

หมวดที่ 12 : ระบบอากาศอัด (Compressed Air)

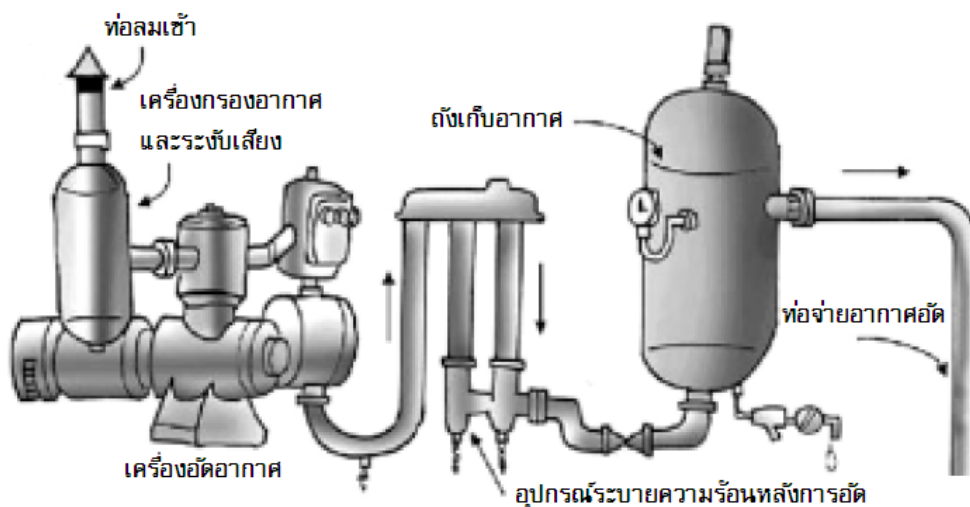
ชุดการจัดแสดงที่ 31 ระบบอากาศอัด (Compressed Air)

1. หลักการของเทคโนโลยี

โดยทั่วไปแล้วโรงงานอุตสาหกรรมนิยมใช้ระบบอากาศอัดในกระบวนการผลิตหลายกระบวนการ เช่น การใช้ลมขับเคลื่อนกระบอกลูกสูบเครื่องพิมพ์ผ้า การพ่นสีรถยนต์ เป็นต้น เพราะลมเป็นพลังงานสะอาดและไม่มีอันตราย ระบบอากาศอัดเป็นระบบที่ใช้พลังงานไฟฟ้ามาก เนื่องจากต้องการความดันของอากาศอัดสูงและต้นทุนการผลิตอากาศอัดจะยิ่งสูงขึ้นหากมีการรั่วไหลในระบบ ระบบอากาศอัดมีส่วนประกอบที่สำคัญทั้งหมด 3 ส่วนดังต่อไปนี้

1.1 ส่วนการสร้างอากาศอัด (Air Compressor Section)

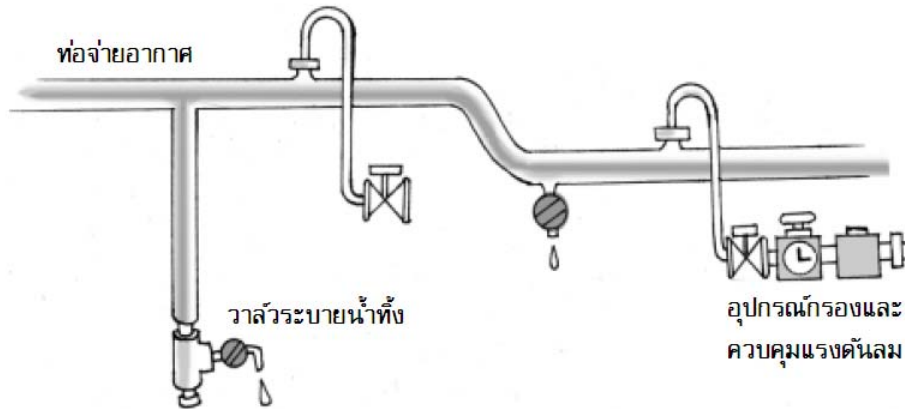
ในส่วนนี้จะประกอบไปด้วยเครื่องอัดอากาศ (Compressor) เครื่องกรองอากาศและระงับเสียง บริเวณทางเข้า (Silencer/Filter) อุปกรณ์ระบายความร้อนหลังการอัด (Aftercooler) และถังเก็บอากาศ (Air Receiver)



รูปที่ 1 ส่วนการสร้างอากาศอัด

1.2 ส่วนการจ่ายอากาศ (Distribution Section)

ในส่วนนี้จะประกอบไปด้วย ท่อจ่ายลมหลัก (Supply Line) ท่อแยก (Branch) อุปกรณ์กรองฝุ่นและความชื้น (Filter) อุปกรณ์จ่ายน้ำมันหล่อลื่น (Lubricator) และอุปกรณ์ควบคุมระดับความดันลม (Regulator)



รูปที่ 2 ส่วนการจ่ายอากาศ

1.3 ส่วนการใช้อากาศอัด

ในส่วนนี้จะประกอบไปด้วย อุปกรณ์หรือเครื่องมือต่าง ๆ ที่ใช้ลมในการทำงาน เช่น กระบอกสูบ (Air Cylinder) เครื่องเป่าลม (Blower) เครื่องเจาะถนนแบบกระแทก เป็นต้น



รูปที่ 3 ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ลมในการทำงาน

1.4 หลักการทำงานของระบบอากาศอัด

การทำงานของเครื่องอัดอากาศเริ่มจากดูดอากาศเข้าทางท่อลมเข้า (Air Intake) เพื่อส่งเข้าไปยังเครื่องอัดอากาศ (Air Compressor) บริเวณทางเข้าเครื่องอัดอากาศจะติดตั้งเครื่องกรองอากาศ (Filter) กรองสิ่งเจือปนต่าง ๆ เช่น ฝุ่นละออง เศษใบไม้ที่อาจลอยมากับอากาศ เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดความ

เสียหายกับเครื่องอัดอากาศ อากาศที่ผ่านเครื่องอัดอากาศแล้ว จะเก็บไว้ในถังเก็บอากาศ ซึ่งมีความดันสูงและมีอุณหภูมิสูง แต่อุณหภูมิจะลดต่ำลงด้วยอุปกรณ์ระบายความร้อนหลังจากอัด (After cooler) ก่อนนำไปใช้งานต่อไป

อากาศที่มีความดันสูงจะถูกส่งผ่านจากท่อจ่ายอากาศหลัก (Supply Line) และแยกไปใช้งานตามจุดต่าง ๆ ผ่านท่อแยก (Branch) แต่ก่อนที่อากาศจะเข้าไปยังเครื่องมือหรืออุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น กระบอกสูบ หรือพู่กันลม ต้องมีการดักและกรองสิ่งปนมากับอากาศ ซึ่งได้แก่ ฝุ่นละออง สิ่งสกปรกจากภายในท่อ และน้ำมันหล่อลื่นเสียก่อน โดยใช้อุปกรณ์กรองละอองน้ำและฝุ่น (Filter)

2. การประยุกต์ใช้งานเทคโนโลยี

➤ สภาพที่เหมาะสมในการใช้งาน

การใช้งานระบบอากาศอัดในส่วนของอาคารอัดนั้น ควรเอาใจใส่ในส่วนประกอบและอุปกรณ์ต่าง ๆ ในระบบและควรปฏิบัติ ดังนี้

2.1 ท่อลมเข้า (Air Intake)

หากอากาศที่ถูกดูดเข้าไปในเครื่องอัดอากาศมีอุณหภูมิสูง ความหนาแน่นของมวลอากาศจะลดลง ทำให้ต้องใช้พลังงานในการอัดมากขึ้น หากอุณหภูมิของอากาศที่จะอัดลดลง จะสามารถลดพลังงานที่ใช้อัดอากาศลงได้ ด้วยเหตุนี้จึงควรติดตั้งช่องสำหรับดูดลมเข้าเครื่องอัดอากาศในบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำ นอกจากนี้การระบายความร้อนที่ไม่เพียงพอในอุปกรณ์ระบายความร้อน (Intercooler) จะทำให้เครื่องอัดอากาศทำงานหนักและต้องใช้พลังงานเพิ่มขึ้น ซึ่งการระบายความร้อนที่ไม่เพียงพอมีต้นเหตุจากคราบสกปรกที่เกาะสะสม หรือปริมาณน้ำที่ใช้ระบายความร้อนมีไม่เพียงพอ จึงต้องทำความสะอาดอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนและหมั่นตรวจสอบการทำงานของเครื่องอัดอากาศเป็นประจำ

2.2 เครื่องอัดอากาศ (Air Compressor)

ระบบอัดอากาศจะมีเครื่องอัดอากาศเป็นอุปกรณ์หลัก ซึ่งเครื่องอัดอากาศมีหลายประเภท แต่ละประเภทจะมีประสิทธิภาพการใช้พลังงานต่างกัน จึงต้องเลือกให้เหมาะกับลักษณะการใช้งาน การเลือกขนาดและชนิดของเครื่องอัดอากาศ มีข้อซึ่งควรพิจารณาดังนี้

1. ขนาดของเครื่องอัดอากาศ เพราะประสิทธิภาพการทำงานจะแปรผันตามขนาด
2. จำนวนชั้น (Stage) การอัดอากาศ เพราะประสิทธิภาพการทำงานจะแปรผันตามจำนวนชั้น

3. ตำแหน่งการทำงานที่พิกัดของเครื่องอัดอากาศหรือใกล้เคียง เพราะเป็นตำแหน่งที่มีประสิทธิภาพสูงสุด

ดังนั้นการทำงานในช่วงวันหยุดที่ใช้งานน้อย ควรติดตั้งเครื่องอัดอากาศขนาดเล็กจึงจะมีความเหมาะสมกว่า หากติดตั้งเครื่องอัดอากาศตั้งแต่ 2 เครื่องขึ้นไปให้ทำงานร่วมกัน จำเป็นต้องควบคุมการใช้งานให้แต่ละเครื่องทำงานได้ใกล้เคียงกับพิกัดของเครื่องอัดอากาศ กรณีที่การใช้งานมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ควรเลือกเครื่องอัดอากาศแบบโรตารีเป็นแหล่งจ่ายพลังงานหลัก แล้วใช้เครื่องอัดอากาศแบบลูกสูบเป็นแหล่งจ่ายพลังงานเสริมตามโหลดที่เปลี่ยนแปลงไป เพราะเครื่องอัดอากาศแบบโรตารีมีประสิทธิภาพดีกว่าเครื่องอัดอากาศแบบลูกสูบเมื่อสภาวะโหลดคงที่



รูปที่ 4 เครื่องอัดอากาศแบบลูกสูบ



รูปที่ 5 เครื่องอัดอากาศแบบโรตารีสกรู

2.3 ถังเก็บอากาศ (Air Receiver)

ขนาดของถังเก็บอากาศมีความสำคัญต่อการลดความต้องการสูงสุดของอากาศที่อัดได้ ถังเก็บอากาศที่มีขนาดพอเพียงควรมีขนาด 1 ถึง 1.5 ลิตร ต่อการรับอากาศทุก ๆ 10 ลิตรต่อวินาที นอกจากนี้ การติดตั้งถังเก็บอากาศเพิ่ม ณ จุดใช้งาน จะช่วยรองรับความต้องการใช้อากาศได้ทันที โดยไม่ต้องเพิ่มกำลังผลิตของเครื่องอัดอากาศ หากมีน้ำอยู่ในถังเก็บอากาศอัดมาก จะทำให้เก็บปริมาตรอากาศได้น้อยลง มีผลทำให้ความชื้นเข้าสู่ระบบการจ่ายอากาศได้ จำเป็นต้องระบายน้ำออกจากถังเก็บอากาศอัดเป็นประจำ ถึงแม้ว่าจะทำให้เกิดการสูญเสียความดันลมไปบ้างก็ตาม แต่เมื่อเปรียบเทียบกับผลที่ได้รับก็คุ้มค่า การระบายน้ำนี้ทำได้โดยการติดตั้งอุปกรณ์ดักน้ำอัตโนมัติ (Trap)



รูปที่ 6 ถังเก็บอากาศ

➤ ศักยภาพการประหยัดพลังงาน

แนวทางการอนุรักษ์พลังงานในระบบอากาศอัดที่ใช้งานในโรงงานอุตสาหกรรม สามารถทำได้ทำได้ดังต่อไปนี้

1. ลดอุณหภูมิอากาศขาเข้าเพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานความเย็น (Cooling Effect) ของอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน (Intercooler)
2. ปรับตั้งความดันลมของเครื่องอัดอากาศให้เหมาะสมกับการใช้งาน
3. เลือกใช้เครื่องอัดอากาศและระบบที่มีประสิทธิภาพสูง
4. ป้องกันการรั่วของลมจากจุดต่าง ๆ ของระบบ และจากตัวเครื่องอัดอากาศเอง
5. บริหารการใช้เครื่องอัดอากาศและระบบให้ใช้งานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ

เนื่องจากระบบอัดอากาศมีความสำคัญต่ออุตสาหกรรมหลายประเภท แต่ละโรงงานจำเป็นต้องเลือกเครื่องอัดอากาศให้เหมาะสมกับการใช้งาน หมั่นตรวจสอบการรั่วไหลของอากาศอัดอย่างสม่ำเสมอ เข้าใจถึงหลักการทำงานตลอดจนการใช้อากาศอัดให้เหมาะสมกับเครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ จะช่วยลดต้นทุนการผลิตลงได้ เกิดความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจและยังเป็นการอนุรักษ์พลังงานอีกด้วย

➤ กลุ่มเป้าหมายการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี

โรงงานอุตสาหกรรมที่มีการใช้งานระบบอากาศอัด และประชาชนทั่วไป

➤ ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

ไม่มี

3. กรณีศึกษา

3.1 มาตรการเดินเครื่องอัดอากาศแบบสกรูทดแทนการเดินเครื่องอัดอากาศแบบลูกสูบ

1. ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน

กระบวนการผลิตจำเป็นต้องใช้อากาศอัดในปริมาณมากปัจจุบันมีการติดตั้งใช้งานเครื่องอัดอากาศทั้งสิ้นจำนวน 4 ชุด ซึ่งต่อวงจรของท่ออากาศอัดร่วมกันทั้งหมด โดยแบ่งตามชนิดของเครื่องอัดอากาศได้ดังนี้

- เครื่องอัดอากาศแบบลูกสูบ ขนาด 30 HP พิกัดการผลิตลมอัด 2.58 m³/min
- เครื่องอัดอากาศแบบสกรู ขนาด 50 HP พิกัดการผลิตลมอัด 5.81 m³/min

ในการใช้งานปัจจุบันจะเดินเครื่องอัดอากาศแบบสกรูจำนวน 1 ชุด และแบบลูกสูบจำนวน 2 ชุด โดยปรับตั้งความดันไว้ 7.8 barg (100 Psig) เนื่องจากเครื่องจักรในกระบวนการผลิตมีความต้องการความดันของอากาศอัดไม่ต่ำกว่า 7 barg โดยใช้ระบบควบคุมการทำงานเครื่องอัดอากาศแบบรับ-ปลดภาระ (Load-Unload) ซึ่งในสภาวะการทำงานเครื่องอัดอากาศทั้ง 3 ชุดดังกล่าว มีการรับ-ปลดภาระอยู่เป็นช่วงๆ อย่างสม่ำเสมอตลอดเวลาที่กระบวนการผลิตทำงาน

2. ปัญหาของอุปกรณ์/ระบบก่อนปรับปรุง

จากสภาพการเปิดใช้งานเครื่องอัดอากาศครั้งละ 3 ชุด คิดเป็นปริมาณการผลิตอากาศอัดจากพิกัดติดตั้ง 10.97 m³/min โดยมีพิกัดพลังไฟฟ้าของมอเตอร์ติดตั้งรวม 82 kW (110 HP) คิดเป็นดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อปริมาณอากาศอัดที่ผลิตได้ 7.475 kW/m³/min จากการตรวจสอบพบว่าเครื่องอัดอากาศแบบลูกสูบมีประสิทธิภาพต่ำกว่าแบบสกรูซึ่งมีประสิทธิภาพสูงกว่าและอายุการใช้งานน้อยกว่า รวมถึงสถานที่การติดตั้งบริเวณใช้งานชุดลูกสูบติดตั้งในบริเวณที่มีความชื้นสูงกว่าทำให้ประสิทธิภาพในการผลิตอากาศอัดลดลงอีก โดยสามารถเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเครื่องอัดอากาศจากพิกัดเครื่องได้ดังนี้

ชนิดเครื่องอัดอากาศ	พิกัดมอเตอร์ (kW)	พิกัดผลิตอากาศอัด (m ³ /min)	พลังงานที่ใช้ (kW/m ³ /min)
ลูกสูบ	22 (30HP)	2.58	8.527
สกรู	37 (50HP)	5.81	6.368



รูปที่ 7 เครื่องอัดอากาศแบบลูกสูบและเครื่องอัดอากาศแบบสกรูที่โรงงานใช้

3. แนวทางและขั้นตอนการดำเนินการ

จากข้อมูลดังกล่าวข้างต้นจะเห็นว่าประสิทธิภาพเครื่องอัดอากาศแบบสกรูสูงกว่าแบบลูกสูบ จึงควรปรับปรุงโดยการเปลี่ยนชุดการเดินเครื่องอัดอากาศใหม่ โดยเปิดใช้งานเครื่องอัดอากาศแบบสกรู 2 ชุด แทนแบบเดิมโดยมีพิกัดพลังไฟฟ้าของมอเตอร์ติดตั้งรวม 75 kW (100HP) คิดเป็นดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อปริมาณอากาศอัดที่ผลิตได้ $6.368 \text{ kW/m}^3/\text{min}$ จะเห็นว่ามีประสิทธิภาพดีกว่าการเดินเครื่องแบบเดิมเป็นอย่างมากซึ่งเมื่อสามารถดำเนินการในแนวทางนี้ได้ดังนี้ จะช่วยลดต้นทุนในการผลิตอากาศอัดลงได้อย่างมาก

4. สภาพหลังปรับปรุง

ที่วิศวกรรมของโรงงานได้ปรับเปลี่ยนชุดการเดินเครื่องอัดอากาศใหม่ตามแนวคิดข้างต้น โดยยังใช้ประโยชน์จากถังอากาศอัดของเครื่องชุดลูกสูบ โดยเปิดวาล์วให้ลมอัดเข้าไปเก็บเพื่อเพิ่มปริมาณการกักเก็บลมอัดของระบบด้วย จากการทำงานของเครื่องจักรต่างๆ ยังสามารถทำงานได้เป็นปกติ โดยปริมาณลมและความดันที่ผลิตได้ยังเพียงพอกับความต้องการของระบบ

ระยะเวลาดำเนินการ	1	เดือน
เงินลงทุนประมาณ	-	บาท
ผลประหยัด	78,732.55	บาท/ปี
ระยะเวลาคืนทุน	-	ปี

3.2 มาตรการลดมลรั่วในระบบอากาศอัด

1. ความเป็นมาและลักษณะการใช้พลังงาน

ในระบบอัดอากาศของโรงงานมีเครื่องอัดอากาศจำนวน 5 เครื่อง ขนาด 11 kW โดยชนิดของเครื่องอัดเป็นแบบลูกสูบ และระบบการควบคุมการทำงานเป็นแบบ On/Off ซึ่งลักษณะในการทำงานนั้นเครื่องอัดอากาศจะทำการอัดอากาศไปจนกว่าจะถึงความดันที่ได้ตั้งเอาไว้ เครื่องอัดอากาศก็จะหยุดการทำงานลง และเมื่ออากาศอัดในระบบถูกใช้ไปจนความดันของอากาศอัดลดลงจนถึงจุดต่ำสุดของความดันที่สามารถใช้งานได้ เครื่องอัดอากาศก็จะทำงานขึ้นอีกครั้ง โดยการทำงานของเครื่องอัดอากาศก็จะดำเนินไปเป็นรอบ ๆ เช่นนี้ ในส่วนของอากาศอัดจะถูกนำไปใช้ในอุปกรณ์นิวเมติกส์



รูปที่ 8 เครื่องอัดอากาศแบบลูกสูบที่ทางโรงงานใช้งาน

2. ปัญหาของอุปกรณ์/ระบบก่อนปรับปรุง

จากการทดสอบหาเปอร์เซ็นต์การรั่วไหลของอากาศอัดในระบบ โดยวิธีการปิดอุปกรณ์ใช้อากาศอัดและเดินเครื่องอัดอากาศ NO.1-5 แล้วจับเวลาในช่วงการทำงานและหยุดการทำงานของเครื่องอัดอากาศ แล้วนำมาวิเคราะห์ปรากฏว่ามีการรั่วไหลของอากาศอัดในระบบคิดเป็น 11.98% ของอัตราการผลิตอากาศอัดของเครื่องอัดอากาศ NO.1-5 ดังนั้นจึงทำให้สูญเสียพลังงานที่ใช้ในการอัดอากาศไปกับอากาศอัดที่รั่วดังกล่าว



รูปที่ 9 อุปกรณ์ที่มีรอยรั่วบริเวณข้อต่อ

3. แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินงาน

จัดฝึกสอนวิธีการทดสอบหารอยรั่ว และปริมาณการรั่วไหลของอากาศอัดในระบบ แล้วทำการซ่อมรอยรั่ว โดยมีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

- ทดสอบหาปริมาณการรั่วไหลของระบบลมอัดทั้งหมด
- หารอยรั่วตามจุดต่าง ๆ
- วิเคราะห์และประเมินผลประหยัด และการลงทุน
- ดำเนินการซ่อมแซมรอยรั่ว
- วิเคราะห์ผลประหยัดพลังงานที่ได้

4. สภาพหลังปรับปรุง

หลังจากทำการทดสอบหารอยรั่วและซ่อมรอยรั่วของอากาศอัดในระบบแล้ว ผลปรากฏว่าการรั่วไหลของอากาศอัดในระบบคิดเป็น 5.01% ของอัตราการผลิตอากาศอัดของเครื่องอัดอากาศ NO.1-5 ซึ่งทำให้ลดการสูญเสียพลังงานที่ใช้ในการอัดอากาศลงได้ โดยสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ 16,403.90 kWh/ ปี