แผนบริหารการสอนประจำบทที่ 2

หัวข้อเนื้อหา

เครื่องอัดลม
ประเภทของเครื่องอัดลม
ปั๊มไฮดรอลิกส์
การคำนวณหาปริมาตรการส่งจ่ายน้ำมันของปั๊ม
การบำรุงรักษาปั๊มไฮดรอลิกส์
การเสียหายของปั๊มไฮดรอลิกส์
เปรียบเทียบระหว่างลมอัดและน้ำมันอัด

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อศึกษาบทที่ 2 จบแล้วนักศึกษาสามารถ

1. บอกข้อดีและข้อเสียของการนำลมอัดมาใช้งานได้
2. จำแนกชนิดของปั๊มลมและปั๊มไฮดรอลิกส์ได้
3. อธิบายโครงสร้างหลักการทำงานของปั๊มลมและปั๊มไฮดรอลิกส์ได้
4. พิจารณาเลือกขนาด ชนิดของปั๊มลมและปั๊มไฮดรอลิกส์ได้
5. อธิบายการควบคุม การบำรุงปั๊มลมและปั๊มไฮดรอลิกส์ได้
6. เปรียบเทียบการใช้ลมอัดและน้ำมันอัดได้

วิธีสอนและกิจกรรมการเรียนการสอน

1. วิธีสอน
   1.1 การบรรยาย
   1.2 การมีกิจกรรมในชั้นเรียน
   1.3 การสอนแบบเน้นการเรียนรู้ด้วยตนเอง
   1.4 การสอนแบบสาธิต

2. กิจกรรมการเรียนการสอน

2.1 การเข้าร่วมกิจกรรมในชั้นเรียน และให้นักศึกษาเปรียบเทียบสัญลักษณ์ระหว่างนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์

2.2 จัดแบ่งกลุ่มอภิปรายหลักการทำงานของปั๊มลมและปั๊มไฮดรอลิกส์

2.3 แต่ละกลุ่มศึกษาค้นคว้า เพื่อจัดทำรายงานและนำเสนอจากการทำรายงานพร้อมตอบคำถาม

สื่อการเรียนการสอน

1. ชุดสาธิตนิวแมติกส์
2. แผ่นโปร่งใส
3. วีดิทัศน์
4. หนังสือ ตำรา เอกสารที่เกี่ยวข้อง

การวัดผลและการประเมินผล

1. สังเกตจากความสนใจในขณะเรียน
2. กิจกรรมถาม- ตอบ อย่างมีเหตุผล
3. การนำเสนอจากรายงาน
4. ตรวจงานจากการทำแบบฝึกหัดท้ายบท

บทที่ 2
เครื่องอัดลมและปั๊มไฮดรอลิกส์

การนำลมไปใช้งานจะต้องมีชุดต้นกำลังผลิตลมให้มีความดันสูงตามความต้องการของปริมาณลมอัดให้เพียงพอ ซึ่งก็ขึ้นอยู่กับชนิดของเครื่องอัดลมและระบบควบคุมความดันลม นอกจากนี้ท่อทางลมจะต้องมีหลักการออกแบบให้มีความเหมาะสมกับรูปแบบการใช้งานด้วย

ส่วนตัวที่ส่งจ่ายปริมาณน้ำมันให้มีแรงดันเข้าไปในระบบเป็นการเปลี่ยนพลังงานกลให้เป็นพลังงานของไหลภายใต้ความดันนั้นก็คือ ปั๊มไฮดรอลิกส์ทำให้เกิดการไหลของน้ำมันซึ่งจะต้องมีพลังงานมากพอที่จะผ่านท่อทางและอุปกรณ์พร้อมแรงต้านทานการไหลในระบบที่ทำให้เกิดแรงดันซึ่งจะเป็นการนำแรงดันไปใช้งานยังจุดที่ต้องการของระบบไฮดรอลิกส์

เครื่องอัดลม

ระบบนิวแมติกส์ มีความจำเป็นมากที่จะต้องใช้ลมอัด เพราะต้องใช้ลมอัดไปควบคุมการทำงานในระบบและตัวที่ผลิตลมอัดนี้คือ เครื่องอัดลม ซึ่งจะทำการอัดลมหรืออากาศเข้าไปเก็บไว้ในถังเก็บลม โดยเครื่องอัดลมจะเปลี่ยนพลังงานลมอัดให้เป็นพลังงานกล ซึ่งจะอัดลมจากความดันปกติไปถึงความดันสูง แล้วนำเอาลมอัดที่อัดไว้ไปเก็บที่ถังพักลม ส่วนการนำไปใช้งานนั้นต้องผ่านเข้าไปชุดปรับปรุงคุณภาพลมอัด เนื่องจากอากาศที่ถูกอัดที่มีความดันสูงจึงจำเป็นต้องปรับความดันลมอัดให้มีความเหมาะสมกับอุปกรณ์ใช้งานในระบบนิวแมติกส์ความดันของลมอัดที่นำไปใช้งานมีตั้งแต่ 4 – 15 กิโลกรัมแรงต่อตารางเซนติเมตรขึ้นไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความต้องการว่าจะนำไปใช้กับงานชนิดใด ซึ่งมีผู้ให้ความหมายของเครื่องอัดลมไว้ดังนี้

มนูญ ชื่นชม (2544, หน้า 7) ได้กล่าวว่า เครื่องอัดลมทำหน้าที่เป็นแหล่งผลิดพลังงานทางนิวแมติกส์โดยเพิ่มความดันให้อากาศ เครื่องอัดลมจะใช้พลังงานไฟฟ้าในการหมุนมอเตอร์ที่ใช้อัดลม เครื่องอัดลมถูกออกแบบขึ้นเพื่อทำการอัดลมที่ความดันบรรยากาศให้ได้ 1 กิโลกรัมแรงต่อตารางเซนติเมตร เรียกว่า “โบลเวอร์” (blower) ส่วนเครื่องอัดลมที่ให้ความดันลมน้อยกว่า 0.1 กิโลกรัมแรงต่อตารางเซนติเมตรนั้นเรียกว่า “พัดลม” (fan) โดยทั่วไประบบนิวแมติกส์จะใช้เครื่องอัดลมเป็นต้นกำลัง

ประวิตร ลิมปะวัฒนะ (2540, หน้า 33) ได้ให้ความเห็นว่าเครื่องอัดลมมีหน้าที่อัดอากาศให้มีความดันสูงขึ้นตามความต้องการจะขึ้นอยู่กับลักษณะงานและต้องพิจารณาถึงความดันใช้งานและปริมาณการจ่ายลมด้วย

จะเห็นได้ว่าเครื่องอัดลมเป็นแหล่งพลังงานที่เป็นตัวเพิ่มความดันอากาศ ให้มีความดันสูงและจ่ายไปยังแหล่งที่ต้องการนำไปใช้งาน โดยอาศัยมอเตอร์ไฟฟ้าเป็นตัวช่วยให้เครื่องอัดลมทำงาน

ข้อดีของลมอัด

1. ทนต่อการระเบิด ลมอัดไม่มีอันตรายจากการระเบิดหรือติดไฟ ดังนั้นจึงไม่จำเป็นต้องมีอุปกรณ์ราคาแพงสำหรับป้องกันการระเบิด

2. รวดเร็ว ลมอัดมีความรวดเร็วในการทำงานสูงลูกสูบลมมีความเร็วในการทำงาน 1 ถึง 2 เมตรต่อวินาที ถ้าเป็นลูกสูบแบบพิเศษสามารถให้ความเร็วในการทำงานได้ถึง 10 เมตรต่อวินาที

3. การส่งถ่ายง่าย การส่งลมอัดไปตามท่อในระยะทางไกล ๆ สามารถทำได้ง่ายและลมอัดที่ใช้แล้วไม่ต้องนำกลับปล่อยทิ้งสู่บรรยากาศได้เลย

4. เก็บรักษาได้ง่าย ลมอัดสามารถกักเก็บไว้ในถังเก็บลมได้ง่าย ดังนั้นอุปกรณ์ทำงานสามารถทำงานได้ต่อเนื่องจากการใช้ลมอัดนี้

5. ความปลอดภัยจากงานเกินกำลัง อุปกรณ์ที่ใช้กับระบบลมอัดจะไม่เกิดการเสียหายถึงแม้ว่างานจะเกินกำลัง (over load)

6. การควบคุมอัตราความเร็ว ความเร็วของลูกสูบสามารถปรับได้ง่าย ๆ ตามต้องการโดยใช้วาล์วควบคุมอัตราไหลของลม

7. การควบคุมความดัน ความดันของลมอัดที่ต้องการสามารถควบคุมได้ง่าย ๆ โดยใช้วาล์วควบคุมความดัน

8. สะอาด ลมอัดมีความสะอาดทำให้อุปกรณ์และเครื่องมือสะอาดหมดจด

9. โครงสร้างง่าย ๆ เช่น ลูกสูบลม จะมีโครงสร้างง่าย ๆ ธรรมดามีการเคลื่อนที่เป็นเส้นตรงจะไม่มีกลไกยุ่งยาก ส่วนอื่น ๆ เช่น แขนเหวี่ยง เยื้องศูนย์ เพลาเกลียวและอื่น ๆ

10. การตั้งค่าระยะช่วงชัก โดยการปรับระยะหยุดหรือช่วงชักของลูกสูบทำให้สามารถปรับระยะช่วงชักได้ทุกตำแหน่งจากน้อยสุดจนถึงมากสุดตามที่ต้องการ

11. อุณหภูมิขณะใช้งาน ลมอัดที่สะอาด (ปราศจากความชื้น) สามารถทำงานได้ดีในช่วงอุณหภูมิที่กว้าง

12. ไม่ต้องใช้ท่อลมกลับ ลมอัดที่ใช้แล้วสามารถปล่อยทิ้งสู่บรรยากาศได้เลยไม่จำเป็นต้องมีท่อนำกลับ

13. ข้อดีอื่น ๆ ของอุปกรณ์นิวแมติกส์ กะทัดรัด ทนทาน น้ำหนักเบา และซ่อมแซมบำรุงรักษาได้ง่าย

ข้อเสียของลมอัด

1. ลมอัดถูกอัดตัวได้ เหตุที่อากาศสามารถอัดตัวได้ทำให้การเคลื่อนที่ของอุปกรณ์ทำงานไม่สม่ำเสมอ

2. ลมอัดมีความชื้น ลมอัดจะถูกทำให้เย็นลงหลังจากการถูกอัดเข้าในถังเก็บซึ่งจะทำให้เกิดการกลั่นตัวของหยดน้ำภายในถังเก็บลมและท่อลมในวงจร

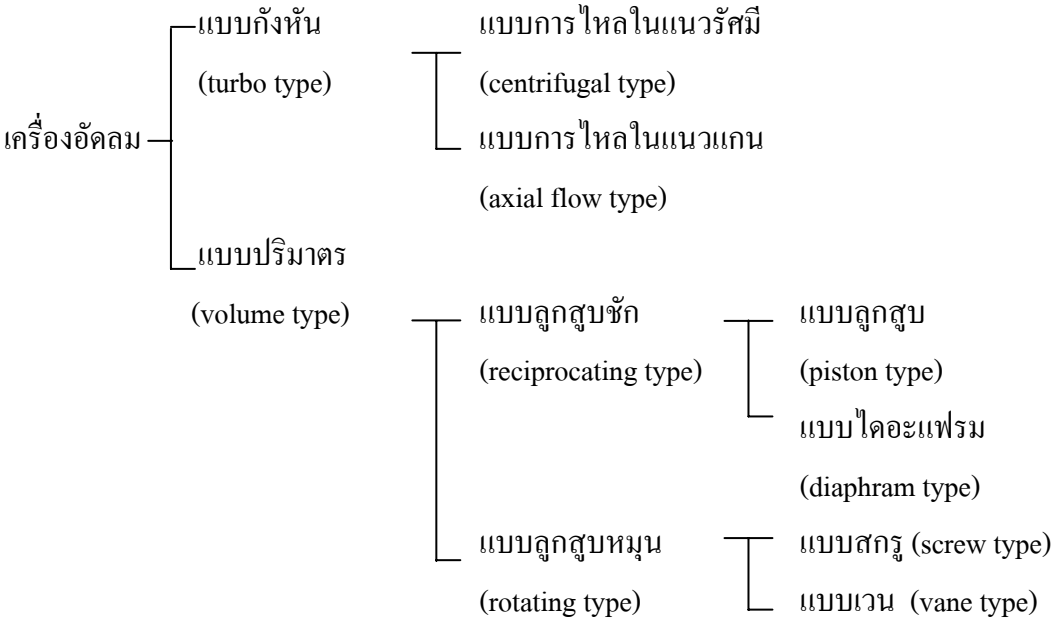
3. ลมอัดต้องการเนื้อที่มาก เนื่องจากความดันที่ใช้ในวงจรนิวแมติกส์ไม่สูงมาก (ประมาณ 6 bar) ทำให้กระบอกสูบลมต้องมีขนาดใหญ่เพิ่มขึ้นถ้าต้องการใช้แรงมาก ๆ

4. ลมอัดมีเสียงดัง เมื่อลมอัดระบายออกจากอุปกรณ์ทำงาน ไอเสียที่คายออกมาจะทำให้เกิดเสียงดังมาก ดังนั้นจึงต้องใช้ตัวเก็บเสียง (silencer)

5. ความดันของลมเปลี่ยนแปลง ความดันของลมอัดจะเพิ่มขึ้นถ้าอุณหภูมิสูงขึ้นและความดันจะลดลงถ้าอุณหภูมิต่ำลง

ประเภทของเครื่องอัดลม

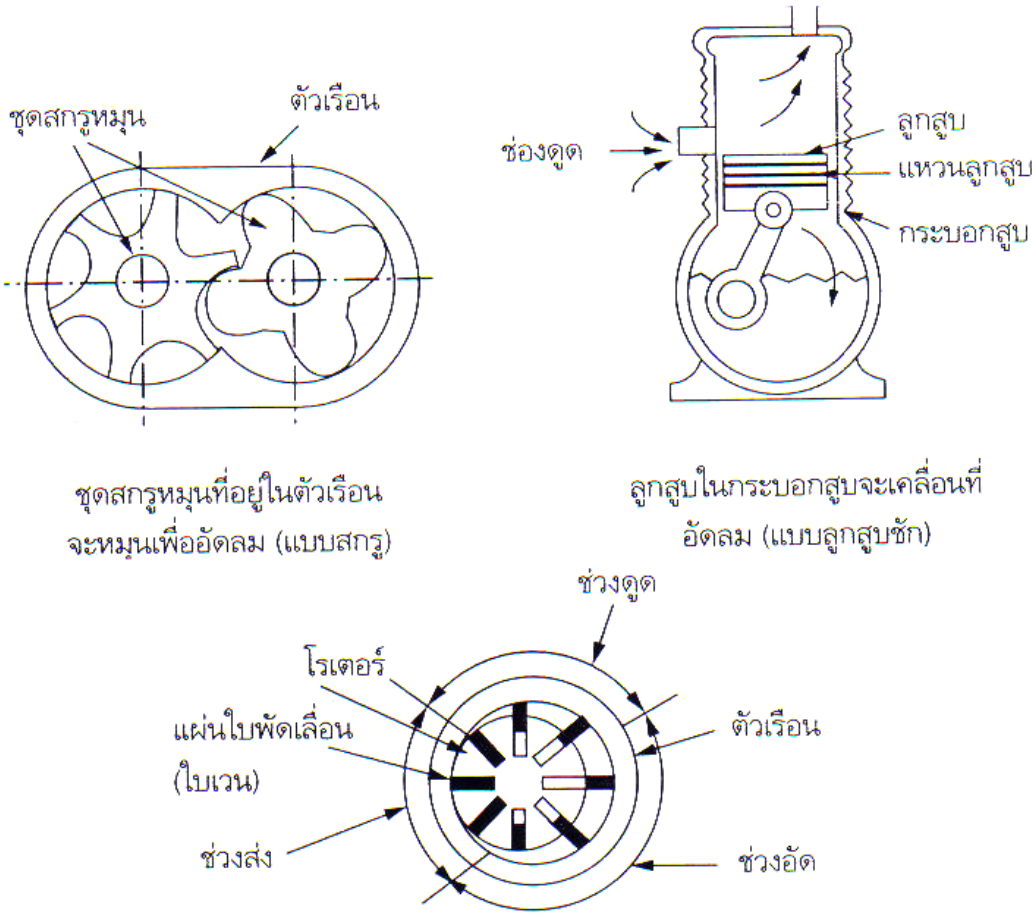
การนำเอาอากาศมาใช้งานทางด้านการขับเคลื่อนที่ควบคุมเครื่องจักรและอุปกรณ์ช่วยต่าง ๆ จำเป็นที่จะต้องมีแหล่งจ่ายลมที่มีความดันสูงเป็นตัวจ่ายพลังงานให้กับกระบวนการทำงานและอุปกรณ์ที่ว่านี้คือเครื่องอัดลม ซึ่ง ฐิฑารีย์ ถมยา (2546, หน้า 52) กล่าวว่า เครื่องอัดลมอาจจำแนกตามหลักการของการอัดลมและโครงสร้างได้ดังแสดงในภาพที่ 2.1 เครื่องอัดลมแบบกังหัน (turbo type) จะให้พลังงานทางนิวแมติกส์โดยการหมุนของใบพัดส่วนเครื่องอัดลมแบบปริมาตร (volume type) จะทำการอัดลมภายในภาชนะปิด ซึ่งแบ่งเป็นแบบลูกสูบชัก (reciprocating type) และแบบลูกสูบหมุน (rotary type) เครื่องอัดลมแบบปริมาตรมีใช้กันอย่างกว้างขวางในโรงงานอุตสาหกรรม



ภาพที่ 2.1 การแบ่งประเภทของเครื่องอัดลม
ที่มา (ณรงค์ ตันชีวะวงศ์, 2547, หน้า 22)

เครื่องอัดลมสามารถจำแนกได้ตามกำลังที่ส่งออกมา ดังนี้คือ เครื่องอัดลมที่มีกำลังอยู่ระหว่าง 0.2 ถึง 14 กิโลวัตต์ (จัดเป็นขนาดเล็ก) ระหว่าง 15 ถึง 75 กิโลวัตต์ (จัดเป็นขนาดกลาง) และมากกว่า 75 กิโลวัตต์ (จัดเป็นขนาดใหญ่) อีกประการหนึ่ง เครื่องอัดลมที่มีความดันจ่ายออกอยู่ระหว่าง 4 ถึง 8 กิโลกรัมแรงต่อตารางเซนติเมตร (kgf/cm^2) จัดเป็นเครื่องอัดลมประเภทที่ให้ความดันต่ำ ถ้าระหว่าง 10 ถึง 15 กิโลกรัมแรงต่อตารางเซนติเมตร จัดเป็นเครื่องอัดลมประเภทที่ให้ความดันกลาง ถ้ามากกว่า 15 กิโลกรัมแรงต่อตารางเซนติเมตร จัดเป็นเครื่องอัดลมประเภทที่ให้ความดันสูง

เครื่องอัดลมเป็นตัวเปลี่ยนพลังงานลมอัดให้เป็นพลังงานกลที่ใช้ในระบบนิวแมติกส์ จึงมีความสำคัญที่ต้องเลือกใช้เครื่องอัดลมให้มีความเหมาะสมกับลักษณะของงาน เพื่อให้ได้ปริมาณลมอัดที่มีความเหมาะสมกับวงจรที่ออกแบบไว้ และมีราคาประหยัด ดังแสดงในภาพที่ 2.2 เป็นเครื่องอัดลมแบบปริมาตร ซึ่งเป็นที่นิยมใช้กันในปัจจุบัน



ภาพที่ 2.2 เครื่องอัดลมแบบปริมาตร

ที่มา (ณรงค์ ตันชีวะวงศ์, 2547, หน้า 22)

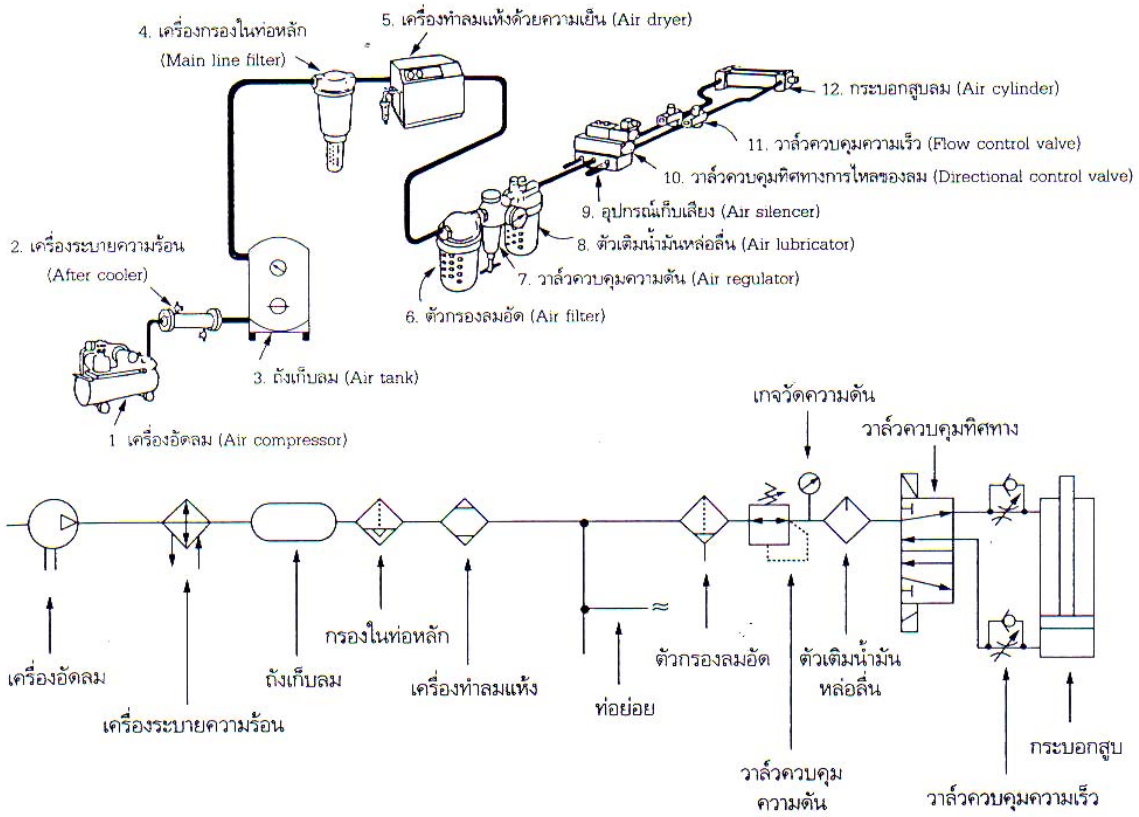
1. เครื่องอัดลมแบบลูกสูบชัก เครื่องอัดลมแบบลูกสูบชักถูกสร้างขึ้นเพื่อดูดอากาศเข้ามาในกระบอกสูบโดยลูกสูบแล้วทำการอัดอากาศเพื่อทำการส่งต่อไป โดยทั่วไปเครื่องอัดลมประเภทนี้สามารถแบ่งออกได้ 2 แบบ คือ แบบมีการหล่อลื่น ซึ่งใช้น้ำมันสำหรับการหล่อลื่นบริเวณกระบอกสูบลูกสูบและแบบไม่มีการหล่อลื่นซึ่งมีลูกสูบในรูปแบบของแผ่นไดอะแฟรม

2. เครื่องอัดลมแบบสกรู เครื่องอัดลมแบบสกรูถูกสร้างขึ้นเพื่อดูดอากาศเข้ามาในช่องว่างภายในตัวเรือนและทำการอัดอากาศโดยชุดโรเตอร์ (rotor) ที่มีลักษณะเป็นเกลียวสกรู

3. เครื่องอัดลมแบบเวน เครื่องอัดลมแบบเวนเป็นเครื่องอัดลมที่มีแผ่นใบพัดเลื่อน (ใบเวน) เครื่องอัดลมประเภทนี้ถูกสร้างขึ้นเพื่อสร้างอากาศเข้ามาในช่องว่างซึ่งถูกปิดโดยแผ่นใบพัดที่เคลื่อนที่ไปตามร่องภายในโรเตอร์และตัวเรือนอากาศจะถูกอัดโดยการหมุนของโรเตอร์

โดยปกติเครื่องอัดลมประเภทนี้จะใช้น้ำมันหล่อลื่นเพื่อระบายความร้อนและช่วยอุดช่องว่างระหว่างใบพัดเลื่อนและร่องของโรเตอร์

อุปกรณ์เบื้องต้นของระบบนิวแมติกส์



ภาพที่ 2.3 อุปกรณ์เบื้องต้นของระบบนิวแมติกส์
ที่มา (ณรงค์ ตันชีวะวงศ์, 2547, หน้า 22)

อุปกรณ์ในระบบนิวแมติกส์สามารถแบ่งออกเป็นส่วนใหญ่ ๆ ได้ 2 ส่วน คือ ส่วนที่อยู่นอกวงจร และส่วนที่อยู่ในวงจร (เครื่องจักร) ส่วนที่อยู่ในวงจร ได้แก่ เครื่องอัดลม ถังเก็บลม เครื่องระบายความร้อน เครื่องกรองใน ท่อหลัก เครื่องทำลมแห้ง เป็นต้น สำหรับส่วนที่อยู่ในวงจรหรืออยู่ในเครื่องจักร ได้แก่ กรองลมอัด วาล์วควบคุม ความดัน อุปกรณ์เติมน้ำมันหล่อลื่น (ทั้ง 3 ตัวนี้รวมเรียกว่าชุดบริหารลมอัด (service unit) ตัวเก็บเสียง วาล์วควบคุมทางการไหลของลม วาล์วควบคุมความเร็วหรือควบคุมการไหล และกระบอกสูบลม เป็นต้น ประกอบด้วย

1. ถังเก็บลม (air tanks) ใช้กักเก็บลมที่ถูกอัดตัวไว้ และส่วนใหญ่จะติดตั้งที่ทางลมออกของเครื่องอัดลม อาจจะอยู่รวมกับเครื่องอัดลมหรือติดตั้งอีกตัวหนึ่งนอกเครื่องอัดลมก็ได้ ซึ่งณรงค์ ตันชีวะวงศ์ (2547, หน้า 28) ได้กล่าวถึงถังเก็บลมซึ่งทำหน้าที่ดังนี้

1.1 ทำให้ความดันลมที่จ่ายออกจากเครื่องอัดลมมีค่าสม่ำเสมอ

1.2 ป้องกันการลดลงของความดันลมอัดอย่างรวดเร็วเมื่อลมอัดถูกนำไปใช้ในปริมาณมากภายในช่วงระยะเวลาสั้น ๆ

1.3 ให้ความดันลมอัดได้ในช่วงเวลาหนึ่งในกรณีฉุกเฉิน เช่น การหยุดทำงานของเครื่องอัดลมเนื่องจากไฟฟ้าดับ

1.4 ทำการแยกน้ำจากลมที่ถูกอัดโดยการทำให้ลมอัดเย็นลงด้วยอากาศที่อยู่รอบ ๆ ถังเก็บลม

ถังเก็บลมประกอบด้วยอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น เกจวัดความดัน (pressure gauge) วาล์วนิรภัย (safety valve) และสวิตซ์ความดัน (pressure switch) ดังนั้นถังเก็บลมจะต้องเป็นไปตามกฎเกณฑ์ต่าง ๆ เหมือนกับภาชนะทนความดันอื่น ๆ

2. เครื่องระบายความร้อน (aftercoolers) เครื่องระบายความร้อนมักจะติดตั้งอยู่ถัดจากเครื่องอัดลมเพื่อทำลมให้เย็นลงและจำกัดไอน้ำที่มีความร้อนจำนวนมากที่ผสมรวมอยู่กับลมอัด เพราะถ้าไอน้ำเหล่านี้กลั่นตัวเป็นหยดน้ำในอุปกรณ์นิวแมติกส์ก็จะเกิดการกัดกร่อนหรือความเสียหายได้ เครื่องระบายความร้อนแบ่งได้เป็นแบบใช้น้ำหล่อเย็นและแบบใช้ลมเป่าระบายความร้อน เครื่องระบายความร้อนทั้งสองแบบนี้ควรลดอุณหภูมิของ ลมอัดให้เหลือประมาณ 40 องศาเซลเซียส

เครื่องระบายความร้อนแบบใช้ลมเป่าจะใช้ครีบระบายความร้อนซึ่งติดตั้งที่ท่อจ่ายลมอัด และใช้พัดลมเป่าผ่านครีบเหล่านี้ ครีบเหล่านี้จะถูกติดตั้งห่างจากฝาผนังและโครงสร้างอื่น ๆ ทั้งนี้เพื่อให้แน่ใจว่ามีการระบายอากาศที่ดี ส่วนเครื่องระบายความร้อนแบบใช้น้ำหล่อเย็นจะใช้น้ำไหลหมุนเวียนในท่อเพื่อระบายความร้อนภายในภาชนะที่ลมอัดไหลผ่าน

3. เครื่องกรองในท่อหลัก (main line air filter) เครื่องกรองในท่อหลักจะทำการกำจัดฝุ่นละออง น้ำ และคราบน้ำมันที่ปะปนมากับลมอัดที่อยู่ในท่อหลักก่อนที่จะส่งลมอัดนี้ไปใช้งานหรือผ่านการกรองละเอียดอีกครั้งหนึ่ง

4. เครื่องทำลมแห้งด้วยความเย็น (refrigerated air dryers) ลมที่ถูกอัดจะมีไอน้ำปะปนมาด้วย เมื่ออุณหภูมิของไอน้ำลดลงถึงระดับอุณหภูมิห้องที่ตอนปลายท่อลมอัด ไอน้ำก็จะกลั่นตัวเป็นหยดน้ำซึ่งบางครั้งจะไหลหยดออกทางช่องระบายของวาล์ว ดังนั้นเครื่องทำลมแห้งด้วยความเย็นนี้จะทำให้ลมอัดเย็นลงและจะควบแน่นไอน้ำที่ปะปนมากับลมอัดให้กลายเป็นหยดน้ำ ซึ่งหยดน้ำจะถูกแยกออกและลมแห้งเท่านั้นที่ไหลผ่านออกไปได้

5. ตัวกรองลมอัด (air filter) เครื่องกรองลมอัดจะทำการกำจัดฝุ่นละอองสนิมภายในท่อหรือสิ่งสกปรกอื่น ๆ ที่ติดมากับลมอัด เพื่อป้องกันความเสียหายต่ออุปกรณ์ ถ้าเครื่องกรองลมอัดถูกติดตั้งในท่อลมโดยที่ไม่มีเครื่องทำลมแห้งด้วยความเย็น เครื่องกรองลมอัดนี้จะช่วยกรองน้ำ (หยดน้ำ) ฝุ่นละออง และสนิมภายในท่อลมอัดได้ อัตราการกรองจะละเอียดกว่าเครื่องกรองในท่อหลัก

6. วาล์วควบคุมความดัน (air regulator) โดยปกติลมอัดที่เกิดจากเครื่องอัดลมจะมีค่าความดันค่าหนึ่งซึ่งจะมีค่าสูงกว่าความดันที่ต้องการใช้งานเล็กน้อย ดังนั้นวาล์วควบคุมความดันจะทำหน้าที่ลดความดันลมอัดให้อยู่ในระดับที่ต้องการและรักษาระดับให้คงที่ในการใช้งาน

7. ตัวเติมน้ำมันหล่อลื่น (air lubricator) อุปกรณ์ผสมน้ำมันหล่อลื่นจะใช้สารหล่อลื่นปนไปกับการไหลของลมอัด เพื่อช่วยให้อุปกรณ์ทำงานอย่างราบรื่นและช่วยยืดอายุการใช้งานของอุปกรณ์

8. ตัวเก็บเสียง (air sileneer) ลมอัดจะมีเสียงดังเมื่อทิ้งออกนอกที่รูระบายของวาล์ว ดังนั้นตัวเก็บเสียงจะช่วยลดเสียงที่เกิดขึ้นได้ระดับหนึ่ง

9. วาล์วควบคุมทิศทางการไหลของลมอัด (directional control valve) วาล์วชนิดนี้จะเปลี่ยนทิศทางการไหลของลมอัดโดยการเปิด – ปิด วาล์วให้สัมพันธ์กับสัญญาณไฟฟ้าหรือสัญญาณลม วาล์วเปลี่ยนทิศทางการไหลของลมในภาพที่ 2.3 ใช้ควบคุมการเคลื่อนที่ไปกลับของก้านสูบภายในกระบอกสูบ

10. วาล์วควบคุมความเร็ว (speed control valve) วาล์วนี้จะควบคุมความเร็วของก้านสูบภายในกระบอกสูบ โดยการปรับปริมาตรการไหลของลมอัดที่เข้ากระบอกสูบ

11. กระบอกสูบ (air cylinder) กระบอกสูบจะทำหน้าที่เปลี่ยนรูปพลังงานลมอัดไปใช้ประโยชน์เป็นแรงให้มีการเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรงโดยปกติกระบอกสูบจะมีชนิดทำงานได้สองทิศทางและชนิดทำงานได้ทิศทางเดียว

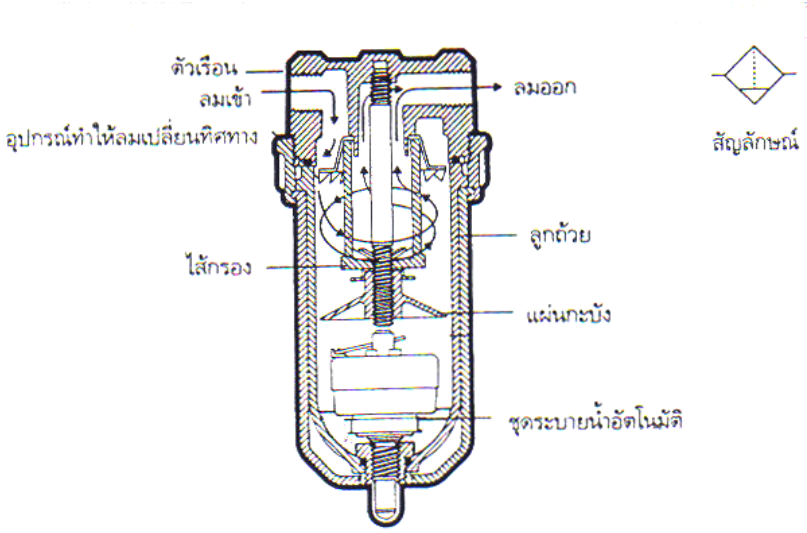
การบริการลมอัด

การบริการลมอัดคือ การทำให้ลมสะอาด ลมอัดมีความดันที่ถูกต้องและคงที่ ลมอัดมีน้ำมันเพื่อหล่อลื่นชิ้นส่วนที่ทำงาน ซึ่งณรงค์ ตันชีวะวงศ์ (2547, หน้า 27) กล่าวว่า อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับบริการลมอัดคือ ตัวกรองลมอัด (air filter) ตัวควบคุมความดันของลมอัด (air regulator) และตัวผสมน้ำมันหล่อลื่นเข้าไปในลมอัด (air lubricator) รายละเอียดการทำงานของอุปกรณ์แต่ละตัวมีดังต่อไปนี้

ภาพที่ 2.3 จะเห็นว่าชุดบริการลมอัดจะติดตั้งอยู่หลังจากเครื่องทำลมแห้ง (air dryer) หรือเป็นอุปกรณ์ชุดแรกที่อยู่ในส่วนของวงจร (เครื่องจักร) ดังได้กล่าวมาแล้ว

1. ตัวกรองลมอัด (air filter)

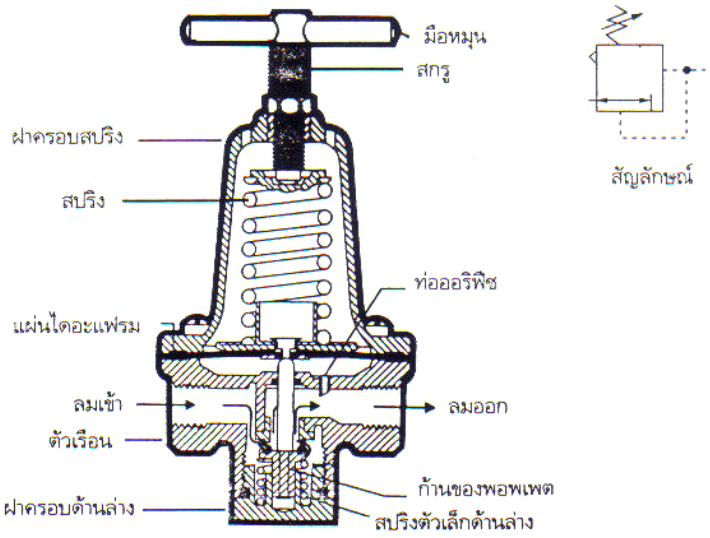
เมื่อเครื่องอัดลมทำการอัดลมเพื่อให้มีความดันเพิ่มขึ้นนั้นลมที่ถูกเครื่องอัดลมดูดเข้าไปเพื่ออัดเก็บในถังเก็บลมนั้น จะมีส่วนผสมของมวลสารอื่น ๆ ด้วย เช่น ไอน้ำ ฝุ่นผง หรือมวลสารที่ล่องลอยในบริเวณที่เครื่องอัดลมทำงานอยู่ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องเอามวลสารที่ไม่ต้องการเหล่านี้ออกจากลมอัด เพราะมวลสารและสิ่งสกปรกต่าง ๆ นี้จะเป็นตัวที่ทำให้อุปกรณ์ทำงานของระบบนิวแมติกส์เสียหาย ทำงานติดขัดอายุการใช้งานสั้นลงได้ ดังแสดงในภาพที่ 2.4



ภาพที่ 2.4 ตัวกรองลมอัด
ที่มา (ณรงค์ ตันชีวะวงศ์, 2547, หน้า 28)

ลมอัดไหลเข้ามาทางด้านท่อลมเข้า และไหลผ่านลงไปที่ตัวกรอง ลมอัดที่ไหลเข้ามาจะมีความดันสูง และต้องผ่านแผ่นกะบังบังคับการไหลทำให้เกิดแรงเหวี่ยงหนีศูนย์ของลมอัดไปปะทะกับผนังของลูกถ้วย อากาศที่สะอาดก็จะไหลผ่านไส้กรองออกทางด้านท่อลมออก และสิ่งสกปรกก็จะติดอยู่ที่ไส้กรอง ส่วนละอองน้ำที่ติดอยู่ผนังของลูกถ้วย เมื่อสะสมกันมาก ๆ ก็จะไหลมารวมกันไปอยู่ด้านล่างของชุดกรองอากาศที่ด้านล่างของลูกถ้วยจะมีขีดจำกัดปริมาณละอองน้ำไม่ให้สูงเกินไป การระบายละอองน้ำออกสามารถทำได้โดยการระบายน้ำออกด้วยการหมุนสกรูที่ใต้ลูกถ้วยหรือติดตั้งตัวระบายน้ำอัตโนมัติที่ลูกถ้วยก็ได้

2. วาล์วควบคุมความดันของลมอัด (air regulator)



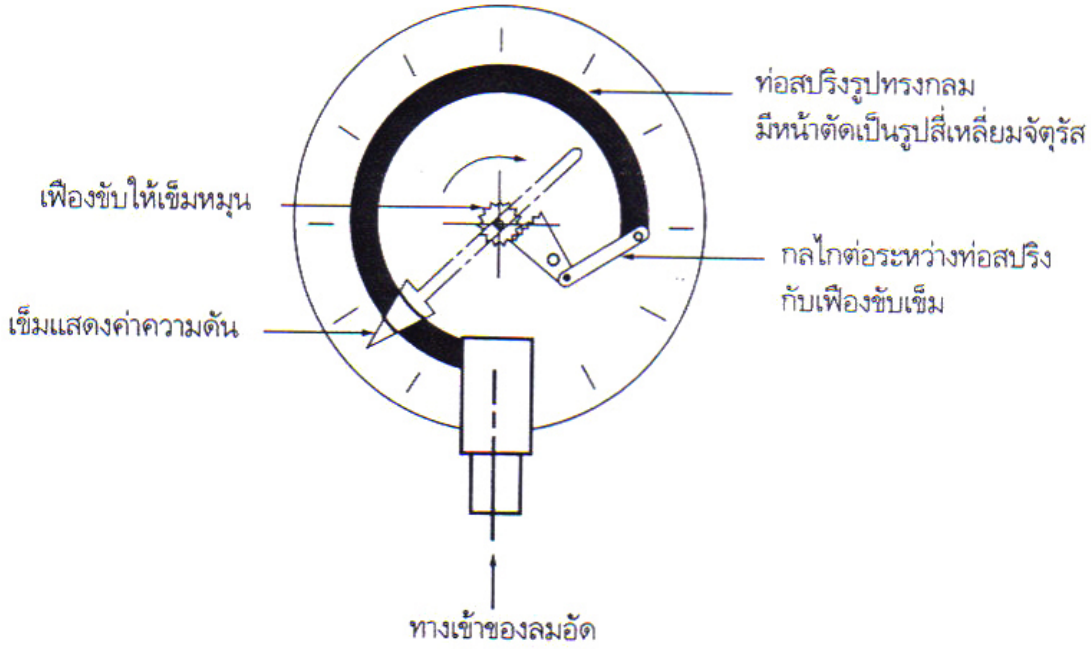
ภาพที่ 2.5 วาล์วควบคุมความดันของลมอัด
ที่มา (ณรงค์ ตันชีวะวงศ์, 2547, หน้า 28)

วาล์วควบคุมความดันจะทำหน้าที่ควบคุมความดันลมอัดให้คงที่ทางด้านออก เนื่องจากความดันลมอัดด้านเข้า จะมีความดันสูงหรือเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาทำให้ต้องใช้ชุดควบคุมความดันรักษาความดันให้คงที่ก่อนนำไปใช้งาน เพราะถ้าไม่มีการควบคุมความดันลมอัด โดยนำไปใช้งานจะทำให้อุปกรณ์นิวแมติกส์ชำรุดเสียหายได้ หรืออายุการใช้งานของอุปกรณ์สั้นลง เพราะอุปกรณ์แต่ละชนิดจะบอกความดันลมอัดที่ใช้กับอุปกรณ์ทุกชนิด ตลอดจนอาจทำให้ระบบการทำงานของวงจรนิวแมติกส์ทำงานผิดพลาดได้ โดยปกติความดันลมอัดที่ใช้ในระบบนิวแมติกส์ประมาณ 6 – 8 บาร์ ชุดควบคุมความดันสามารถแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

2.1 ชุดควบคุมความดันชนิดไม่มีการระบายความดันสู่บรรยากาศ

2.2 ชุดควบคุมความดันชนิดมีการระบายความดันสู่บรรยากาศ

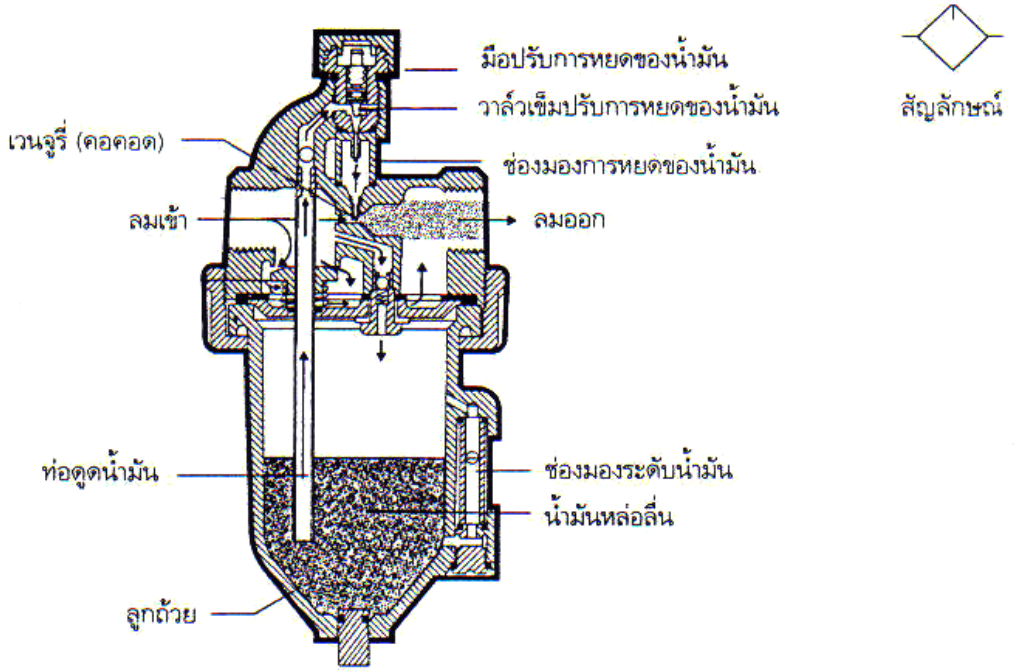
3. เกจวัดความดันลมอัด (pressure gauge)



ภาพที่ 2.6 เกจวัดความดันลมอัด
ที่มา (ณรงค์ ตันชีวะวงศ์, 2547, หน้า 29)

เกจวัดความดันลมอัดใช้สำหรับวัดความดันในวงจรนิวแมติกส์ ปกติจะติดตั้งอยู่ทางออกของตัวควบคุมความดันลมอัด เกจวัดดันลมอัดดังภาพที่ 2.6 จะเป็นแบบท่อสปริงรูปทรงกลม โค้งงอในแนวรัศมี และมีพื้นที่หน้าตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส เป็นท่อกลวง ส่วนปลายข้างหนึ่งยึดติดกับช่องที่ให้ความดันลมอัดผ่านเข้ามาภายในขดสปริง เมื่อมีแรงดันของลมท่อสปริงรูปทรงกลมจึงยืดออกให้ท่อตรงส่วนปลายอีกด้านของท่อสปริงจะยึดติดกับชุดกลไกต่อระหว่างท่อสปริงกับเฟืองเข็ม กลไกเหล่านี้จะเพิ่มตัวแสดงการเคลื่อนไหวของท่อสปริงขด หรือบอกความดันภายในระบบนั่นเอง

4. ชุดเติมน้ำมันหล่อลื่น (air lubricator)

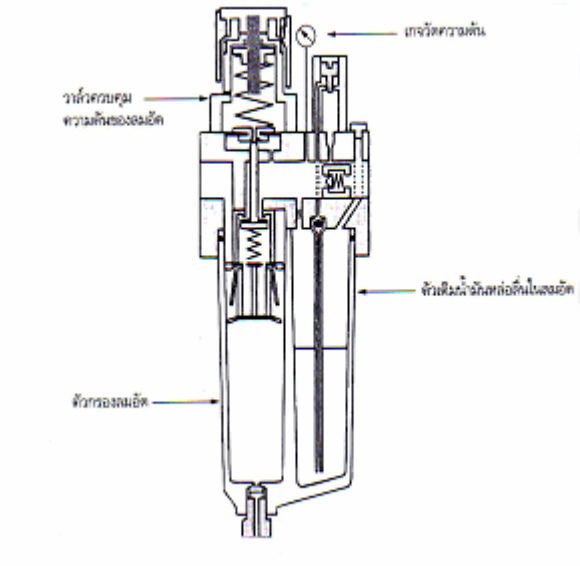


ภาพที่ 2.7 ชุดเติมน้ำมันหล่อลื่น
ที่มา (ณรงค์ ตันชีวะวงศ์, 2547, หน้า 30)

ชุดน้ำมันหล่อลื่นจะมีหน้าที่เป็นตัวจ่ายสารหล่อลื่นให้กับอุปกรณ์นิวแมติกส์ โดยจะปนไปกับลมอัดในการใช้งาน เพื่อลดการสึกหรอ และความฝืดของอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น วาล์ว ข้อต่อ ลูกสูบ เป็นต้น

ชุดน้ำมันหล่อลื่นจะอาศัยหลักการของช่องแคบที่ความดันแตกต่างกันคือ ความเร็วของลมอัดที่ไหลผ่านช่องแคบมีความเร็วสูง จึงทำให้เกิดการดูดน้ำมันขึ้นมาผสมกับลมอัดที่ไหลผ่านเป็นละอองน้ำมันหล่อลื่น เพื่อนำไปใช้ในระบบหล่อลื่นอุปกรณ์ต่าง ๆ ต่อไป ดังภาพที่ 2.7 ในปัจจุบันส่วนมากอุปกรณ์นิวแมติกส์จะใช้วัสดุเทอร์โมพลาสติก (thermopastic) แทนวัสดุชิ้นเก่า ทำให้ชุดน้ำมันหล่อลื่นไม่ค่อยมีบทบาทมากนักในปัจจุบัน และระบบการผลิตในอุตสาหกรรมบางประเภทไม่จำเป็นต้องใช้การหล่อลื่น เช่น อุตสาหกรรมผลิตอาหารและยา อุตสาหกรรมเคมีภัณฑ์

5. ชุดบริการลมอัด (service unit)



ภาพที่ 2.8 ชุดบริการลมอัด

ที่มา (ณรงค์ ตันชีวะวงศ์, 2547, หน้า 31)

วิธีเลือกชุดควบคุมและปรับปรุงคุณภาพลมอัดหรือชุดบริการลมอัด

การเลือกชุดควบคุมและปรับปรุงคุณภาพลมอัดมีข้อควรพิจารณาดังนี้

1. ความดันใช้งานไม่เกิน 10 บาร์ อุณหภูมิไม่เกิน 50 องศาเซลเซียส

2. ปริมาณการใช้ลมทั้งหมดมีกี่ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง ถ้าใช้ปริมาณลมมาก ขนาดของชุดควบคุม และปรับปรุงคุณภาพลมอัดก็ควรมีขนาดใหญ่ขึ้น

การบำรุงรักษาชุดควบคุมและปรับปรุงคุณภาพลมอัดหรือชุดบริการลมอัดหรือเซอร์วิสยูนิต

1. อุปกรณ์กรองอากาศควรปฏิบัติดังนี้

1.1 ควรระบายน้ำในหลอดแก้วทุกวัน (กรณีระบายน้ำด้วยมือ)

1.2 หมั่นทำความสะอาดไส้กรองตามกำหนดเวลา

1.3 ชิ้นส่วนที่เป็นพลาสติกควรล้างด้วยน้ำยาทำความสะอาดพลาสติกไม่ควรล้างด้วยน้ำหรือน้ำมัน

2. อุปกรณ์ควบคุมความดัน

การหมุนเกลียวตั้งความดันควรหมุนให้ถูกทิศทางไม่ควรใช้คีมหรือของแข็งบิดเกลียว กรณีหมุนจนสุดเกลียวตัวจับที่เป็นพลาสติกอาจแตกหักได้

3. เกจวัดความดันควรปฏิบัติดังนี้

3.1 เมื่อใช้ลมอัดให้ค่อย ๆ หมุนเกลียวตั้งความดันให้เข็มค่อย ๆ เพิ่มขึ้นช้า ๆ จนถึงค่าที่ต้องการ เพื่อป้องกันการเคลื่อนที่อย่างรวดเร็วของเข็มชี้ที่อาจจะหักงอได้ง่าย

3.2 ไม่ตั้งความดันสูงกว่าที่ใช้งานจริง

4. อุปกรณ์ผสมน้ำมันหล่อลื่นควรปฏิบัติดังนี้

4.1 ดูแลเติมน้ำมันหล่อลื่นในหลอดแก้วให้อยู่ในระดับที่ใช้งาน (กรณีใช้ระบบเติมน้ำมันหล่อลื่นอัตโนมัติ)

4.2 สังเกตสีของน้ำมันหล่อลื่น ถ้ามีสีขุ่นขาว ข้น แสดงว่ามีสิ่งสกปรกเข้ามาปะปน ให้รีบเปลี่ยนและตรวจสอบระบบเติมน้ำมันหล่อลื่น

ปั๊มไฮดรอลิกส์ (hydraulic pumps)

ปั๊มไฮดรอลิกส์ใช้สำหรับเปลี่ยนพลังงานกลให้เป็นพลังงานของไหลหรือกล่าวอีกนัยหนึ่งว่า ปั๊มคือ อุปกรณ์ที่สร้างการไหลของน้ำมัน เมื่อน้ำมันไหลมีสิ่งกีดขวางทำให้เกิดความดัน ซึ่งฟุคุนางะ อิจิโระ (2543, หน้า 93) ได้กล่าวว่า ปั๊มไฮดรอลิกส์เป็นตัวส่งน้ำมันความดันสูงไปสู่กระบอกสูบไฮดรอลิกส์หรือปั๊มไอดรอลิกส์ สามารถแบ่งได้เป็น 3 ชนิด คือ

1. ปั๊มแบบเฟือง (gear pump)
2. ปั๊มแบบเวน (vane pump)
3. ปั๊มแบบลูกสูบ (piston pump)

ตารางที่ 2.1 เปรียบเทียบปั๊มไฮดรอลิกส์ชนิดต่าง ๆ

ชนิด	**ความดัน กิโลกรัมแรง/ตร.ซม. (kgf/cm^2)**	**อัตราการจ่ายน้ำมัน ลิตร/นาที (l/min)**	**ความเร็วสูงสุด รอบ/นาที (RPM)**	**ประสิทธิภาพ รวม (%)**
ปั๊มแบบเฟือง	20 – 210	7 – 570	1,800 – 7,000	75 – 90
ปั๊มแบบเวน	20 – 210	2 – 950	2,000 – 4,000	75 – 90
ปั๊มแบบลูกสูบ	70 – 350	2 – 1,700	600 – 6,000	85 – 95

ที่มา (ณรงค์ ตันชีวะวงศ์, 2547, หน้า 137)

ตัวอย่างคำอธิบายตารางที่ 2.1 ปั๊มแบบเฟือง

ความดัน เป็นหน่วยกิโลกรัมแรง/ตารางเซนติเมตร (kgf/cm^2) หรือหน่วยอื่น ๆ ก็ได้ หมายถึง ปั๊มตัวนี้สามารถใช้ความดันที่เกิดขึ้นในระบบไฮดรอลิกส์ ได้ตั้งแต่ 20 – 210 กิโลกรัมแรง/ตารางเซนติเมตร ถ้าค่าความดัน สูง-ต่ำกว่านี้จะทำให้การทำงานของปั๊มมีประสิทธิภาพลดลง หรือทำให้ชำรุดเสียหายได้ถ้าความดันสูงเกินค่ากำหนด

อัตราการไหล มีหน่วยเป็นลิตร/นาที (l/min) หรือหน่วยอื่น ๆ ก็ได้ หมายถึงปั๊มตัวนี้สามารถที่ จะจ่ายน้ำมันหรือส่งน้ำมันออกไปได้ตั้งแต่ 7 ลิตรถึง 570 ลิตร/นาที ขึ้นอยู่กับความเร็วที่ใช้ขับปั๊ม ถ้าขับปั๊มด้วยความเร็วสูงขึ้นก็จะส่งน้ำมันได้มากขึ้น

ความเร็วสูงสุด มีหน่วยเป็น รอบ/นาที หรือมีหน่วยอื่น ๆ ก็ได้ หมายถึง ความเร็วที่ใช้ขับปั๊มเพื่อให้ส่งน้ำมันดังกล่าวมาแล้วจะอยู่ในช่วง 1,800 รอบ – 7,000 รอบต่อเวลาหนึ่งนาที (ถ้าใช้มอเตอร์ไฟฟ้าโดยทั่วไปจะได้ความเร็วรอบที่ 1,450 รอบต่อนาที) เหตุที่มีช่วงของความเร็วก็เพราะว่า การขับปั๊มให้หมุนนั้นบางครั้งใช้มอเตอร์ไฟฟ้าแต่บางครั้งใช้เครื่องยนต์ ดังนั้นความเร็วที่ได้จึงแตกต่างกันออกไป

ประสิทธิภาพรวม คิดเป็นจำนวนเปอร์เซ็นต์ หมายถึงประสิทธิภาพการทำงานในภาพรวมของปั๊มจะอยู่ระหว่าง 75 – 90 เปอร์เซ็นต์ ประสิทธิภาพการทำงานของปั๊มสามารถแบ่งได้ 3 ชนิด คือ

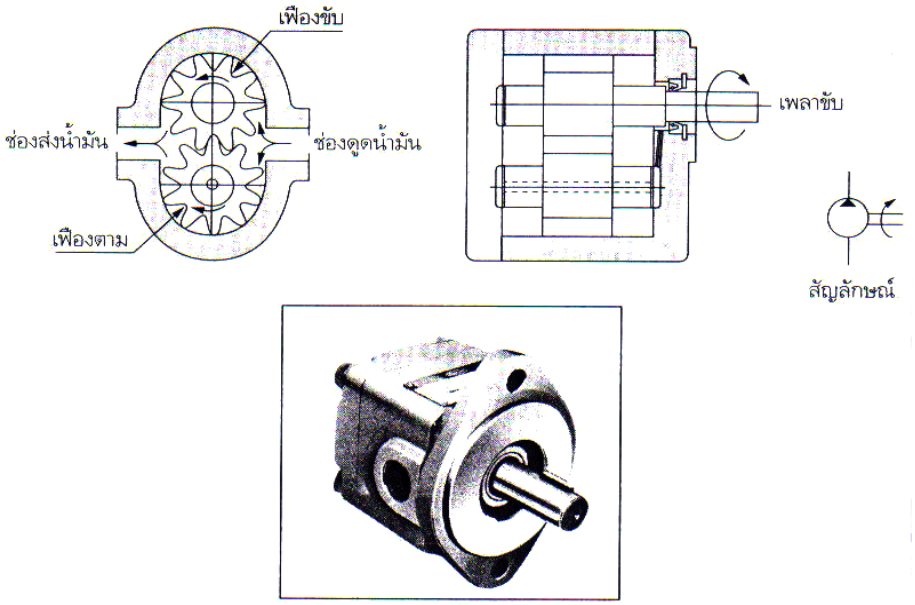
1. ประสิทธิภาพเชิงกล (mechanical efficiency) หมายถึงประสิทธิภาพของกลไกที่อยู่ภายในปั๊ม

2. ประสิทธิภาพเชิงปริมาตร (volumetric efficiency) หมายถึงประสิทธิภาพการดูดและส่งน้ำมันของปั๊ม

3. ประสิทธิภาพรวม (total efficiency) เป็นประสิทธิภาพที่คิดรวมประสิทธิภาพทั้งหมดของปั๊ม

ปั๊มเป็นอุปกรณ์สร้างการไหลเมื่อการไหลถูกกีดขวางจึงทำให้เกิดความดัน ถ้าการกีดขวางการไหลมากก็จะเกิดความดันมาก ในทำนองเดียวกันถ้าสิ่งกีดขวางการไหลน้อยก็จะเกิดความดันน้อย เมื่อปั๊มน้ำมันจากถังน้ำมันจะถูกส่งเข้าไปในระบบโดยผ่านอุปกรณ์ต่าง ๆ ของระบบ เช่น ความควบคุมทิศทาง ณ ที่จุดนี้น้ำมันสามารถไหลกลับลงถังน้ำมันหรือไหลเข้าไปในระบบได้ ถ้าให้น้ำมันไหลเข้าไปในระบบเพื่อนำไปใช้งานนั้นจะทำให้น้ำมันมีความดันสูงเพิ่มขึ้น

1. ปั๊มแบบเฟือง (gear pump)



ภาพที่ 2.9 ปั๊มแบบเฟือง

ที่มา (ณรงค์ ตันชีวะวงศ์, 2547, หน้า 138)

ส่วนประกอบของปั๊มแบบเฟือง

ตัวเรือนปั๊ม สำหรับอุปกรณ์ต่าง ๆ

ช่องดูดน้ำมัน สำหรับดูดน้ำมันจากถัง

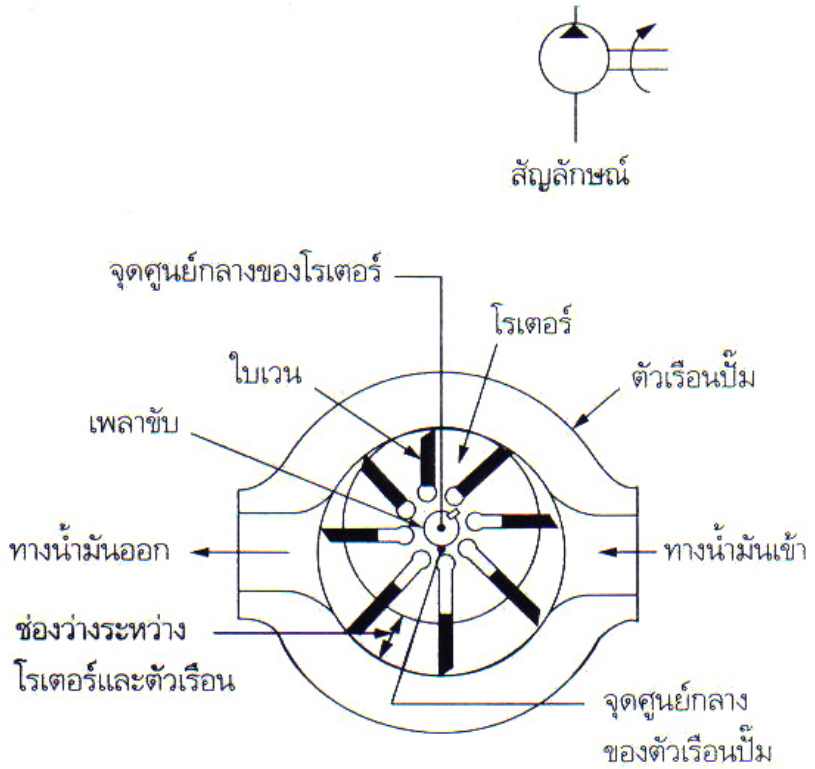
ช่องส่งน้ำมัน สำหรับส่งน้ำมันไปยังระบบ

เฟืองขับ สำหรับขับเฟืองตามเพื่อให้เกิดการดูดน้ำมัน

เฟืองตาม สำหรับหมุนตามเฟืองขับเพื่อให้เกิดการดูดน้ำมัน

ปั๊มแบบเฟือง ดังภาพที่ 2.9 การทำงานของปั๊มแบบนี้ทำงานโดยเฟืองขับเป็นแกนเพลาโดยรับกำลังขับมาจากมอเตอร์ให้หมุนไปตามลูกศรคือทวนเข็มนาฬิกาไปผลักดันให้เฟืองตามหมุนไปตามเข็มนาฬิกา ซึ่งจะทำให้เกิดการสูญญากาศที่ช่องดูดน้ำมันเข้าน้ำมันจะถูกดูดจากถังขึ้นมาผ่านช่องดูดน้ำมันเข้าตัวฟันเฟืองขับและเฟืองตามจะหมุนพาเอาน้ำมันรีดไประหว่างฟันเฟืองกับผนังของตัวเรือนปั๊ม และจะถูกส่งจ่ายออกไปใช้งานทางช่องส่งน้ำมันออก

2. ปั๊มแบบเวน (vane pump)



ภาพที่ 2.10 ปั๊มแบบเวน

ที่มา (ณรงค์ ตันชีวะวงศ์, 2547, หน้า 139)

ส่วนประกอบของปั๊มแบบเวน

ช่องน้ำมันเข้า สำหรับต่อท่อดูดน้ำมันจากถังน้ำมัน

ช่องน้ำมันออก สำหรับต่อท่อเพื่อส่งน้ำมันเข้าในระบบ

ตัวเรือนปั๊ม สำหรับประกอบอุปกรณ์ต่าง ๆ

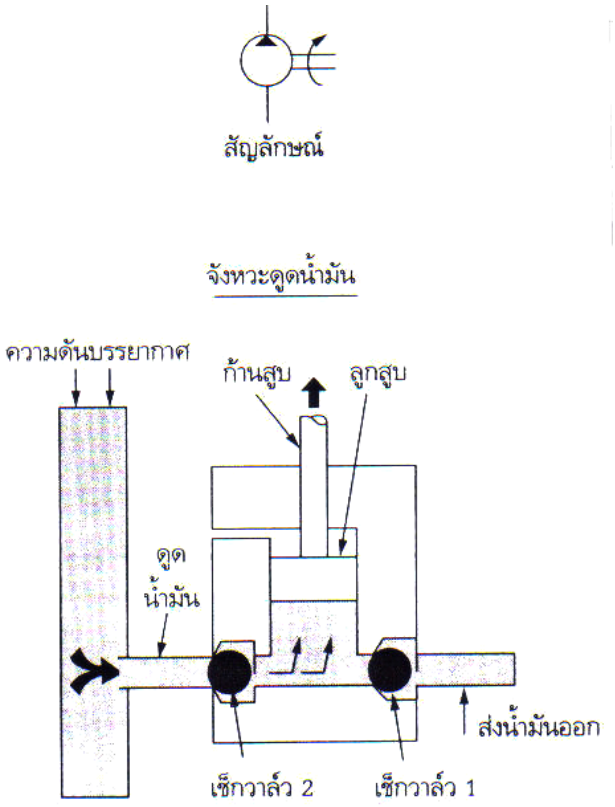
โรเตอร์ ใช้สำหรับเสียบใบเวน

ใบเวน ทำหน้าที่กวาดน้ำมันจากช่องดูดน้ำมันและส่งออกในช่องส่งน้ำมัน

เพลาขับ ทำหน้าที่กวาดน้ำมันจากช่องดูดน้ำมันและส่งออกในช่องส่งน้ำมัน

ปั๊มแบบเวนดังภาพที่ 2.10 มีหลักการทำงานของปั๊มคือเมื่อมอเตอร์หมุนขับโรเตอร์ ใบเวนที่รวมอยู่ในช่องของโรเตอร์จะถูกเหวี่ยงออกด้วยแรงเหวี่ยงไปสุดที่ผนังของตัวเรือนปั๊ม ทำให้เกิดเป็นห้องปิดเล็ก ๆ ในแต่ละช่องของโรเตอร์น้ำมันจากภายนอกจะถูกดูดเข้ามาทางน้ำมันเข้า และเคลื่อนตัวไปตามทางหมุนของใบพัดจากนั้นจะถูกส่งไปยังท่อทางน้ำมันออกเพื่อนำน้ำมันไปใช้งานในระบบต่อไป

3. ปั๊มแบบลูกสูบ (pistion pump)



ภาพที่ 2.11 ปั๊มแบบลูกสูบ

ที่มา (ณรงค์ ตันชีวะวงศ์, 2547, หน้า 140)

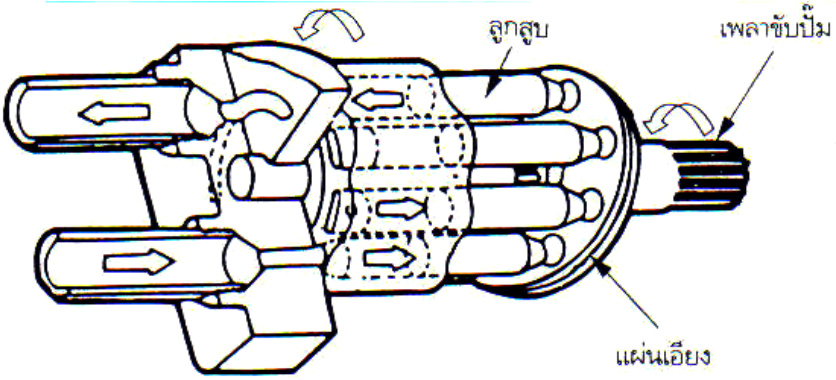
ส่วนประกอบของปั๊มแบบลูกสูบ

ลูกสูบ สำหรับเคลื่อนที่ขึ้นลงเพื่อดูดและส่งน้ำมัน

เช็กวาล์ว 1 (ลิ้นกันกลับ) สำหรับเปิดให้น้ำมันออกไปยังท่อส่ง

เช็กวาล์ว 2 (ลิ้นกันกลับ) สำหรับเปิดให้น้ำมันเข้ามาในกระบอกสูบ

ปั๊มแบบลูกสูบ ดังภาพที่ 2.11 มีหลักการทำงานของปั๊มแบบนี้คือให้ลูกสูบเคลื่อนที่ไปมาภายในกระบอกสูบซึ่งจะดูดน้ำมันเข้ามาในขณะที่มันเลื่อนลงจะผลักดันให้น้ำมันออก เมื่อลูกสูบเคลื่อนที่ขึ้นน้ำมันจะเข้าท่อดูดผ่านเช็ควาล์ว 2 เข้ามาบรรจุในห้องกระบอกสูบ ขณะเดียวกันเมื่อลูกสูบเลื่อนลง จะมีแรงดันของน้ำมันไปผลักดันเช็ควาล์ว 1 ให้เปิดออก (เช็ควาล์ว 2 ปิด) น้ำมันจึงถูกส่งออกไปใช้งานในระบบต่อไป

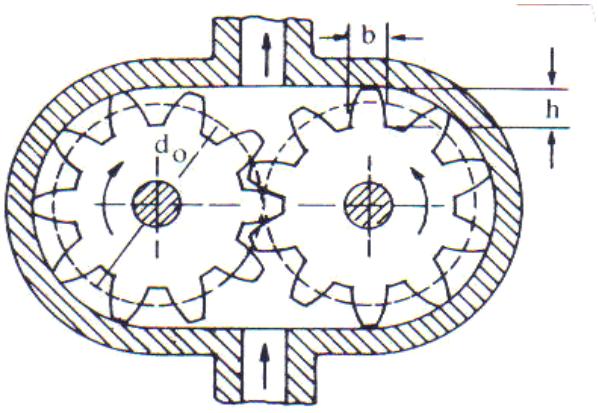


ภาพที่ 2.12 ปั๊มแบบลูกสูบชนิดลูกสูบอยู่แนวเดียวกับเพลาขับ
ที่มา (ณรงค์ ตันชีวะวงศ์, 2546, หน้า 141)

ปั๊มแบบลูกสูบชนิดลูกสูบอยู่แนวเดียวกับเพลาขับ ดังภาพที่ 2.12 มีหลักการทำงานดังนี้ เมื่อเพลาขับหมุนจะหมุนให้เสื้อสูบหมุนตามไปด้วย แต่เนื่องจากลูกสูบที่อยู่ภายในเสื้อสูบยึดติดอยู่กับแผ่นเอียงด้วยแผ่นรองเลื่อนจึงหมุนไปตามแผ่นเอียง เป็นผลให้เกิดช่วงชักของแต่ละสูบตามระยะของแผ่นเอียงซึ่งสามารถปรับให้เอียงมากหรือน้อยได้ ถ้าแผ่นเอียงมีตำแหน่งเอียงมากสุด การส่งน้ำมันจะได้มากสุดในทำนองเดียวกัน ถ้าแผ่นเอียงมีตำแหน่งเอียงน้อยสุด การส่งน้ำมันก็จะได้น้อยสุดเช่นกัน

การคำนวณหาปริมาณการส่งจ่ายน้ำมันของปั๊ม

1. ปั๊มแบบเฟืองฟันนอก (external gear pump)



ภาพที่ 2.13 ปั๊มแบบเฟืองฟันนอก
ที่มา (มนตรี โชติวรวิทย์, 2545, หน้า 51)

สูตร

$$V = \frac{d_0 \times \pi \times h \times b}{10^6}$$

$$Q = \frac{d_0 \times \pi \times h \times b \times n}{10^6}$$

V คือ ปริมาณการส่งจ่ายน้ำมันเมื่อเฟืองหมุนไป 1 รอบ (ลิตร , l)

Q คือ อัตราการส่งจ่ายน้ำมันใน 1 นาที (ลิตร/นาที , l/min)

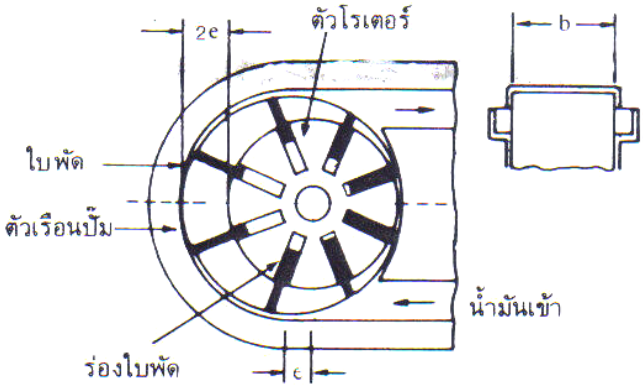
d_0 คือ วงกลมพิตของเฟือง (มิลลิเมตร , mm)

h คือ ความสูงของฟันเฟือง (มิลลิเมตร , mm)

b คือ ความหนาของฟันเฟือง (มิลลิเมตร , mm)

n คือ ความเร็วรอบของเฟือง (ต่อนาที , min^{-1})

2. ปั๊มแบบใบพัดหมุน (rotary vane pump)



ภาพที่ 2.14 แสดงปั๊มแบบใบพัดหมุน

ที่มา (มนตรี โชติวรวิทย์, 2545, หน้า 51)

สูตร

$$V = \frac{D_m \times \pi \times 2 \times e \times b}{10^6}$$

$$Q = \frac{D_m \times \pi \times 2 \times e \times b \times n}{10^6}$$

$$D_m = d + e$$

V คือ ปริมาณการส่งจ่ายน้ำมันเมื่อใบพัดหมุนไป 1 รอบ (ลิตร)

Q คือ อัตราการส่งจ่ายน้ำมันใน 1 นาที (ลิตร/นาที)

D_m คือ ความโตเฉลี่ยของวงแหวน (มิลลิเมตร)

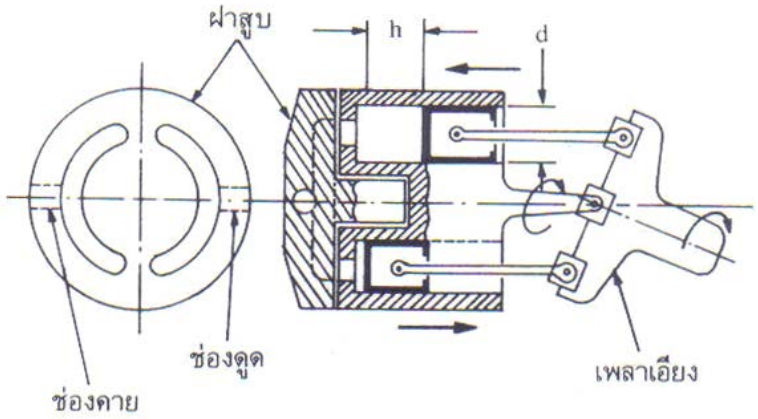
e คือ ระยะเยื้องศูนย์ (มิลลิเมตร)

n คือ ความเร็วรอบของปั๊ม (ต่อนาที)

b คือ ความกว้างของใบพัด (มิลลิเมตร)

d คือ เส้นผ่านศูนย์กลางของดุมหมุน (มิลลิเมตร)

3. ปั๊มแบบลูกสูบแนวแกน (axial piston pump)



ภาพที่ 2.15 ปั๊มแบบลูกสูบแนวแกน
ที่มา (มนตรี โชติวรวิทย์, 2545, หน้า 51)

สูตร

$$V = \frac{\pi \times d^2 \times h \times z}{4 \times 1{,}000} = \frac{A \times h \times z}{1{,}000}$$

$$Q = \frac{A \times h \times z \times n}{1{,}000}$$

V คือ ปริมาณการส่งจ่ายน้ำมันเมื่อเพลาข้อเหวี่ยงหมุนไป 1 รอบ (ลิตร)

Q คือ อัตราการส่งจ่ายน้ำมันใน 1 นาที (ลิตร/นาที)

A คือ พื้นที่หน้าตัดของลูกสูบแต่ละลูก (ตารางเซนติเมตร)

h คือ ระยะชักของลูกสูบ (เซนติเมตร)

z คือ จำนวนลูกสูบ

n คือ ความเร็วรอบ (ต่อนาที)

d คือ เส้นผ่านศูนย์กลางของลูกสูบแต่ละลูก (เซนติเมตร)

การบำรุงรักษาปั๊มไฮดรอลิกส์

การบำรุงรักษาที่ดีช่วยให้ส่วนประกอบของปั๊มไฮดรอลิกส์มีอายุใช้งานนานและยังช่วยประหยัดน้ำมันไฮดรอลิกส์ได้ด้วย ซึ่งมนตรี โชติวรวิทย์, และชนินทร์ นุ่มศิริ (2545, หน้า 56) กล่าวว่า ปั๊มเป็นหัวใจของระบบไฮดรอลิกส์ การที่ระบบไฮดรอลิกส์จะทำงานอย่างมีประสิทธิภาพตัวปั๊มต้องอยู่ในสภาพดีและต้องคำนึงถึงปัจจัยต่าง ๆ ที่สำคัญซึ่งมีผลต่ออายุของปั๊มดังนี้

1. ชนิดของน้ำมันไฮดรอลิกส์ การเลือกใช้น้ำมันไฮดรอลิกส์ให้ถูกกับชนิดและการออกแบบของปั๊มไฮดรอลิกส์เป็นเรื่องที่ต้องให้ความสำคัญมาก เช่น น้ำมันไฮดรอลิกส์ที่ผสมสารป้องกันการสึกหรอประเภทสังกะสี ไม่เหมาะกับปั๊มที่มีชิ้นส่วนที่ทำด้วยเงินและทองบรอนซ์บางประเภทเพราะจะเกิดการกัดกร่อน เป็นต้น

2. สภาพของน้ำมันไฮดรอลิกส์ในขณะใช้งานมีความสำคัญต่ออายุของปั๊ม หากมีการปะปนของน้ำ ฝุ่น และเศษของแข็ง ปั๊มจะสึกกร่อนเร็วมาก

3. อุณหภูมิของน้ำมันในระบบ ระบบไฮดรอลิกส์ส่วนใหญ่จะมีการระบายความร้อนด้วยน้ำ ต้องดูแลให้ระบบระบายความร้อนทำงานได้ดีเพื่อรักษาระดับอุณหภูมิของน้ำมันไฮดรอลิกส์ในระบบไม่ให้สูงเกินไปเพราะหากอุณหภูมิสูงมากน้ำมันจะเสื่อมสภาพเร็วซึ่งจะมีผลเสียต่อการหล่อลื่นและป้องกันการสึกหรอของปั๊มด้วย

4. การหล่อลื่นปั๊ม จะทำได้ดีต้องได้น้ำมันที่ถูกชนิดสะอาดปราศจากสิ่งเจือปนและมีความข้นในระดับที่เหมาะสม และระดับที่น้ำมันในอ่างต้องอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดไว้

5. สภาพของซีล ซีลทำหน้าที่ป้องกันสิ่งสกปรกจากภายนอกเล็ดลอดเข้าสู่น้ำมันและป้องกันการรั่วกลับของน้ำมันด้วย ในการประกอบซีลในขณะซ่อมบำรุงต้องใช้ความประณีตและต้องทำอย่างถูกต้องตามวิธี ซีลอาจเสื่อมได้ง่ายหากน้ำมันมีอุณหภูมิสูงเกินไปหากซีลเสื่อมและสึกสิ่งสกปรกจากภายนอกจะมีโอกาสเล็ดลอดเข้าระบบได้ง่ายมากทำให้ปั๊มสึกหรอเร็วดังนั้น ต้องหมั่นตรวจสอบซีลอยู่เสมอ หากเสียให้รีบเปลี่ยน

6. ภาระน้ำหนัก ไม่ควรใช้ระบบไฮดรอลิกส์เกินความสามารถที่ได้ออกแบบไว้ เช่น เปลี่ยนบุ้งกี๋หรือใบมีดปาดดินให้ใหญ่กว่าของเดิม ในเครื่องจักรกลงานดินจะโอเวอร์โหลด (overload) ระบบไฮดรอลิกส์ ระบบที่ถูกใช้โอเวอร์โหลดอยู่เสมอ น้ำมันจะร้อนจัด ปั๊มจะสึกเร็ว

7. การรั่วปะปนของอากาศเข้าสู่น้ำมันและการเกิดโพรงที่ว่างในเรือนปั๊ม (cavitation) เป็นเหตุสำคัญที่ทำให้ปั๊มเกิดการเสียหาย การปะปนของอากาศในน้ำมันเกิดขึ้นได้หลายทาง เช่น

7.1 หากระดับน้ำมันในอ่างต่ำเกินไป น้ำมันไฮดรอลิกส์ที่ไหลกลับลงอ่างจะพุ่งปะทะผิวระดับน้ำมันเกิดการปั่นกวนมีฟองอากาศในเนื้อน้ำมัน

7.2 ซีลที่สึกหรอจะเป็นทางที่อากาศสามารถเล็ดลอดเข้าสู่น้ำมันได้

7.3 ข้อต่อด้านทางดูดของปั๊มหากไม่แน่นกระชับ อากาศก็อาจเล็ดลอดเข้าสู่เรือนปั๊มได้

เนื่องจากอากาศสามารถหดตัวได้เมื่อผ่านเข้าสู่บริเวณที่มีความดันสูงในเรือนปั๊ม จึงทำให้เกิดการกระแทกในเรือนปั๊มซึ่งจะทำให้เกิดการสึกหรอและเสียหายได้

โพรงที่ว่างในเรือนปั๊มเกิดจากการที่น้ำมันข้นเกินไปและปั๊มดูดเข้ามาไม่ทันจึงเกิดเป็นโพรงที่ว่างและเกิดการกระแทกในเรือนปั๊ม ซึ่งจะทำให้เกิดการสึกหรอในเรือนปั๊ม หรือเรือนปั๊มอาจเกิดเป็นรอยร้าว

การเสียหายของปั๊มไฮดรอลิกส์

การที่ระบบไฮดรอลิกส์จะทำงานอย่างมีประสิทธิภาพตัวปั๊มต้องอยู่ในสภาพดีและต้องคำนึงถึงปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่ออายุการใช้งาน ซึ่งมนตรี โชติวรวิทย์, และชนินทร์ นุ่มศิริ (2545, หน้า 57) ได้กล่าวถึงสาเหตุของการเสียหายของปั๊มไฮดรอลิกส์อาจแบ่งได้เป็น 3 สาเหตุใหญ่ ๆ คือ

1. การประกอบเมื่อถอดซ่อมขาดความระมัดระวัง ทำให้เกิดการไม่ได้ศูนย์ (mis-alignment) ทำให้ขาดการหล่อลื่นที่ดี เกิดการสึกหรอ เศษอนุภาคแข็งคมจากการสึกหรอปะปนลงในน้ำมันทำให้ปั๊มเกิดการสึกหรอมากขึ้นไปอีกและเสียหายในที่สุด การใส่ประกอบซีลอย่างมาถูกต้องอาจทำให้ซีลทำงานไม่ได้ผลเต็มที่ สิ่งสกปรกจากภายนอกเล็ดลอดเข้ามาปะปนกับน้ำมันได้ง่ายทำให้เกิดการสึกกร่อนในปั๊มได้

2. การสึกกร่อนจากการที่มีสิ่งสกปรกและฝุ่นในน้ำมัน เป็นสาเหตุใหญ่ที่พบอยู่เสมอ เกิดจากที่มีสิ่งสกปรกพวกที่เป็นของแข็งขนาดเล็กมากปะปนเข้ามาในน้ำมันไฮดรอลิกส์โดยอาจจะ

ผ่านเข้ามาทางซีลซึ่งสึกหรอหมดอายุ หรือเข้ามาในขณะเติมน้ำมันโดยภาชนะเติมสกปรกและถังเก็บน้ำมันปิดไม่แน่นหรือฝาอ่างน้ำมันไฮดรอลิกส์ของระบบปิดไม่สนิท หรือไส้กรองตรงท่อหายใจไม่เคยได้รับการทำความสะอาดเลย การไม่เคยเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเลยทำให้ปริมาณอนุภาคแข็งคมในน้ำมันมีปริมาณสูงขึ้นมาก อนุภาคเหล่านี้มีขนาดเล็กมากมองด้วยตาเปล่าไม่เห็น คือมีขนาดราว 10 ถึง 20 ไมครอน ดังนั้น จึงมองดูเสมือนน้ำมันยังสะอาดอยู่แต่สามารถก่อให้เกิดการสึกหรอเสียหายในเรือนปั๊มได้ ตรวจสอบดูได้จากชิ้นส่วนต่าง ๆ ของปั๊ม เช่น ถ้าเป็นแบบครีบจะเห็นแนวสึกหรอเป็นลูกคลื่นตามแนวผังเรือนปั๊มด้านในปลายใบครีบก็สึกกร่อนเห็นได้ชัด

3. การหล่อลื่นไม่ดีพอ เกิดจากการเลือกใช้น้ำมันผิดประเภทหรือการใช้น้ำมันเกินอายุการใช้งาน หรือเกิดจากการที่มีอากาศรั่วเข้าทางท่อดูด หรือมีฟองอากาศในเนื้อน้ำมันเพราะระดับน้ำมันในอ่างต่ำ น้ำมันที่ข้นเกินไปและร้อนจัดก็ก่อให้เกิดโพรงหรือคาวิเตชัน (cavitation) ในเรือนปั๊มได้ผลก็คือ เกิดการสึกกร่อนและผิวเรือนปั๊มเป็นรูพรุนโดยเฉพาะบริเวณช่องเข้าออกหากเกิดคาวิเตชันอย่างรุนแรงเรือนปั๊มก็อาจร้าวได้ ซึ่งจะทำให้ตัวโรเตอร์ติดตายในที่สุด

เปรียบเทียบระหว่างลมอัดและน้ำมันอัด

งานบางอย่างจำเป็นที่จะต้องเลือกตัวกลางในการทำงาน เช่น อากาศ น้ำมันหรืออาจจะเป็นระบบสุญญากาศ แต่งานบางอย่างควรใช้ตัวกลางได้ทั้งหมด ข้อควรพิจารณาในการเลือกตัวกลางมีดังนี้

1. ระดับของกำลังงาน (power level)

การทำงานปกติจะอยู่ในระดับ 0.25 ถึง 1.50 แรงม้า ในขณะที่ระบบไฮดรอลิกส์ทำงานตั้งแต่ระบบ 1.50 แรงม้าขึ้นไป ซึ่งเป็นกฎโดยทั่ว ๆ ไป ที่ระบบลมอัดจำเป็นจะต้องใช้สูงกว่าระบบไฮดรอลิกส์

100 แรงม้า ระบบลมอัดสามารถแยกสาขาออกไปควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้หลายชุด แต่ 100 แรงม้า ของระบบไฮดรอลิกส์ทำได้เพียงชุดเดียวเท่านั้น

2. ระดับของเสียง (noise level)

ระบบลมมีที่เก็บเสียง (Muffled) จะทำงานได้เงียบกว่าระบบไฮดรอลิกส์ที่แรงม้าเท่ากันในระหว่าง รอบการทำงานระบบลมจะเก็บเสียงได้เงียบกว่าเช่นกัน ในขณะที่ระบบไฮดรอลิกส์มีเสียงดังอันเกิดจากปั๊มน้ำมันที่ทำงานอยู่ตลอดเวลา

3. ความสะอาด (cleanliness)

ระบบลมจะสะอาดกว่าระบบไฮดรอลิกส์แม้ว่าระบบลมจะมีจำนวนของน้ำมันหล่อลื่นภายในระบบแต่ก็มีจำนวนที่พ่นออกมาจากวาล์ว หลังจากสิ้นสุดจังหวะการทำงานต่างกับระบบไฮดรอลิกส์ที่มีโอกาสที่น้ำมันไฮดรอลิกส์รั่วออกได้หลายทาง ซึ่งการออกแบบจะพยายามให้สะอาดแล้วก็ตาม เช่น ซีลกระบอกสูบรั่ว สายน้ำมันรั่วซึมหรือการเปลี่ยนชิ้นส่วนต่าง ๆ เช่น การเปลี่ยนไส้กรอง เป็นต้น จะเป็นสาเหตุให้น้ำมันรั่วลงบนเครื่องจักรทั้งสิ้น

4. ความเร็ว (velocity)

หากการทำงานที่มีน้ำหนักเบาแล้ว ระบบลมจะทำงานได้รวดเร็วกว่าเพราะว่าปริมาตรของลมภายในถังสามารถเก็บอัดไว้ได้ให้ทำงานในระยะทางสั้น ๆ ได้ดีกว่าระบบไฮดรอลิกส์ ถ้าต้องการให้ระบบไฮดรอลิกส์ทำงานได้ รวดเร็วเท่ากับระบบลมแล้ว จำเป็นต้องเพิ่มขนาดของปั๊มขนาดของวาล์วและปริมาตรการอัดที่สูงมากซึ่งระบบไฮดรอลิกส์ไม่มีการสำรองน้ำมันอัดไว้ได้เหมือนระบบลม

5. ต้นทุนการทำงาน (operrating cost)

ระบบไฮดรอลิกส์จะมีต้นทุนต่ำกว่าระบบลมที่ที่กำลังกลไกเท่า ๆ กันจากกระบอกสูบเพราะระบบไฮดรอลิกส์จะมีประสิทธิภาพมากกว่าจากการออกแบบให้สูญเสียความร้อนน้อยกว่าระบบลม ส่วนระบบลมนั้นหลีกเลี่ยงไม่ได้เลยที่จำเป็นต้องมีการจำกัดการสูญเสียความร้อนอันเกิดจากปั๊มลม จึงจำเป็นต้องมีอุปกรณ์กำจัด ความร้อนของลมออกก่อนซึ่งเรียกว่าคูเลอร์ (cooler)

6. ต้นทุนขั้นแรก (first cost)

ต้นทุนของเครื่องอัดลม หากนำมาพิจารณาแล้วจะมีราคาสูงกว่าระบบไฮดรอลิกส์แต่บางครั้งระบบลมจะราคาถูกกว่าระบบไฮดรอลิกส์ ในกรณีการทำงานที่ต้องการกำลังงานน้อย ๆ เพราะระบบลมจะมีการสำรองลมอัดไว้ได้ และนำเอาลมอัดสำรองนี้ไปใช้โดยที่เครื่องอัดลมไม่ต้องทำงาน ซึ่งผิดกับระบบไฮดรอลิกส์ที่จำเป็นต้องให้ปั๊มน้ำมันทำงานตลอดไม่ว่าจะเป็นการใช้กำลังน้อย ๆ ก็ตาม

7. ความแข็งแรง (rigidity)

การนำไปใช้งานถ้าต้องการความทนทานแข็งแรงแล้วระบบไฮดรอลิกส์จะถูกนำมาพิจารณาก่อนระบบลม ตัวอย่างเช่น

7.1 การให้ลิฟท์หยุดโดยทันทีทันใด

7.2 การป้อนชิ้นงาน

7.3 การอัดชิ้นงาน

7.4 ระบบที่ต้องการความละเอียดแน่นอนโดยที่ให้ความเร็วของลูกสูบหยุดทันทีในจังหวะกึ่งกลาง

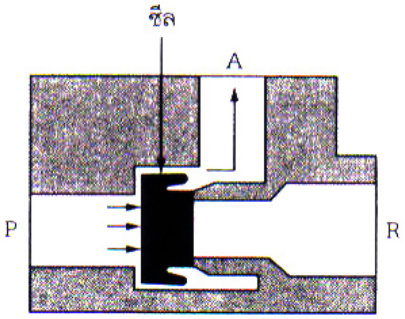
การนำไปใช้งานของระบบต่าง ๆ จะใช้กำลังสูงหรือต่ำก็ตาม ระบบไฮดรอลิกส์ดีกว่าระบบลมอย่างแน่นอน

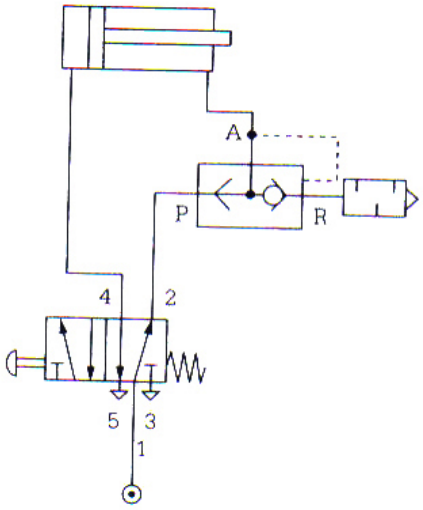
สรุป

เครื่องอัดลมหรือปั๊มลมนั้นจำเป็นต้องมี เพราะเป็นตัวที่มีหน้าที่อัดอากาศเข้าไปเก็บไว้ในถังลม จากนั้นจึงนำเอาลมที่ถูกอัดตัวมีความดันสูงไปใช้งานโดยผ่านชุดปรับปรุงคุณภาพลม วาล์วควบคุมทิศทาง วาล์วควบคุมความเร็ว สิ้นสุดที่กระบอกสูบ เครื่องอัดลม ยังแบ่งเป็นเครื่องอัดลมแบบลูกสูบ เครื่องอัดลมแบบสกรู เครื่องอัดลมแบบเวน ดังนั้นระบบนิวแมติกส์ก็คือระบบที่ใช้ลมอัดเป็นตัวกลางเพื่อนำไปทำให้อุปกรณ์ในระบบ นิวแมติกส์ทำงานตามความต้องการ ปั๊มไฮดรอลิกส์จะเป็นตัวเปลี่ยนพลังงานกลให้เป็นพลังงานของไหลซึ่งประกอบไปด้วยปั๊มแบบเฟือง ปั๊มแบบเวน ซึ่งมีความดันตั้งแต่ 20-210 กิโลกรัมแรงต่อตารางเซนติเมตร ส่วนปั๊มแบบลูกสูบจะมีความดันตั้งแต่ 70-350 กิโลกรัมแรงต่อตารางเซนติเมตร การนำไปใช้งานนั้นขึ้นอยู่กับความเหมาะสมจะใช้ปั๊มไฮดรอลิกส์ชนิดใดหรือปั๊มก็คืออุปกรณ์ที่สร้างการไหลของน้ำมันและจะส่งผลให้ในระบบที่มีการเกิดความดัน อัตราการไหล และความเร็ว

แบบฝึกหัด

1. จงอธิบายหลักการทำงานของวาล์วควบคุมความดัน
2. วาล์วชนิดมี 3 รูและ 5 รู ทำงานเหมือนกันหรือต่างกันอย่างไร
3. จากภาพจงอธิบายการทำงานของวาล์วเร่งระบาย





4. เครื่องอัดลมมีหน้าที่อะไร
5. จงอธิบายหลักการทำงานของเครื่องอัดลมพร้อมระบุถึงความดันแต่ละแบบได้เท่าไร
   5.1 เครื่องอัดลมแบบลูกสูบชัก
   5.2 เครื่องอัดลมแบบสกรู
   5.3 เครื่องอัดลมแบบเวน
6. ประสิทธิภาพเชิงกล (machanical efficiency) ของปั๊มไฮดรอลิกส์หมายถึงอะไร
7. ประสิทธิภาพเชิงปริมาตร (Voltal efficieney) ของปั๊มไฮดรอลิกส์หมายถึงอะไร
8. ปัจจัยที่สำคัญมีผลต่ออายุการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพของปั๊มไฮดรอกลิกส์มีอะไรบ้าง
9. สาเหตุของการเสียหายของปั๊มไฮดรอลิกส์เกิดจากสาเหตุใหญ่ ๆ มีอะไรบ้าง
10. จงเปรียบเทียบระหว่างการใช้นิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์มาจำนวน 5 ข้อ

เอกสารอ้างอิง

ขวัญชัย สินทิพย์สมบูรณ์, และปานเพชร ชินินทร. (2541). **ไฮดรอลิกส์สุตสาหกรรม.** กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล.

ณรงค์ ตันชีวะวงศ์. (2544). **ไฮดรอลิกส์อุตสาหกรรม.** กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

_____. (2546). **นิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์เบื้องต้น** (พิมพ์ครั้งที่ 6). กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

_____. (2547). **นิวแมติกส์อุตสาหกรรม** (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)

บี-แทค. (2530). **คู่มือไฮดรอลิกส์และการใช้งานทางอุตสาหกรรม.** กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์เสริมวิทย์บรรณาการ.

ประวิตร ลิมปะวัฒนะ. (2540). **นิวแมติกส์.** กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.

ฟุคุนางะ อิจิโระ. (2543). **เทคนิคการบำรุงรักษาเครื่องจักรกล.** กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

มนูญ ชื่นชม. (2544). **นิวแมติกส์ไฟฟ้าเบื้องต้น** (พิมพ์ครั้งที่ 9). กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

มงคล อาทิภานุ. (2541). **นิวแมติกส์ 1.** กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิชย์.

มนตรี โชติวรวิทย์, และชนินทร์ นุ่มศิริ. (2545). **หลักการทำงานและเทคนิคการประยุกต์ใช้งานไฮดรอลิกส์.** กรุงเทพฯ: วิทยาลัยเทคนิคปทุมวัน.

Euthenic. (n.d.). **Duplomatic hydraulics.** Bangkok:n.p.