

ครอบคลุมหลักสูตร ปวช. และ ปวส.

หลักการทำงานและเทคนิคการประยุกต์ใช้งาน

ไฮดรอลิกส์

พร้อมตัวอย่างวงจรไฮดรอลิกส์แบบต่างๆ



มนตรี โขติวรวิทย์

ชนินทร์ นุ่มศิริ

อัศวิน สารวิทย์

ประสิทธิ์ วิวัฒนชาญกิจ

คำนำ

ไฮดรอลิกส์เป็นวิชาการแขนงหนึ่งซึ่งปัจจุบันบทบาทของระบบไฮดรอลิกส์ในงานอุตสาหกรรมนั้นวันจะมีบทบาทมากขึ้นในวงการอุตสาหกรรมของเมืองไทย ฉะนั้นการผลิตช่างอุตสาหกรรมให้มีความสามารถออกไปประกอบการอุตสาหกรรมได้นั้น ในสถานศึกษาซึ่งมีหน้าที่ผลิตช่างอุตสาหกรรมโดยตรงจำเป็นต้องมีการศึกษาเรื่องราวเกี่ยวกับระบบไฮดรอลิกส์เป็นอย่างดี แต่ปัญหาที่เกิดขึ้นสำหรับนักศึกษาก็คือตำราที่ใช้ประกอบการเรียน ส่วนใหญ่เป็นตำราจากต่างประเทศ ทำให้เกิดปัญหาในการอ่านและทำความเข้าใจ ตำราเรียนไฮดรอลิกส์เล่มนี้จัดทำขึ้นเพื่อใช้ประกอบการเรียนของนักศึกษาและเผยแพร่ความรู้ทางด้านวิชาการให้กับผู้สนใจทั่วไป โดยรวบรวมเนื้อหาที่จำเป็นและง่ายต่อการเข้าใจ ตั้งแต่ขั้นพื้นฐานจนถึงการนำไปประยุกต์ใช้งาน รวมทั้งรูปโครงสร้างของอุปกรณ์และตัวอย่างวงจรต่าง ๆ พร้อมคำอธิบายเพื่อให้ผู้อ่านเข้าใจได้ง่ายยิ่งขึ้น

ผู้เขียนหวังว่าหนังสือเล่มนี้คงเป็นประโยชน์แก่นักศึกษาและผู้สนใจทั่วไป ข้อผิดพลาดต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้นในหนังสือเล่มนี้ ผู้เขียนยินดีรับคำแนะนำจากผู้อ่านทุกท่าน เพื่อปรับปรุงตำราให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นต่อไป

ท้ายนี้ต้องขอขอบคุณ บริษัท สเปอริร์คอปอเรชั่น จำกัด (ประเทศสหรัฐอเมริกา) บริษัทเทคนิค-คอมเอนจิเนียร์ จำกัด คุณสาทิศ บัวแก้ว ตลอดจนผู้ให้การสนับสนุนทุกท่านที่ให้คำแนะนำและช่วยเหลือในด้านต่าง ๆ จนหนังสือเล่มนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี

มนตรี โชติวรวิทย์

ชินินทร์ นุ่มศิริ

อัสวิน สารวดี

ประสิทธิ์ วิวัฒน์ชาญกิจ

วิทยาลัยช่างกลปทุมวัน

สารบัญ

บทที่ 1	บทนำไฮดรอลิกส์	11
1.1	นิยาม	11
1.2	วิวัฒนาการของระบบไฮดรอลิกส์	11
1.3	การแบ่งประเภทของระบบการส่งถ่ายพลังงาน	12
1.4	การพัฒนาะบบไฮดรอลิกส์	12
1.5	บล็อกไดอะแกรมของระบบไฮดรอลิกส์	18
บทที่ 2	หลักการพื้นฐานของระบบไฮดรอลิกส์	19
2.1	แรง น้ำหนัก และสสาร	19
2.2	งาน กำลัง และพลังงาน	21
2.3	การพิจารณาความไม่สามารถอัดตัวและรวมตัว	22
2.4	กฎของปาสคาล	23
2.5	การส่งถ่ายกำลังของของเหลวในระบบไฮดรอลิกส์	24
2.6	การเคลื่อนที่ของของไหลภายในท่อ	26
บทที่ 3	ชุดต้นกำลังไฮดรอลิกส์	30
3.1	สัญลักษณ์และรูปร่างจระชุดต้นกำลังไฮดรอลิกส์	31
3.2	การทำงานของชุดต้นกำลังไฮดรอลิกส์	32
3.3	การทดสอบหาความดันสูงสุดที่วาล์วระบายความดันน้ำมันหลัก	33
3.4	การทดสอบหาปริมาณการส่งจ่ายน้ำมันของปั้ม	34
3.5	ถังเก็บน้ำมัน	34

3.6	การระบายความร้อนในระบบไฮดรอลิกส์	40
3.7	เกจวัดความดัน	42
3.8	ปั๊มน้ำมันไฮดรอลิกส์	44
3.9	โครงสร้างและการทำงานของปั๊มแต่ละประเภท	45
3.10	การคำนวณหาปริมาณการส่งจ่ายน้ำมันของปั๊ม	51
3.11	การคำนวณหากำลังงานที่ใช้ในการขับปั๊ม	54
3.12	การบำรุงรักษาปั๊ม	56
3.13	การเสียหายของปั๊มไฮดรอลิกส์	57

บทที่ 4 การปรับค่าแรงบิดหรือแรงดันของอุปกรณ์ทำงาน..... 58

4.1	หน้าที่ของวาล์วควบคุมความดันน้ำมัน	59
4.2	การทำงานของวาล์วควบคุมความดันน้ำมันแบบปรับได้	60
4.3	วาล์วระบายความดันน้ำมันแบบไหลออกคอนโทรล	62
4.4	ตำแหน่งและการติดตั้งวาล์วควบคุมความดันน้ำมัน	67

บทที่ 5 การควบคุมทิศทางของอุปกรณ์ทำงาน..... 68

5.1	ความหมายรูปสัญลักษณ์วาล์วควบคุมทิศทางน้ำมัน	68
5.2	ชนิดของการเลื่อนวาล์ว	70
5.3	ตัวอย่างการเรียกชื่อวาล์วควบคุมทิศทาง	72
5.4	โครงสร้างและการทำงานของวาล์วควบคุมทิศทางแบบต่างๆ	73

บทที่ 6 อุปกรณ์ทำงานในระบบไฮดรอลิกส์..... 86

6.1	กระบอกสูบในระบบไฮดรอลิกส์	86
6.2	การคำนวณหาแรงลูกสูบ	89
6.3	โนโมแกรมแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงลูกสูบ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลูกสูบ และความดันใช้งาน	92
6.4	การคำนวณหาความเร็วลูกสูบ	94
6.5	การติดตั้งจับยึดกระบอกสูบ	97
6.6	วงจรควบคุมกระบอกสูบ	101
6.7	ไดอะแกรมเวลา-การเคลื่อนที่	103
6.8	มอเตอร์ไฮดรอลิกส์	110

บทที่ 7 การควบคุมความเร็วของอุปกรณ์ทำงาน..... 116

7.1	วาล์วคอคอด	117
7.2	วาล์วคอคอดแบบปรับได้	121

7.3	วาล์วช่องแคบแบบปรับได้	122
7.4	วาล์วควบคุมอัตราไหลแบบปรับอัตราไหลได้คงที่	124
7.5	วาล์วกันกลับ	126
7.6	วาล์วควบคุมอัตราไหลแบบปรับค่าได้มีวาล์วกันกลับภายใน	127
7.7	การติดตั้งอุปกรณ์และวิธีการควบคุมความเร็วลูกสูบ	129
7.8	วงจรควบคุมความเร็วของกระบอกสูบ	134
7.9	การใช้งานของวาล์วปรับอัตราไหลชนิดปรับอัตราไหลได้คงที่	141

บทที่ 8 การออกแบบวงจรและการกำหนดขนาดอุปกรณ์..... 146

8.1	การออกแบบวงจรและการกำหนดขนาดอุปกรณ์	147
8.2	ตัวอย่างการกำหนดขนาดอุปกรณ์	148

บทที่ 9 ระบบไฮดรอลิกส์แบบประสม..... 152

9.1	ระบบไฮดรอลิกส์ประสมนิวแมติกส์	152
9.2	ระบบไฮดรอลิกส์ประสมไฟฟ้า	158

บทที่ 10 วงจรไฮดรอลิกส์ประยุกต์ที่ใช้ในงานอุตสาหกรรม..... 163

10.1	วงจรไฮดรอลิกส์แบบใช้ปั๊มเดี่ยวปรับอัตราไหลไม่ได้	164
10.2	วงจรไฮดรอลิกส์แบบใช้ปั๊มคู่ปรับอัตราไหลไม่ได้	170
10.3	วงจรไฮดรอลิกส์แบบปั๊มเดี่ยวปรับอัตราไหลได้	174
10.4	วงจรแม่แรง	175
10.5	การควบคุมการป้อนแบบรีเจนเนอเรทีฟ	179
10.6	การควบคุมการป้อนแบบใช้น้ำมันย้อนกลับ	180
10.7	ถังสะสมพลังงานไฮดรอลิกส์	191

บทที่ 11 ท่อน้ำมันไฮดรอลิกส์และข้อต่อ..... 203

11.1	ท่อน้ำมันไฮดรอลิกส์ชนิดเป็บเหล็กกล้า	203
11.2	ท่อน้ำมันไฮดรอลิกส์ชนิดท่อเหล็กกล้า	208
11.3	ท่อน้ำมันไฮดรอลิกส์ชนิดอ่อนตัวได้	209

บทที่ 12 น้ำมันไฮดรอลิกส์และการบำรุงรักษา..... 211

12.1	น้ำมันไฮดรอลิกส์	211
12.2	เบอร์น้ำมันไฮดรอลิกส์	212
12.3	การบำรุงรักษาระบบไฮดรอลิกส์	213
12.4	คำแนะนำเกี่ยวกับเครื่องจักรไฮดรอลิกส์เพื่อประสิทธิภาพและการประหยัด	215

บทที่ 13 สรุปลักษณะและตารางการเปรียบเทียบหน่วย..... 223

- 13.1 อุปกรณ์แปลงพลังงาน 223
- 13.2 อุปกรณ์ควบคุมพลังงาน 225
- 13.3 อุปกรณ์ส่งพลังงาน 228
- 13.4 กลไกควบคุม 230
- 13.5 วิธีควบคุม 231
- 13.6 สัญลักษณ์อักษรของท่อต่อต่างๆของระบบไฮดรอลิกส์ 232
- 13.7 ตารางการเปรียบเทียบหน่วย 232

บรรณานุกรม..... 236



1

บทนำไฮดรอลิกส์

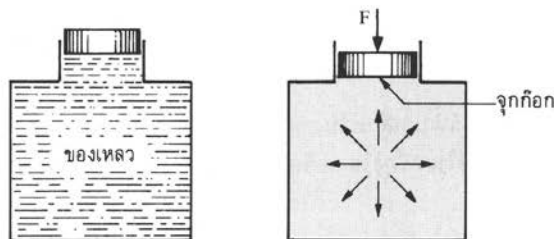
(Introduction to Hydraulics)

1.1 นิยาม

ไฮดรอลิกส์ (hydraulics) มาจากคำกรีก hydor หมายถึง water (น้ำ) และ aulos หมายถึง pipe (ท่อทาง) รวมความกันแล้วคำว่า ระบบไฮดรอลิกส์ (hydraulics system) คือระบบการควบคุมของเหลวให้เป็นตัวส่งถ่ายกำลังงานผ่านท่อทางไปทำให้เกิดแรงและการเคลื่อนที่

1.2 วิวัฒนาการของระบบไฮดรอลิกส์ (Development of hydraulics)

มนุษย์ทุกคนเกิดมาก็ได้สัมผัสกับน้ำ และได้นำเอาน้ำมาใช้ประโยชน์เช่นใช้ดื่ม ใช้อาบ ใช้ล้าง สิ่งสกปรกต่าง ๆ ต่อมามนุษย์ได้รู้จักสร้างระหัดวิดน้ำ ทดน้ำเข้านา จนกระทั่งคริสต์ศตวรรษที่ 17 ความรู้ทางด้านระบบไฮดรอลิกส์ได้ถูกค้นพบขึ้นโดยชาวฝรั่งเศสชื่อ ปาสคาล (Pascal) เขาได้ค้นพบว่า ถ้านำเอาน้ำบรรจุขวดไว้จนเต็มปิดด้วยจุกก๊อก แล้วออกแรงกดที่จุกก๊อก จุกก๊อกจะไปดันน้ำให้เกิดแรงดัน แรงดันของน้ำจะไปกระทำกับผนังขวดเท่า ๆ กัน ทุกทิศทุกทาง ถ้าเรายังดันจุกก๊อกนั้นต่อไปเรื่อย ๆ โดยที่ไม่ยอมให้น้ำไหลผ่านจุกก๊อก น้ำในขวดจะมีแรงดันสูงขึ้น จนกระทั่งขวดน้ำทนแรงดันไม่ได้ขวดน้ำนั้นจะแตก (ดูรูปที่ 1.1)



รูปที่ 1.1 แสดงการเกิดแรงดันของน้ำในขวด

1.3 การแบ่งประเภทของระบบการส่งถ่ายพลังงาน

ระบบการส่งถ่ายพลังงาน แบ่งออกได้ 3 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1. ระบบทางกล (mechanical system) ใช้เฟลา โซ หรือเฟือง เป็นตัวส่งถ่ายพลังงานจากที่หนึ่งไปอีกที่หนึ่ง

2. ระบบไฟฟ้า (electrical system) ใช้สายไฟ โดยอาศัยการเคลื่อนตัวของอิเล็กตรอน เป็นตัวส่งถ่ายพลังงาน

3. ระบบส่งถ่ายพลังงานโดยใช้ของไหล (fluid power system) ระบบนี้ทำได้โดยสร้างความดันให้กับของไหล แล้วใช้ของไหลเป็นตัวถ่ายทอดพลังงานไปทำให้เกิดการเคลื่อนที่ ระบบนี้แบ่งออกได้ 2 ประเภทคือ

3.1 การส่งถ่ายพลังงานด้วยของไหลชนิดที่ยุบตัวได้ (compressible) ได้แก่พวกก๊าซ ลมอัด เครื่องจักรที่ใช้ลมอัดเป็นตัวส่งถ่ายพลังงานเราเรียกระบบของเครื่องจักรนั้นว่า เครื่องจักรระบบนิวแมติกส์ (pneumatics machine system)

3.2 การส่งถ่ายพลังงานด้วยของไหลชนิดที่ยุบตัวไม่ได้ (incompressible) ได้แก่พวกของเหลว เช่น น้ำ น้ำมัน เครื่องจักรที่ใช้ น้ำมันเป็นตัวส่งถ่ายพลังงาน เราเรียกระบบของเครื่องจักรนั้นว่าเครื่องจักรระบบไฮดรอลิกส์ (hydraulics machine system)

1.4 การพัฒนาระบบไฮดรอลิกส์

ความเจริญก้าวหน้าในการพัฒนานำเอาระบบไฮดรอลิกส์มาใช้งานได้แบ่งออกเป็น 2 แบบใหญ่ ๆ คือ

1. ไฮดรอลิกส์พลังน้ำ (water hydraulics) เป็นวิชาที่ได้กำเนิดมาหลายศตวรรษแล้ว เป็นเรื่องราวที่เกี่ยวกับการใช้พลังน้ำ การส่งน้ำ การควบคุมแหล่งน้ำธรรมชาติ ตัวอย่างงานได้แก่ การผลิตกระแสไฟฟ้า โดยใช้พลังน้ำจากเขื่อนเก็บน้ำต่าง ๆ การชลประทาน เช่น การขุดคลองส่งน้ำไปตามไร่นา เป็นต้น

2. ไฮดรอลิกส์น้ำมัน (oil hydraulics) เป็นวิชาการที่ถูกนำมาใช้ประมาณปี พ.ศ. 2449 เป็นเรื่องราวเกี่ยวกับแรงที่ได้จากการนำเอาน้ำมันเป็นตัวส่งถ่ายกำลังงาน ตัวอย่างงานได้แก่ระบบเบรกในรถยนต์ แม่แรงไฮดรอลิกส์ เครื่องกดอัด รถขุดตักดิน เป็นต้น

ระบบไฮดรอลิกส์น้ำมัน (oil hydraulics system) แบ่งตามลักษณะการใช้งานได้ 3 ประเภทคือ

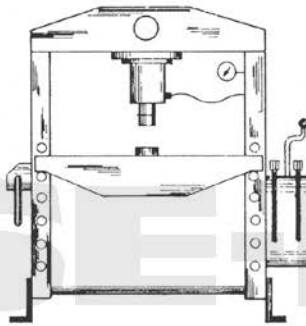
1. ระบบไฮดรอลิกส์น้ำมันสำหรับงานอุตสาหกรรม (industrial hydraulics system) ตัวอย่างงานได้แก่ ระบบไฮดรอลิกส์ในเครื่องไส เครื่องกลึง เครื่องกดอัด ปัมพ์ขึ้นรูปชิ้นงาน เครื่องฉีดพลาสติก เป็นต้น

2. ระบบไฮดรอลิกส์น้ำมันสำหรับยานพาหนะ (mobile hydraulics system) ตัวอย่างงานได้แก่ระบบเบรกของรถยนต์ ระบบบังคับลิ้นชักของรถยนต์ เป็นต้น

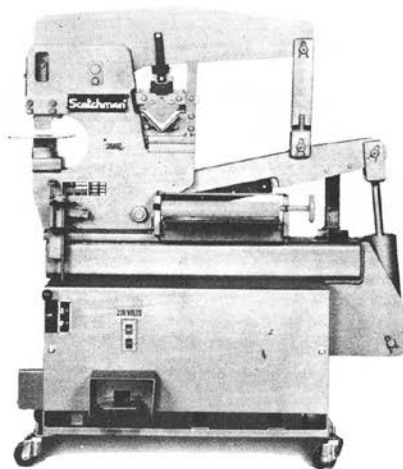
3. ระบบไฮดรอลิกส์น้ำมันสำหรับงานขนส่งและงานโยธาธิการ (oil hydraulics system for handing and civli) ตัวอย่างงานได้แก่ ระบบไฮดรอลิกส์ของรถดั้มพ์ รถยกของ รถขุดตัก รถไถ และรถเกรดดิน เป็นต้น

จากที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่าระบบไฮดรอลิกส์ได้พัฒนาและประยุกต์มาใช้งานตลอดจนปัจจุบันแทบจะกล่าวได้ว่าระบบไฮดรอลิกส์เป็นปัจจัยสำคัญในการช่วยเหลืองานแก่มนุษย์ได้อย่างดีเลิศ ทั้งการขนส่ง การโยธาธิการ ที่เราสามารถพบเห็นได้ทั่วไปในชีวิตประจำวัน ตามถนนหนทางที่มีการก่อสร้างก็ต้องมีรถขุดดิน ที่ใช้พลังงานไฮดรอลิกส์ รถยนต์ก็ต้องใช้ระบบเบรกไฮดรอลิกส์ และที่สำคัญคือ ระบบไฮดรอลิกส์ที่ใช้กันอยู่อย่างมากมายในโรงงานอุตสาหกรรม เพื่อผลิตเครื่องอุปโภคบริโภคจนแทบจะกล่าวได้ว่า ไม่มีโรงงานอุตสาหกรรมใดที่ไม่รู้จักเครื่องจักรไฮดรอลิกส์

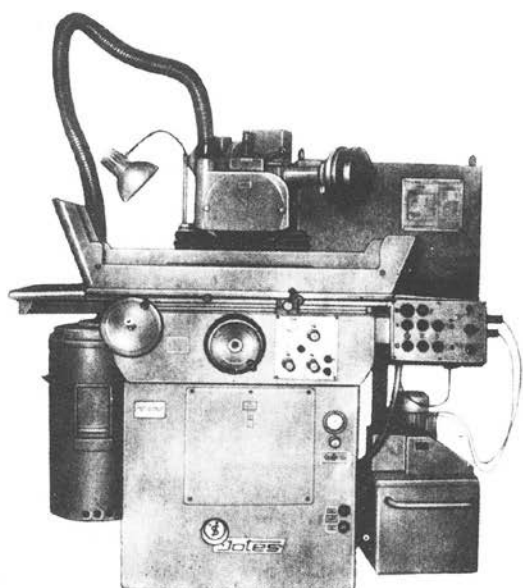
รูปที่ 1.2 ถึง 1.7 แสดงรูปเครื่องจักรที่ทำงานด้วยระบบไฮดรอลิกส์สำหรับงานอุตสาหกรรม



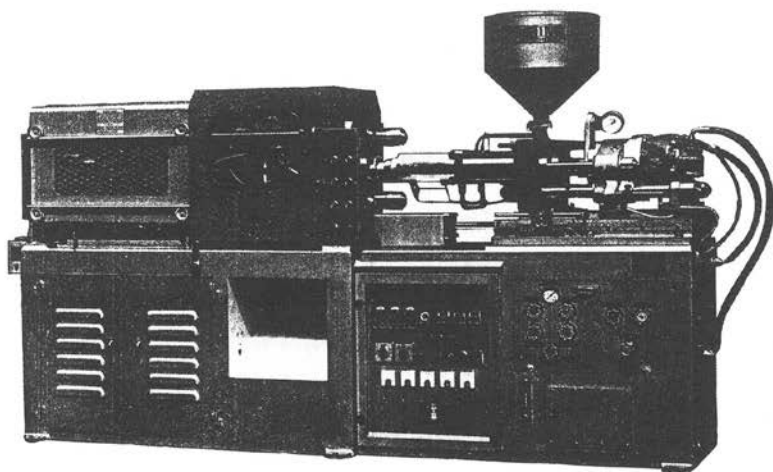
รูปที่ 1.2 เครื่องอัด (press) แบบใช้ปั๊มมือโยก



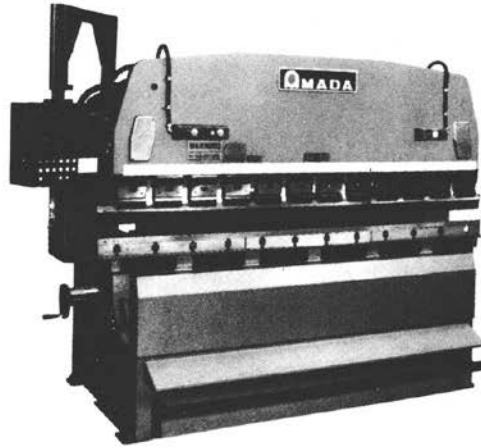
รูปที่ 1.3 เครื่องตัดเนืองเนกประสงค์ด้วยระบบไฮดรอลิกส์



รูปที่ 1.4 เครื่องเจียรในผิว



รูปที่ 1.5 เครื่องฉีดพลาสติก



รูปที่ 1.6 เครื่องพับเหล็ก



รูปที่ 1.7 รถยกของ

เนื้อหาวิชาที่เราจะเรียนรู้กันในหนังสือเล่มนี้ จะเน้นถึงระบบไฮดรอลิกส์ที่ใช้ในงานอุตสาหกรรม ซึ่งเป็นระบบที่ยุ่งยากสลับซับซ้อน ผู้เรียนควรจะต้องมีความรู้พื้นฐานทางด้านกลศาสตร์ของไหล เครื่องกล และระบบไฟฟ้าควบคุม เพราะเครื่องจักรไฮดรอลิกส์ได้นำเอาหลักการต่าง ๆ เหล่านี้มาประยุกต์ใช้รวมอยู่ในเครื่องเดียวกัน เช่นเครื่องบีบขึ้นรูปตัวถังรถยนต์ด้วยระบบไฮดรอลิกส์ ถ้าท่านเป็นช่างซ่อมบำรุง ท่านต้องรู้ว่าพลังงานที่จะไปกักดันชิ้นงานนั้นเกิดขึ้นได้อย่างไร ถ้าเสียจะซ่อมตรงจุดไหน ถ้าท่านเป็นวิศวกรออกแบบหรือสร้างเครื่องจักร ก็ต้องรู้ว่าควรจะใช้วัสดุอะไร ขนาดเท่าไร จึงจะเหมาะสมเพื่อนำไปใช้งานได้ดีที่สุด อายุการใช้งานนานที่สุดและต้นทุนต่ำที่สุด การที่เราจะต้องทราบสิ่งต่าง ๆ เหล่านี้ได้ เราจะต้องเรียนรู้ถึงหลักการทำงานและการคำนวณจากบทต่อ ๆ ไป

การเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของระบบไฮดรอลิกส์

ข้อดีของระบบไฮดรอลิกส์ คือ

1. สามารถควบคุมได้ง่าย
2. ถ่ายทอดกำลังงานได้มากจากอุปกรณ์ขนาดเล็ก
3. บังคับและปรับแต่งความเร็วได้ง่าย
4. หมุนได้ด้วยตนเอง
5. อายุการใช้งานนาน
6. เปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่ได้ทันทีที่ต้องการ
7. ควบคุมทางอ้อมได้
8. ปราศจากเฟือง เพลา สามารถส่งกำลังไปได้ในระยะทางไกล ๆ ด้วยท่อ

ข้อเสียของระบบไฮดรอลิกส์ คือ

1. อุปกรณ์ทำงานเคลื่อนตัวช้า
2. อุปกรณ์มีราคาแพง
3. มีน้ำหนักมาก
4. เกิดอุบัติเหตุจากท่อแตก อันเนื่องมาจากการทำงานที่ความดันสูง
5. การรั่วซึมของน้ำมันทำให้สกปรก

พิจารณาตารางที่ 1.1 ซึ่งเปรียบเทียบข้อแตกต่างระหว่างระบบไฮดรอลิกส์กับระบบอื่น ๆ สรุปได้ว่าถ้าต้องการเครื่องจักรไปทำงานที่ต้องการแรงสูง ๆ การเคลื่อนตัวช้า การควบคุมทำได้ง่าย ต้องเลือกใช้ระบบไฮดรอลิกส์ แต่ถ้าต้องการเครื่องจักรไปทำงานที่ไม่จำเป็นต้องใช้แรงสูง ๆ เลือกใช้ระบบอื่นจะดีกว่า เพราะต้นทุนในการสร้างต่ำกว่า

ปัจจัยการเลือกใช้ระบบการควบคุมอีกปัจจัยหนึ่งคือการทำงานใด ๆ ก็ตามถ้าต้องการใช้การควบคุมระบบที่ง่ายเป็นไปแบบอัตโนมัติหรือกึ่งอัตโนมัติ และที่ต้องการทำงานในแนวเส้นตรง วิธีที่ดีที่สุดก็คือการใช้ระบบลูกสูบ ถ้างานที่ต้องการแรงน้อย ให้เลือกใช้ระบบนิวแมติกส์ แต่ถ้างานที่ต้องการแรงสูงให้เลือกใช้ระบบไฮดรอลิกส์

ตารางที่ 1.1 แสดงการเปรียบเทียบข้อแตกต่างระหว่างระบบไฮดรอลิกส์กับระบบอื่น ๆ

ระบบ	ตัวต้นกำลัง	ตัวเปลี่ยนพลังงาน	ถ่ายทอดพลังงาน	ตัวบังคับและควบคุม	ตัวทำงาน (ทิศทางการขับเคลื่อน)	ผลของงาน	การสร้าง ระบบควบคุม	ตัวอย่างงาน
ไฮดรอลิกส์	มอเตอร์ไฟฟ้า เครื่องยนต์ เครื่องยนต์	ปั๊มน้ำมันไฮดรอลิกส์	ท่อแข็ง, ท่ออ่อน	วาล์วควบคุมทิศทาง วาล์วควบคุมความดัน วาล์วควบคุมความเร็ว	กระบอกสูบไฮดรอลิกส์ (ทางตรง) มอเตอร์ไฮดรอลิกส์ (หมุน)	แรงดันสูง แรงบิดสูง เคลื่อนตัวช้า	ง่าย	เครื่องมือขึ้นงาน ก๊วสมอเรือ
นิวแมติกส์	มอเตอร์ไฟฟ้า เครื่องยนต์	ปั๊มลม	ท่อแข็ง, ท่ออ่อน	วาล์วควบคุมทิศทาง วาล์วควบคุมความดัน วาล์วควบคุมความเร็ว	กระบอกสูบลม (ทางตรง) มอเตอร์ลม (หมุน)	แรงดันต่ำ แรงบิดต่ำ เคลื่อนตัวเร็ว	ง่าย	เครื่องจับยึดชิ้นงาน สว่านลม
เครื่องกล	มอเตอร์ไฟฟ้า เครื่องยนต์	—	เฟลา, เฟือง, โซ่	ใช้คันโยก ใช้เกสียว ใช้ลูกเบี้ยว	ล้อ, เฟลา, หมุน ก้านเลื่อน	ช้าหรือเร็ว ขึ้นอยู่กับการ ออกแบบ	ยุ่งยาก	เครื่องกลึง เครื่องไส
ไฟฟ้า	โรงไฟฟ้า แบตเตอรี่	เครื่องกำเนิด ไฟฟ้า	สายไฟ	รีเลย์ รีเลย์ถ่วงเวลา สวิตช์	มอเตอร์ไฟฟ้า โซลินอยด์	แรงดันต่ำ แรงบิดต่ำ เคลื่อนตัวเร็ว	ง่าย	พัดลม ส่วนไฟฟ้า

หลักการงานและเทคนิคการประยุกต์ใช้งาน

ไฮดรอลิกส์

พลังงานไฮดรอลิกส์ถือว่าเป็นพลังงานมหัศจรรย์ ทั้งนี้เพราะว่า เครื่องจักรหลายประเภทที่ต้องการพลังงานสูงๆ รวมทั้งเครื่องจักรในโรงงาน อุตสาหกรรมที่ผลิตสินค้าออกมาจำหน่ายอย่างมากมาย ในปัจจุบันนี้ล้วน อาศัยหลักการงานของระบบไฮดรอลิกส์ทั้งสิ้น นอกจากนั้นในงานส่วนอื่นๆ เช่น แม่แรงยกรถ ระบบบังคับทางเลี้ยวของเรือ ระบบบังคับปีกและล้อของ เครื่องบิน และหุ่นยนต์อุตสาหกรรม เครื่องจักรระบบไฮดรอลิกส์เหล่านี้ ต่างก็อาศัยหลักการงานแบบเดียวกัน แต่จะนำไปผลิตเครื่องจักรประเภท ไหน ขึ้นอยู่กับการใช้งานที่จะนำไปประยุกต์ใช้งานให้เหมาะสม

หนังสือเล่มนี้ได้กล่าวถึงหลักการงานตั้งแต่ขั้นพื้นฐานของระบบ ไฮดรอลิกส์ รายละเอียดของอุปกรณ์ชนิดต่างๆ สัญลักษณ์ โครงสร้างของ วาล์ว ปั๊มน้ำมัน หลักการคำนวณ และรูปร่างการทำงานของระบบ ไฮดรอลิกส์แบบต่างๆ มากมาย ซึ่งท่านสามารถอ่านและทำความเข้าใจได้ ด้วยตนเอง จนกระทั่งนำไปประยุกต์ใช้งานได้ และยังเหมาะสำหรับช่างเทคนิค ประจำอยู่ในโรงงานอุตสาหกรรม เพื่อเสริมความรู้ หรือท่านที่จะนำเอาระบบ ไฮดรอลิกส์ไปประยุกต์ใช้กับเครื่องจักรเดิมให้ทำงานได้ประสิทธิภาพ เพิ่มขึ้น นอกจากนี้แล้วหนังสือเล่มนี้ยังให้ข้อมูลและความรู้รายละเอียด ครอบคลุมหลักสูตร ปวส. ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรมอีกด้วย จึงเหมาะ สำหรับนักศึกษาที่กำลังศึกษาอยู่ในระดับนี้

ISBN 978-974-512-520-9



9 789745 125209

110 บาท