาพหรือชำรุดเสียหายได้

ความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับไฟฟ้า

กระแสไฟฟ้าที่ใช้ทั้งในโรงงานอุตสากรรม สำนักงานหรือตามบ้านเรือนมีอันตรายสูงมาก และรวดเร็วที่สุดเมื่อเข้าไปสัมผัส ผู้ที่ใช้งานหรือมีส่วนเกี่ยวข้องจึงควรมีความรู้ความเข้าใจในวิธีการทำงาน เกี่ยวกับไฟฟ้า ทั้งชนิดกระแสไฟฟ้าที่ใช้แรงเคลื่อน 220 โวลท์ และ 380 โวลท์

โดยทั่วไป เรานำไฟฟ้ามาใช้ประโยชน์ในรูปแบบต่างๆ ดังนี้

1. เป็นต้นกำลังพลังงานกล เช่น การเดินเครื่องจักร
2. เป็นแหล่งให้แสงสว่าง เช่น หลอดไฟ โคมไฟ
3. เป็นแหล่งให้ความร้อน โดยต่อเข้ากับขดลวดชุดความร้อน เช่น กระติกต้มน้ำร้อน
4. เป็นแหล่งหรือสื่อกลางของการสื่อสาร เช่น แบตเตอรี่โทรศัพท์
5. เป็นแหล่งให้พลังงานกับอุปกรณ์
6. เป็นแหล่งให้อำนาจแม่เหล็กกับอุปกรณ์
7. เป็นแหล่งให้เกิดปฏิกิริยาเคมี

อันตรายจากไฟฟ้า

การแบ่งลักษณะของอันตรายที่อาจจะเกิดขึ้น มี 2 ลักษณะ

1. ไฟฟ้าดูดเนื่องจากร่างกายไปแตะต้อง หรือต่อเข้ากับวงจรไฟฟ้า ทำให้มีกระแสไฟไหลผ่านเข้าในร่างกายและถ้าไฟฟ้าไหลผ่านอวัยวะที่สำคัญก็อาจทำให้เสียชีวิตได้หากกระแสไฟมีปริมาณมากพอ ความสัมพันธ์ของกระแสไฟฟ้าและปฏิกิริยาการตอบสนองของร่างกายต่อกระแสไฟฟ้ามี
2. เพลิงไหม้อัคคีภัยที่เกิดจากไฟฟ้ามีสาเหตุ 2 ประการ คือ ประกายไฟและความร้อนที่สูงผิดปกติ ซึ่งตามทฤษฎีการเกิดเพลิงไหม้นั้น จะต้องมีองค์ประกอบครบ 3 อย่าง คือ เชื้อเพลิง แหล่งความร้อน และออกซิเจน ดังนั้น การป้องกันไฟไหม้ที่เกิดจากกระแสไฟฟ้า จึงต้องขจัดองค์ประกอบอย่างใดอย่างหนึ่งหรือทั้งสามอย่างดังกล่าวออก โดยเฉพาะการขจัดแหล่งความร้อน เช่น

- ประกายไฟที่เกิดจากไฟฟ้าลัดวงจร
- หัวต่อหรือหัวขั้วสายไฟหลวมจึงเกิดการเดินของกระแสไฟฟ้าไม่สม่ำเสมอ
- การเกิดประกายไฟ (spark) จากการเดินไม่เรียบของกระแสไฟ
- การใช้ฟิวส์ไม่ถูกต้อง ขนาดไม่เหมาะสม หรือใช้สวิทซ์ตัดไฟอัตโนมัติไม่เหมาะสม
- กระแสไฟฟ้าไหลผ่านเครื่องใช้ไฟฟ้ามากเกินไป
- มอเตอร์ทำงานเกินกำลัง
- ต่ออุปกรณ์ไฟฟ้ามากเกินไปในเต้าเสียบเดียวกัน
- แรงดันไฟฟ้าที่ขั้วมอเตอร์ไฟฟ้าต่ำเกินไป ซึ่งโดยสรุปสาเหตุเหล่านี้ล้วนเป็นสาเหตุหลักของการเกิดเพลิงไหม้ที่เกิดจากไฟฟ้าทั้งสิ้น

อันตรายที่เกิดขึ้นจากกระแสไฟฟ้ามีสาเหตุหลักๆมาจาก

1. ระบบการบริหาร
   – ขาดระบบการประสานงานที่ดีระหว่างฝ่ายผลิตกับซ่อมบำรุง ซึ่งอาจทำให้เกิดอันตรายได้ เช่น ไม่มีระบบการล็อคกุญแจและแขวนป้าย (Lock-out and Tag-out)
   – ไม่มีแบบแปลนไฟฟ้า ข้อมูลและตัวเลขทางเทคนิคต่างๆ ของระบบ ไฟฟ้าที่ถูกต้องประจำหน่วยงาน เช่น เมื่อมีการต่อเติมระบบไฟฟ้าแล้วไม่ได้นำข้อมูลไปเพิ่มเติมในแบบแปลน
   – ขาดช่างเทคนิคที่มีความรู้ความสามารถ เป็นต้น
2. การใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีคุณภาพต่ำกว่ามาตรฐาน ทำให้ระบบไฟฟ้าในโรงงานไม่มีมาตรฐานเพียงพอ
3. การทำงานในสภาพแวดล้อมที่ไม่ปลอดภัย เช่น บริเวณพื้นที่ปฏิบัติงานมีความเปียกชื้น ซึ่งจะทำให้ร่างกายเป็นสื่อนำไฟฟ้าได้ดี
4. ผู้ที่ปฏิบัติงานเกี่ยวกับไฟฟ้า หรือใช้อุปกรณ์ไฟฟ้า ขาดความรู้เรื่องความปลอดภัยเกี่ยวกับการติดตั้งและ/หรือการใช้งานอย่างถูกวิธี เช่น
   4.1 ช่างไฟฟ้า
   – ขาดความรู้ที่แท้จริงเกี่ยวกับหลักการและกฎทางไฟฟ้า
   – ต่อสายไฟไม่ดี หรือวิธีการต่อไม่ถูกต้องตามมาตรฐาน

– ไม่ตัดวงจรไฟฟ้าก่อนปฏิบัติงาน
– ติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าผิดลักษณะ
– ปฏิบัติงานโดยไม่มีหน้าที่รับผิดชอบ เป็นต้น

4.2 ผู้ใช้อุปกรณ์ไฟฟ้า

– ใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ชำรุด มีกระแสไฟฟ้ารั่ว
– ใช้อุปกรณ์ผิดประเภท (เช่น การใช้เต้าเสียบผิดประเภท)
– ใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าขณะที่ร่างกายมีความเปียกชื้น
– รีบเร่งปฏิบัติงาน เป็นต้น

การป้องกันและควบคุม

1. ออกแบบและติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าให้เกิดความปลอดภัยต่อผู้ใช้ไฟฟ้า และผู้ปฏิบัติงาน เช่น ติดตั้งเครื่องตัดวงจรอัตโนมัติ ใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ทำด้วยวัสดุไม่นำไฟฟ้า
2. กำหนดมาตรฐานอุปกรณ์ที่ได้มาตรฐาน เพื่อให้การจัดซื้ออุปกรณ์ทางด้านไฟฟ้าของหน่วยงานได้มาตรฐาน
3. อบรมให้ความรู้กับผู้ปฏิบัติงาน หรือผู้รับผิดชอบเกี่ยวกับไฟฟ้าในเรื่องวิธีการทำงานให้ปลอดภัยจากไฟฟ้า การช่วยเหลือผู้ป่วยที่ได้รับบาดเจ็บจากกระแสไฟฟ้า ข้อควรระมัดระวังเกี่ยวกับการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้า เป็นต้น ทั้งนี้เพื่อหลีกเลี่ยงอันตรายที่เกิดจากการทำงาน หรือสัมผัสกระแสไฟฟ้าที่เป็นสาเหตุให้เกิดอาการช็อคเนื่องจากกระแสไฟฟ้า เป็นต้น

นอกจากนี้ยังมีเกร็ดเล็กๆน้อยๆ เกี่ยวกับการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ไฟฟ้าอย่างปลอดภัยไว้ เพื่อจะได้เป็นข้อพึงระวังสำหรับการใช้งานด้วย

การใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ไฟฟ้า

1. ตรวจสอบสายไฟฟ้า และตรวจจุดต่อสายก่อนใช้งาน โดยเฉพาะอุปกรณ์ที่เคลื่อนที่ได้ควรตรวจสอบบริเวณจุดข้อต่อ ขั้วที่ติดอุปกรณ์ ถ้าชำรุดควรเปลี่ยนให้อยู่ในสภาพดีพร้อมใช้งานเสมอ
2. ดวงโคมไฟฟ้าต้องมีที่ครอบป้องกันหลอดไฟ
3. การเปลี่ยนหรือซ่อมแซมอุปกรณ์ ควรให้ช่างทางเครื่องมือหรือไฟฟ้าเป็นผู้ดำเนินการ ไม่ควรดำเนินการเองโดยเด็ดขาดหากไม่มีความรู้
4. ห้ามจับสายไฟขณะที่มีกระแสไฟฟ้าไหลอยู่
5. ห้ามใช้อุปกรณ์ขณะมือเปียก
6. ไม่ควรเดินเหยียบสายไฟ
7. อย่าแขวนสายไฟบนของมีคม เพราะของมีคมอาจบาดสายไฟชำรุดและก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้ใช้งานได้
8. การใช้เครื่องมือทางไฟฟ้า ควรต่อเปลือกหุ้มที่เป็นโลหะลงสู่ดิน
9. การใช้มอเตอร์ หม้อแปลง ควรมีผู้รับผิดชอบควบคุมในการเปิดปิดใช้งาน
10. ในส่วนที่อาจก่อให้เกิดอันตรายควรมีป้ายติดแสดงอย่างชัดเจน
11. ถ้าเกิดเหตุการณ์ผิดปกติกับอุปกรณ์ควรแจ้งให้ผู้รับผิดชอบทราบทันที และห้ามใช้งานต่อ
12. ห้ามปลดอุปกรณ์ป้องกันอันตรายทางไฟฟ้าออก ยกเว้นได้รับอนุญาตจากผู้เชี่ยวชาญ
13. เมื่อใช้งานเสร็จแล้วควรปิดสวิทช์ และต้องแน่ใจว่าสวิทช์ได้ปิดลงแล้ว
14. อุปกรณ์ทางไฟฟ้าต่างๆ ควรหมั่นทำความสะอาดให้ปราศจากฝุ่นละออง
15. ห้ามห่อหุ้มโคมไฟด้วยกระดาษ ผ้าหรือวัสดุที่ติดไฟได้

16. ห้ามนำสารไวไฟ หรือสารลุกติดไฟง่ายเข้าใกล้สวิทช์ไฟฟ้า
17. หมั่นตรวจสอบฉนวนหุ้มอุปกรณ์อยู่เสมอ ในบริเวณที่อาจสัมผัส หรือทำงาน
18. เมื่อมีผู้ได้รับอันตราย ควรสับสวิทช์ให้วงจรเปิด (ตัดกระแสไฟฟ้า)
19. เมื่อไฟฟ้าดับ หรือเกิดไฟฟ้าช๊อต ควรสับสวิทช์วงจรไฟฟ้าให้เปิด

การติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า

1. การติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าต้องปฏิบัติตามข้อกำหนดของกฎหมาย และมาตรฐานทางไฟฟ้า
2. การติดตั้งต้องดูแลโดยผู้ชำนาญ โดยเฉพาะการสื่อสารเมื่อมีการทำงานในขณะกระแสไฟฟ้าไหลอยู่
3. การติดตั้งอุปกรณ์ต้องใช้อุปกรณ์ป้องกันโดยเฉพาะ
4. ไม่ควรทำงาน หรือเปิดชิ้นส่วนอุปกรณ์ไฟฟ้าในขณะกระแสไฟฟ้าไหล
5. อุปกรณ์หรือสายไฟฟ้าที่ติดตั้งในที่สูง ต้องมีฉนวนหุ้มอย่างดีและตรวจสอบความเรียบร้อยอยู่เสมอ
6. เมื่อมีอุปกรณ์ไฟฟ้าบนพื้นถนนควรมีระบบป้องกันอันตรายเฉพาะทาง เช่น รั้วป้องกันรถชน ป้ายเตือนสะท้อนแสง เป็นต้น
7. เครื่องจักรทุกชนิดควรมีสายดินที่ดี
8. ควรสับสวิทช์เครื่องจักรและล๊อคกุญแจ (Lock-out) เพื่อไม่ให้ผู้ที่ไม่เกี่ยวข้องที่อาจเข้าใจผิดสามารถเปิดสวิทช์ได้ และควรมีป้ายบอกให้ชัดเจน (Tag-out)
9. ต้องมีการเทประจุไฟฟ้าเมื่อเครื่องมือนั้นมีประจุค้างอยู่

การทำงานขณะมีกระแสไฟฟ้าไหลอยู่

1. ต้องใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลที่เหมาะสมกับงาน
2. ถ้าต้องทำงานใกล้ไฟฟ้าแรงสูงเกิน 60 เซนติเมตร ต้องใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายที่เป็นฉนวนอย่างดีและ ในกรณีที่อยู่ห่างมากกว่า 60 เซนติเมตรให้ใช้อุปกรณ์รองลงมา
3. ในการทำงานต้องปรึกษาผู้ชำนาญการทางไฟฟ้าก่อน และต้องมีผู้ชำนาญการควบคุมดูแลตลอดเวลาที่ปฏิบัติงาน
4. พนักงานงานไม่ควรพักใกล้สายไฟแรงสูง

5. การใช้อุปกรณ์เครื่องมือ ต้องใช้ให้ถูกต้องเหมาะสมกับงาน
6. ใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลทุกครั้ง

สื่อการเรียนรู้

1. อินเทอร์เน็ต

กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นนำ

1. ครูชี้แจงรายละเอียดเกี่ยวกับคำอธิบายรายวิชา จุดประสงค์รายวิชา การวัดผลและประเมินผลการเรียน คุณลักษณะนิสัยที่ต้องการให้เกิดขึ้น และข้อตกลงในการเรียน
2. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน
3. ครูอธิบายเนื้อหาอุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าในโรงไฟฟ้า
4. ครูตั้งคำถามให้นักเรียนช่วยกันตอบ อุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าในโรงไฟฟ้า

ขั้นสอน

1. ให้ผู้เรียนศึกษาเรื่องความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับอุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าในโรงไฟฟ้า
2. ให้ผู้เรียนพิจารณาเกี่ยวกับเรื่องอุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าในโรงไฟฟ้าแล้วให้ผู้เรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็น

4. ผู้เรียนหาข้อมูลเกี่ยวกับความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเรื่องอุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าในโรงไฟฟ้าเช่น ห้องสมุด อินเทอร์เน็ต แล้วบันทึกความรู้
5. ผู้สอนอธิบายความรู้เพิ่มเติม แล้วเปิดโอกาสให้ผู้เรียนซักถามข้อสงสัย

ขั้นสรุป

ผู้เรียนร่วมกันอภิปรายสรุปความรู้เกี่ยวกับความรู้เกี่ยวกับอุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าในโรงไฟฟ้า

การวัดผลและประเมินผล

การวัดผล (ใช้เครื่องมือ)	**การประเมินผล** (นำผลเทียบกับเกณฑ์และแปลความหมาย)
1. แบบทดสอบก่อนเรียน (Pre–test)	(ไว้เปรียบเทียบกับคะแนนสอบหลังเรียน)
2. แบบสังเกตการทำงานกลุ่มและนำเสนอผลงานกลุ่ม	เกณฑ์ผ่าน 60%
3. แบบฝึกหัดหลังหน่วยการเรียนรู้	เกณฑ์ผ่าน 50%
4. แบบทดสอบหลังเรียน (Post–test)	เกณฑ์ผ่าน 50%
5. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ตามสภาพจริง	เกณฑ์ผ่าน 60%

งานที่มอบหมาย

อธิบายอุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าในโรงไฟฟ้าตามความเข้าใจของผู้เรียน

ผลงาน/ชิ้นงาน/ความสำเร็จของผู้เรียน

1. รายงานเกี่ยวกับการอภิปรายสรุปความรู้เรื่องการศึกษาและปฏิบัติในงานของผู้เรียน
2. สื่อประกอบการนำเสนอหน้าชั้นเรียน
3. แบบฝึกหัดท้ายหน่วยการเรียนรู้

บันทึกหลังการสอน

1. ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้

....

....

....

....

....

....

2. ผลการเรียนของนักเรียน/ผลการสอนของครู/ปัญหาที่พบ

....

....

....

....

....

....

3. แนวทางการแก้ปัญหา

....

....

....

....

....

....

ลงชื่อ... ลงชื่อ...

(...) (...)

ตัวแทนนักเรียน ครูผู้สอน