บทที่ 2 เนื้อหาและทฤษฎีพื้นฐาน

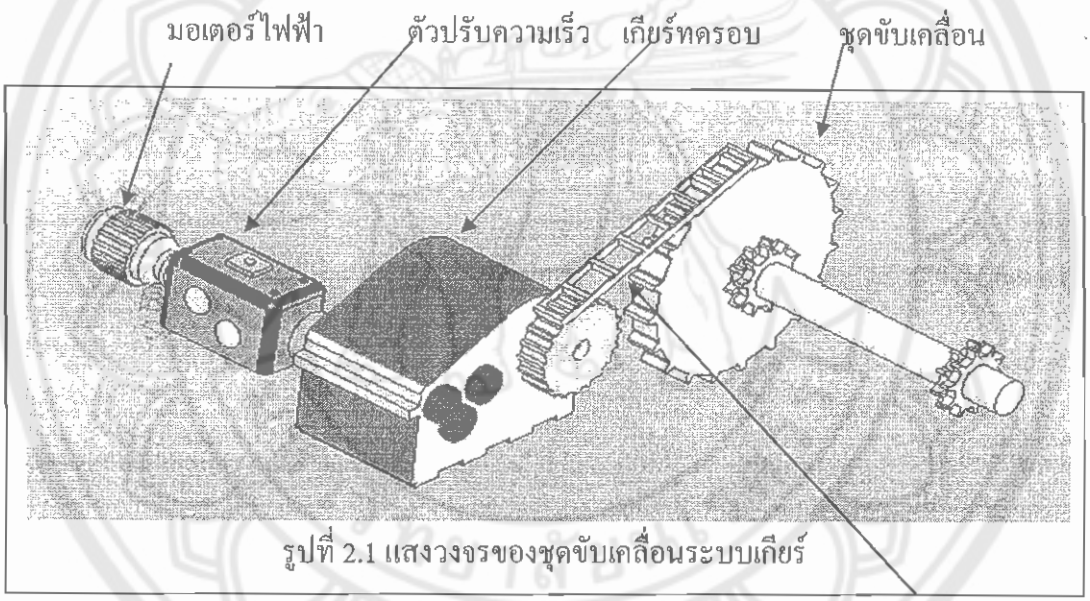
ในส่วนของระบบ SSC. นี้ ส่วนของชุดขับเคลื่อนที่ใช้ขับสายพานเหล็กเพื่อกวาดขี้เถ้า (Slag) ออกจากใต้เตา ที่ทางโรงไฟฟ้าแม่เมาะใช้มี 2 ระบบ คือ

1. SSC. ที่ขับเคลื่อนด้วยระบบชุดเกียร์
2. SSC. ที่ขับเคลื่อนด้วยระบบชุดไฮดรอลิก

ลำดับต่อไปจะอธิบายหลักการทำงานของชุดขับเคลื่อนสายพานเหล็กในแต่ละชุดที่ทางโรงไฟฟ้าแม่เมาะมี

2.1 ชุดขับเคลื่อนด้วยระบบชุดเกียร์

หลักการทำงาน



รูปที่ 2.1 แสงวงจรของชุดขับเคลื่อนระบบเกียร์

ชุดขับเคลื่อนชุดนี้จะเริ่มทำงานจากมอเตอร์ไฟฟ้า (ELECTRICAL MOTOR) จะไปขับ ตัวปรับความเร็ว(P.I.V.)ในส่วนของ ตัว P.I.V. นี้จะสามารถปรับความเร็วได้ด้วยตัวของมันเองเพื่อปรับความเร็วของรอบจากมอเตอร์ไฟฟ้าแล้วไปขับตัว เกียร์ทดรอบ (Gear reducer) ในส่วนของเกียร์ทดรอบรอบนี้จะทดรอบจาก 1200 รอบต่อนาที่ให้เหลือ 5.35 รอบต่อนาที แล้วจะมีโซ่เหล็กที่เชื่อมต่อระหว่างเกียร์ทดรอบ กับ ตัว Control torque coupling ที่จะคอยรับแรงจากเกียร์ทดแล้วไปหมุนเพลาขับสายพานเหล็ก (Sprocket) ต่อไป

อุปกรณ์ในชุดขับเคลื่อนแบบเกียร์

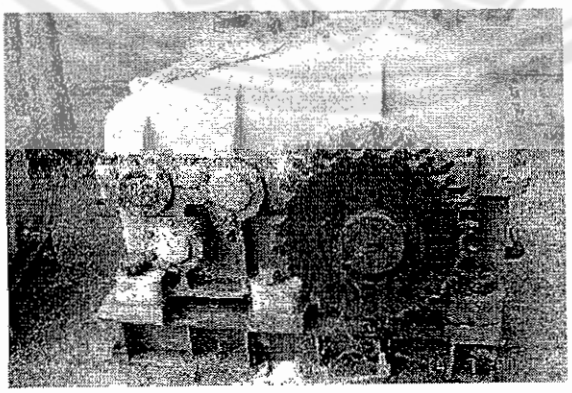
- มอเตอร์ไฟฟ้า (Electrical motor) เป็นอุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล (แรงหมุน) โดยส่วนมากมอเตอร์ในโรงงานอุตสาหกรรมจะใช้ที่ 15 แรงม้า หรือ 11 กิโลวัตต์แล้วหมุนที่ 1,450 รอบต่อนาที

- ตัวปรับความเร็ว (P.I.V.) เป็นอุปกรณ์ที่รับแรงต่อจากมอเตอร์ไฟฟ้าแล้วไปขับตัวเกียร์ทดรอบอีกทีหนึ่ง ในส่วนของตัวปรับความเร็วนี้ ภายในตัวเครื่องจะมีจานรองโซ่ที่สามารถเลื่อนเข้าออกได้เพื่อปรับความเร็วได้ตามต้องการแต่ในการปรับความเร็วของตัวปรับความเร็ว นี้เป็นระบบ manual จึงต้องมี operate คอยคุมตลอดเวลา โดยลักษณะของตัวปรับความเร็วแสดงในรูปจากรูป 2.2

ก. รูปตัวปรับความเร็ว ข. ตัวปรับความเร็ว

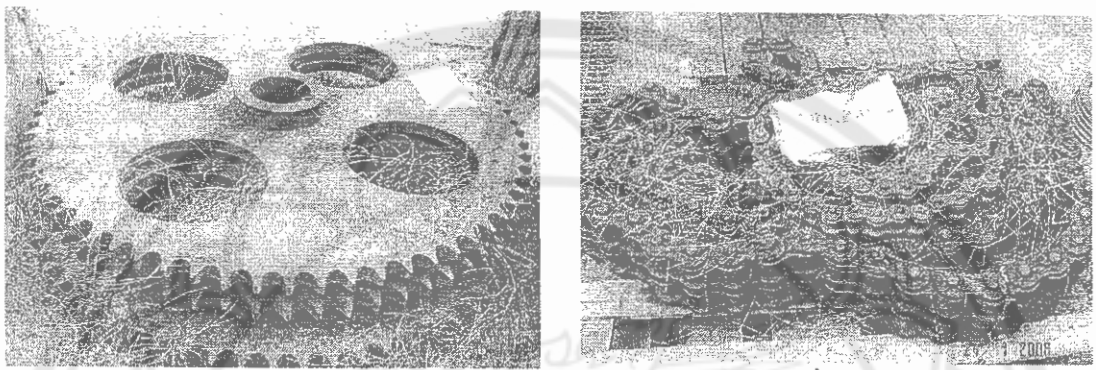
รูป 2.2 ตัวปรับความเร็ว

- เกียร์ทดรอบ (Speed reducer) ตัวทดรอบนี้จะเป็นตัวทดรอบที่มาจากตัวปรับความเร็วที่ 1200 รอบต่อนาทีให้เหลือเพียง 5.35 รอบต่อนาที ภายในตัวทดรอบนี้จะมีเฟืองตัวหนอนอยู่ทั้งหมด 4 ตัว เพื่อลดรอบลงโดยลักษณะของเกียร์ทดรอบแสดงที่รูป 2.3



รูป 2.3 ตัวทดรอบ

- ชุดขับเคลื่อน (CONTROL TORQUE COUPLING) อุปกรณ์ชุดนี้เป็นเกียร์แบบ spur gear ที่รับแรงจากเกียร์ทดรอบแล้วเชื่อมต่อมาโดยโซ่เหล็กแล้วเกียร์ก็จะไปหมุนแกนเพลาเพื่อลำเลียงสายพานเหล็กกวาด ขี้เถ้า ออกจากใต้เตาต่อไป ดังแสดงที่รูป 2.4 คือเกียร์หมุนและโซ่ขับ



ก. รูป spur gear ที่ขับเพลา ข. รูปโซ่ที่ขับ spur gear

รูป 2.4 ชุดขับเพลา

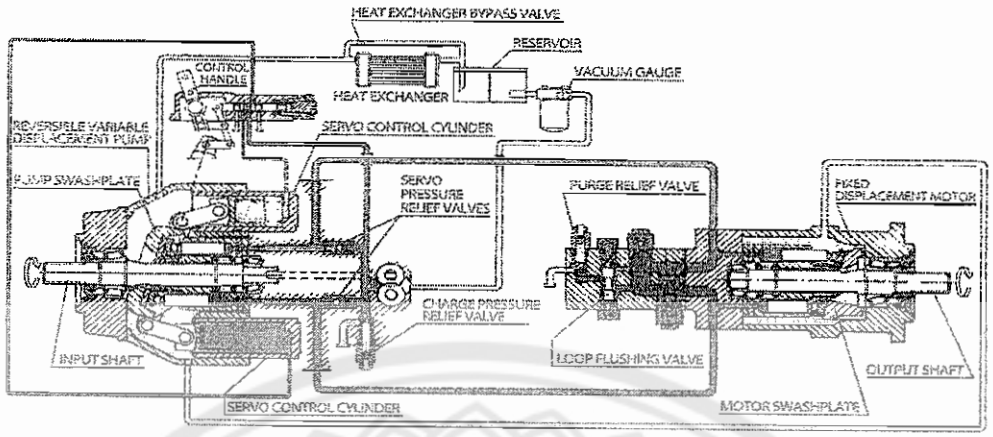
2.2 ชุดขับเคลื่อนระบบไฮดรอลิก

ในส่วนของระบบไฮดรอลิกพื้นฐานนั้นสามารถแบ่งประเภทอุปกรณ์ต่างๆได้เป็น 3 ประเภท จากหน้าที่การทำงานดังนี้

1. ชุดต้นกำลัง (Fluid Power Generator Unit)
2. ชุดควบคุม (Control Actuators and Operating Station)
3. ชุดขับเคลื่อน (Fluid Power Drive Output Unit)

2.2.1 ชุดต้นกำลัง (Fluid Power Generator Unit)

จากรูปที่ 2.5 ชุดต้นกำลัง (Fluid Power Generator Unit) จะอยู่ด้านซ้ายมือสุด ประกอบด้วย ประกอบด้วย electric motor และ variable displacement pump (PV.) ตรงกลางจะมีตู้ควบคุมส่งสัญญาณมาที่ control actuator เพื่อควบคุมการทำงานของ PV. ด้านขวาสุดเป็นชุดของ Hydraulic motor



รูปที่ 2.5 ส่วนต้นกำลัง

หลักการทำงาน

เริ่มจากด้านซ้ายสุดต้นกำลังจะเป็นมอเตอร์ไฟฟ้าหมุนซึ่งจะมีแกนต่อไปที่ชาร์จปั๊มขั้นตอนการทำงานจะเป็นไปดังนี้

1. ชาร์จปั๊ม(Charge pump) ซึ่งเป็นปั๊มแบบเกียร์ ตัวเล็กๆจะทำหน้าที่ดูดน้ำมันมาจากถังน้ำมัน (reservoir) ผ่านตัวกรอง (suction filter) ซึ่งสามารถกรองเศษสกปรกที่โตกว่า 10 ไมครอน (0.01 mm.) เอาไว้เพราะน้ำมันในระบบนี้จะต้องสะอาด ตามภาพจะเห็นเป็นท่อสีขาว

2. เมื่อน้ำมันเข้ามาอยู่ในชาร์จปั๊ม จะถูกฉีดออกไปตามท่อสีดำลายด้วยความดันประมาณ 160 psig จะถูกส่งไปที่ชุดวาล์วควบคุม (Displacement control valve) ซึ่งทำหน้าที่หลักอยู่ 2 ประการ

- จ่ายน้ำมันไปยังเซอร์โวคอนโทรลไซลินเดอร์ (Servo control cylinder) ของ ปั๊มลูกสูบข้างที่ต้องการเพื่อควบคุมทิศทางการหมุนของ S.S.C.

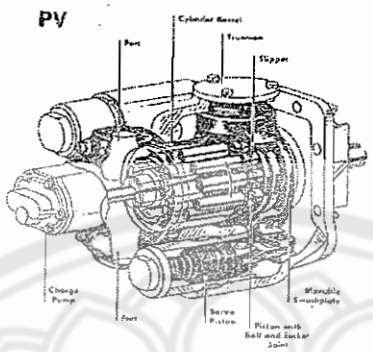
- ควบคุมปริมาณน้ำมันที่ไปยัง Servo control cylinder เพื่อควบคุมความเร็วรอบในการหมุนของ S.S.C. ในแต่ละทิศทาง

Servo control cylinder มีหน้าที่คอยปรับมุมเอียงของแผ่นไถล (Pump Swash plate) ซึ่งสามารถปรับให้เอียงเท่าใดก็ได้ โดยมีมุมเอียงระหว่าง 0-18 องศา

ฉะนั้นหากปรับ Displacement control valve ในทิศทางตรงกันข้าม น้ำมันจาก charge pump จะเข้ามาทาง servo control cylinder ด้านบน ทำให้ swash plate เงยหน้าขึ้นทิศทางการหมุนของ S.S.C. ก็จะหมุนในทิศตรงกันข้าม

ชิ้นส่วนที่สำคัญอีกส่วนที่ไปหมุนเพลา คือ ลำกล้องกระบอกสูบ(cylinder barrel)มีลักษณะเหมือนลูกโม่ของปืนประกอบด้วยส่วนมี่เป็นลูกสูบ (piston) 9 สูบ ,กระบอกสูบ (cylinder) 9 กระบอก ,ด้านหลังของ piston ทุกอันจะมีข้อต่อที่เป็นข้อต่อแบลูกบอล(ball join) และ ข้อต่อแบบ

เบ้า (socket join) โดยแต่ละอันติดกับแผ่นแตะ (slipper) ซึ่งจะเป็นตัวไถลไปบนแผ่นไถล (swash plate)โดยดูรูปที่ 2.6 ประกอบ



รูปที่ 2.6 variable pump

เมื่อแกนข้อต่อของมอเตอร์ไฟฟ้ากับปั๊ม (Input shaft) หมุนจะพาให้ cylinder barrel นั้นหมุนไปด้วย ลูกสูบจะเคลื่อนที่เข้าออกอยู่ตลอดเวลาเพราะ Swash Plate เอียงเป็นมุมอยู่ ฉะนั้นหาก Swash Plate ทำมุม 0 องศา จะไม่มีการเคลื่อนที่ของลูกสูบ S.S.C. ก็จะหยุดทำงาน

อุปกรณ์ที่สำคัญของส่วนต้นกำลัง ได้แก่

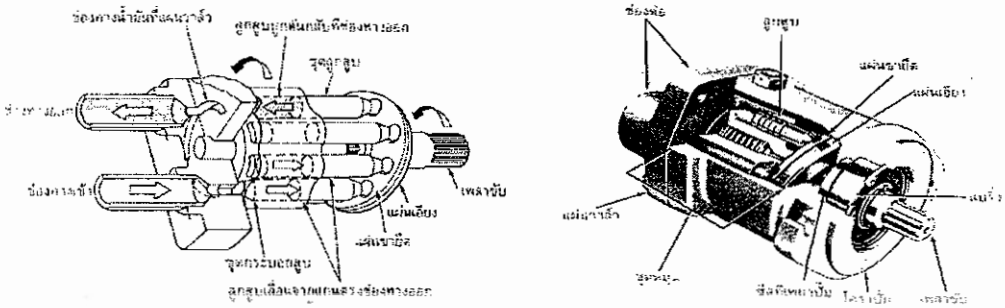
1. มอเตอร์ไฟฟ้า (Electrical motor) เป็นมอเตอร์ไฟฟ้าต้นกำลังเป็นอุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล (แรงหมุน) โดยส่วนมากมอเตอร์ในโรงงานอุตสาหกรรมจะใช้ที่ 15 แรงม้า หรือ 11 กิโลวัตต์แล้วหมุนที่ 1,450 รอบต่อนาที

2. ปั๊มไฮดรอลิก (Hydraulic pump) ปั๊มไฮดรอลิกใช้สำหรับเปลี่ยนพลังงานให้เป็นพลังงานของไหลหรือกล่าวอีกนัยหนึ่งว่า ปั๊ม คือ อุปกรณ์ที่สร้างการไหลของน้ำมัน เมื่อน้ำมันไหลแล้วมีสิ่งกีดขวางทำให้เกิดความดัน สามารถแบ่งออกใหญ่ ๆ ได้ 3 ชนิด คือ

1. ปั๊มแบบเฟือง
2. ปั๊มแบบเวน
3. ปั๊มแบบลูกสูบ

ในที่นี้ทางผู้ดำเนินโครงงานจะขอกล่างถึงเฉพาะปั๊มแบบลูกสูบ เนื่องจากเป็นปั๊มที่ทางบริษัทมีอยู่และสามารถนำมาดัดแปลงใช้งานได้

- ปั๊มแบบลูกสูบแถวเรียงรอบแกนเพลา (Axial piston pump) เป็นอีกปั๊มชนิดหนึ่งที่นิยมใช้กันมากในระบบไฮดรอลิกโดยเฉพาะในระบบที่มีแรงดันสูง โครงสร้างภายในของปั๊มแบบลูกสูบ (piston pump) ผลิตขึ้นอย่างละเอียด โดยแสดงในรูป 2.6 การรั่วซึมน้อยประสิทธิภาพของปั๊มแบบนี้นับว่าสูงมากเพราะว่าสามารถทำงานที่ความดันถึง 10,000 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว แต่มีความจุน้ำมันต่ำ



ก. โครงสร้างของ piston pump ข. piston pump

รูปที่ 2.7 ปั๊มแบบลูกสูบ

หลักการทำงาน

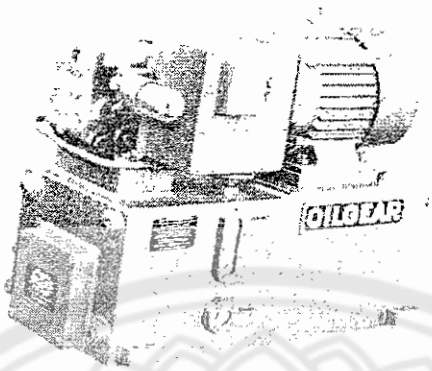
ในปั๊มแบบนี้ชุดกระบอกสูบและเพลาขับจะอยู่ในแนวแกนกลางเดียวกัน ลูกสูบจะหมุนไปในแนวขนานกับเพลาขับ โดยลูกสูบจะสวมล๊อคติดอย่กับแผ่นขายึด (shoe plate) และแผ่นขายึดนี้ก็ต่ออยู่กับแผ่นเอียงอีกทีหนึ่ง ดังแสดงในรูปที่ 2.7 (ก)

เมื่อเพลาขับหมุนไป ชุดกระบอกสูบก็จะหมุนตามเพราะแผ่นเอียงสวมติดอยู่ในเพลาขับทำให้ลูกสูบหมุนไปด้วย ลูกสูบแต่ละลูกจะเลื่อนเข้าออกไม่พร้อมกันเนื่องจากการหมุนเอียงของแผ่นเอียงเมื่อลูกสูบเลื่อนออก น้ำมันจะถูกดูดเข้าปั๊ม และเมื่อลูกสูบเลื่อนเข้าจะอัดดันน้ำมันส่งออกไปทางช่องออก น้ำมันจะไหลเข้าออกจากชุดกระบอกสูบได้โดยผ่านร่องที่แผ่นวาล์ว (value plate slot) ซึ่งติดอยู่ที่ปลายหัวสูบ ดังรูป 2.7 ข

ตาราง 2.1 แสดงขีดความสามารถของปั๊มแบบต่างๆ

ชนิด	ความดัน กิโลแรง/ตร. ซม.(kgf/cm^3)	อัตราการจ่าย น้ำมัน ลิตร/ นาที(l/min)	ความเร็วสูงสุด รอบ/นาที (rpm)	ประสิทธิภาพ รวม (%)
ปั๊มแบบเฟือง	20-175	7-570	1800-7000	75-90
ปั๊มแบบเวน	20-175	2-950	2000-4000	75-90
ปั๊มลูกสูบแถวเรียงรอบแกนเพลา	70-350	2-1700	60-6000	85-95

3. ถังน้ำมันไฮดรอลิก (Fluid reservoir of hydraulic system)



รูปที่ 2.8 ถังน้ำมันไฮดรอลิก

ในระบบไฮโดรลิกไม่ว่าจะเป็นขนาดเล็กหรือขนาดกลาง ส่วนใหญ่ด้านบนของถังพักน้ำมันจะใช้เป็นที่ ติดตั้งมอเตอร์ไฟฟ้า ปั๊มไฮโดรลิก หม้อกรอง วาล์วต่าง ๆ และอุปกรณ์อื่น ๆ ในส่วนที่เกี่ยวกับพลังงานในระบบแต่ถ้าเป็นระบบไฮโดรลิกขนาดใหญ่ก็มักจะติดตั้งมอเตอร์ไฟฟ้าและปั๊มแยกจากถังพักน้ำมัน ทั้งนี้เพราะมอเตอร์และปั๊มมีขนาดใหญ่ ทำให้มีการสั่นสะเทือนมาก ในการออกแบบสร้างถังพักน้ำมันนั้นควรทราบหน้าที่ต่าง ๆ ของถังพักเสียก่อน เพื่อใช้ประกอบในการพิจารณาสร้างถังพัก โดยรูปที่ 2.8 จะแสดงรูปร่างของถังน้ำมันไฮดรอลิกที่ทางโรงงานอุตสาหกรรมที่นิยมใช้กันมาก

3.1. หน้าที่ของถังพักน้ำมัน ถังพักน้ำมันมีหน้าที่ต่าง ๆ ดังนี้ คือ

1. เป็นที่เก็บและพักน้ำมัน โดยจะต้องมีขนาดใหญ่พอที่จะเก็บและสำรองจำนวนน้ำมันให้เพียงพอที่จะจ่ายให้แก่ระบบทั้งหมด โดยรักษาระดับความดันเท่าบรรยากาศ ในระหว่างการทำงานระดับน้ำมันในถังพักจะขึ้น ๆ ลง ๆ ตลอดเวลา จำนวนน้ำมันที่พอเพียงนั้นต้องพิจารณาถึงจำนวนที่ต้องใช้ในการดันลูกสูบในกระบอกสูบไฮดรอลิกให้เคลื่อนที่ออกจนสุดทุกลูกสูบ หรือจำนวนที่ต้องป้อนให้แก่มอเตอร์ไฮดรอลิกเมื่อหมุนที่รอบสูงสุดที่ต้องการ ถ้าจำนวนน้ำมันเกิดไม่พอขาดช่วงไป จะทำให้มีการอัดอากาศผสมเข้าไปในระบบบางส่วนซึ่งจะมีผลโดยตรงต่อการเคลื่อนที่ของอุปกรณ์ใช้งาน เช่น ในชั่วขณะหนึ่งลูกสูบอาจเคลื่อนที่ได้ช้าลง หรือกำลังงานที่ได้จากเพลาของมอเตอร์ไฮดรอลิกอาจตกลงชั่วขณะ และจะกลับเป็นปกติเมื่อจำนวนน้ำมันมีเพียงพอ

2. เป็นที่ขจัดสิ่งสกปรกต่าง ๆ และน้ำที่ปนมากับน้ำมัน เพราะสิ่งเหล่านี้อาจทำให้อุปกรณ์ในระบบเกิดการขัดข้องหรือเสียหายได้ ดังนั้นในถังพักน้ำมันจึงต้องมีอุปกรณ์หรือส่วนที่คอยดักเพื่อให้สิ่งสกปรกต่าง ๆ และน้ำแยกตัวจากน้ำมันและตกตะกอนสู่ก้นถังได้

3. เป็นที่ระบายความร้อนของน้ำมันในระบบ ความร้อนที่ทำให้น้ำมันในระบบร้อนขึ้นในขณะทำงานเกิดขึ้นจากการสูญเสียกำลังงานในระบบ เช่น การสูญเสียทางกลที่เกิดขึ้นที่แบริ่งภายในตัวปั๊มและมอเตอร์ไฮดรอลิก การสูญเสียเนื่องจากความเสียดทานภายในกระบอกสูบ และ

การสูญเสียกำลังงานของไหลเนื่องจากความดันลดที่วาล์วต่าง ๆ ท่อและข้อต่อ เมื่อน้ำมันไหลผ่านกำลังงานที่สูญหายไปตามที่ต่าง ๆ ดังกล่าวนั้นจะเปลี่ยนไปในรูปของความร้อน แล้วถ่ายเทให้กับน้ำมันในระบบทำให้น้ำมันมีอุณหภูมิสูงขึ้น จึงจำเป็นต้องมีวิธีระบายความร้อนเพื่อลดอุณหภูมิของน้ำมันลง แล้วรักษาระดับอุณหภูมิให้คงที่ในระดับ 100-130 องศาฟาเรนไฮต์ระบบก็จะมีประสิทธิภาพในการทำงานที่ดี ซึ่งในระบบไฮดรอลิกขนาดเล็ก ๆ ความร้อนจากน้ำมันจะสามารถถ่ายเทออกโดยการนำและแผ่กระจายความร้อนผ่านผนังของถังพัก รวมทั้งพื้นที่ของกระบอกสูบ ท่อ และชิ้นส่วนอื่น ๆ ออกไปสู่บรรยากาศภายนอกได้อย่างพอเพียง โดยไม่ทำให้อุณหภูมิของน้ำมันในระบบสูงมากนัก แต่ถ้าเป็นระบบไฮดรอลิกขนาดใหญ่ควรมีถังถ่ายเทความร้อน (heat exchanger) เพิ่มเข้ามาเพื่อช่วยลดอุณหภูมิของน้ำมัน

4. เป็นที่ขจัดฟองอากาศ เมื่อน้ำมันไหลกลับสู่ถังพักถัง จะเกิดฟองอากาศผสมน้ำมัน ฟองอากาศเหล่านี้จะถูกขจัดออกไปด้วยการแยกตัวหนีกลับสู่บรรยากาศได้โดยภายในถังพักต้องมีเนื้อที่สำหรับอากาศเหนือผิวน้ำมัน ซึ่งจะมีความดันเท่ากับความดันบรรยากาศ เพื่อรับการขยายตัวของน้ำมันและรับฟองอากาศที่แทรกตัวอยู่ในน้ำมัน

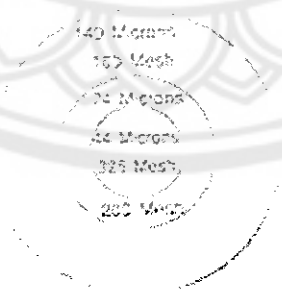
3.2 การกรองในระบบไฮดรอลิก (Hydreulic Filtration) การกรองในระบบไฮดรอลิกจะมีอยู่ 2 ชนิด คือ

1.การกรองอย่างหยาบ(Strainer)

2. การกรองอย่างละเอียด (Filter)

การกรองเหล่านี้จะมีหน่วยเป็น 2 อย่างคือ หน่วยวัดที่ค่าเป็น เมช (Mesh) และหน่วยวัดเป็นไมครอน (Micron) แต่ส่วนมากแล้วเรามักจะพบหน่วยวัดที่เป็นหน่วยไมครอนมากกว่าหน่วยวัดที่เป็นเมช ไมครอน คือขนาดรูของไส้กรองที่มีขนาดดังต่อไปนี้

1 ไมครอน = 1/1,000 มิลลิเมตร = 1/1,000,000 เมตร = 0.00003937 นิ้ว



รูปที่ 2.9 แสดงขนาดของเมชและไมครอนที่ขยายออก 500 เท่า

เช่น เซลล์เม็ดเลือดขาว มีขนาดประมาณ 25 ไมครอน เซลล์เม็ดเลือดแดงขนาดประมาณ 8 ไมครอน แบบทีเรีย (Cocci) ขนาดประมาณ 2 ไมครอน เป็นต้น

3.2.1 อัตราการกรอง

สเตรนเนอร์ตัวหนึ่งกรองสิ่งสกปรกขนาด 25 ไมครอนได้เกือบทั้งหมด (ประมาณ 98 %) แสดงว่าสเตรนเนอร์ตัวนี้เป็นแบบปกติ ถ้าสิ่งสกปรกโตขึ้นเป็นขนาด 40 ไมครอน ทำให้สเตรนเนอร์ตัวนี้สามารถกรองได้ 100 % เรียกว่าสเตรนเนอร์ตัวนี้ว่า สเตรนเนอร์ที่มีอัตราการกรองที่สมบูรณ์ (จะต้องใช้สเตรนเนอร์ที่มีสภาพใหม่ในการทดสอบ)

การกรองในระบบไฮดรอลิกนั้นส่วนมากแล้วจะมีอยู่ 3 จุดด้วยกันคือ

1. การกรองที่ท่อดูด (Suction Side) การกรองที่ท่อดูดนี้มักใช้สเตรนเนอร์ทำหน้าที่ในการกรองสิ่งสกปรก โดยมีอัตราการกรองตั้งแต่ขนาด 75 ไมครอน ถึง 240 ไมครอน

2. การกรองที่ท่อความดัน (Pressure Side) เนื่องจากสิ่งสกปรกที่เป็นเศษโลหะที่เกิดขึ้นในระบบไฮดรอลิกนั้น มักจะเกิดจากการเสียดสีของชิ้นส่วนของปั๊มไฮดรอลิกเป็นส่วนใหญ่ ดังนั้นตำแหน่งการกรองที่ดีที่สุดก็น่าจะอยู่ที่ทางออกของปั๊ม โดยติดตั้งกรองน้ำมันไว้ก่อนที่จะถึงรีลีฟวาล์ว ไส้กรองชนิดนี้จะต้องทนต่อค่าความดันที่สูง ๆ ได้ ปกติความดันลดคร่อมควรน้อยกว่า 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว แต่ถ้ามีมากกว่า 30 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ควรเปลี่ยนไส้กรองนี้ใหม่

3. การกรองที่ท่อน้ำมันไหลกลับ (Return Side) เป็นการกรองน้ำมันทันทีที่ไหลกลับถังน้ำมัน โดยไส้กรองไม่ต้องทนความดันสูง ๆ มากนัก ทำให้ราคาของกรองน้ำมันถูกต้อง ซึ่งไส้กรองต้องมีขนาดใหญ่เพียงพอเพื่อให้การระบายน้ำมันลงสู่ถังน้ำมันได้สะดวก และเพียงพอมักจะมีเช็กวาล์วติดตั้งเป็นแบบขนาน กับกรองน้ำมันไว้เสมอ เหตุผลก็คือเมื่อกรองน้ำมันอุดตันเมื่อไรก็ตามน้ำมันที่ไหลลงกลับถังน้ำมันก็จะได้ไหลทางเช็กวาล์วตัวนี้แทน (By Pass) และในวงจรของระบบไฮดรอลิกในการเขียนสัญลักษณ์แทน จะใช้สัญลักษณ์ดังแสดงในรูป 2.10 แทนการกรอง

รูปที่2.10 สัญลักษณ์ของตัวกรองในวงจรไฮดรอ

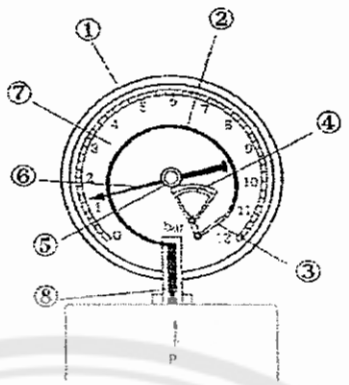
4. เกจวัดความดัน (Pressure Gauge)

เกจวัดความดันที่นิยมใช้ในระบบไฮดรอลิก คือ เกจวัดความดันชนิดบูดอง

ส่วนประกอบของเกจวัดความดันมีดังต่อไปนี้และแสดงตำแหน่งที่รูป 2.11

1. ตัวเรือน
2. ท่อสปริง

3. แขนต่อ
4. เฟือง
5. เฟืองหมุนเข็ม
6. เข็มชี้
7. สเกล
8. ช่องต่อน้ำมัน
9. ตัวเรือน
10. ท่อสปริง
11. แขนต่อ
12. เฟือง
13. เฟืองหมุนเข็ม
14. เข็มชี้
15. สเกล
16. ช่องต่อน้ำมัน



รูปที่ 2.11 เกจวัดความดัน

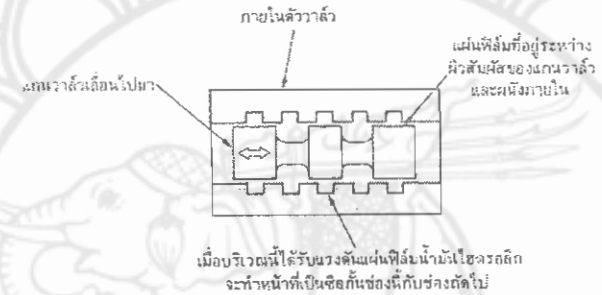
หลักการทำงานมีดังต่อไปนี้ คือ เมื่อมีความดันของน้ำมันไหลผ่านเข้าไปในท่อ ความดันจะเข้าไปยังท่อสปริง ทำให้ท่อสปริงตัวนี้พยายามยืดตัวออกตามหลักการความแตกต่างของพื้นที่ ยิ่งมีความดันเข้ามามากยิ่งทำให้สปริงยืดตัวออกมาก ผลของการยืดตัวของท่อสปริงนี้ทำให้เฟือง และเฟืองหมุนเข็ม เคลื่อนที่พาให้เข็มชี้ ชี้ไปตามสเกล เพื่ออ่านค่าความดันที่เกิดขึ้นตามความดันที่ไหลผ่านเข้าท่อและตำแหน่งต่างๆบน เกจวัดความดัน แสดงในรูป2.11

5. น้ำมันไฮดรอลิก หน้าที่ของน้ำมันไฮดรอลิกมี 4 ประการคือ

- การส่งผ่านกำลังงาน (power transmission) น้ำมันไฮดรอลิกมีหน้าที่เป็นตัวกลางในการถ่ายทอดกำลังงานจากจุดหนึ่งไปสู่อีกจุดหนึ่งในระบบ เพื่อเปลี่ยนแปลงกำลังงานของไหลให้เป็นกำลังงานกล ซึ่งถ้าจะให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพแล้ว น้ำมันไฮดรอลิกที่ไหลในท่อทางหรือไหลผ่านวาล์วควบคุมต่างๆ จะต้องไหลไปอย่างราบรื่น แต่ถ้าเกิดมีความต้านทานการไหลมาก ๆ จะทำให้กำลังสูญเสียไปและน้ำมันไฮตรอลิกจะต้องไม่ยุบตัวตามความดันในขณะทำงาน เช่น เมื่อปั๊มทำงานดูดอัดเพื่อส่งน้ำมันไปยังท่อทาง วาล์วเลื่อนทำงาน และในขณะที่กระบอกสูบหรือมอเตอร์ไฮดรอลิก กำลังทำงานขับโหลด

- การหล่อลื่น (lubrication) น้ำมันไฮดรอลิกจะทำหน้าที่เป็นตัวหล่อลื่นและลดแรงเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสของอุปกรณ์ต่างๆ ในระบบเช่น ชิ้นส่วนของปั๊ม มอเตอร์ไฮดรอลิก ลูกสูบ กระบอกสูบ แกนวาล์ว และส่วนประกอบต่าง ๆ ที่มีการเคลื่อนที่ โดยที่น้ำมันไฮดรอกลิกจะมีสภาพเป็นแผ่นฟิล์มบาง ๆ กั้นระหว่างผิวสัมผัสของชิ้นส่วนที่มีการเคลื่อนที่เสียดสีกันทั้งใน

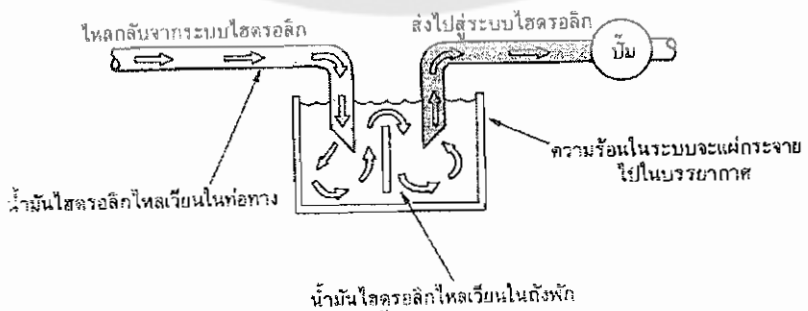
ขณะที่ระบบทำงาน และหยุดนิ่ง ดังรูป 2.12 ฟิล์มน้ำมันไฮดรอลิกจะช่วยในการหล่อลื่นเพื่อลดการเสียดสีของผิวสัมผัสระหว่างแกนวาล์วกับผนังภายในตัววาล์ว แผ่นฟิล์มดังกล่าวจะต้องมีความหนืดพอเหมาะที่จะแทรกซึมเข้าไปในรูปเล็ก ๆ และรอยต่อของชิ้นส่วนภายในอุปกรณ์ และสามารถรับน้ำหนักของวัตถุที่กดทับหรือรับแรงกดอยู่ได้ ซึ่งคุณสมบัติดังกล่าวนี้เรียกว่า ความแข็งแรงของฟิล์ม (film strength) นอกจากนี้น้ำมันไฮดรอลิกยังควรมีคุณสมบัติในการลื่นไหลได้ดีด้วย กล่าวคือ ในขณะที่น้ำมันไฮดรอลิกเป็นฟิล์มยึดติดกับชิ้นส่วนใดก็สามารถจะลื่นไหลไปกับชิ้นส่วนนั้นๆ และช่วยให้เคลื่อนที่ไปอย่างคล่องตัวด้วย คุณสมบัติข้อนี้เรียกว่าความลื่น (lubricity)



รา 2.12 น้ำมันไฮดรอลิกช่วยหล่อลื่นและเป็นซีลของงาน

- การซีล (sealing) น้ำมันไฮดรอลิกจะทำหน้าที่เป็นซีลด้วยเพื่อให้มีการรั่วซึมเกิดขึ้นน้อยที่สุดภายในชิ้นส่วนของอุปกรณ์ในระบบไฮดรอลดิกเมื่อมีความดันเกิดขึ้น การซีลนี้จะขึ้นอยู่กับความหนืดของน้ำมันไฮดรอลิกแต่ละชนิด

- การระบายความร้อน (cooling) การไหลเวียนของน้ำมันไฮดรอลิกในระบบขณะทำงานจะช่วยถ่ายเทความร้อนที่เกิดขึ้นกับอุปกรณ์ต่าง ๆ อันเนื่องจากการสูญเสียกำลังงานในระบบความร้อนนี้จะถูกพาไปโดยน้ำมันและไหลสู่ถังพัก แล้วกระจายความร้อนผ่านผนังของถังพักแสดงดังรูป 2.13



รูปที่ 2.13 การไหลเวียนของน้ำมันไฮดรอลิกช่วยระบายความร้อน

น้ำมันไฮดรอลิกมีให้เลือกใช้มากมายหลายชนิด การเลือกใช้ให้ถูกต้องจะต้องพิจารณาถึงวิธีการทำงานของระบบเป็นหลักรวมทั้งสภาพการทำงานของเครื่องด้วย โดยทั่วไปน้ำมันไฮดรอลิกถูกจัดแบ่งตามลักษณะของการผลิตได้ 2 ประเภท คือ น้ำมันปิโตรเลียม และน้ำมันทนไฟ น้ำมันไฮดรอลิกที่สกัดจากน้ำมันปิโตรเลียมจะมีความหนืดใกล้เคียงกับน้ำมันเทอร์ไบน์ (JIS K 2213) และประกอบด้วยส่วนผสมที่คุณสมบัติที่ต้องการให้น้ำมันไฮดรอลิก ดังนั้นน้ำมันเทอร์ไบน์และน้ำมันปิโตรเลียมจึงเหมาะสำหรับระบบไฮดรอลิกทั่วไป แต่สำหรับระบบที่อยู่ในสภาพที่มีการรั่วและทำงานในอุณหภูมิสูงหรือน้ำมันระเหยซึ่งอาจทำให้เกิดการเผาไหม้ได้ ควรจะใช้น้ำมันไฮดรอลิกประเภทน้ำมันทนไฟซึ่งมีคุณสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์แตกต่างจากน้ำมันปิโตรเลียม ส่วนความสามารถในการทนไฟนั้นจะขึ้นอยู่กับชนิดของน้ำมันทนไฟที่ใช้กับระบบ

ก. น้ำมันปิโตรเลียม (petroleum base fluids) เป็นที่นิยมใช้กับระบบไฮดรอลิก คุณสมบัติของน้ำมันปิโตรเลียมขึ้นอยู่กับปัจจัย 3 ประการคือ 1.ชนิดของน้ำมันดิบ 2.วิธีการและระดับการกลั่น 3.สารประกอบที่ใช้ โดยทั่วไปน้ำมันไ ฮดรอลิกชนิดนี้มีคุณสมบัติในการหล่อลื่นดีเยี่ยม โดยเฉพาะน้ำมันดิบบางชนิดมีคุณสมบัติในการต้านทานการสึกกร่อน ต้านทานการเกิดสนิมในอุณหภูมิสูง ๆ มีดัชนีความหนืดสูงและมีความสามารถในการซีลดีมาก อย่างไรก็ตามข้อเสียที่สำคัญของน้ำมันปิโตรเลียมก็คือเป็นน้ำมันที่ติดไฟ ดังนั้นจึงไม่เหมาะจะใช้งานที่อยู่ใกล้กับเปลวไฟ เช่น เครื่องหล่อแบบพิมพ์ เตาเผาเหล็ก เพราะถ้าเกิดท่อทางของน้ำมันไฮดรอลิกชนิดดังกล่าวเกิดการแตกหรือรั่ว น้ำมันอาจลุกติดไฟได้

ข น้ำมันทนไฟ (fire resistance fluids) น้ำมันไฮดรอลิกชนิดนี้จะใช้ในกรณีที่ระบบต้องทำงานในที่มีอุณหภูมิสูง หรือในที่ที่อาจจะมีการติดไฟได้ง่ายเมื่อมีการรั่วซึมของน้ำมันในระบบ

6. ท่อและสายไฮดรอลิก

การเลือกใช้แป๊บ ท่อ สายไฮดรอลิก และข้อต่อชนิดต่าง ๆ ในวงจรไฮดรอลิก จะต้องเลือกขนาดที่สามารถทนต่อระดับความดันสูงสุดของระบบ และแรงสั่นสะเทือนที่เกิดจากความดันในท่อขณะทำงานแรงสั่นสะเทือน (shock) ในท่อที่เกิดขึ้นเมื่อวาล์วควบคุมเริ่มทำงานอย่างกะทันหันทำให้น้ำมันหยุดไหลกลับอย่างรวดเร็วและเกิดจากการหยุดหรือเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่อย่างกะทันหันตลอดเวลาของกระบอกสูบหรือมอเตอร์ไฮดรอลิก นอกจากนี้ยังเกิดจากอาการช็อคโหลด (shock load) เมื่อกระบอกสูบหรือมอเตอร์ไฮดรอลิกรับภาระเกินกำหนดอย่างกะทันหันจนหยุดเคลื่อนที่

ดังนั้นสิ่งที่สำคัญที่ต้องพิจารณาคือ ความดันที่ปลอดภัยในการทำงาน ถ้าหากท่อขนาดมาตรฐานไม่สามารถจะทนต่อความดันในระบบได้ก็ต้องเลือกใช่ท่อชนิดที่แข็งแรงและหนาเป็นพิเศษ หรือชนิดเป็นพิเศษ 2 เท่า ซึ่งมีความปลอดภัยสูงกว่าเพราะว่ามีขนาดหนากว่า

ตาราง 2.2 แสดงอัตราความดันของท่อเหล็กกล้าตามมาตรฐาน SAE ตั้งแต่ ¼ - 1 นิ้ว

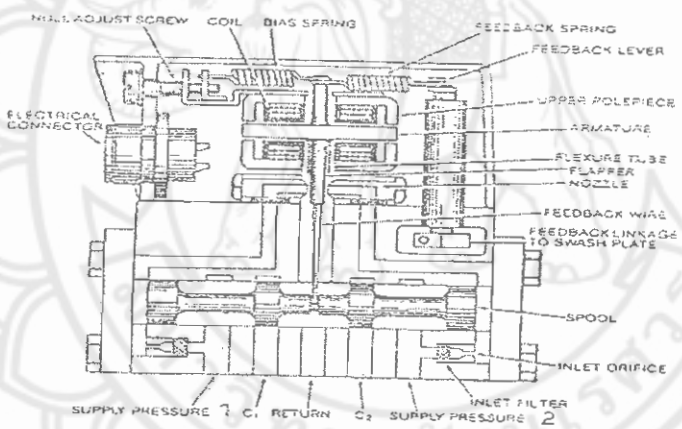
ท่อ					ความดัน (psi)	
OD (in)	ความหนา (in)	ID(in)	พื้นที่ภายในท่อ (in^2)	รัศมีท่อที่งอได้น้อยสุด(in)	ทำงาน	ระเบิด
1/4	0.035	0.18	0.0255	9/16	3525	14100
1/4	0.049	0.152	0.0018	9/16	4950	19800
5/16	0.035	0.046	0.046	3/4	2940	11750
5/16	0.049	0.0362	0.0362	3/4	3795	15900
3/8	0.035	0.0731	0.0731	15/16	2365	9540
3/8	0.059	0.0603	0.0603	15/16	3300	13200
3/8	0.058	0.0527	0.0527	15/16	3900	15600
3/8	0.065	0.245	0.0472	15/16	4350	17400
1/2	0.035	0.43	0.1452	1-	1765	7050
1/2	0.049	0.402	0.1269	1 1/4	2475	9900
1/2	0.065	0.37	0.1075	1 1/4	2625	10500
1/2	0.083	0.334	0.0876	1 1/4	4190	16750
5/8	0.049	0.527	0.2181	1 1/4	1975	7900
5/8	0.065	0.495	0.1924	1 1/2	2615	10450
5/8	0.083	0.459	0.1663	1 1/2	3350	13400
5/8	0.095	0.435	0.1493	1 1/2	3825	15300
5/8	0.109	0.411	0.1327	1 1/2	4400	17600
3/4	0.049	0.652	0.3339	1 1/2	1650	6600
3/4	0.065	0.62	0.3019	1 3/4	2175	8700
3/4	0.083	0.584	0.2679	1 3/4	2800	11200
3/4	0.095	0.56	0.2463	1 3/4	3190	12750
3/4	0.109	0.532	0.2223	1 3/4	3660	14650
7/8	0.049	0.777	0.4742	2 1/4	1415	5650
7/8	0.065	0.754	0.4359	2 1/4	1875	7500
7/8	0.095	0.685	0.3685	2 1/4	2425	10900
1	0.065	0.87	0.5945	3	1625	6500

ตาราง 2.2 แสดงอัตราความดันของท่อเหล็กกล้าตามมาตรฐาน SAE ตั้งแต่ ¼ - 1 นิ้ว (ต่อ)

1	0.083	0.834	0.5463	3	2090	8350
1	0.095	0.81	0.5152	3	2400	9600
1	0.109	0.782	0.4803	3	2500	10000
1	0.12	0.76	0.4537	3	3025	12100

2.2.2 ส่วนควบคุม

<u>ชุดควบคุม (Control Actuators and Operating station)</u> แสดงในภาพ 2.14



รูปที่ 2.14 ส่วนควบคุม

ในภาพที่ 2.14 นี้ ชุดควบคุมเป็นของยี่ห้อ Moog Series 62 - 500 B น้ำมันจาก charge pump จะมาออ กันอยู่ที่ ช่องจ่ายความดัน(supply pressure) ซึ่งมีอยู่ 2 port พร้อมที่จะออกไปที่ช่อง C1 หรือ C2 ซึ่งจะต่อไปยัง servo control cylinder แต่ละข้างของ PV.

หลักการทำงานจะมี coil 2 ชุด แต่ละชุดจะดูดให้เหล็กอ่อนที่พันลวดอยู่ (armature) เคลื่อนที่ไปทางซ้ายหรือขวา armature จะเป็นชั้นเดียวกับลวดป้อนกลับ(feedback wire) ซึ่งจะมาเขี่ยโยกหลอดน้ำมัน (spool) ยกตัวอย่าง เช่น ถ้าขดลวดไฟฟ้า(coil) ด้านซ้ายทำงานจะดูด armature และ feedback wire มาด้านซ้ายและเขี่ย spool มาด้านซ้ายด้วย ช่อง supply pressure 2 กับ C2 จะต่อถึงกันแต่ supply pressure 1 กับ C1 จะไม่ต่อถึงกันทำให้น้ำมันไหลไปทาง C2 สู่ servo control cylinder อันใดอันหนึ่งที่ต่อไว้

นอกจากนี้ปริมาณกระแสที่จะไปเหนี่ยวนำขอลวดไฟฟ้าสามารถเปลี่ยนแปลงได้ตามต้องการ จึงทำให้ Armature เคลื่อนที่มากน้อยต่างกัน ปริมาณน้ำมันที่ผ่าน C1 หรือC2 สู่ servo control cylinder ก็จะเปลี่ยนด้วย ทำให้ swash plate เอียงเป็นมุมต่างกัน ผลคือ ความเร็วของมอเตอร์ไฮดรอลิกเร็วช้าต่างกัน

ในกรณีที่จะเดิน S.C.C. กลับทางก็สามารถใช้ coil อีกด้านดูด armature, spool จะเคลื่อนที่ในทิศทางตรงข้ามต่อเลื่อนมาทางขวา port C1 จะต่อกับ supply pressure 1 ทำให้ servo control cylinder อีกตัวหนึ่งทำงาน swashplate เปลี่ยนลักษณะการวางตัว คือจากคว่ำเป็นหงาย ผลคือ มอเตอร์ไฮดรอลิก หมุนกลับทาง ส่วนจะหมุนเร็วมากน้อยขึ้นอยู่กับมุมเอียงของ swash plate ซึ่งควบคุมโดยระยะทางการเคลื่อนที่ของ armature และกระแสเหนี่ยวนำตามที่ได้กล่าวมาแล้ว

วาล์วควบคุมระบบไฮดรอลิก

วาล์วเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ควบคุมการไหลของน้ำมันไฮดรอลิกในท่อภายใต้ความดันให้เป็นไปตามสภาพงานที่ต้องการทำงานด้วยวงจรไฮดรอลิก เช่น ใช้ควบคุมให้อุปกรณ์การทำงานเริ่มทำงาน หยุดทำงาน และให้เคลื่อนที่ด้วยความเร็วตามที่ต้องการ โดยการควบคุมอัตราการไหลและให้วงจรทำงานได้ตามสภาพงานด้วยการควบคุมความดัน ซึ่งสามารถแบ่งวาล์วควบคุมชนิดต่าง ๆ ที่ใช้ในระบบไฮดรอลิกตามหน้าที่การทำงานได้ 3 กลุ่ม คือ

1. วาล์วควบคุมทิศทาง
2. วาล์วควบคุมความดัน
3. วาล์วควบคุมอัตราการไหล

สัญลักษณ์รูอุปกรณ์

ใช้เขียนกำกับไว้ที่ตำแหน่งของวาล์วเพื่อแสดงรูต่างๆที่ตัววาล์ว สัญลักษณ์รูอุปกรณ์ทั่วไปจะเขียนเป็นอักษรและแบบตัวเลข โดยมีความหมายดังตาราง

ตารางที่ 2.3 สัญลักษณ์รูของวาล์ว

สัญลักษณ์รูอุปกรณ์		ความหมาย
แบบตัวอักษร	แบบตัวเลข	
P	1	รูต่อน้ำมันเข้าวาล์ว
A,B,C	2,4,6	รูต่อน้ำมันออกจากวาล์วไปใช้งาน
R,S,T	3,5	รูต่อน้ำมันไหลกลับถังพัก

ตารางที่ 2.3 สัญลักษณ์รูของวาล์ว (ต่อ)

DR,L		รูระบายน้ำมันจากการรั่วซึมภายในอุปกรณ์ เช่นรูระบายน้ำมันจากวาล์วควบคุมความดัน
X,Y,Z	12,14	รูต่อน้ำมันเข้าวาล์วเพื่อผลในการบังคับให้วาล์วเกิดการทำงาน

โดยเส้นและลูกศรภายในกรอบสี่เหลี่ยมจัตุรัส แสดงถึงท่อและทางภายในวาล์ว ส่วนลูกศรจะแสดงถึงทิศทางการไหล

วาล์วควบคุมทิศทาง (Directional control value)

หน้าที่ของวาล์วควบคุมทิศทาง คือ ควบคุมการไหลในท่อบางท่อหรือส่งผ่านน้ำมันไฮดรอลิกไปยังท่อที่ต้องการ รวมทั้งควบคุมการเริ่มและหยุดไหลโดยไม่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงทางความดันหรือปริมาณการไหล

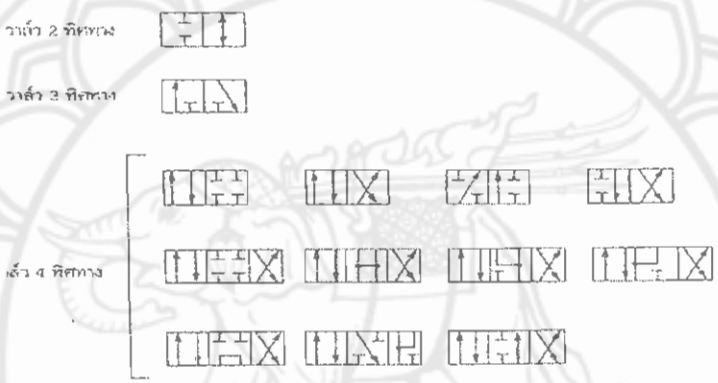
ก. วาล์วควบคุมทิศทางแบบสปูลเลื่อน (spool valves) วาล์วแบบสปูลนี้มีสปูลหรือแกนภายในวาล์วซึ่งเลื่อนไปมาได้ ร่องแกนถูกเลื่อนไปตรงกับช่องต่าง ๆ ที่ตัววาล์วที่ต่อถึงกัน น้ำมันก็จะไหลผ่านไปได้และปิดเมื่อร่องแกนเลื่อนพ้นไป แบบสปูลเลื่อนเป็นที่นิยมใช้มากในวาล์วควบคุมทิศทางของระบบไฮดรอลิกเพราะมีความสมดุลของแรงที่กระทำกับแกน จึงง่ายต่อการควบคุมแม้จะใช้ในระบบที่ความดันสูง วาล์วแบบสปูลนี้มีทั้งแบบ 2 , 3 , 4 และ 5 ทิศทาง ในการใช้งานวาล์วนี้สามารถควบคุมได้ด้วยมือหรือระบบอัตโนมัติ

- วาล์วควบคุม 4 ทิศทางแบบสปูลเลื่อน (four way spool valve) ลักษณะและการทำงานของวาล์วควบคุม 4 ทิศทางแบบสปูลเลื่อนก็เหมือนกับวาล์ว 2 และ 3 ทางแบบสปูลเลื่อน แต่วาล์ว 4 ทิศทางจะช่วยในการควบคุมการทำงานของวงจรทำได้ง่ายและสะดวกมากขึ้น เช่น งานควบคุมให้กระบอกสูบชนิดทำงาน 2 ทางทำงาน และงานควบคุมมอเตอร์ไฮดรอลิกชนิดหมุน 2 ทางให้หมุนกลับทิศ

- วาล์ว 4 ทาง มีรูที่สำคัญอยู่ 4 รู คือ มีรูต่อความดันน้ำมันเข้าวาล์ว 2 รู (P) รูต่อออกไปใช้งาน 2 รู (A และ B) และรูต่อให้น้ำมันไหลกลับถึงพัก 1 รู (T)

- วาล์วควบคุมทิศทาง 4 ทิศทาง 3 ตำแหน่ง แบบตำแหน่งกลางเปิดหมด (4/3 D.C.V. open center) นิยมใช้มากในวงจรไฮดรอลิกคือ ใช้ในการควบคุมการทำงานของมอเตอร์ จนบางครั้งเรียกชื่อตำแหน่งกลางของวาล์วแบบนี้ว่า motor spool

ข. การควบคุมวาล์ว 4 ทิศทางให้ทำงานด้วยโซลีนอยด์กับความดันไพลอต (solenoid control pilot operated, 4 way D.C.V) วาล์ว 4 ทิศทางแบบสปูลเลื่อนที่ควบคุมด้วยวิธีนี้ ปัจจุบันเป็นที่นิยมมากในระบบไฮดรอลิกมีทั้งแบบโซลีนอยด์ควบคุมและบังคับให้ทำงานด้วยความดันไพลอตที่กระทำด้านเดียวและ 2 ด้าน ดังแสดงในรูปที่ 2.15 วิธีนี้การทำงานของโซลีนอยด์จะไม่กระทำต่อสปูลของวาล์วทิศทางโดยตรงแต่จะกระทำกับไพลอตวาล์วก่อนแล้วจึงได้ความดันไพลอตมาผลักดันให้สปูลของวาล์วเลื่อนทำงาน ดังนั้นวาล์วชนิดนี้จึงมีวาล์วตัวเล็กซึ่งเป็นไพลอตวาล์วติดตั้งอยู่บนวาล์วหลักอีกทีหนึ่ง โดยสัญลักษณ์ต่างๆของวาล์วควบคุมแสดงในรูปที่ 2.15และโครงสร้างภายในและสัญลักษณ์ที่ใช้ในวงจรไฮดรอลิกของวาล์วควบคุมทิศทางแสดงในรูปที่ 2.16



รูปที่ 2.15 สัญลักษณ์ของวาล์วควบคุมทิศทางแบบต่างๆ

ก. วาล์วควบคุมวาล์ว 4 ทิศทางให้ทำงานด้วยโซลีนอยด์กับความดันไพลอต

ข. สัญลักษณ์วาล์วควบคุมทิศทาง

รูปที่ 2.16 วาล์วควบคุมทิศทาง

วาล์วควบคุมความดัน (Pressure control valve)

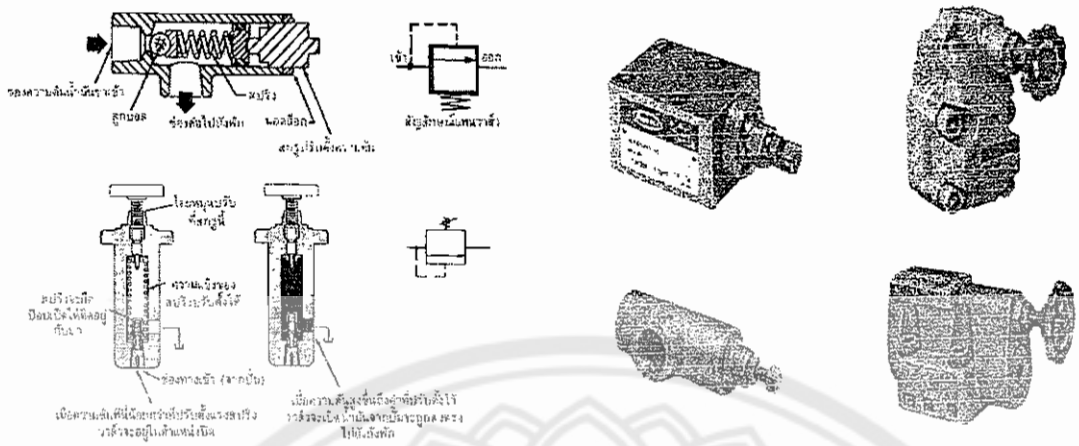
จุดประสงค์เพื่อควบคุมระดับความดันของน้ำมันในระบบขณะทำงานโดยใช้วาล์วควบคุมความดันแบบต่าง ๆ และการควบคุมอัตราการไหลเพื่อควบคุมความเร็วในการเคลื่อนที่ทำงานของกระบอกสูบและมอเตอร์ไฮดรอลิกโดยใช้วาล์วควบคุมอัตราการไหล

1. เพื่อควบคุมความดันให้อยู่ในระดับที่ปลอดภัย (safety limiting of pressure) ระบบไฮดรอลิกที่ใช้ปั๊มแบบส่งอัตราการไหลคงที่ควรจะติดตั้งวาล์วปลดความดันไว้ที่ใกล้ ๆ บริเวณท่อทางออกจากปั๊ม เพื่อจำกัดความดันสูงสุดของระบบและของปั๊มในกรณีที่เกิดโอเวอร์โหลด

2. เพื่อกำหนดระดับการทำงาน (establishing a working level) ในบางระบบขณะทำงานนอกจากต้องการจำกัดความดันทั้งหมดของวงจรที่จะเป็นอันตรายแล้ว ในบางส่วนของวงจรอาจต้องรักษาระดับความดันเฉพาะส่วนให้พอดีกับชิ้นงานหรือโหลดที่ต้องการทำงาน

3. เพื่อกำหนดระดับการทำงาน 2 ระดับหรือมากกว่า (establishing two working levels) ในบางระบบต้องการแรงอัดมากในขณะดันหรืออัดชิ้นงาน แต่ต้องการแรงดันน้อยขณะเคลื่อนที่ลูกสูงกลับหรือต้องการทำงานตามลำดับความดันในวงจรทำงาน 2 ส่วนหรือมากกว่า

- วาล์วลดความดัน (relief valve) เป็นวาล์วควบคุมความดันที่อยู่ส่วนแรกของวงจรไฮดรอลิกคือ ติดตั้งไว้ที่ท่อทางน้ำมันไหลออกจากปั๊มก่อนเข้าสู่ระบบ มีหน้าที่คอยควบคุมความดันของวงจรทั้งหมดหรือวงจรบางส่วนให้อยู่ที่ระดับความดันเดียวกันทั้งวงจร ให้เพื่อจุดประสงค์ในการป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้นกับอุปกรณ์ทั้งหมดในวงจรอันเนื่องมาจากความดันสูงเกินไป คือ เมื่อความดันในวงจรเพิ่มขึ้นถึงจุดที่กำหนด (Set pressure) หรือปรับตั้งไว้ วาล์วนี้จะเปิดเพื่อระบายน้ำมันที่ทำให้เกิดความดันส่วนเกิน (over pressure) โดยน้ำมันนี้จะดันสปริงของวาล์วให้ยุบตัว เมื่อความดันในระบบสูงขึ้นจนชนะแรงสปริงดันลูกบอลหรือป๊อปเป็ตหรือสปูลจะถอยเปิดให้น้ำมันไหลกลับสู่ถังพักได้ ความดันก็จะลดลงและมีค่าคงที่เท่ากับที่ปรับตั้งเอาไว้

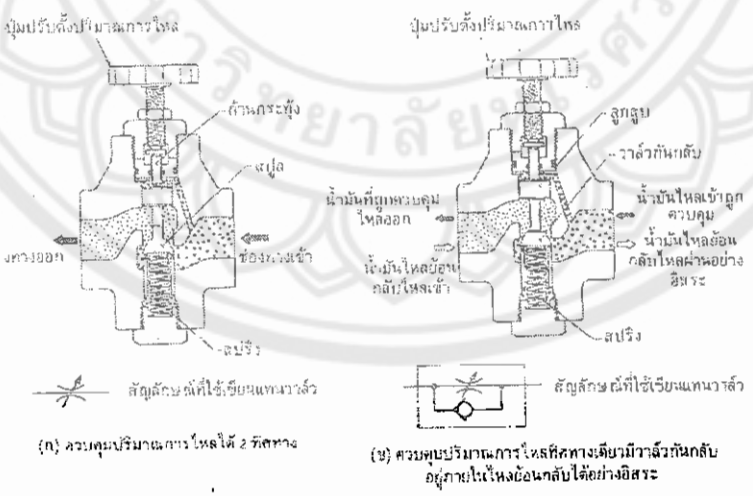


ก. วาล์วลดความดัน ข. วาล์วลดความดันแบบต่างๆ

รูปที่ 2.17 แสดงลักษณะของวาล์วลดความดัน

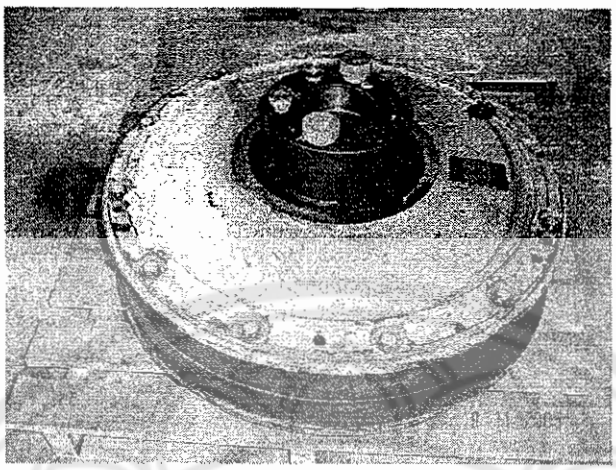
การควบคุมการไหล (Flow controls)

การที่จะควบคุมความเร็วของกระบอกสูบและมอเตอร์ไฮดรอลิกนั้น จะต้องควบคุมอัตราการไหลของน้ำมันที่ส่งมาจากปั๊มให้ได้โดยใช้อุปกรณ์ที่เรียกว่าวาล์วควบคุมการไหล วาล์วนี้มีหลักการควบคุมการไหลได้โดยการปรับเปลี่ยนขนาดช่องทางของวาล์วที่ให้น้ำมันไหลผ่าน ปริมาณการไหลของน้ำมันที่ป้อนเข้ากระบอกสูบก็จะเปลี่ยนทำให้ความเร็วของกระบอกสูบเปลี่ยนไปด้วย



รูปที่2.18 แสดงโครงสร้างภายในและสัญลักษณ์ของวาล์วควบคุมอัตราการไหล

2.2.3 ชุดขับเคลื่อน (Fluid Power Drive Output Unit)



รูปที่ 2.19 Hydraulic motor

Hydraulic motor

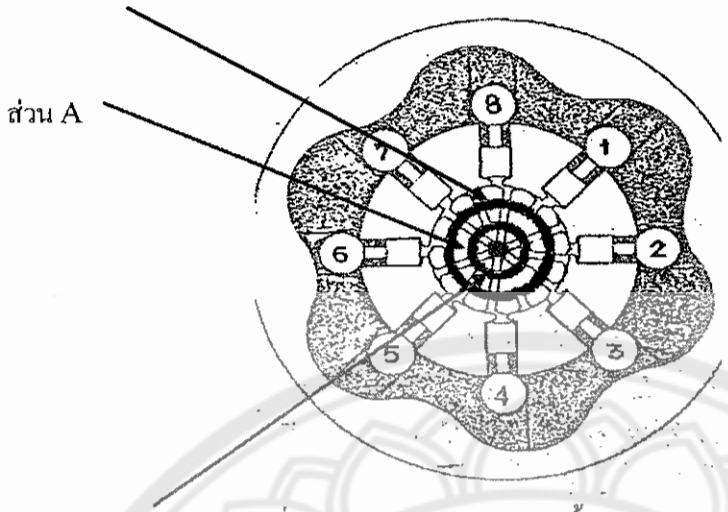
Hydraulic motor เป็นชุดขับเคลื่อนชนิดหนึ่ง ที่หมุนได้โดยชุดลูกสูบที่ขับ cam ring ซึ่งแรงที่ดันลูกสูบก็มาจากน้ำมันไฮดรอลิกที่มาจากปั๊มไฮดรอลิก (Variable displacement pump) โดยลักษณะการทำงานของ Hydraulic motor คือ ภายในจะมีแกนกลางที่เรียกว่าไซลินเดอร์บล๊อก (cylinder block) ที่อยู่กับที่และภายใน cylinder block จะมีรูน้ำมันที่ใช้ส่งน้ำมันไปยังลูกสูบแต่ละอัน เพื่อดันลูกสูบทั้ง 8 อันให้เคลื่อนที่เข้าออกตามแนวรัศมีของ cylinder block ซึ่งลูกสูบจะไปทำหน้าที่ขับตัววงแหวนลูกเบี้ย (cam ring) เป็น cam curve ให้หมุนได้และมีแรงบิด (torque) ที่สูง

โดยภายในของ cylinder block สามารถแบ่งส่วนจ่ายน้ำมันไฮดรอลิกเป็น 3 ส่วนและมีรวมกันทั้งหมด 12 ท่อด้วยกันดังนี้ โดยดูรูป 2.20 ประกอบ

1.วงในสุด คือ ส่วน C มีท่อเดินน้ำมัน 6 ท่อ (สีเขียว)

2.วงถัดมา คือ ส่วน A มีท่อเดินน้ำมัน 3 ท่อ (สีแดง)

3.วงนอกสุด คือส่วน B มีท่อเดินน้ำมัน 3 ท่อ ดังรูปที่ 2.19 (สีดำ)

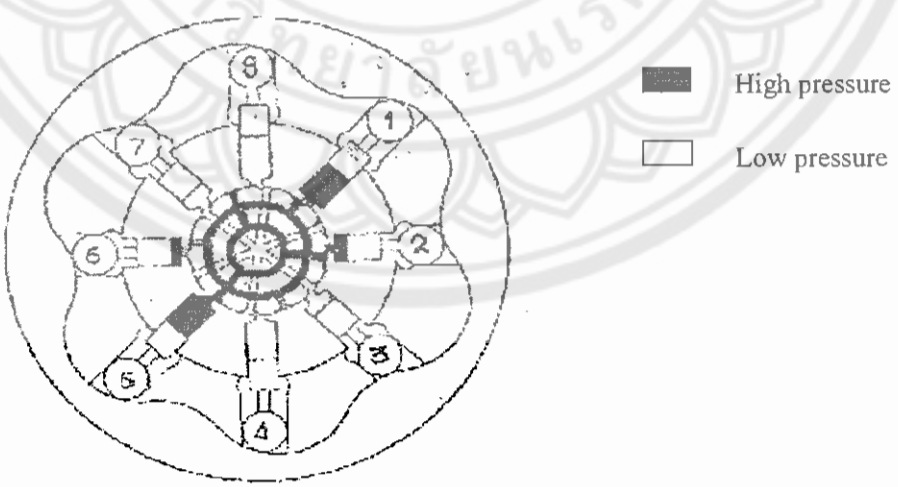


รูปที่ 2.20 แสดง ช่องทางเดินน้ำมันไฮดรอลิก

ชนิดการทำงานของ Hydraulic motor

ชนิดการทำงานของ Hydraulic motor สามารถจำแนกออกได้เป็น 3 ลักษณะ ดังนี้

1. Full displacement คือ ในมอเตอร์จะมี น้ำมันที่ความดันสูง (high pressure) เข้ามาที่ส่วน A และ B จะเห็นได้ว่าลูกสูบหมายเลข 1,2,5,6 กำลังดันออกเพื่อหมุน cam ring ส่วนหมายเลข 3,4,7,8 ต่อกับช่อง C ซึ่งเป็นความดันต่ำ(low pressure) ลูกสูบกำลังถูก cam ring ดันเข้าเพื่อส่งน้ำมันกลับไปสู่ ปั๊มไฮดรอลิก ดังรูปที่ 2.21

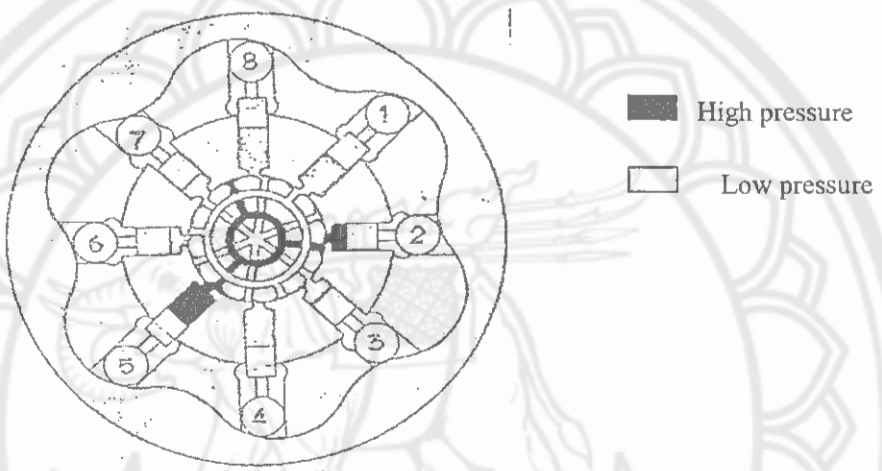


รูปที่ 2.21 แสดงการเดินน้ำมันแบบ full displacement

ป
TC
160
ง๓๓๑
2548
i.3858856

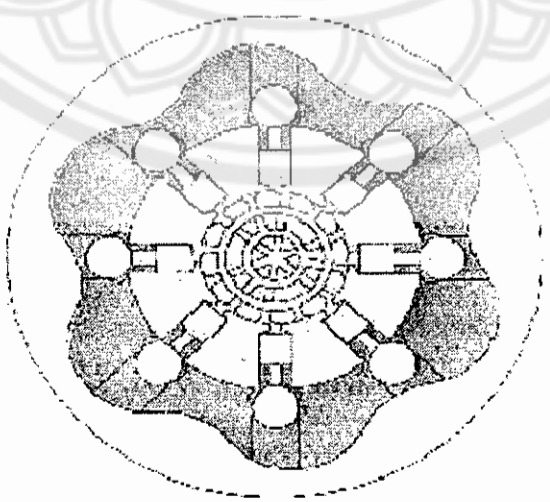
สำนักหอสมุด
17 มี.ค. 2551

2. Half displacement คือ จะมีน้ำมันที่เป็นความดันสูง เข้ามาแค่ที่วง A ส่วน วง B และวง C จะเป็นแบบความดันต่ำ เพราะฉะนั้นลูกสูบจะทำงานเพื่อหมุน cam ring เพียง 2 สูบ หรือ 25% คือ ลูกสูบที่ 2และ5เท่านั้น ส่วนลูกสูบที่ 3,4,7 และ 8 จะต่อเข้ากับส่วนของวง B และ C เป็นความดันต่ำ กำลังถูก cam ring ดันเข้ากลับด้านในนั่นคือ 50% เป็น return stroke อัดกลับไปหา ปั๊มไฮดรอลิก และน้ำมันบางส่วนจะถูกส่งกลับมาที่อีก 2 สูบ คือ สูบ 1 กับ 6 ซึ่งอยู่ในตำแหน่งว่าง (idling) (ไม่เคลื่อนที่) position ลักษณะตามรูปที่ 3 เรียกว่า Half displacement ซึ่งจะได้ความเร็วเป็นสองเท่าของ Full displacement แต่จะได้ torque เพียงครึ่งเดียวของ Full displacement ดังรูปที่ 2.22



รูปที่ 2.22 แสดงการเดินน้ำมันแบบ Half displacement

3. Free-wheel คือ การที่ไม่มีน้ำมัน supply มาที่ส่วน A ,B และ C เลย ลูกสูบทุกอันจะไม่เคลื่อนที่เลย ดังรูปที่ 2.23



รูปที่ 2.23แสดงการเดินน้ำมันของ Free- wheel

การหาแรงของ Hydraulic motor

การหาแรงของ Hydraulic motor ของลูกสูบแต่ล่ะตัวหาได้ 3 วิธีได้แก่ (1) โดยใช้สูตรคำนวณ (2) โดยใช้ตารางสำเร็จรูป (3) โดยใช้กราฟ ดังลายระเอียดต่อไปนี้

(1) การหาแรงของมอเตอร์ไฮดรอลิกโดยใช้การคำนวณ

จาก งานกล = แรง x ระยะทาง

สูตร $T = F \times R$

หรือ $T = W \times R$

กำหนดให้ T = ทอร์คหรือแรงบิดของโหลดในหน่วย lb.ft , lb.in , N.m , Kg.m

F = แรงของโหลดในหน่วย lb , Kg , N

P = ความดันของน้ำมัน psi ,bar

R = รัศมีของเพลา in , m

(2) หาแรงบิดของมอเตอร์ไฮดรอลิกจากตาราง คิดประสิทธิภาพที่ 100 %

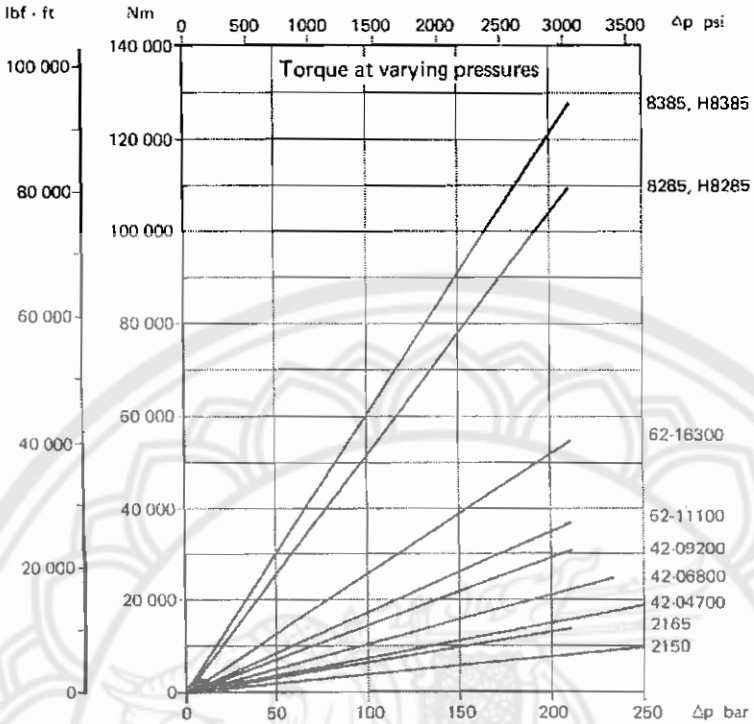
Motor type	FULL DISPLACEMENT					Max. pressure		HALF DISPLACEMENT				
	Displacement		Nominal torque		Speed range			Displacement		Nominal torque		Speed range
	$\frac{cm^3}{rev}$	$\frac{in^3}{rev}$	$\frac{Nm}{bar}$	$\frac{lbf \cdot ft}{1000\ psi}$	$\frac{rev}{min}$	bar	psi	$\frac{cm^3}{rev}$	$\frac{in^3}{rev}$	$\frac{Nm}{bar}$	$\frac{lbf \cdot ft}{1000\ psi}$	$\frac{rev}{min}$
2150	2400	146	38.0	1930	0-100	250	3500	1200	73.0	19.0	965	0-120
2165	4000	244	63.0	3230	0- 60	210	3000	2000	122.0	31.5	1615	0-110
42-04700*	4700	287	75.0	3800	0-160	250	3500	2350	143.5	37.5	1900	0-160
42-06800*	6800	415	108.0	5500	0-110	230	3250	3400	207.5	54.0	2750	0-110
42-09200*	9200	562	147.0	7450	0- 80	210	3000	4600	281.0	73.5	3725	0- 80
62-11100*	11100	677	176.0	8970	0- 70	210	3000	5550	338.5	88.0	4485	0- 70
62-16300*	16300	995	260.0	13180	0- 50	210	3000	8150	497.5	130.0	6590	0- 50
8285	32700	1995	520.0	26430	0-32**	210	3000	16350	997.5	260.0	13215	0- 32
8385	38100	2325	607.0	30800	0-32**	210	3000	19050	1162.5	303.5	15400	0- 32
H8285	32700	1995	520.0	26430	0- 50	210	3000	–	–	–	–	–
H8385	38100	2325	607.0	30800	0- 40	210	3000	–	–	–	–	–

รูปที่ 2.24 motor data

ที่มา : Motor data ของบริษัท HAGGLUNDS ประเทศสวีเดน

ในรูป 2.24 จะแสงข้อมูลของมอเตอร์ไฮดรอลิก โดยมาจากสมุดแจ้งนายการสอนค้า (Catalog)ของทางบริษัท ซึ่งภายในตารางจะบอก ปริมาตร แรงบิด เป็นต้น

(3) โดยใช้กราฟ



รูปที่ 2.25 กราฟการหาต่างๆของมอเตอร์ไฮดรอลิก

ที่มา : Motor data ของบริษัท HAGGLUNDS ประเทศสวีเดน

จากกราฟรูปที่ 2.25 สามารถใช้หาค่าต่างๆ ได้ 3 ค่า ด้วยกันคือ

(1) หาแรงบิดของมอเตอร์ไฮดรอลิกเมื่อทราบรุ่นและความดันที่ใช้

(2) หาขนาดของปริมาตรจุของมอเตอร์ เมื่อทราบค่าแรงบิดที่ต้องการและค่าความดัน

(3)หาค่าความดันที่เกิดขึ้นในระบบ หากทราบค่าแรงบิดและขนาดของมอเตอร์ไฮดรอลิก