www.9engineer.com

เพิ่มขีดจำกัดการส่งกำลังเชิงเส้นด้วยกระบอกสูบไฮดรอลิก ชนิดพิเศษ

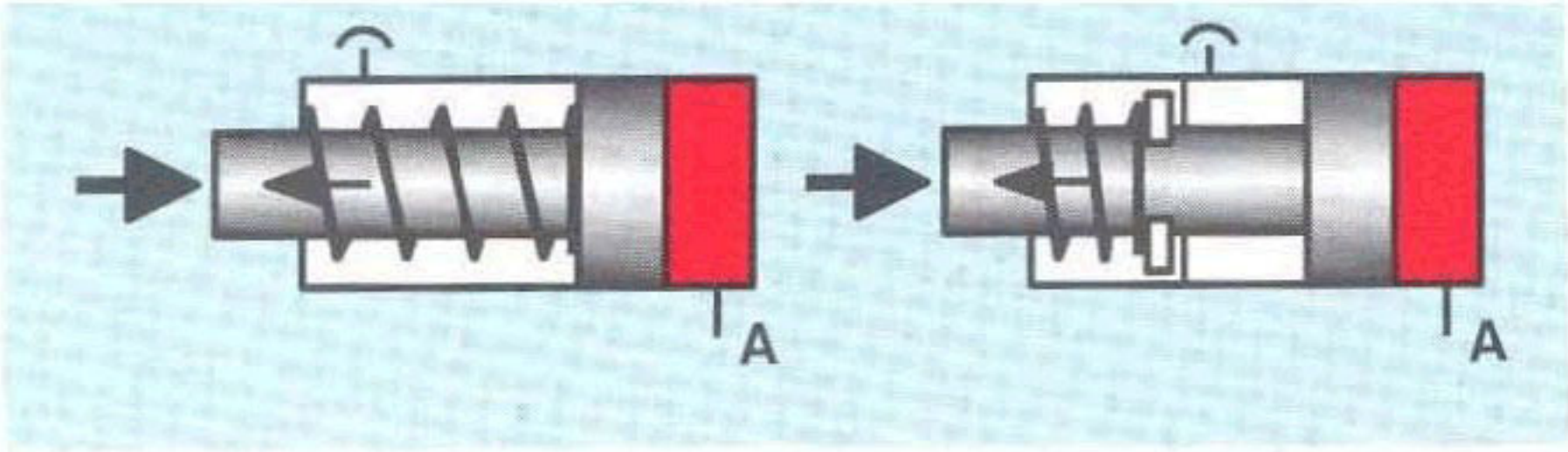
วารุณี ศรีสงคราม

waruneesri@hotmail.com

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล สุวรรณภูมิ

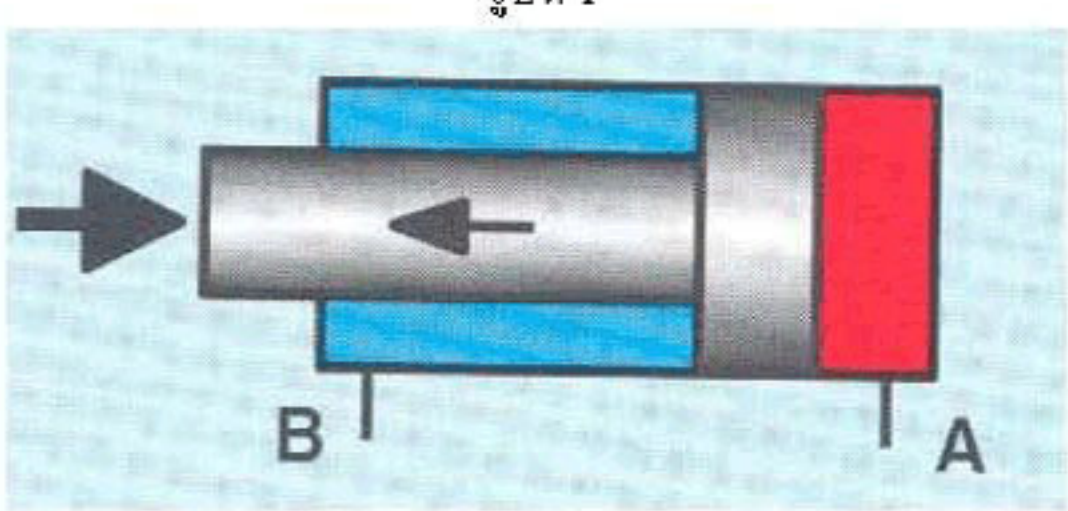
yuttana_doktian @hotmail.com

กระบอกสูบไฮดรอลิกเป็นอุปกรณ์ทำงานในระบบไฮดรอลิกแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ single acting cylinder ดังรูปที่ 1 หมายถึงกระบอกที่มีรูน้ำมันไหลเข้า และออกจากกระบอกสูบเพียงรูเดียวส่วนใหญ่ก้านสูบจะเลื่อนกลับได้โดยใช้น้ำหนักของภาระและสปริงดันกลับ ส่วนกระบอกสูบอีกประเภท คือ double acting cylinder ดังรูปที่ 2 หมายถึง กระบอกที่มีจำนวนรูน้ำมันไหลเข้า และออกจากกระบอกสูบ เพื่อ ไปดันในก้านสูบเลื่อนเข้า และเลื่อนออก จำนวน 2 รู



Single acting pressure cylinder; left: with internal spring, right: with external spring

รูปที่ 1

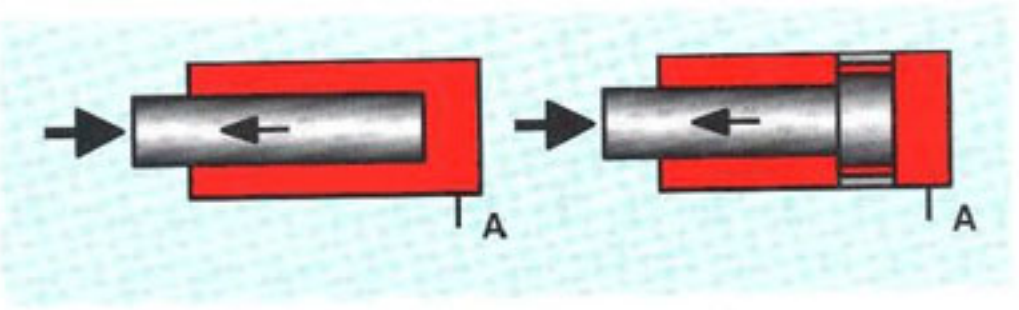


รูปที่ 2

www.9engineer.com

โดยที่กระบอกทั้ง2 ประเภทนี้ ยังมีชนิดพิเศษ ต่างๆดังต่อไปนี้

1) Plunger หรือ Ram Cylinders



Plunger cylinder; left: without internal stop, right: with internal stop (piston guide)

รูปที่ 3

คือ กระบอกสูบไฮดรอลิกที่หลักการทำงานแบบ Single acting cylinder มีลักษณะก้านสูบ และหัวลูกสูบใหญ่เท่ากัน ซึ่งมีขนาดใหญ่ เกือบเท่ากับ เส้นผ่านศูนย์กลางภายในกระบอกสูบ การออกแบบเช่นนี้ เพื่อเพิ่มพื้นที่หน้าตัด สำหรับรับน้ำมันที่มาดันลูกสูบ ผลก็คือ แรงที่ได้จากก้านสูบจะมีค่าเพิ่มขึ้นและเพิ่มความแข็งแรงของก้านสูบมากขึ้นด้วย จากโครงสร้างกระบอกสูบแบบนี้ ก้านสูบสามารถเลื่อนและหลุดออกมาจากกระบอกสูบได้ ในกรณีที่ไม่มีชิ้นส่วนที่หยุดการเคลื่อนที่ของก้านสูบได้ นอกจากการใช้ระยะการเคลื่อนที่ของภาระเป็นตัวกำหนดการหยุด ในจังหวะที่การสูบเลื่อนกลับ จะใช้น้ำหนักของภาระเป็นตัวช่วยกดให้เลื่อนกลับ

กระบอกสูบไฮดรอลิกประเภทนี้นำไปใช้กับงานพิเศษเฉพาะทาง เช่น จังหวะยกตัวของเครื่อง cutter หรือยกภาระหนักๆ

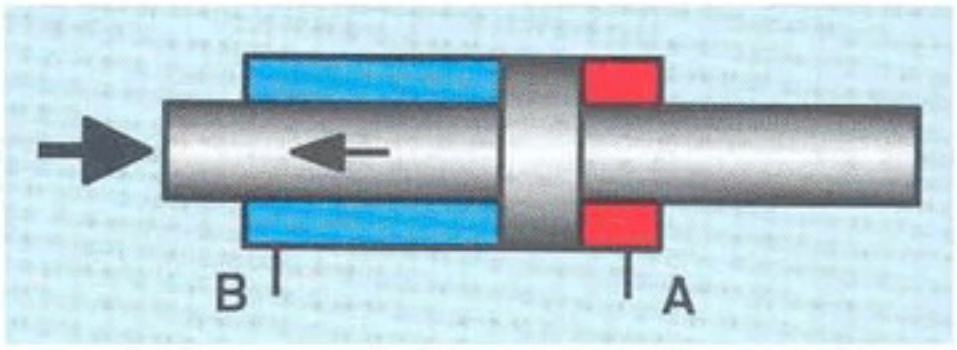
2) Different Cylinders

คือ กระบอกสูบไฮดรอลิกที่มีหลักการทำงานและรูปร่างเหมือนกับ Double acting Cylinder ทั่วไปแต่อัตราส่วนพื้นที่หน้าตัด ด้านหัวลูกสูบกับด้านก้านสูบเป็น 2:1 ดังนั้น แรงในจังหวะที่ก้านสูบเลื่อนออกจะมีค่ามากกว่าแรงในจังหวะที่ก้านสูบเลื่อนเข้า เป็น 2 เท่า ส่วนความเร็วในการเลื่อนออกจะช้ากว่าในจังหวะเลื่อนเข้าเป็น 2 เท่าเช่นกัน

กระบอกสูบไฮดรอลิกประเภทนี้ นำไปใช้กับงานที่ต้องการแรงและความเร็วเป็นอัตราส่วน 2:1 ซึ่งมีความสะดวกคือไม่ต้องนำวาล์วควบคุม อัตราการไหลมาปรับเพื่อให้ความเร็ว มีอัตราส่วนดังกล่าว

www.9engineer.com

3 Double Rod Cylinder

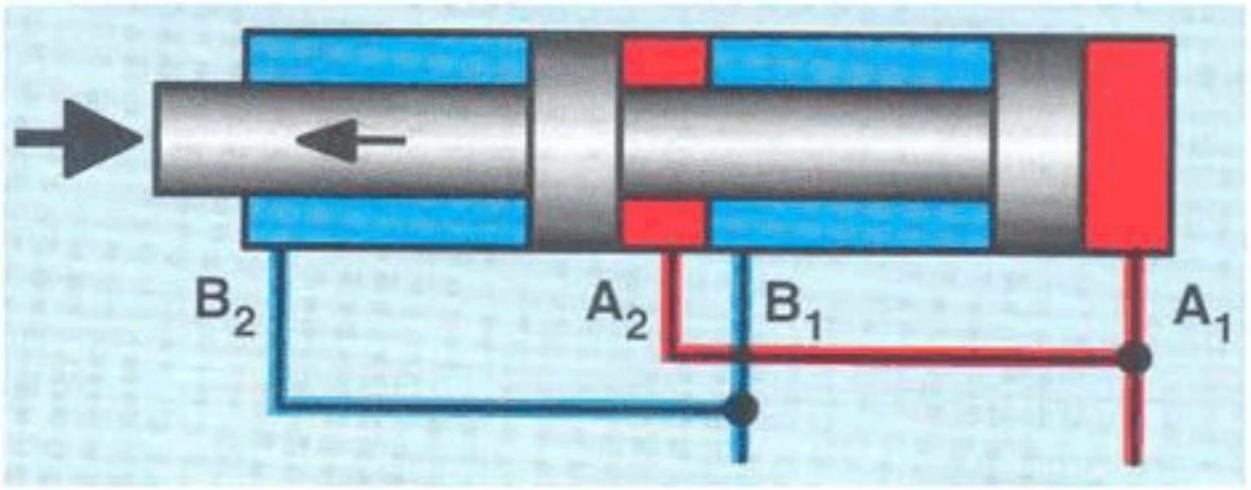


รูป ที่ 4

คือ กระบอกสูบไฮดรอลิกที่มีหลักการทำงาน แบบ Double acting cylinder ส่วนโครงสร้างนั้นจะมีก้านสูบยื่นมาจากกระบอกทั้ง 2 ด้าน ส่วนใหญ่จะมีพื้นที่วงแหวนด้านก้านสูบเท่ากัน ดังนั้น แรงและความเร็ว ที่ได้จากก้านสูบทั้ง 2 ด้าน จะมีค่าเท่ากัน

กระบอกสูบไฮดรอลิกประเภทนี้นำไปใช้งาน ในระบบบังคับเลี้ยวของ Mobile Hydraulic ,แท่นป้อนชิ้นงานของเครื่องเจียรนัยราบ และอื่นๆ

4) Tandem Cylinders



รูปที่ 5

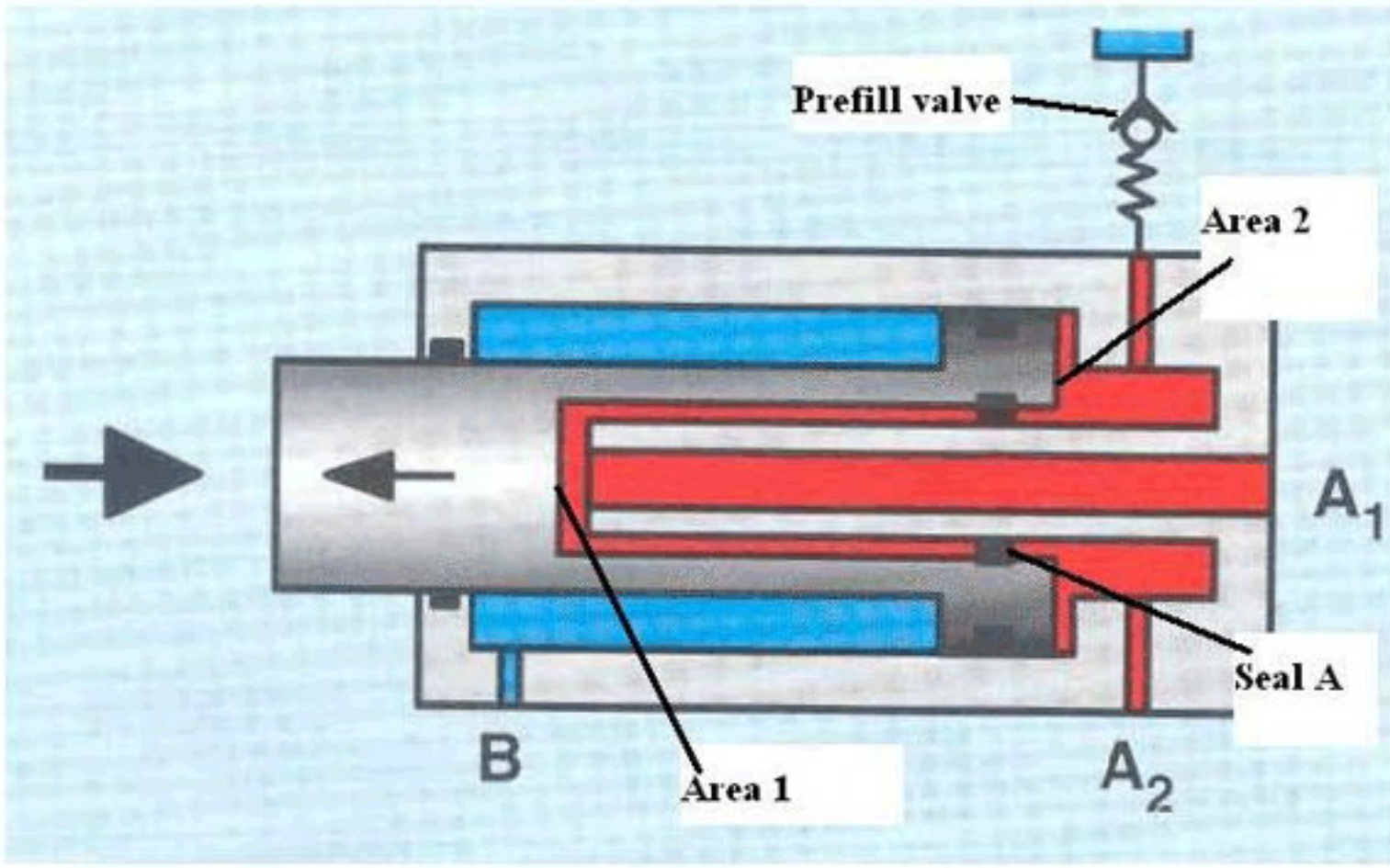
คือกระบอกสูบไฮดรอลิกที่มีหลักการทำงานแบบ Double acting Cylinder มีโครงสร้างของชุดกระบอกไฮดรอลิก 2 กระบอก มาต่อกัน โดยมีก้านสูบเป็นแกนเดียวกัน แต่มีพื้นหน้าตัดด้านหัวลูกสูบ 2 พื้นที่ ดังนั้น แรงที่ได้จากก้านสูบจะมีค่าเพิ่มมากขึ้น

หลักการทำงานคือเมื่อจ่ายน้ำมันเข้ากระบอกสูบด้าน A1 และ A2 ก้านสูบจะเลื่อนออก เพื่อจ่ายน้ำมัน เข้ากระบอกสูบด้าน B1 และ B2 ก้านสูบจะเลื่อนกลับ

กระบอกสูบไฮดรอลิกประเภทนี้นำไปใช้งานกับบริเวณที่มีพื้นที่ ด้าน เส้นผ่านศูนย์กลางกระบอกสูบ จำกัด แต่ยังต้องการแรงมากๆ ซึ่งเราก็สามารถทำได้โดยลดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางแต่เพิ่มจำนวนหัวลูกสูบ ตามรูปข้างต้น

www.9engineer.com

5) Rapid Traverse Cylinders

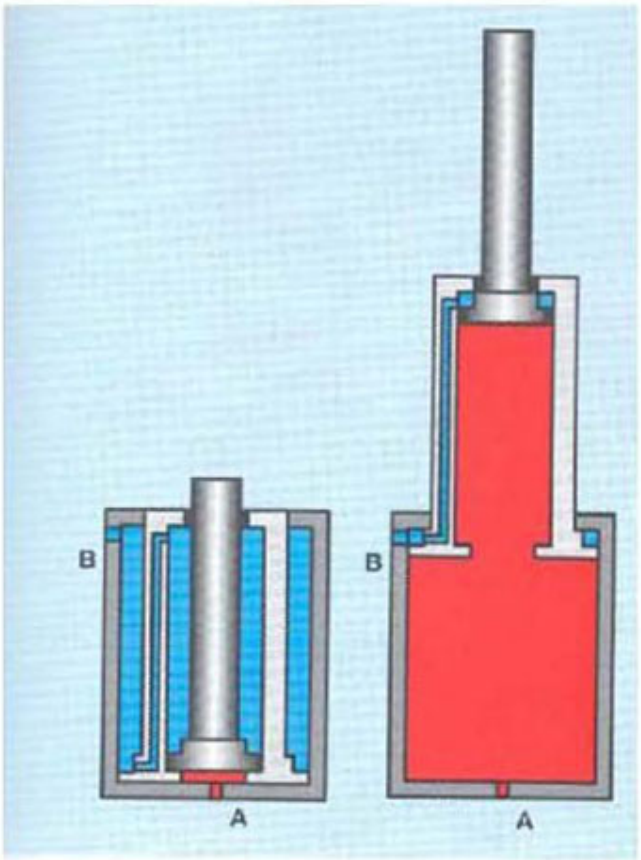


รูป ที่ 6

คือกระบอกสูบที่มีหลักการทำงานแบบ Single Acting Cylinder และ double acting Cylinder ซึ่งมีโครงสร้างตามรูปเมื่อจ่ายน้ำมันเข้าที่รู A1 น้ำมันจะไหลเข้าไปยังห้องด้านในของก้านสูบทีมีปริมาตรน้อยๆ น้ำมันไม่สามารถไหลผ่าน Seal A ที่ติดอยู่กับก้านสูบได้ ดังนั้นก้านสูบ จึงถูกน้ำมัน ดันที่ Area 1 เลื่อนออกไปอย่างรวดเร็วแต่แรงดันจะน้อยและยังมีการป้องกันการเกิด คาวิเตชั่น บริเวณ Area 2 โดยเติมน้ำมันผ่าน Pre fill Valve ส่วนในจังหวะที่ต้องการให้ก้านสูบเลื่อนออกโดยที่มีแรงดันมากๆโดยการจ่ายน้ำมันเข้าที่รู A2 น้ำมันจะไปดันพื้นที่ Area 2 ซึ่งมีขนาดใหญ่กว่า พื้นที่ Area 1 ซึ่งส่งผลให้แรงดันที่ค่ามากขึ้น แต่ความเร็วในการเลื่อนของก้านสูบจะลดลง ในจังหวะ ก้านสูบเลื่อนเข้า จะใช้น้ำหนักของภาระกดลงในกรณีที่ แบบ Single acting Cylinder และใช้น้ำมันดันกลับที่รู B ในกรณีที่เป็นแบบ Double acting Cylinder

กระบอกสูบไฮดรอลิกประเภทนี้นำไปใช้กับงาน จำพวกเครื่องฉีดพลาสติก ในจังหวะเลื่อน และปิด แม่พิมพ์ให้แน่น

6) Telescopic Cylinder



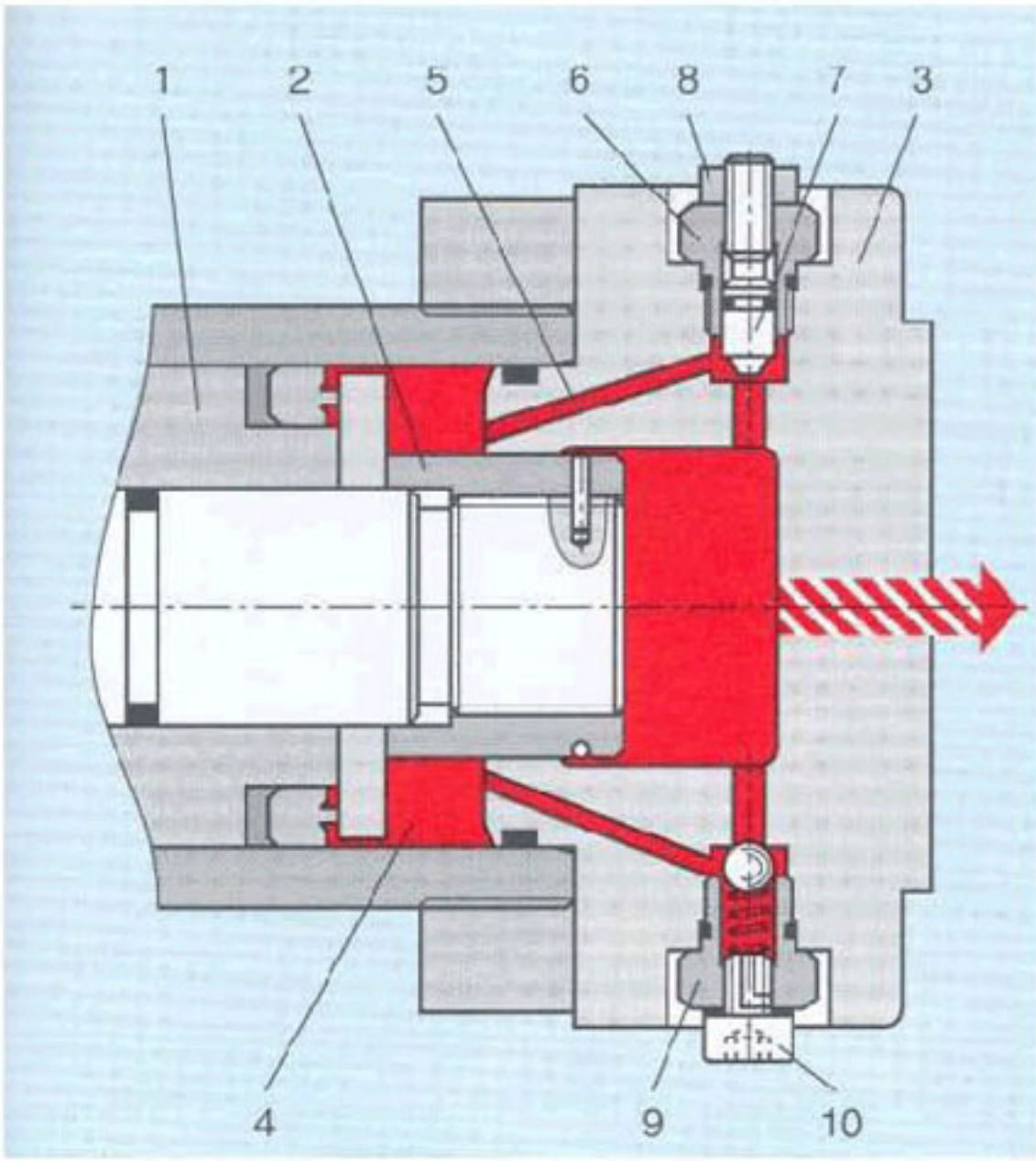
รูปที่ 7

คือกระบอกสูบที่มีหลักการทำงานเป็นแบบ Single acting Cylinder และ Double acting Cylinder มีโครงสร้างกระบอกสูบหลายกระบอกซ้อนกันอยู่ภายในกระบอกใหญ่ เมื่อจ่ายน้ำมันเข้าที่รู A กระบอกสูบที่มีพื้นที่รับน้ำมันมากกว่า จะเลื่อนออกไปก่อน ก้านสูบที่มีพื้นที่หน้าตัดเล็กตามลำดับ แต่เมื่อใช้ไปนานๆ ความฝืดที่เกิดขึ้นบริเวณก้านสูบกระบอกต่างๆ จะไม่เท่ากันมีผลทำให้ลำดับในการเลื่อน อาจเปลี่ยนแปลงไปได้ใน ส่วนในจังหวะเลื่อนกลับ จะใช้น้ำหนักของภาระเป็นตัวกดในกรณีที่เป็น Single acting Cylinder หรือจะใช้น้ำมันจ่ายเข้าที่รู B ในกรณีที่เป็น Double acting Cylinder

กระบอกสูบไฮดรอลิกประเภทนี้นำไปใช้งานกับ กระบอกยกซ่อมของ รถ Folk lift รถกระเช้า กระบอกยกตู้คอนเทนเนอร์ของรถคอนเทนเนอร์ และลิฟท์ในอาคารต่ำๆ

www.9engineer.com

7) Cushioning Hydraulic Cylinder



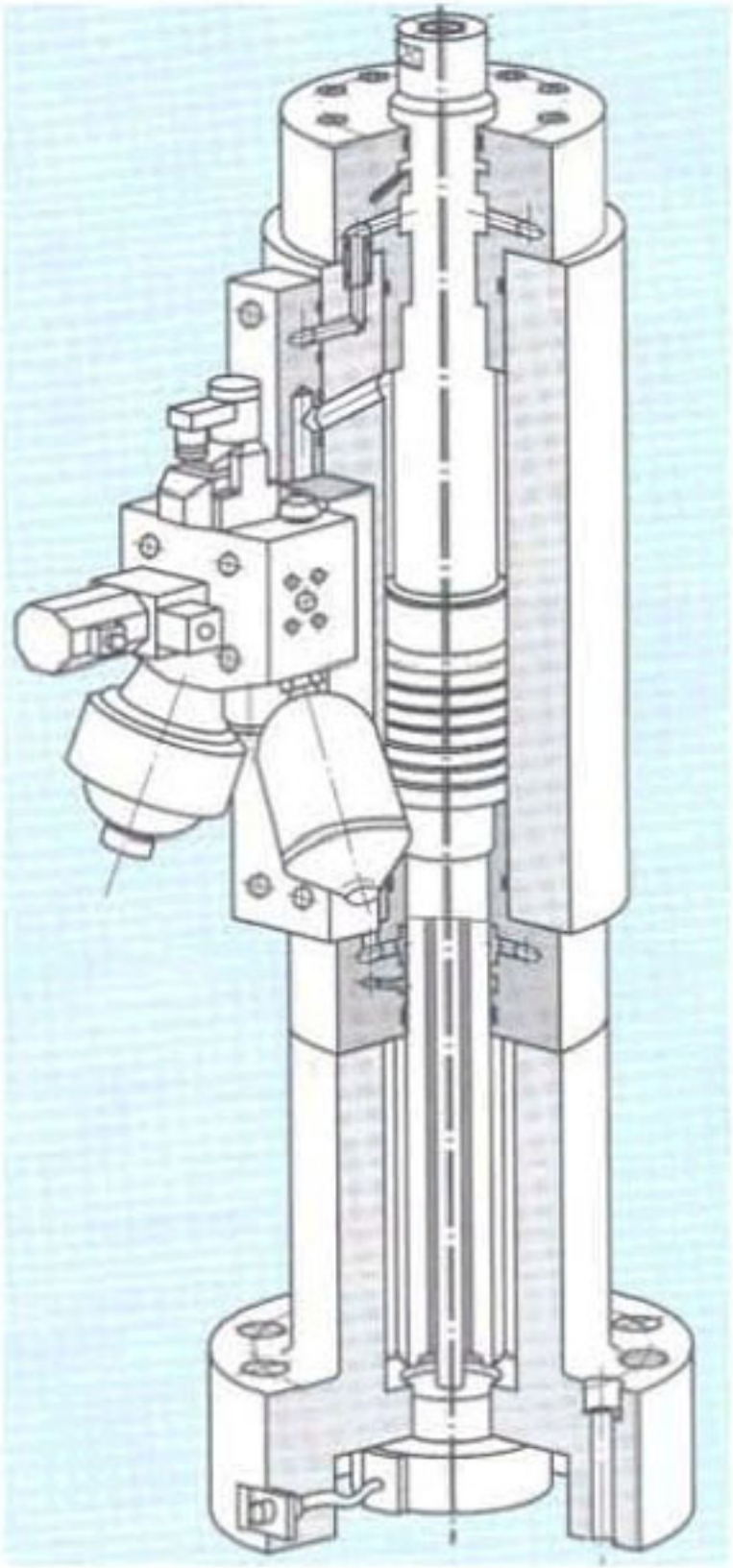
รูปที่ 8

คือกระบอกไฮดรอลิก มีมีหลักการทำงานแบบ double acting cylinder แต่มีระบบกันกระแทกในจังหวะปลายการเคลื่อนที่เข้า และออกก็ได้ ขึ้นอยู่กับการออกแบบจากรูปเป็นจังหวะที่ก้านสูบเลื่อนเข้าในปลายจังหวะ Cushion bush (2) จะเลื่อนเข้าปิดช่องทางน้ำไหลกลับถังบริเวณใหญ่ ดังนั้น น้ำมันที่เหลือ บริเวณ piston Chamber (4) จะไหลกลับถังโดยผ่านช่องที่ (5) ผ่าน adjustable throttle valve (6) มีผลทำให้น้ำมันไหลกลับได้ช้ากว่าปกติ จึงเกิดเป็นเบาะกันกระแทก(4) ขึ้น ดังนั้นปลายจังหวะของการเคลื่อนที่ของก้านสูบจะมีความเร็วลดลง และระยะกันกระแทกสามารถปรับได้โดยการปรับที่ Screw (7)

นอกจากมีระบบกันกระแทกโดยใช้เบาะน้ำมันแล้วยังสามารถใช้ยางมาติดบริเวณฝาปิดกระบอกด้านหัวลูกสูบเพื่อใช้ในการกันกระแทกได้อีกด้วย

www.9engineer.com

8) Servo cylinder



รูปที่9A

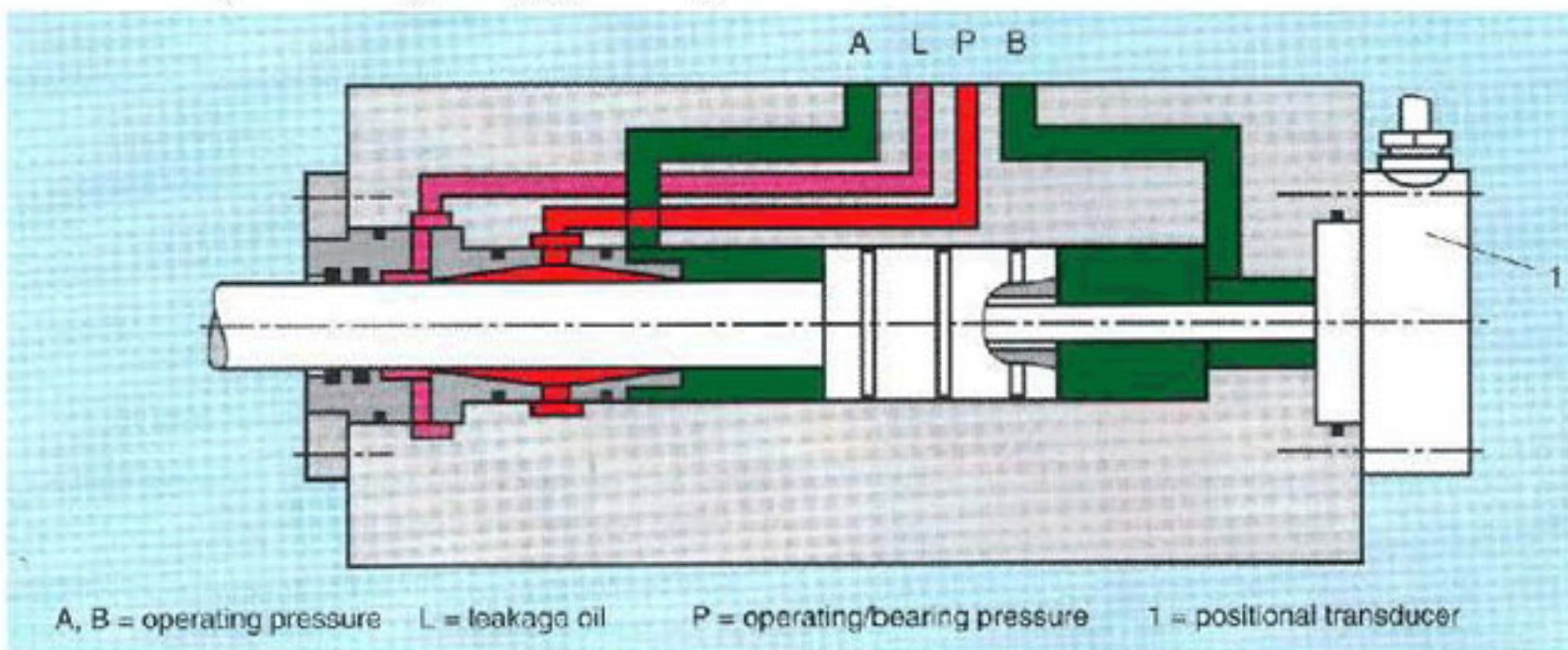
รูปที่9B

www.9engineer.com

คือ กระบอกสูบ ที่มีคุณลักษณะพิเศษเฉพาะตัว คือมีการรองลื่นการเคลื่อนที่ก้านสูบด้วยน้ำมัน (Hydrostatic Bearing) มีผลทำให้แรงเสียดทานในการเคลื่อนที่ น้อย มีความถี่ในการเลื่อนกลับไปมาได้สูง แรงและระยะการเคลื่อนที่ ที่ได้มากหรือน้อย ตามการปรับตั้ง

กระบอกสูบประเภทนี้ถูกแบ่งเป็น 2 ประเภท โดยพิจารณาลักษณะช่องน้ำมันที่ใช้รองลื่นการเคลื่อนที่ของก้านสูบมีดังนี้

1. Hydrostatic tapered gap bearing



รูปที่10A

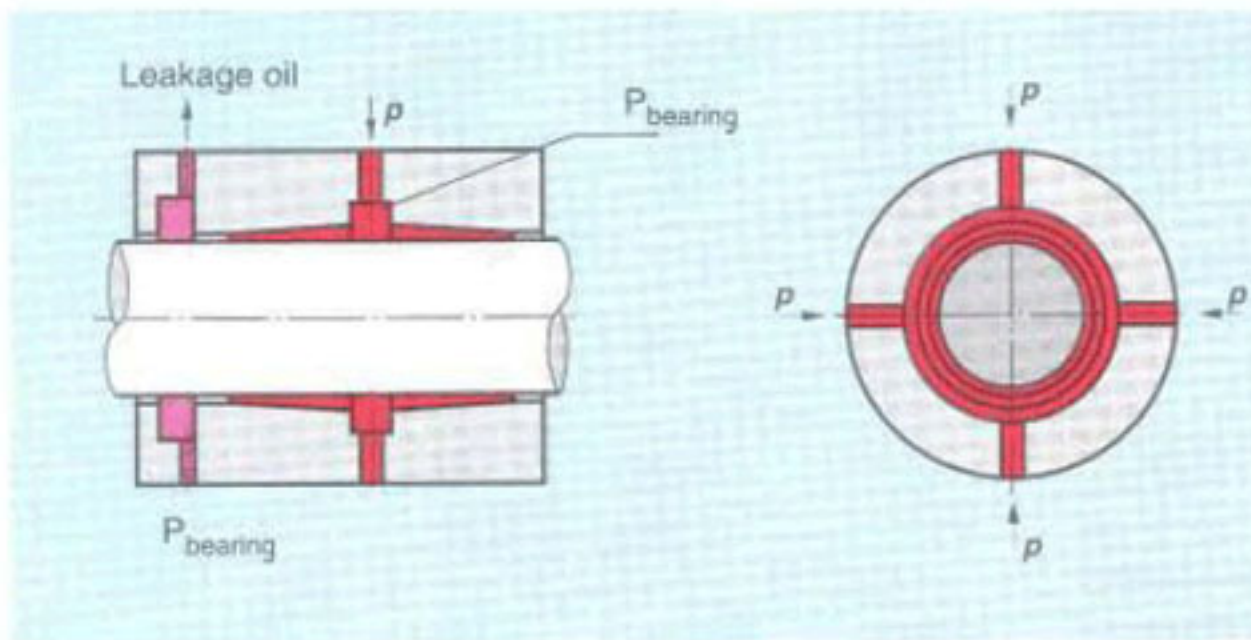


Fig. 33: *Schematic diagram of hydrostatic tapered gap bearing supporting piston rod. The bearing pressure in the taper gap bearing is equivalent to the operating pressure (P)*

รูปที่10B

www.9engineer.com

จากรูปที่ 10 A และ B แสดงถึงน้ำมันรู A , B ใช้ในการเลื่อนก้านลูบ ส่วนรู P ใช้เป็นน้ำมันรองลื่นก้านลูบ คุณลักษณะทางเทคนิคของกระบอกลูบชนิดนี้คือ มีความเร็วในการใช้งานสูงสุด เท่ากับ Vmax = 2 m/s ความดันในการทำงาน P = 210 bar และผลิตแรงได้ตั้งแต่ 1 ถึง 4000 kN และมีแรงเสียดทางน้อยกว่ากระบอกลูบธรรมดา 3 ถึง 4 เท่า โดยดูได้จาก Diagram 1

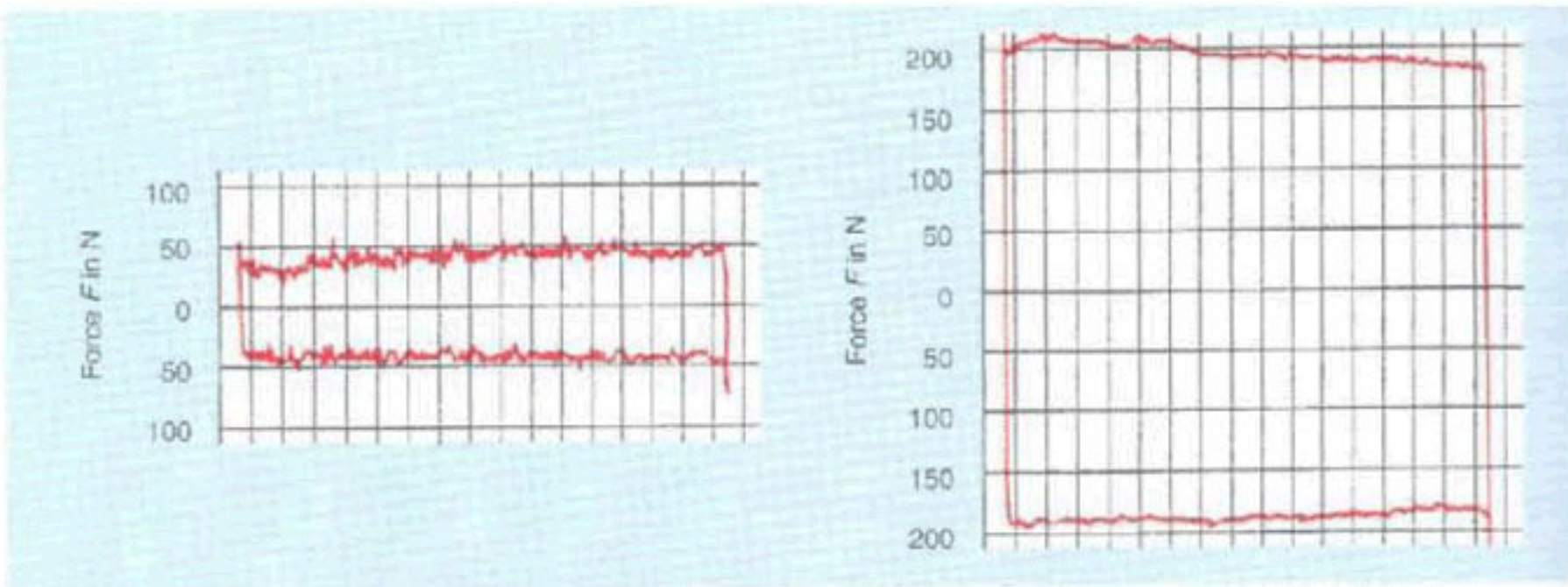
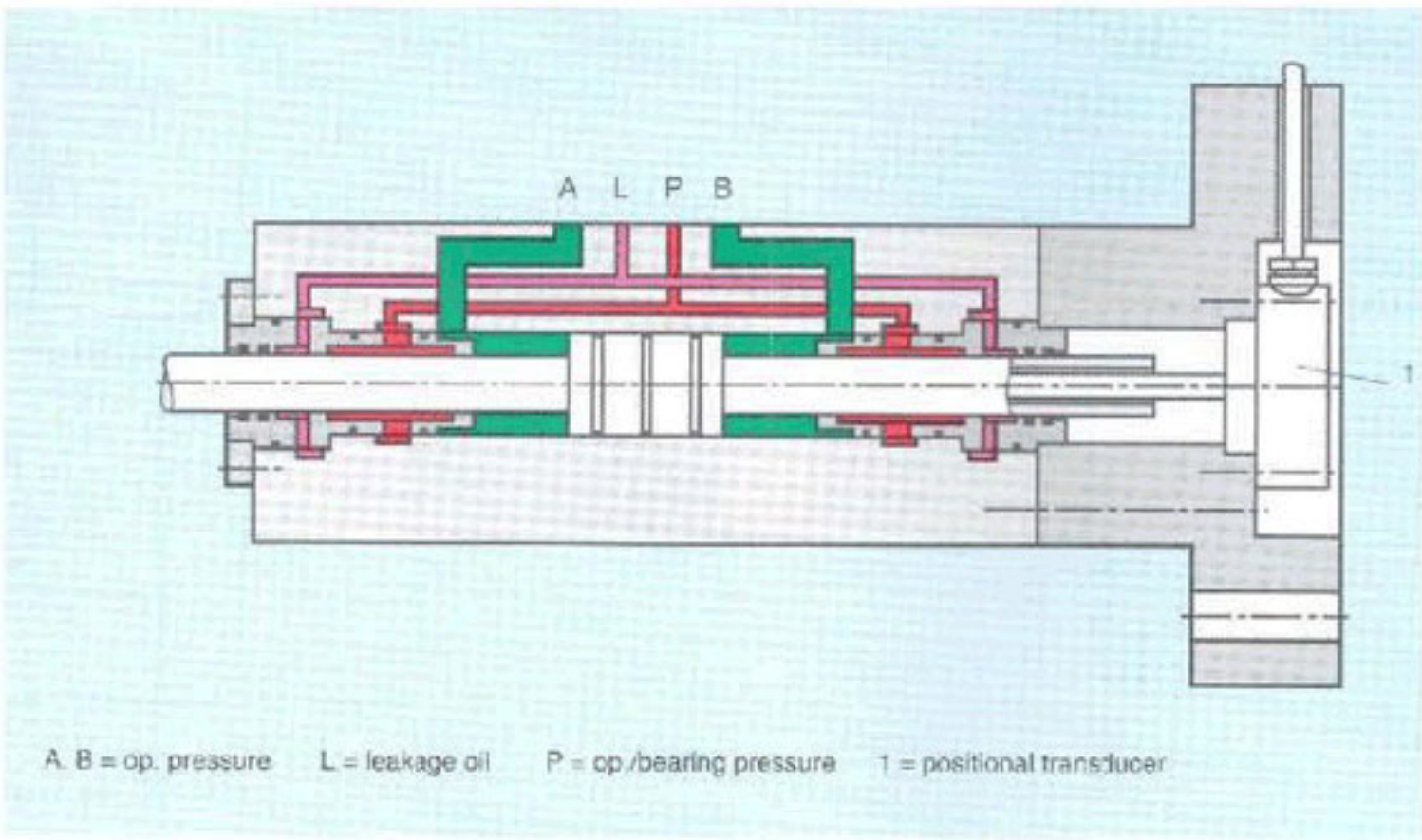


Diagram 1: *Friction measurement at p_{St} = 210 bar, v = 0.1 m/s and s = ± 100 mm; (left) servo cylinder with hydrostatic taper gap bearing, (right) hydraulic cylinder with glide ring seal*

Diagram 1

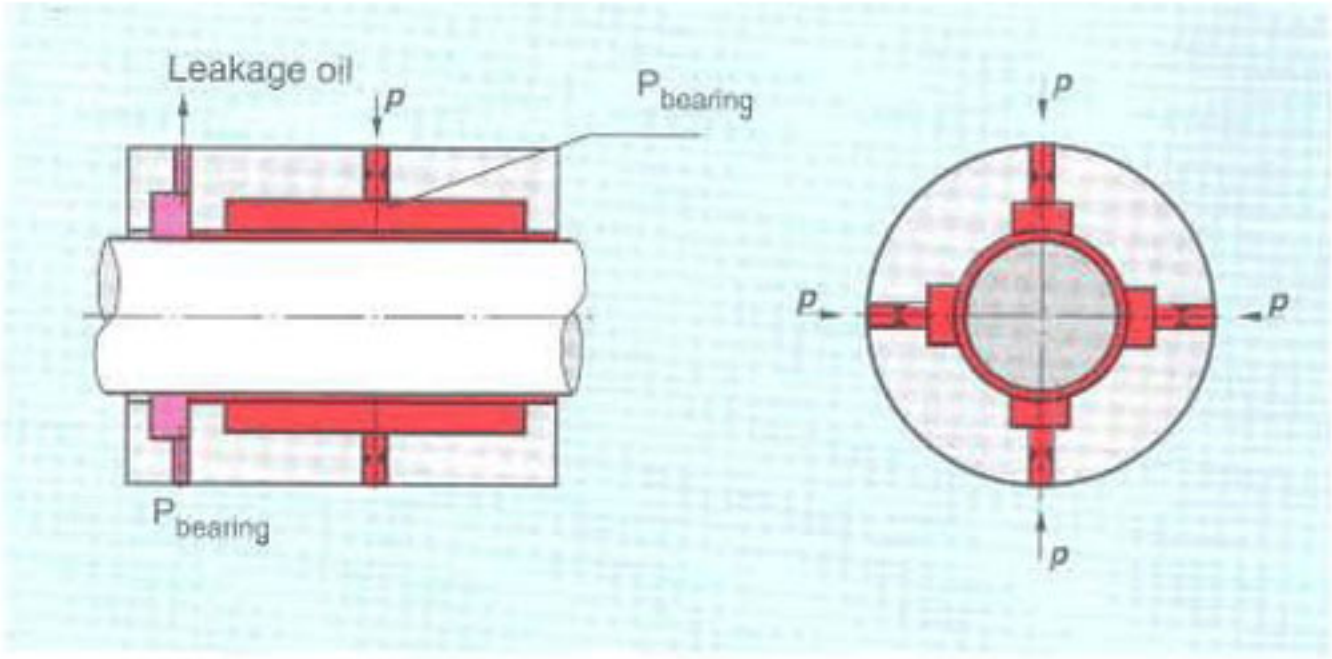
2. Full hydrostatic bearings (Cavity bearing)



Schematic diagram of servo cylinder with full hydrostatic bearings (cavity bearings) supporting the piston rod

รูปที่11A

www.9engineer.com



Schematic diagram of full hydrostatic bearings (cavity bearings) supporting the piston rod

รูปที่11B

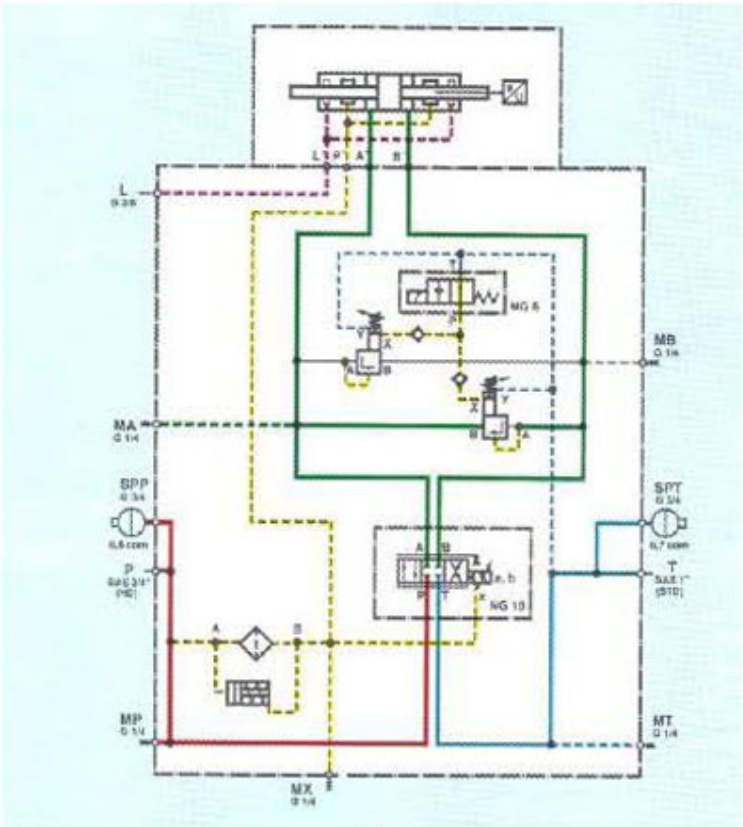
จากรูปที่ 11จะแสดงให้เห็นว่าลักษณะการรองลื่นบริเวณก้านสูบแตกต่างไปจากแบบ Hydrostatic Tapered Gap Bearing

จึงทำให้คุณลักษณะทางเทคนิคของกระบอกสูบชนิดนี้คือมีช่องว่างสำหรับรองลื่น 2ด้าน

จึงทำให้คุณลักษณะทางเทคนิคของกระบอกสูบชนิดนี้,u

ความดันในการใช้งานเท่ากับ P = 280 bar และผลิดแรงได้ตั้งแต่ 10 ถึง 10000 kN ความดันที่ใช้รองลื่นก้านสูบ (รู P มีค่าเท่ากับ 50 % ของความดันใช้งาน(รู A , B)

กระบอกสูบ Servo นี้ ต้องใช้ร่วมกับระบบไฮดรอลิก แบบ Servo Hydraulic System ดังรูปที่ 12 ส่วนการนำไปใช้งานจะใช้กับงานที่ต้องการความถี่สูงๆ (ก้านสูบเลื่อนกลับไปมากหลายครั้งใน 1 นาที) มีความเร็วในการเคลื่อนที่สูง มีความแม่นยำในการควบคุมตำแหน่ง ลักษณะงานดังกล่าว คือ Mould Oscillation ในอุตสาหกรรมหลอมเหล็กเครื่องทดสอบระบบสั่นสะเทือนของรถยนต์



รูปที่ 12

สรุป

นอกจากกระบอกสูบไฮดรอลิกที่ใช้งานกันอยู่ทั่วไปแล้ว ยังมีกระบอกสูบไฮดรอลิกที่มีคุณลักษณะและการทำงานที่พิเศษเช่นมีแรงและความเร็วขณะเคลื่อนที่เข้าและออกมีอัตราส่วนเป็น 2 เท่า , มีโครงสร้างที่แข็งแรงและสามารถติดตั้งในพื้นที่แคบๆได้นอกจากนี้ยังสามารถเคลื่อนที่ได้ 2 ความเร็วในการเคลื่อนที่เพียง 1 stroke อีกทั้งยังสามารถตอบสนองกับงานที่ต้องการความถี่และความแม่นยำสูงได้อีกด้วย โดยส่วนใหญ่แล้วกระบอกสูบไฮดรอลิกชนิดพิเศษจะนำไปใช้งานที่มีลักษณะเฉพาะทางดังกล่าวข้างต้น

เอกสารอ้างอิง Rexroth Hydraulics , The Hydraulic Trainer Volume 1 , 1991