บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

ในการสร้างเครื่องผลิตปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดขนาดเล็กนั้นใช้หลักการและทฤษฎีต่างๆดังนี้

2.1 หัวฉีด

2.2 ปั๊ม

2.3 มอเตอร์ไฟฟ้า

2.4 สายพาน

2.5 วาล์ว

2.6 การดูแลบำรุงรักษาปั๊มแรงดันสูง

2.7 ชนิดของการไหลของของไหล

2.1 หัวฉีด [7]

หัวฉีด คือ อุปกรณ์ที่ฉีดพ่นของเหลวให้เป็นฝอย ของเหลวจะแตกตัวเป็นละอองเล็กๆ และฟุ้งกระจายเป็นละอองได้ต้องใช้พลังงาน ดังนั้น หัวฉีดจึงถูกแบ่งออกตามประเภทของพลังงานที่ก่อให้เกิดละออง หัวฉีดโดยทั่วไป จะทำหน้าที่ดังต่อไปนี้

1. ทำให้สารแตกกระจายเป็นละอองสาร
2. ควบคุมการแตกกระจายของละอองสาร
3. ควบคุมอัตราการไหลของสาร

ประเภทของหัวฉีด หัวฉีดแบ่งออกตามประเภทของพลังงานที่ก่อให้เกิดละอองได้ดังนี้ คือ

1. หัวฉีดประเภทใช้แรงดันของเหลว
2. หัวฉีดใช้แรงลม
3. หัวฉีดใช้แรงเหวี่ยง
4. หัวฉีดใช้ความร้อน
5. หัวฉีดใช้ประจุไฟฟ้า

ในที่นี้จะขอกล่าวเฉพาะหัวฉีดที่ใช้แรงดันของเหลว หัวฉีดใช้แรงลม และหัวฉีดใช้แรงเหวี่ยง

หัวฉีดใช้แรงดันของเหลวแบ่งออกเป็น 3 แบบ คือ หัวฉีดแบบแรงปะทะ หัวฉีดแบบรูปพัด และหัวฉีดแบบรูปกรวย

2.1.1 หัวฉีดแบบแรงปะทะ เป็นหัวฉีดสำหรับใช้พ่นสารกำจัดวัชพืชโดยเฉพาะทำด้วยโลหะหรือพลาสติกแข็งเป็นชิ้นเดียวกัน มีรูขนาดเล็กตรงกลาง ของเหลวที่ไหลผ่านรูนี้ จะปะทะกับแผ่นกั้นแล้วกระจายตัวออกเป็นละอองสารในลักษณะรูปพัด อาจจะมีมุมระหว่าง 25 -180 องศา ขึ้นอยู่กับแรงดันที่ใช้ แต่โดยทั่วไป หัวฉีดแบบนี้จะใช้แรงดันต่ำประมาณ 4-15 องศาปอนด์ต่อตารางนิ้ว ซึ่งจะให้ละอองสารที่หยาบจะได้ไม่ปลิวไปถูกพืชอื่นที่อยู่ข้างเคียงพื้นที่ที่ละอองสารตกลงพื้นดินจะเป็นรูปวงรีแคบๆ บริเวณปลายทั้งสองข้างจะโตเล็กน้อย

2.1.2 หัวฉีดแบบรูปพัด หัวฉีดแบบนี้ทำด้วยวัตถุชิ้นเดียว มีลักษณะกลมแบบตรงกลางเจาะเป็นรูปวงรีเล็กๆ ให้ของเหลวไหลผ่าน ขนาดของเหลวที่ไหลผ่านรูฉีดด้วยแรงดันสูงจะแผ่นเป็นรูปพัด มีความกว้างของมุมที่ของเหลวออกมาต่างๆกัน ระหว่าง 65-80 องศา อัตราการไหลมากน้อยขึ้นอยู่กับขนาดของรูฉีดและแรงดันหัวฉีดชนิดนี้ ใช้ในงานป้องกันกำจัดวัชพืชด้วยแรงดันต่ำประมาณ 15 ปอนด์/ตารางนิ้ว เพื่อให้มีละอองสารหยาบจะได้ไม่ปลิวไม่ถูกพืชข้างเคียง นอกจากนั้นยังใช้พ่นสารป้องกันกำจัดศัตรูในพืชเตี้ยๆ และสม่ำเสมอ เช่น ถั่วลิสง พืชผัก หรือใช้งานสาธารณสุขเพื่อพ่นสารกำจัดยุง ด้วยแรงดันสูงประมาณ 40-60 ปอนด์/ตารางนิ้ว เพื่อให้ได้ละอองสารที่ละเอียด

2.1.3 หัวฉีดแบบรูปกรวย เป็นหัวฉีดที่ใช้กันมากในการกำจัดศัตรูพืช ประกอบด้วยชิ้นส่วนสำคัญ 2 ชิ้น คือ รูฉีด ทำด้วยโลหะหรือ วัสดุแข็งเป็นแผ่นแบนๆ หรือเป็นแท่งกลมมีรูหรือร่องเอียงให้ของเหลวไหลผ่านเพื่อให้เกิดกระแสวน ด้านหลังของรูฉีดและผ่านออกไป เป็นรูปกรวยกลม ถ้าพื้นที่ตรงกลางของรูปกรวยนั้นว่าง เรียกว่าหัวฉีดแบบกรวยกลวง แต่ถ้าเป็นรูปกรวยนั้นมีละอองสารเต็มเรียกว่าหัวฉีด แบบกรวยทึบ หัวฉีดแบบนี้มีขนาดของรูฉีด และแผ่นทำให้เกิดกระแสวนให้เลือกหลายขนาดเพื่อให้ได้อัตราการไหลและขนาดของละอองสารที่ต้อการ มักจะใช้แรงดันสูงตั้งแต่ 40 ปอนด์ต่อตารางนิ้วขึ้นไป

ตารางที่ 2.1 ประเภทของหัวฉีด

พลังงาน	ประเภทหัวฉีด	เครื่องพ่นสารที่ใช้	การใช้งาน
	1.ชนิดปะทะ	เครื่องอัดลม	หัวฉีดรูปพัด และแรงปะทะ
ใช้แรงดัน	2.รูปพัด	เครื่องสูบชัก	ใช้พ่นวัชพืช
	3.กรวย	เครื่องสูบโยก	ใช้พ่นแมลง
		เครื่องยนต์พ่นสาร แบบใช้ของเหลว	
ใช้แรงลม	ลมเป่า	เครื่องยนต์พ่นสารเคมี	ใช้พ่นละอองปกคลุมใบพืช
		แบบใช้แรงลมสะพายหลัง	โดยเฉพาไม้พุ่ม ใช้พ่นแมลงศัตรูพืช
แรงเหวี่ยง	จานหมุน	เครื่องพ่น ยู แอล วี	ละอองละเอียดใช้กระแสลมช่วย ใช้พ่นแมลง

2.1.4 หัวฉีดใช้แรงดันของเหลว เป็นหัวฉีดของเครื่องพ่นสารชนิดต่างๆ ทั้งขนาดเล็กที่ใช้ ไม่ใช่เครื่องยนต์และขนาดใหญ่ที่ใช้เครื่องยนต์ หัวฉีดแบบนี้มีหลักการง่ายๆ คือ ใช้แรงดันบังคับให้ของเหลวไหลผ่านรูฉีดขนาดเล็ก ของเหลวที่หลุดพ้นจากรูฉีดออกไปจะแตกตัวเป็นละอองขนาดต่างๆกัน มีทั้งขนาดเล็กขนาดใหญ่ที่มีความต่างกันมาก ขนาดของละอองสารจะเล็กหรือใหญ่ ขึ้นอยู่กับแรงดันและขนาดของรูฉีดก็เช่นกันรูฉีดขนาดใหญ่ให้ละอองสารหยาบรูฉีดเล็กให้ละอองสารละเอียด

2.1.5 หัวฉีดใช้แรงลม เป็นหัวฉีดเครื่องพ่นสารประเภทเครื่องยนต์แบบใช้สะพายหลัง มีพัดลมเป่าตามท่อด้วยความเร็วสูง ของเหลวที่ไหลจากถังบรรจุสารถูกบังคับให้ไหลน้อยลงตรงหัวฉีด และพ่นลงสู่กระแสลมที่ผ่านมาในท่อ ของเหลวนั้นจะแตกตัวเป็นละอองสารขนาดเล็ก และถูกพาไปกับกระแสลมของเครื่องไปยังที่หมาย ขนาดของละอองสารจะละเอียดหรือหยาบขึ้นอยู่กับความเร็วลมปลายท่อและอัตราการไหลน้อย ละอองสารละละเอียด และตรงกันข้าม ถ้าความเร็วลมอ่อน อัตราการไหลมากละอองสารจะหยาบ

2.1.6 หัวฉีดใช้แรงเหวี่ยง เป็นหัวฉีดที่ให้ละอองละเอียดขนาดสม่ำเสมอดีกว่าหัวฉีดต่างๆ ที่ได้กล่าวมา มีหลักการให้สารของเหลว จำนวนน้อยหยดลงบนจานที่หมุนด้วยความเร็วสูงของเหลวจะถูกสลัดออกโดยรอบขอบจานซึ่งมีฟันคมรอบจาน หัวฉีดนี้ใช้กับเครื่องพ่นแบบจานหมุนหรือเครื่องพ่นสาร

ยู.แอล.วี ขนาดละอองจะหยาบหรือละเอียดขึ้นอยู่ที่รอบของหัวฉีด ถ้ารอบสูงละอองจะละเอียด รอบต่ำละอองจะหยาบ

2.2 ปั๊ม

การจำแนกปั๊มและเทอมต่างๆ[4]

การเรียกชื่อปั๊มนั้น มักจะเรียกชื่อตามลักษณะต่างๆ กันไป เช่น ลักษณะการเคลื่อนที่ของของเหลว ลักษณะการใช้งานพิเศษ เป็นต้น และจากการที่มีการเรียกชื่อที่แตกต่างกันมากมาย ทำให้บางครั้งเกิดการสับสนได้ ดังนั้นจึงได้มีการจัดแบ่งหมวดหมู่ของปั๊มขึ้นเพื่อให้สามารถเรียกชื่อได้ชัดเจนขึ้นและสามารถใช้อ้างอิงต่อไปได้

2.2.1 ชนิดของปั๊ม

ปั๊มชนิดต่างๆที่ใช้งานกันอยู่นั้น หากพิจารณาถึงกลไกในการเคลื่อนที่ของของเหลวภายในปั๊มจะสามารถแบ่งเป็นชนิดต่างๆ ได้ 3 ชนิด คือ

1. ปั๊มแบบโรตารี่ (Rotary Pump) เป็นกลุ่มของปั๊มที่เพิ่มพลังงานให้กับของเหลว โดยที่ของเหลวจะถูกบีบหรือรีดผ่านช่องแคบๆที่อยู่ระหว่างผนังห้องสูบกับกลไกการเคลื่อนที่ ที่เรียกว่า Rotating Element

2. ปั๊มแบบชัก (Reciprocating Pump) เป็นกลุ่มของปั๊มซึ่งของเหลวจะเข้าไปแทนที่ช่องว่างที่เกิดขึ้นในห้องสูบจากการเคลื่อนที่ของกลไกประเภทลูกสูบและไดอะเฟรม ทำให้เกิดการขับดันของเหลวออกจากตัวปั๊มอย่างเป็นจังหวะตามการเคลื่อนที่ของกลไก

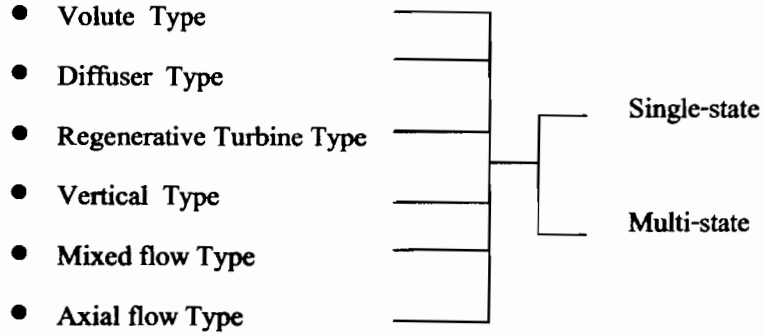
3. ปั๊มแบบใช้แรงเหวี่ยงหนีศูนย์ (Centrifugal Pump) เป็นกลุ่มของปั๊มสร้างเฮดหรือพลังงานให้กับของเหลว โดยใช้แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางของปั๊ม

นอกจากนี้ยังมีปั๊มที่มีลักษณะพิเศษอีกกลุ่มหนึ่ง คือ ปั๊มแบบอัดอากาศ (Jet Pump or Eductor) เป็นปั๊มที่อาศัยหลักของความกดดันที่เกิดขึ้นบริเวณคอคอด โดยให้อากาศหรือของเหลวความเร็วสูงพุ่งผ่านคอคอดในปั๊ม และอาศัยแรงดันของบรรยากาศภายนอกดันของเหลวให้ไหลเข้าสู่บริเวณความดันที่ลดลง

2.2.2 การจัดประเภทปั๊ม

ปั๊มในแต่ละประเภทดังกล่าวข้างต้น ยังแบ่งออกเป็นประเภทต่างๆมากมาย ตามลักษณะการออกแบบและการทำงานของปั๊ม เช่น ปั๊มแบบใช้แรงเหวี่ยงหนีศูนย์ สถาบัน Hydraulic Institute แบ่งประเภทตามห้องสูบ ออกเป็นประเภท Volute, Circular หรือ Diffuser ถ้าหากแบ่งโดยพิจารณาตำแหน่งของเพลาแบ่งได้เป็นประเภท แนวนอน หรือ แนวตั้ง ถ้าหากพิจารณาด้านดูดของปั๊ม ก็สามารถแบ่งได้เป็นแบบ Singer หรือ Double suction และถ้าหากพิจารณาย่อยไปถึงจำนวนชั้นของใบพัด ก็จะสามารถแบ่งได้เป็น แบบ Single-Stage หรือ Multi-Stage ปั๊มแบบต่างๆ ที่กล่าวในหัวข้อ 2.2.1 สามารถแบ่งได้เป็นประเภทต่างๆ ดังนี้

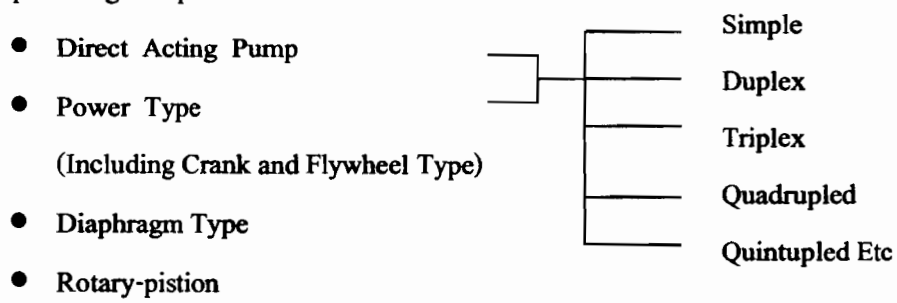
Centrifugal Pump



Rotary Pump

- Gear Type
- Vame Type
- Cam and Piston Type
- Screw Type
- Lobular Type
- Shuttle Block Type
- Flexible Chamber Type

Reciprocating Pump



2.2.3 คุณลักษณะทั่วไป

ลักษณะทั่วไปของปั๊มบางประเภท เช่น อัตราการไหล เฮด ระยะยกด้านดูด สูงสุดคุณสมบัติของของเหลว ฯลฯ แสดงดังตาราง2.2 ดังนั้นการเลือกประเภทของปั๊มเบื้องต้นสามารถพิจารณาได้จากคุณสมบัติในตาราง2.2 แล้วจะเห็นได้ว่า การเลือกปั๊มแบบ Reciprocating ซึ่งจะเป็นประเภท Pistion, Direct Acting หรือ Power Type ขึ้นอยู่กับความต้องการของงานสูบซึ่งต้องพิจารณาโดยละเอียดต่อไป

ตารางที่ 2.2 คุณสมบัติทั่วไปของปั๊ม

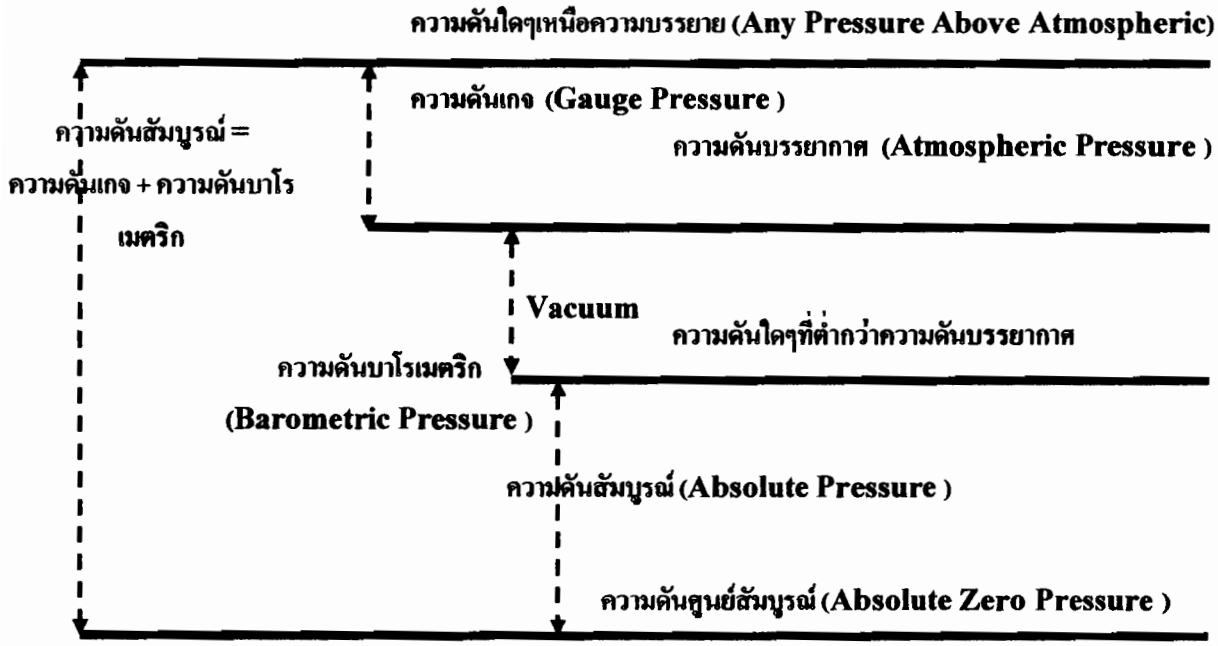
	Centrifugal		Rotary	Reciprocating		
	Volutec และ Diffuser	Axial flow	Screw และGear	Direct-acting Steam	Double-Acting Steam	Triplex
การไหลที่ได้	คงที่	คงที่	คงที่	เป็นจังหวะ	เป็นจังหวะ	เป็นจังหวะ
โดยปกติมี max,suctionlift,ฟุต	15	15	22	22	22	22
ลักษณะของเหลว	ใสสะอาด สกปรก มีวัสดุเหลมคม ปะปน;ปะปนไปด้วย ของแข็งมากมาย		หนืด ไม่มีวัสดุ เหลมคมปะปน	ใสและสะอาด		
- ช่วงของ head - ช่วงอัตราการไหล	ต่ำ-สูง น้อยถึงมาก		ปานกลาง น้อย-ปานกลาง	น้อย-สูงแต่ให้อัตราการไหลค่อนข้างต่ำ		
การเพิ่ม head มีผลทำให้ - อัตราการไหล - power input	ลดลง ขึ้นอยู่กับความเร็ว จำเพาะ		ไม่มีผลเพิ่มขึ้น	ลดลง เพิ่มขึ้น	ไม่มีผล เพิ่มขึ้น	ไม่มีผล เพิ่มขึ้น
การเพิ่ม head มีผลทำให้ - อัตราการไหล - power input	เพิ่มขึ้น ขึ้นอยู่กับความเร็ว จำเพาะ		ไม่มีผลลดลง	เพิ่มขึ้น เล็กน้อย ลดลง	ไม่มีผล ลดลง	ไม่มีผล ลดลง

2.2.4 เทอมและค่าคำจัดความต่างๆ

เทอมและคำจำกัดความต่างๆที่เกี่ยวข้องกับปั๊ม เป็นสิ่งจำเป็นที่วิศวกรควรทราบเพื่อจะได้ไม่สับสนในการพิจารณาเลือกปั๊มจากเอกสารที่บริษัทผู้ผลิตจัดทำเทอมต่างๆ นั้นประกอบไปด้วย

1. ความดัน (Pressure, P) คือ เทอมของความดันที่มักพบในงานปั๊ม ได้แก่ ความดันสัมบูรณ์ ความดันบาโรเมตริก และความดันเกจ ส่วนเทอม สูญญากาศใช้กับการใช้งานที่มีความดันต่ำกว่าความดันบรรยากาศ ซึ่งแต่ละเทอมมีความหมายดังนี้

- ความดันสัมบูรณ์ คือ ความดันที่มีค่ามากกว่าความดันศูนย์สัมบูรณ์ ซึ่งอาจจะมีค่ามากกว่าหรือน้อยกว่าความดันบรรยากาศ ณ ตำแหน่งที่พิจารณา



รูปที่ 2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างเทอมความดันต่างๆ

- ความดันบาโรเมตริก คือ ความดันบรรยากาศ ของตำแหน่งที่ทำการวัดและเปลี่ยนแปลงไปตามระดับความสูงและสภาพภูมิอากาศ

- ความดันเกจ คือ ความดันที่มีค่าความดันบรรยากาศ ณ ตำแหน่งนั้น หากพิจารณาความดันสัมบูรณ์ ณ ตำแหน่งใด ๆเหนือความดันบรรยากาศ จะได้ว่า

ความดันสัมบูรณ์ = ความดันเกจ + ความดันบาโรเมตริก

= ความดันเกจ + ความดันบรรยากาศ

- สุญญากาศ คือ ความดันที่มีค่าติดลบ หรือ ความดันที่มีค่าน้อยกว่าความดันบรรยากาศ

ความดันมีหน่วยเป็น แรงต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ หน่วยของความดันที่จะได้กล่าวต่อไปได้แก่ กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร (kg/cm^2), ปอนด์ต่อตารางนิ้ว(psi) และบรรยากาศ(atm)

2. เฮด (Head, H) คือ ความสูงของแท่งน้ำหรือของเหลวในแนวดิ่ง ซึ่งแสดงถึงพลังงานหรือความสามารถในการทำงานโดยเปรียบเทียบในรูปของความดัน ในระบบสูบใดๆของเหลวจะเคลื่อนที่จากแหล่งสูบไปยังแหล่งจ่าย โดยได้รับผลพลังงานจาปั๊ม ขณะเคลื่อนที่ภายในท่อพลังงานบางส่วนก็จะสูญเสียไป เนื่องจากความฝืดของท่อและอุปกรณ์ประกอบพลังงานที่เกี่ยวข้องในระบบสูบ ประกอบไปด้วย เฮดสถิตย์, เฮดความดัน, เฮดความฝืด, การสูญเสียที่ทางเข้า, ทางออก และ เฮดความเร็ว หากพิจารณาเฉพาะปั๊มแล้ว เฮด จะบ่งบอกถึงพลังงานทั้งหมดที่ให้แก่ของเหลว ที่ความเร็วรอบ และอัตราการไหลขณะที่ใช้งาน เฮดสามารถเปลี่ยนเป็นความดันได้จากสมการ

$$H = \frac{P}{\gamma} = \frac{P}{\rho g}$$

โดย

H	=	เฮดความสูงของแท่งของเหลว
P	=	ความดันในหน่วยของแรงต่อ 1 หน่วยพื้นที่, kPa
ρ	=	ความหนาแน่นของของเหลว kg/m^3
g	=	อัตราเร่งเนื่องจากแรงดึงดูดของโลก m/s^2
γ	=	ความถ่วงจำเพาะของของเหลวN/m^3

3. เฮดสถิตย์ (Static Head, H_s) คือความดันที่วัดเทียบเป็นแท่งความสูงของของเหลวที่กระทำทางด้านดูด หรือ ด้านจ่าย ของปั๊มน้ำ โดยถือว่าความเร็วการไหลมีค่าเป็นศูนย์ ซึ่งสามารถคำนวณได้จากความแตกต่างของระดับในการติดตั้งปั๊มน้ำรูปแบบต่างๆ

4.ระยะยกสถิตย์ด้านดูด (Static Suction Lift) และ เฮดสถิตด้านดูด (Static Suction, S) คือระยะทางในแนวดิ่งจากระดับผิวของเหลวแหล่งสูบถึงศูนย์กลางปั๊ม ซึ่งหากระดับผิวของเหลวอยู่ต่ำกว่าแนวศูนย์กลางปั๊ม จะเรียกระยะนี้ว่า Static Suction Lift แต่ถ้าอยู่สูงกว่า จะเรียกระยะนี้ว่า Static Suction Head

5. เฮดสถิตย์ด้านจ่าย (Static Discharge Head, H_D) คือระยะในแนวดิ่งจากศูนย์กลางปั๊มถึงจุดปล่อยอิสระ (Point of Free Delivery) ของของเหลวด้านจ่าย

6. เฮดสถิตย์รวม (Total Static Head, Hst) คือระยะทางในแนวดิ่งระหว่างผิวของเหลวด้านแหล่งสูบถึงจุดปล่อยอิสระด้านจ่าย

Total Static Head = Static Suction Lift + Static Discharge Head

Total Static Head = Static Discharge Head – Static Suction Head

7. เฮดความฝืด (Friction Head, h_f) คือเฮดที่ต้องการในการเอาชนะความต้านทานการไหลจากท่อ วาล์วและอุปกรณ์ประกอบท่อ ทั้งทางด้านท่อดูดและท่อจ่ายของระบบ เฮดความฝืดขึ้นอยู่กับอัตราการไหลของของเหลว ขนาดของท่อ ชนิดและความขรุขระภายในของท่อรวมถึงคุณสมบัติของของเหลวเช่น ความหนืด เป็นต้น

8. เฮดความเร็ว (Velocity Head, h_v) คือ พลังงานจลน์ที่เกิดจากการเคลื่อนที่ของของเหลวถ้าของเหลวเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว V เฮดความเร็ว จะกับระยะทางที่มวลของน้ำตกลงมาด้วยแรงดึงดูดของโลก จนกระทั่งมีความเร็ว V ดังนั้นเฮดความเร็วจึงคำนวณได้จากสมการ

$$h_v = \frac{V^2}{2g}$$

โดย

h_v = เฮดความเร็ว, m /s

V = ความเร็วการไหล , m /s

g = อัตราเร่งเนื่องจากแรงดึงดูด, m /s^2

9. การสูญเสียที่ทางเข้า h_i และทางออก h_e (Charge and Discharge Losses) เมื่อของเหลวเคลื่อนที่จากแหล่งสูบเข้าสู่ท่อ จะเกิดการสูญเสียพลังงานเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงหน้าตัดการไหล หากของเหลวเคลื่อนที่จากแหล่งสูบเข้าสู่ท่อ จะเรียกการสูญเสียพลังงานนี้ว่า การสูญเสียที่ทางเข้า และหากเคลื่อนที่ออกจากท่อ จะเรียกว่าการสูญเสียที่ทางออก การสูญเสียพลังงานสามารถลดลงได้โดยการติดตั้งท่อรูปปากแตร ที่ปลายท่อดูดของปั๊มน้ำ หรือติดตั้งท่อขยาย ที่ปลายท่อจ่าย ซึ่งจะทำให้การเปลี่ยนแปลงหน้าตัดการไหลค่อยๆเกิดขึ้น การสูญเสียพลังงานที่จะเกิดขึ้นน้อยลง

10.เฮดด้านดูดรวม (Total Suction Head) และระยะยกด้านดูดรวม (Total Suction Lift) ค่า Total Suction Head กรณีเป็นระบบปิด ดังรูป คำนวณได้จากสมการ

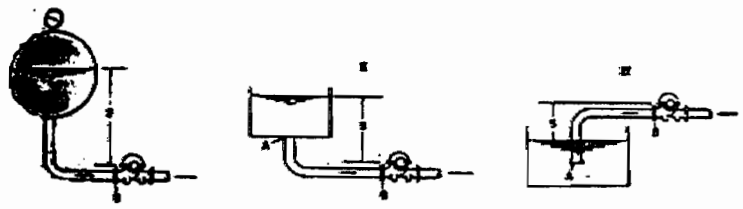
เฮดด้านดูดรวม = เฮดสถิตย์ด้านดูด – การสูญเสียที่ทางเข้า – เฮดความฝืดท่อดูด + เฮดความดันใดๆ ที่ผิวของเหลวแหล่งสูบ

หากเฮดความดันใดๆวัดเทียบกับความดันบรรยากาศ ของเฮดทางด้านดูดที่ได้ก็จะเป็นเฮดที่วัดเทียบกับบรรยากาศเช่นกัน ดังนั้น ถ้าเป็นแหล่งสูบแบบระบบเปิด ดังรูป 2.2 a.โดยเฮดความดันจะมีค่าเท่ากับความดันบรรยากาศ หรือ เท่ากับศูนย์

เทอมระยะยกด้านดูด คือ ค่าติดลบของเฮดด้านดูด ซึ่งปกติจะใช้คำว่า ระยะยกแทนเฮด เมื่อปั๊มดูดของเหลวจากแหล่งสูบที่อยู่ต่ำกว่าตัวปั๊ม และแหล่งสูบเปิดให้ผิวของเหลวสัมผัสอากาศดังรูป 2.2 b. ระยะยกด้านดูดรวม สามารถคำนวณได้จากสมการ

ระยะยกด้านดูดรวม = ระยะยกสถิตย์ด้านดูด + การสูญเสียที่ทางเข้า + เฮดความฝืดท่อดูด

หากนำเกจมาติดตั้งที่ท่อดูด ค่าที่อ่านได้ คือ เฮดด้านดูดรวม (วัดเทียบกับบรรยากาศ) ลบด้วยเฮดความเร็วของจุดที่ติดตั้งเกจ แต่สำหรับ ระยะยกด้านดูด ค่าที่อ่านได้จากเกจ คือ ระยะยกด้านดูดรวม (วัดเทียบกับบรรยากาศ) บวกด้วยเฮดความเร็วของจุดที่ติดตั้งเกจ



$h_s = S - h_{fs} - h_i + P_s$ $h_s = S - h_{fs} - h_i$ $h_s = (-S) - h_{fs} - h_i$

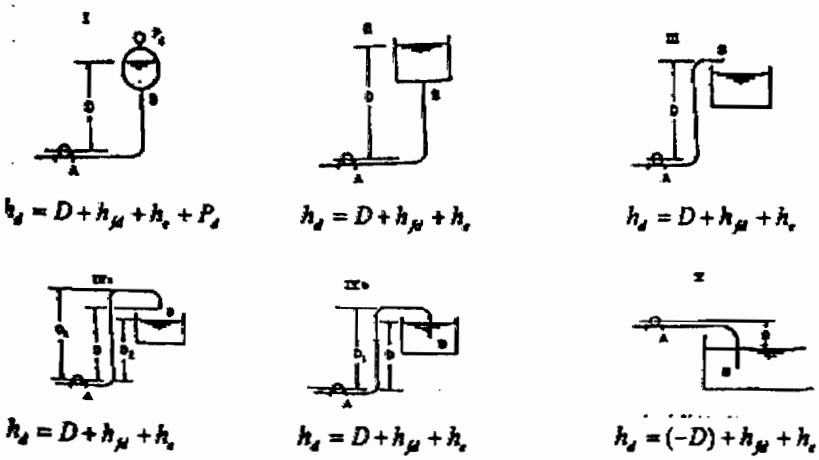
$-h_s = S + h_{fs} + h_i$

a b c

รูปที่ 2.2 การคำนวณ Total Suction ของแหล่งจ่ายรูปแบบต่างๆ

11.เฮดรวมด้านจ่าย (Total Discharge Head, h_d) สามารถคำนวณได้จากสมการ

เฉดรวมด้านจ่าย = เฮดสถิตย์ด้านจ่าย+การสูญเสียที่ทางออก+เฮดความเร็วปลายท่อจ่าย+เฮดความดันใดๆที่ผิวของเหลวด้านแหล่งจ่าย



$h_d = D + h_{fd} + h_v + P_d$ $h_d = D + h_{fd} + h_v$ $h_d = D + h_{fd} + h_v$

$h_d = D + h_{fd} + h_v$ $h_d = D + h_{fd} + h_v$ $h_d = (-D) + h_{fd} + h_v$

รูปที่ 2.3 ระบบท่อด้านจ่ายรูปแบบต่างๆ

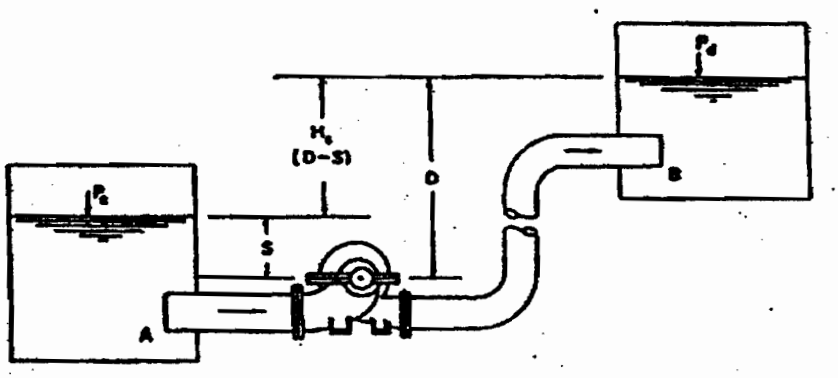
12. เฮดรวม (Total Head, H) คือพลังงานทั้งหมดที่ต้องการจากปั๊ม สามารถคำนวณได้จาก

เฮดรวม = ระยะยกด้านดูดรวม + เฮดรวมด้านจ่าย หรือ

= เฮดด้านดูดรวม - เฮดรวมด้านจ่าย

เฮดรวม อาจคำนวณจากเฮดสถิตย์รวม เช่น ระบบปิดในรูปที่ 2.4 ที่คำนวณได้จากสมการ

เฮดรวม = เฮดสถิตย์รวม+การสูญเสียที่ทางเข้าและทางออก+เฮดความฝืดของท่อดูดและท่อจ่าย+ เฮดความเร็วปลายท่อจ่าย+เฮดความดันใดๆที่ผิวของเหลวแหล่งสูบและแหล่งจ่าย



รูปที่ 2.4 Total Head ของระบบสูบแบบปิดภายใต้ความดัน

13. แรงม้าทางทฤษฎี (Water Horsepower, W_{hp}) เป็นพลังงานที่ปั๊มให้แก่ของเหลว (Power Output) ในหน่วยแรงม้า ซึ่งคำนวณได้จากสมการ

$$W_{hp} = \frac{\gamma Q H}{550}$$

โดย

γ = ความถ่วงจำเพาะของของเหลว , N/m^3

Q = อัตราการไหล, m^3/sec

H = เฮดรวม, m

สำหรับพลังงานที่ปั๊มให้แก่ของเหลวในหน่วย กิโลวัตต์ สามารถคำนวณได้จากสมการ

$$Po = \gamma QH$$

โดย

γ = ความถ่วงจำเพาะของของเหลว , N/m^3

Q = อัตราการไหล, m^3/sec

H = เฮดรวม, m

14. แรงม้าของต้นกำลัง (Break Horsepower, B_{hp}) เป็นกำลังงานที่ปั๊มได้รับจากมอเตอร์ (Power Input) หรือเครื่องยนต์ในหน่วยของแรงม้า เพื่อใช้พลังงานให้กับของเหลว เขียนเป็นสมการได้ว่า

$$B_{hp} = \frac{\omega\tau}{550}$$

โดย

ω = ความเร็วเชิงมุม , rad/sec

τ = กำลังบิดโดยใบพัด, N.m

สำหรับงานที่ปั๊มได้รับจากมอเตอร์หรือเครื่องยนต์ ในหน่วยของกิโลวัตต์คำนวณได้จาก

$$p_i = \omega\tau$$

โดย ω = ความเร็วเชิงมุม, rad/sec

τ = กำลังบิดโดยใบพัด, N.m

15.ประสิทธิภาพของปั๊ม (Pump Efficiency, *Ep*) หรือประสิทธิภาพเชิงกล (Mechanical Effciency) คือสัดส่วนของกำลังงานที่ปั๊มให้กับของเหลว (Power Output, P_o) กับกำลังงานที่ปั๊มได้รับ (Power Input, P_i)

$$E_p = \frac{W_{hp}}{B_{hp}} = \frac{P_o}{P_i}$$

16. ประสิทธิภาพของมอเตอร์ (Moter Efficiency, E_m) คือ สัดส่วนของกำลังที่ปั๊มได้รับ กับกำลังงานของมอเตอร์ หรือเครื่องยนต์ต้นกำลังขับปั๊ม P_m เขียนเป็นสมการได้ว่า

$$E_m = \frac{p_i}{p_m}$$

17.ประสิทธิภาพของปั๊มโดยรวม (Overall Efficiency, E) คือสัดส่วนระหว่างกำลังงานที่ออกจากปั๊มและกำลังงานที่มอเตอร์ให้กับปั๊ม ซึ่งเขียนเป็นสมการได้ว่า

$$E = \frac{P_o}{P_m} = E_p.E_m$$

2.1.5 ปั๊มแบบโรตารี่

ปั๊มโรตารี่ เป็นปั๊มที่ของเหลวจะต้องเข้าไปแทนที่ภายในช่องว่างในเรือนสูบ ซึ่งช่องว่างนี้เกิดขึ้นจากการเคลื่อนไหวของกลไกของปั๊มนั้น จึงเรียกปั๊มนี้ว่าแบบ Positive Displacement Pump เช่นเดียวกับปั๊มแบบชัก ซึ่งเป็นปั๊มแบบใช้ลูกสูบแต่จะแตกต่างกันที่ลักษณะการเคลื่อนไหวของชิ้นส่วนเท่านั้น ปั๊มแบบโรตารี่ทำงานด้วยการเคลื่อนที่ของเหลวเข้าไปแทนที่ช่องว่างในเรือนสูบ ซึ่งเกิดจากการเคลื่อนที่ในลักษณะหมุนวนส่วนปั๊มแบบลูกสูบนั้น การเคลื่อนที่ของชิ้นส่วนที่ทำให้เกิดช่องว่างเพื่อให้ของเหลวเข้าไปแทนที่ จะเป็นในลักษณะชัก

หลักการทำงานของปั๊มแบบโรตารี่ คือ ชิ้นส่วนที่เคลื่อนไหวซึ่งอาจเป็นเฟือง แผ่นโลหะ ลูกสูบเกลียว หรือ ลูกเบี้ยว ฯลฯ ซึ่งบรรจุอยู่ในเรือนสูบนั้น จะหมุนหรือเคลื่อนที่ไป ของเหลวจะไหลผ่านตามช่องทางเข้าและถูกชิ้นส่วนเหล่านี้ตักหรือกวาดให้ลัดเลาะไปตามขอบผนังของเรือนสูบ โดยมีระยะห่างระหว่างผนังของตัวสูบกับปลายของชิ้นส่วนที่เคลื่อนที่ที่น้อยมาก ของเหลวจะได้รับพลังงานเพิ่มจากการถูกอัดหรือรีดไประหว่างช่องแคบนี้ จากนั้นก็จะถูกปล่อยออกที่ปากทางออก การเคลื่อนไหวนี้ทำให้

แรงดันของเหลวอันเกิดจากการรีดผ่านช่องแคบๆสูงมากปั๊มแบบนี้จึงใช้ได้ดีกับระบบที่ต้องการแรงดันสูงๆปั๊มแบบโรตารี่นี้ ใช้ได้กับของไหลทุกชนิด ตั้งแต่น้ำของเหลวชนิดต่างๆ อากาศและแก๊ส และด้วยคุณสมบัติอันนี้เอง ทำให้ปั๊มโรตารี่เป็นที่นิยมมากในการนำไปใช้งานกับของเหลวที่มีความหนืดสูง เช่น น้ำมันดิบ เป็นต้น

ชนิดของปั๊มโรตารี่

เนื่องจากโรตารี่ซึ่งเป็นตัวจักรสำคัญในการทำงานของปั๊มโรตารี่ ดังนั้นการจำแนกชนิดของปั๊มโรตารี่โดยการยึดถือแบบของโรเตอร์เป็นหลัก จึงต้องแยกปั๊มชนิดโรตารี่ออกเป็นหลายแบบตามชนิดและหลักการทำงานของโรเตอร์ ดังนี้

1.แบบเฟืองเกียร์ (Gear Pump) แบ่งได้เป็น 2 ประเภท

- ปั๊มแบบเฟืองภายนอก (External Gear Pump)
- ปั๊มแบบเฟืองภายใน (Internal Gear Pump)

2. แบบลูกสูบและลูกเบี้ยว (Cam-and-piston Pump)

3. แบบโลบิวลาร์ (Lobular Pump)

4. แบบ (Circumferential Piston Pump)

5. แบบเกลียว (Screw Pump)

6. แบบแผ่นใบพัด (Vane Pump)

7. แบบท่ออ่อน (Flexible Chamber Pump)

ลักษณะการใช้งานปั๊มโรตารี่

ปั๊มโรตารี่ส่วนใหญ่จะสามารถหล่อน้ำได้ด้วยตนเอง และมักจะใช้ได้กับของไหลทุกชนิด ไม่ว่าจะเป็นของเหลว น้ำ แก๊ส ตลอดจนของเหลวที่มีอากาศหรือแก๊สปนอยู่โดยเฉพาะอย่างยิ่งของเหลวที่มีความหนืดสูงๆ ดังนั้นวงการใช้งานปั๊มแบบโรตารี่จึงค่อนข้างกว้างและมักจะอยู่ในโรงงานอุตสาหกรรมเป็นส่วนมาก งานต่างๆที่ปั๊มโรตารี่ทำงานได้ดีรวมไปถึงงานสูบของเหลวที่มีความหนืดทุกระดับ งานสูบสารเคมี กระบวนการผลิตอาหาร งานลำเลียง และงานขนถ่ายวัสดุประเภทที่เป็นของเหลวและแก๊ส งานดับเพลิง ใช้ในระบบไฮดรอลิกส์ของเครื่องจักรกลต่างๆ ใช้ในระบบหล่อลื่น หล่อเย็น งานขนถ่ายแก๊ส เหลว ตลอดจนการใช้งานสูบน้ำไปใช้ตามอาคารบ้านเรือน เป็นต้น

2.1.6 ปั๊มแบบชัก

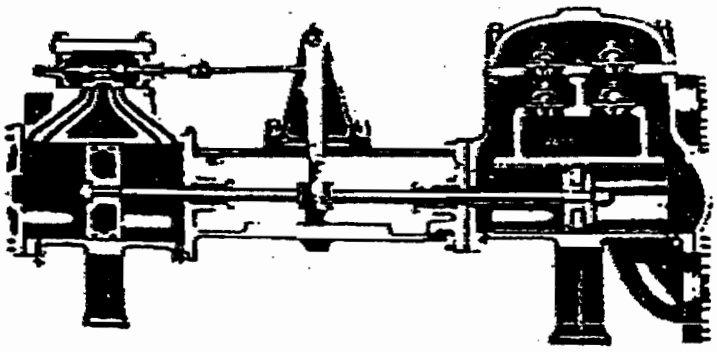
ปั๊มแบบชัก หรือบางครั้งเรียกทับศัพท์ว่า ปั๊มรีซิโปรเคท เป็นปั๊มที่จัดอยู่ในกลุ่ม Positive Displacement Pump คือ เป็นปั๊มที่ให้ปริมาณของเหลวคงที่ โดยของเหลวจะเข้าไปแทนที่ช่องว่างที่เกิดขึ้นภายในห้องสูบจากการเคลื่อนที่ของกลไก เช่นเดียวกันกับปั๊มแบบโรตารี่ แต่ต่างกันที่ตรงปั๊มแบบนี้ มีการเคลื่อนไหวของกลไกในลักษณะกลับไปกลับมา จึงเรียกชื่อตามลักษณะของการทำงานว่า “Reciprocating

Pump" ได้แก่ ปั๊มน้ำที่ใช้ลูกสูบ ซึ่งพบมากตามอาคารบ้านเรือนต่างๆปั๊มแบบนี้ ปริมาณของเหลวที่ได้ในการทำงานของลูกสูบแต่ละครั้ง คือ ผลคูณระหว่างพื้นที่หน้าตัดของลูกสูบกับความยาวของช่วงชัก ซึ่งก็เป็นไปตามหลักการเท่านั้น ในการใช้งานจริง ปริมาณของเหลวที่ได้น้อยกว่าผลคูณดังกล่าว เพราะมีของเหลวบางส่วนสูญเสียไปกับการไหลย้อนกลับทาง (Slip Loss) เช่นเดียวกับที่เกิดในโรตารี่

ชนิดของปั๊มแบบชัก

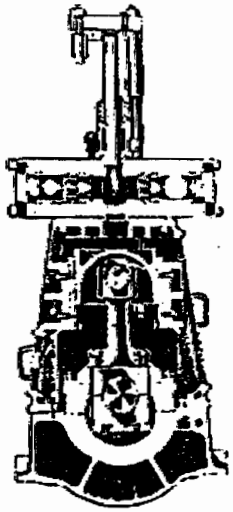
ปั๊มแบบชัก จะแบ่งได้เป็น 2 แบบ คือ ปั๊มแบบส่งกำลังตรง และปั๊มแบบส่งกำลังผ่านข้อเหวี่ยง เรียกว่า Power Pump แต่อย่างไรก็ตาม ยังปรากฏว่า ไดมีการดัดแปลงปั๊มทั้งสองแบบนี้ออกไปอย่างกว้างขวาง ด้วยวัตถุประสงค์ที่จะให้ใช้งานเฉพาะอย่างได้ตามลักษณะที่ต้องการ ดังนั้นปั๊มใดๆที่มีกลไกในการสูบของเหลวที่เคลื่อนที่ในลักษณะที่กลับไปกลับมา ไม่ว่าจะเป็นลูกสูบพลังเจอร์ หรือแผ่นไดอะเฟรม ก็จะถือว่าเป็นปั๊มแบบชักทั้งสิ้น

1.ปั๊มแบบส่งกำลังตรง เครื่องต้นกำลังที่ใช้ขับปั๊มประเภทนี้ คือ เครื่องจักรไอน้ำ โดยก้านสูบของลูกสูบไอน้ำจะต่อตรงอยู่กับลูกสูบของปั๊ม และเคลื่อนไปด้วยกัน การขับเคลื่อนมักจะอยู่ในลักษณะหนึ่งต่อหนึ่ง คือ ลูกสูบไอน้ำหนึ่งสูบต่อลูกสูบปั๊มหนึ่งสูบ รูปที่ 2.5 แสดงรูปตัดภายในของปั๊มแบบส่งกำลังตรงแบบ Duplex



รูปที่ 2.5 ปั๊มแบบส่งกำลังตรงแบบ Duplex

2.ปั๊มแบบส่งกำลังผ่านข้อเหวี่ยง ปั๊มแบบนี้จะรับกำลังจากเครื่องต้นกำลังผ่านเข้ามาทางข้อเหวี่ยง โดยมีล้อช่วยแรง เป็นอุปกรณ์ช่วยทดความเร็วรอบที่ผ่านจากเครื่องต้นกำลังเข้ามา มีเฟืองเกียร์ที่อยู่ภายในเรือนปั๊มเป็นตัวช่วยลดความเร็วของลูกสูบลง นอกจากนี้ล้อช่วยแรง จะยังช่วยรักษาเสถียรภาพในจังหวะการทำงานของลูกสูบอีกด้วย



รูปที่ 2.6 ปั๊มแบบส่งกำลังผ่านข้อหวี่ยงแบบ Inverted Triplex Vertical Plunger

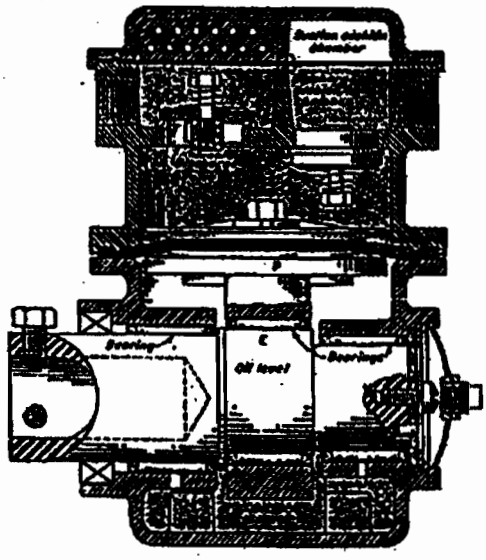
ปั๊มแบบใช้ข้อเหวี่ยงจะส่งน้ำได้ในปริมาณเกือบจะคงที่ เมื่อทำงานด้วยความเร็วคงที่ในขณะที่เฮดอาจเปลี่ยนแปลงไปได้เป็นช่วงกว้าง และมีประสิทธิภาพค่อนข้างสูง ปั๊มชักไม่ว่าจะเป็นแบบ Piston หรือ Plunger สามารถให้แรงดันที่สูงมากได้ ซึ่งอาจเป็นอันตรายต่อปั๊มเอง ถ้าลูกสูบทำงานไม่สัมพันธ์กับวาล์วบังคับทิศทางการไหลเวียนของของเหลว ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องใช้วาล์วลดแรงดันเข้าช่วยเพื่อป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นได้กับปั๊มและท่อปล่อย ในกรณีที่ปั๊มทำงานอยู่ในขณะที่ประตูน้ำหรือวาล์วปิดกั้นทางออกอยู่ในสภาวะปิดสนิทในปั๊มแบบส่งกำลังตรงจากเครื่องไอน้ำนั้นลูกสูบจะหยุดทำงานทันที เมื่อแรงดันบริเวณหน้าตัดของลูกสูบของเหลวเท่ากับแรงดันที่หน้าตัดของลูกสูบไอน้ำ แต่ในเครื่องสูบแบบใช้ข้อเหวี่ยงนั้น แรงดันบริเวณหน้าลูกสูบจะสูงกว่าแรงที่ส่งเข้ามาอย่างมากมายก่อนที่มันจะหยุดทำงานซึ่งเป็นสภาวะที่อาจก่อให้เกิดความเสียหายแก่ปั๊มหรือท่อได้ เพราะปั๊มแบบนี้มีการทดกำลังผ่านข้อเหวี่ยงเข้ามาโดยใช้เฟืองเป็นตัวทด และยังมีล้อช่วยแรงเพิ่มกำลังเข้าไปด้วย ทำให้กำลังของลูกสูบสูงขึ้นกว่ากำลังที่ส่งเข้ามา และด้วยเหตุผลนี้เองที่ทำให้ปั๊มแบบนี้สามารถใช้ได้อย่างดียิ่งสำหรับงานที่ต้องการแรงดันสูง ๆ

ปั๊มแบบข้อเหวี่ยงมีทั้งชนิดสูบตั้งและสูบนอน เช่นเดียวกันกับปั๊มที่ใช้กำลังไอน้ำ สำหรับปั๊มที่สูบนอนและใช้ลูกสูบแบบ Plunger บางแบบใช้กำลังขับถึง 200 แรงม้าและมีขนาดไม่ใหญ่โตนัก ง่ายต่อการดูแลรักษา โดยมากจะมี 3 ถึง 5 สูบ ส่วนแบบที่ใช้ Piston บางแบบใช้กำลังขับถึง 2000 แรงม้า และมักมีจำนวนลูกสูบเพียง 2-3 สูบ มีทั้งแบบทำงานทางเดียว และทำงานสองทาง ปั๊มแบบสูบตั้งที่ใช้ Plunger มีขนาดขึ้นไปถึงขนาดที่ใช้กำลังขับ 1500 แรงม้า ปั๊มแบบนี้แม้จะแก้ปัญหาเรื่อง

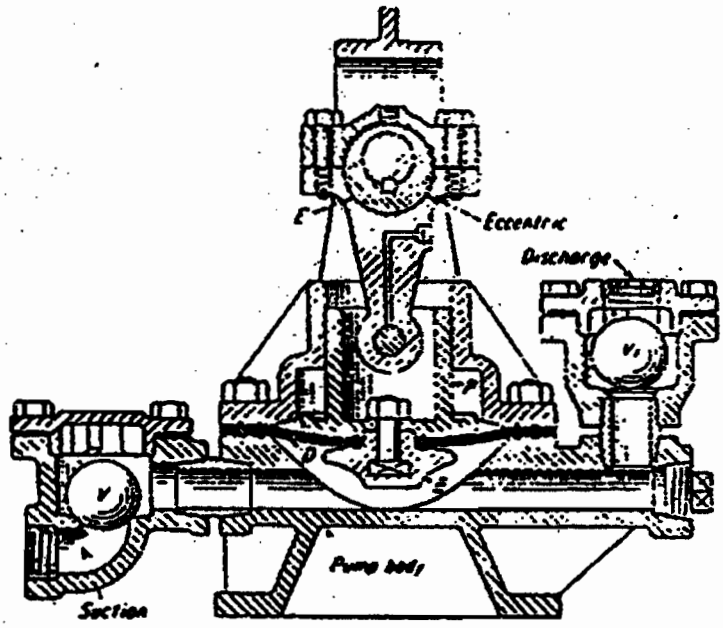
น้ำหนักกดของลูกสูบบนบูชและปะเก็นได้แต่ต้องมีซีลกันรั่วแบบพิเศษที่จะป้องกันไม่ให้น้ำและของเหลวจากลูกสูบปั๊มรั่วเข้าไปปนกับน้ำมันเครื่องที่อยู่ด้านหลังเพลาขับ

ลูกสูบแบบ Plunger มักใช้กับปั๊มที่ต้องการแรงดันตั้งแต่ 1000 ถึง 30,000 psi ส่วนแบบ Piston สามารถสร้างแรงดันได้ประมาณ 1,000 psi เท่านั้น แรงดันซึ่งปั๊มสามารถสร้างขึ้นได้นี้เป็นอัตราส่วนกำลังที่ข้อเหวี่ยงสามารถจะให้ได้ซึ่งบางครั้งแรงดันที่ได้จากปั๊มจะสูงมากจนต้องมีการใช้อุปกรณ์ระบายแรงดัน เพื่อป้องกันความเสียหายของปั๊มและของท่อส่ง ดังที่ได้กล่าวมาแล้ว

3. ปั๊มแบบแผ่นไดอะแฟรม ปั๊มแบบนี้ ทำงานด้วยการเคลื่อนที่ในลักษณะกลับไปกลับมาของแผ่นไดอะแฟรมที่ทำด้วยวัสดุยืดหยุ่นตัวได้ เช่น ยางหรือวัสดุเทียบยาง ฯลฯ โดยที่จุดศูนย์กลางของแผ่นไดอะแฟรมจะมีก้านต่ออยู่กับแกนยก ซึ่งทำหน้าที่เหมือนเป็นก้านสูบของแผ่นไดอะแฟรมแกนยกนี้จะวางอยู่บนลูกเบี้ยวโดยตรงหรืออาจวางอยู่บนกระเดื่องอี โดยปลายอีกข้างหนึ่งของกะเดื่องจะวางอยู่บนลูกเบี้ยวก็ได้ ลูกเบี้ยวจะรับกำลังมาจากการหมุนของเพลาลูกเบี้ยว เมื่อเพลาหมุนไป ลูกเบี้ยวก็จะดันกระเดื่องหรือแกนยกของแผ่นไดอะแฟรมให้เคลื่อนที่ไป ดึงให้แผ่นไดอะแฟรมให้ทำงาน แผ่นไดอะแฟรมอยู่ในห้องสูบ เมื่อแผ่นไดอะแฟรมเคลื่อนที่ขึ้นก็จะดันของเหลวที่อยู่ในห้องสูบให้ออกไปยังช่องทางออก ระหว่างช่องทางออกกับห้องสูบจะมีลิ้นกันกลับปิดกันไว้ในลักษณะที่จะให้ของเหลวผ่านจากห้องสูบไปยังช่องทางออกได้เพียงทางเดียว ลิ้นนี้ทำงานโดยอาศัยแรงดันแรงดันของน้ำที่อยู่ภายในห้องสูบ เมื่อแผ่นไดอะแฟรมเลื่อนขึ้นไปจนสุดแล้วก็หยุด ทำให้แรงดันในห้องสูบลดลง ลิ้นกันกลับก็จะปิดลง จากนั้นแผ่นไดอะแฟรมก็จะเลื่อนกลับซึ่งทำให้เกิดช่องว่างขึ้นภายในห้องสูบ ช่องว่างนี้จะมีสภาพเกือบจะเป็นสูญญากาศแรงดันบรรยากาศที่อยู่ภายนอกจึงดันของเหลวผ่านเข้ามา และดันลิ้นกันกลับที่ปิดกั้นทางเข้าไว้ให้เปิดออก ของเหลวก็จะไหลเข้ามาในห้องสูบ จนกระทั่งเมื่อแผ่นไดอะแฟรมเลื่อนกลับไปจนสุดระยะแล้วก็จะหยุด ลิ้นกันกลับบริเวณทางเข้าจะปิด จากนั้นก็จะเริ่มจังหวะการสูบออกใหม่ต่อไปอีก

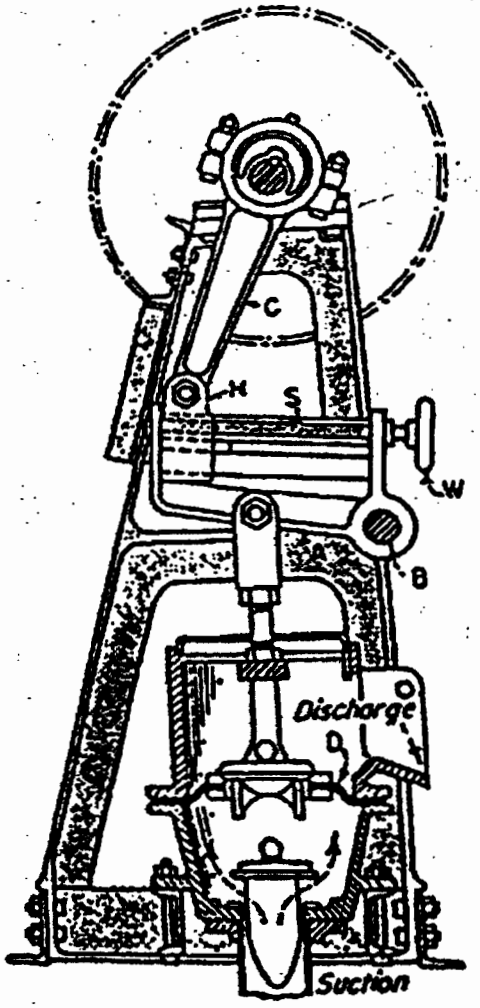


รูปที่ 2.7 ปั๊มแบบแผ่นไดอะแฟรมแบบ short-stroke High-speed Spray Pump



รูปที่ 2.8 ปั๊มแบบแผ่นไดอะแฟรมแบบใช้ Ball Valve

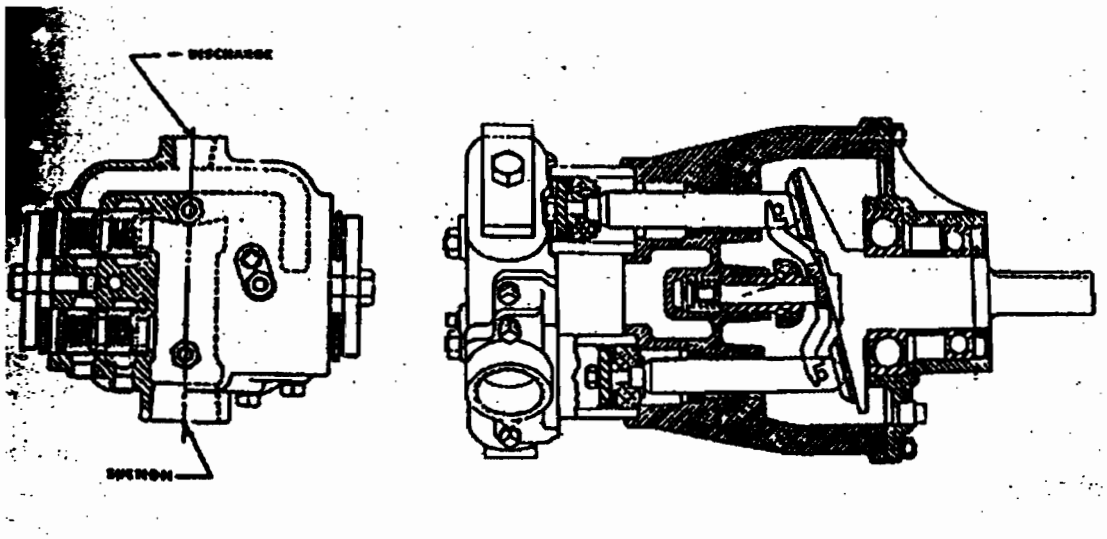
4. ปั๊มแบบปรับปริมาณได้ ดังที่กล่าวมาแล้วว่า ปริมาณของของเหลวที่ได้จากปั๊มแบบชัก จะมีค่าคงที่ถ้าความเร็วคงที่ เนื่องจากกระบอกสูบของปั๊มซึ่งน้ำเข้าไปแทนที่นั้นมีปริมาตรคงที่ ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงของน้ำที่ได้จากปั๊ม จึงสามารถทำได้โดยการเปลี่ยนแปลงความเร็วเท่านั้น ฉะนั้นถ้าใช้เครื่องต้นกำลังที่ไม่สามารถปรับความเร็วได้ เช่น มอเตอร์ไฟฟ้า ก็จะทำให้ควบคุมการไหลได้ลำบาก การใช้ปั๊มแบบปรับปริมาณน้ำได้ จึงเป็นสิ่งที่เหมาะสมมากสำหรับงานที่ต้องการแรงดันสูง และต้องมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำอยู่เสมอ ซึ่งเหมาะสมสำหรับงานอุตสาหกรรมบางประเภท หลักการของปั๊มแบบนี้ คือ การเปลี่ยนแปลงความยาวของช่วงชักของก้านสูบซึ่งอาจจะทำได้ด้วยวิธีต่าง ๆ กัน เช่น การปรับความยาวของช่วงชักโดยการใช้สกรู ซึ่งจะมีผลทำให้ช่วงชักของแผ่นไดอะแฟรมเปลี่ยนความยาวไปด้วย ดังรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 ปั๊มแบบปรับปริมาณได้

นอกจากนี้ปั๊มชักแบบต่าง ๆ ดังที่กล่าวมาแล้ว ปั๊มแบบชักนี้ ยังได้รับการออกแบบให้มีลักษณะแตกต่างออกไปอีกมาก ส่วนใหญ่จะออกแบบมาให้ใช้งานพิเศษเฉพาะอย่างมีรูปแบบที่ใช้หลักการทำงานผสมกันระหว่างปั๊มแบบโรตารี่และแบบรีซิโปรเคท ทำให้เกิดความยุ่งยากในการจำแนก เช่น ปั๊มแบบสูบหมุน ดังรูปที่ 2.10 ซึ่งประกอบด้วยลูกสูบตั้งแต่ 5 ถึง 7 ลูกสูบ วางเรียงกันเป็นรูปวงกลมอยู่ในกระบอกสูบซึ่งเป็นรูปทรงกระบอก ปลายของก้านสูบทุกอันจะต่ออยู่กับรูปหมุนทรงกลมผ่าเฉียง ซึ่งรับกำลังมาจาเพลา เมื่อ Wobbler หมุน ส่วนเฉียงของผิวหน้าที่หมุนไปจะทำให้เกิดการเคลื่อนที่ไปมาของลูกสูบ บางครั้งเรียกลูกสูบลักษณะนี้ว่า Axial-lined Piston Pump ซึ่งจะพบได้ในคอมเพรสเซอร์ของเครื่องทำเย็นและเครื่องทำความเย็นและเครื่องปรับอากาศบางชนิด เนื่องจากสามารถสร้างแรงดันได้

สูง และมีอาการสั่นสะเทือนขณะทำงานน้อยกว่าแบบลูกสูบชักแบบธรรมดาสึกหรอก็มีน้อยกว่า สาเหตุที่เรียกเช่นนี้ เพราะทิศทางการเคลื่อนที่ของลูกสูบจะขนานไปกับแนวแกนเพลา ถ้าวางลูกสูบให้ตั้งฉากกับแนวแกนเพลา การเคลื่อนที่ก็จะตั้งฉากกับแนวแกนเพลาด้วย เรียกว่า Radial-piston Pump



รูปที่ 2.10 ปั๊มแบบลูบหมุน

ลักษณะการใช้งานของปั๊มแบบชัก

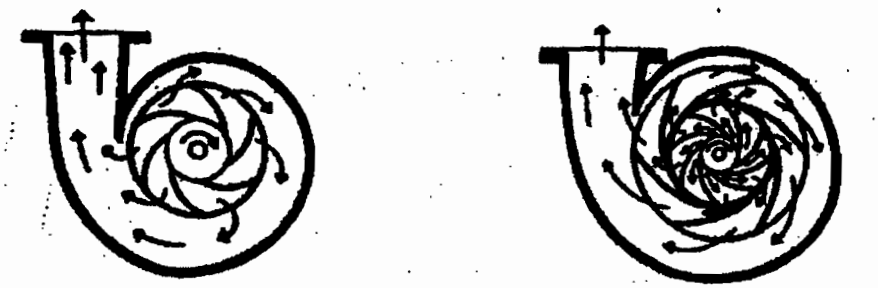
ปั๊มแบบใช้ข้อเหวี่ยงสามารถนำไปใช้งานได้หลายประเภท ตั้งแต่งานสูบน้ำจากถังพักหรือบ่อพักไปใช้งานในอาคารที่อยู่อาศัยไปจนถึงงานในโรงงานขนาดใหญ่ งานที่ต้องการใช้แรงดันสูงแต่มีปริมาณน้ำไม่มาก เช่น สูบเติมน้ำในหม้อต้ม การใช้งานในโรงงานอุตสาหกรรม ผลิตอาหารสารเคมี น้ำมันและน้ำมันดิบ การสูบของเหลวที่มีตะกอนแขวนลอยไม่ข้นมากนัก แต่ก็มีงานบางประเภทที่ต้องใช้การออกแบบพิเศษ เช่น การสูบของเหลวที่ติดไฟง่าย ซึ่งไม่เหมาะที่จะใช้กับปั๊มประเภทนี้ รวมทั้งของเหลวที่มีอุณหภูมิเกิน 120 องศา หรือความหนืดเกิน 250 SSU (Saybolt-Second Universal) ตลอดจนของไหลที่สามารถลดปริมาณลงได้มากเมื่อถูกอัดด้วยแรงดันสูง เป็นต้น ก็ไม่เหมาะที่จะใช้กับปั๊มประเภทนี้

2.1.7 ปั๊มชนิดแรงเหวี่ยงศูนย์

ปั๊มชนิดแรงเหวี่ยงศูนย์ ประกอบด้วยใบพัด ซึ่งหมุนอยู่ภายในห้องสูบหรือเรือนสูบพลังงานจะถูกถ่ายทอดให้ของเหลว โดยแรงเหวี่ยงศูนย์ อันเกิดจากการหมุนของใบพัด ปั๊มแบบนี้ จะมีส่วนประกอบที่สำคัญอยู่สองส่วน คือ

- ส่วนที่เคลื่อนที่ได้ ได้แก่ ใบพัด เพลา
- ส่วนที่อยู่กับที่ ได้แก่ เรือนสูบ เสื้อเพลา ฯลฯ

ในปั๊มแบบแรงเหวี่ยงศูนย์ ของเหลวจะถูกผลักดันด้วยแรงดันบรรยากาศหรือแรงอื่นๆตามที่ปั๊มนั้นได้รับการออกแบบมา ให้ไหลผ่านเข้าไปสู่ใบพัดเรือนสูบ แรงเหวี่ยงหนีศูนย์ อันเกิดจากการหมุนใบพัดนี้ จะทำให้ของเหลวเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูง และความเร็วนี้จะถูกเปลี่ยนไปเป็นพลังงานในรูปของแรงดัน โดยไหลผ่านเข้าไปในท่อรูปก้นหอย ดังรูปที่ 2.11 a หรือผ่านทางแผ่นกระจายของเหลว ซึ่งติดตั้งอยู่บนผนังเรือนสูบ ดังรูปที่ 2.11 b. จากนั้นจะไหลออกจากปั๊ม ซึ่งจากจุดนี้ก็จะมีท่อส่งต่อเข้ากับตัวปั๊ม เพื่อนำของเหลวเข้าสู่ในระบบต่อไป



a b

รูปที่ 2.11 ปั๊มแบบหอยโข่ง a และแบบเทอไบน์ b

2.1.8 การใช้พลังงานและประสิทธิภาพของปั๊มต่างๆ

1.คำนวณงานที่ปั๊มให้แก่น้ำ หรือกำลังงานของน้ำ, W_o

2.คำนวณมอเตอร์ที่ให้แก่ปั๊ม, W_i

3.คำนวณประสิทธิภาพของปั๊ม, η

1.1งานที่ปั๊มให้แก่น้ำ หรือกำลังงานของน้ำ (Wo) หาได้จากอัตราการไหลของน้ำ และความดันที่เพิ่มขึ้น

$$Wo = Q \times P$$

$$Wo = Q\left[\frac{L}{\min} \times \frac{1\min}{60\sec} \times \frac{1m^3}{1000L}\right] \times P\left[\frac{kg_f}{cm^3} \times \frac{10^4 cm^2}{m^2} \times \frac{9.81N}{1kg}\right]$$

โดย

Wo = กำลังงานมอเตอร์ที่ให้กับน้ำ, $N.m$ / sec

Q = อัตราการไหลของน้ำ, L / min

P = ความดันพื้นที่เพิ่มขึ้น

1.2 งานมอเตอร์ที่ให้แก่ปั๊ม (W_i) วัดได้จากแรงบิดของมอเตอร์ และความเร็วรอบของมอเตอร์

$$W_i = \frac{Fr \times 2\pi n}{60}$$

โดย

W_i = กำลังงานมอเตอร์ที่ให้แก่ปั๊ม , $N.m$ / sec

n = ความเร็วรอบต่อนาที, rpm

F = แรงบิดวัดที่ปลายแขนหมุนของมอเตอร์ไดนาโมมิเตอร์, N

r = ความยาวของแขนหมุนของไดนาโมมิเตอร์, m

ในกรณีที่ ค่าแรงบิด τ = Fr สามารถอ่านค่าได้โดยตรง และมีหน่วย (N.m)

$$W_i = [N \times m] \times n\left[\frac{rev}{\min} \times \frac{2\pi}{rev} \times \frac{1\min}{60\sec}\right]$$

1.3 ประสิทธิภาพของปั๊ม, η

ประสิทธิภาพของปั๊ม $= \dfrac{\text{กำลังงานที่ป้อนให้แก่น้ำ}}{\text{กำลังงานที่มอเตอร์ให้แก่ปั๊ม}} \times 100$

$= \dfrac{Wo}{Wi} \times 100$

2.2มอเตอร์ไฟฟ้า

2.2.1 ประเภทของมอเตอร์ไฟฟ้า [1]

เมื่อมีกระแสไฟฟ้าใช้ การใช้มอเตอร์ไฟฟ้าจะให้ประโยชน์เหนือกว่าการใช้เครื่องยนต์ที่จุดระเบิดภายใน โดยเฉพาะในกรณีต่อไปนี้

1.เมื่อปฏิบัติงานต่อเนื่องกันหลายๆชั่วโมง

2.เมื่อปฏิบัติงานตลอดคืน

3.เมื่อต้องการติดและดับเครื่องยนต์บ่อยครั้ง

4.เมื่อต้องการติดละดับเครื่องโดยอัตโนมัติ

ในกรณีของกานวิดน้ำ ระบายน้ำ เครื่องอบแห้ง เครื่องเป่า สายพาน เลื่อยไสใหญ่ งานโลหะ และงานไม้ การแปรสภาพเมล็ดพืช ฯลฯ มักจะต้องปฏิบัติงานในสภาพที่กล่าวข้างต้น 1-2 กรณี การใช้มอเตอร์ไฟฟ้าจะน่าวางใจกว่ามาก

มอเตอร์ไฟฟ้าอาจจะไม่สามารถโยกย้ายจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่งได้ง่ายๆ อย่างเครื่องยนต์จุดระเบิดภายใน แต่เราก็สามารถจะต่อไฟมาใช้กับเครื่องได้ในระยะถึง 20 เมตร โดยการใช้สายต่อแต่ควรระมัดระวังว่าสายไฟที่ใช้ต่อควรจะมีขนาดใหญ่พอ มิฉะนั้นจะเกิดความต่างศักย์ตก และประสิทธิภาพลดลง

2.2.2 มอเตอร์เฟสเดียว

ในบ้านเรือนทั่วไปจะมีกระแสไฟฟ้าเฟสเดียวขนาด 220 โวลท์ 50 Hz ใช้แต่มอเตอร์ไฟฟ้าจะมีข้อจำกัดที่ใช้ได้เฉพาะกระแส Contracted เท่านั้น บนป้ายทะเบียนของมอเตอร์จะบอกชนิดและขนาดของประแส เมื่ออ่านป้ายนี้ก็สามารถใช้มอเตอร์ได้อย่างถูกต้อง ดูตารางที่ 2.3

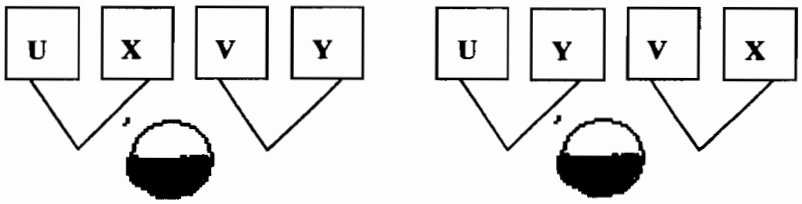
จากตารางข้างต้นจะเห็นว่ามอเตอร์ไฟฟ้าในตารางที่ 2.3 a เป็นมอเตอร์ที่ใช้ไฟฟ้า 220 โวลท์ 50 Hz กำลัง 0.4 กิโลวัตต์(โดยมี 0.735 กิโลวัตต์ เท่ากับประมาณ 1 กำลังม้า ฉะนั้นมอเตอร์นี้มีกำลังประมาณ 0.5 แรงม้า) และกระแสที่ใช้คือ ต่ำกว่า 905 แอมแปร์

แม้รอบหมุนจะไม่ได้พูดถึงกันบ่อยครั้ง แต่มอเตอร์ขนาด 4 ขั้ว มีรอบหมุน 1,500 รอบต่อนาที (1,500 rmp) ที่ 50 Hz ส่วนมอเตอร์ 2 ขั้ว และ 8 ขั้ว จะมีรอบหมุน 3,000 rmp และ 750 rmp ตามลำดับ (รอบหมุนจะเป็นสัดส่วนกลับกับจำนวนขั้ว)

ตารางที่ 2. 3 ตัวอย่างแผ่นป้ายมอเตอร์

มอเตอร์ สื่อเฟสเดียว	คอนเดนเซอร์ สตาร์ท	
220 V 50 Hz	ขนาด	0.4 kw
4 p . 1500 rpm		9.5 A

a

มอเตอร์ สื่อเฟสเดียว แยกสื่อสตาร์ท		
71-1871	ขนาด	ค่า
กระแสเข้า B 1 W	35 W	E F O U - K T
ขั้ว 100/100/110	หมายเลข	M 1035 F
Hz 50/60/60	JIS	C 4004
แอมป์ 1440/1730/1740		
Rpm 1.30/1.20/1.20	หมายเลขการผลิต	.....
ทิศทางของการหมุน (จากด้านงาน)		
ฮิตาชิ จก. โตเกียว ญี่ปุ่น		

b

มอเตอร์เฟสเดียวแบ่งออกได้เป็น 3 ชนิด คือ

1) ประเภทสตาร์ทแยก

2) ประเภทสตาร์ทด้วยคอนเดนเซอร์

3) ประเภทสตาร์ทด้วยแรงผลัก

สองประเภทหลังมีแรงติดเครื่องที่ดีกว่าประเภท 2 กำลังเป็นที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย ทิศทางของการหมุนจะกลับทางได้โดยการเปลี่ยนการต่อลวดสำหรับประเภทที่ 1 และ 2 ส่วนประเภทที่ 3 ใช้วิธีเปลี่ยนแผ่นโลหะ

ในประเภทของมอเตอร์แบบเฟสเดียว นอกจากมอเตอร์แบบแม่เหล็กไฟฟ้าแล้ว ยังมีเครื่องยนต์แบบต่างๆอีก ซึ่งเครื่องยนต์เหล่านี้จะใช้กระแสสลับหรือกระแสตรงก็ได้ แรงของการติดเครื่องจะแรงมาก และส่วนมากใช้กับสว่านไฟฟ้า เลื่อยวงเดือน และอุปกรณ์งานบ้านอื่นๆ

สำหรับมอเตอร์แบบสตาร์ทด้วยแรงผลักและเป็นแบบที่ใช้แผ่นโลหะ จะต้องคอบเปลี่ยนแผ่นโลหะเมื่อชำรุดเสมอ มอเตอร์แบบเฟสเดียวส่วนใหญ่จะมีขนาดเล็กกว่า 1 กิโลวัตต์

2.3 สายพาน

2.3.1 คุณลักษณะส่งกำลังด้วยสายพาน [2]

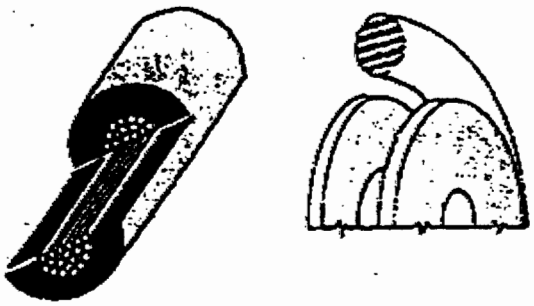
การส่งกำลังด้วยสายพาน เป็นการส่งกำลังอย่างง่ายและราคาไม่แพง มีใช้กันอย่างแพร่หลายทั้งในชนบทและในเมือง เช่น เครื่องปั่นไฟ เครื่องสูบน้ำ เครื่องรถไถนา เครื่องรถยนต์ เครื่องเลื่อย เครื่องเจาะ เป็นต้น การส่งกำลังจะส่งจากเพลาหนึ่งไปยังอีกเพลาหนึ่งผ่านล้อสายพาน (Pulley) โดยอาศัยความฝืดล้อสายพานกับสายพาน

2.3.2. คุณสมบัติสายพานส่งกำลังประเภทต่างๆ

สายพานส่งถ่ายกำลังได้โดยอาศัยความฝืด จากการสัมผัสระหว่างสายพานกับล้อสายพาน ปัจจุบันมีการออกแบบให้เหมาะสมกับความก้าวหน้าทางวิชาการหลายรูปแบบที่เป็นมาตรฐานสากล สายพานสามารถจำแนกออกเป็นสายพานกลม สายพานแบน สายพานลิ่ม สายพานฟันเฟือน สายพานหลายลิ่ม สายพานข้อต่อ เป็นต้น

2.3.3 สายพานกลม

สายพานกลม เป็นสายพานที่ออกแบบส่งกำลังเบาๆ เช่น จักรเย็บผ้า เครื่องเล่นเทปเสียง เครื่องฉายหนัง และเครื่องเจียระไนพลอย เป็นต้น สายพานกลมมีลักษณะเหมือนโอริง ทำจากยางหนังสัตว์ การส่งถ่ายกำลังของสายพาน อาศัยความฝืดที่เกิดจากร่องล้อสายพานสัมผัสกับท้องสายพาน

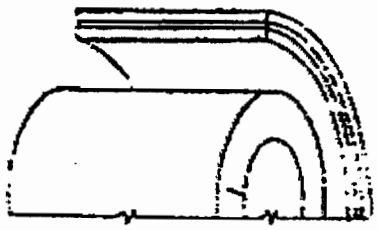


รูปที่ 2.12 สายพานกลมในล้อสายพาน

2.3.4 สายพานแบน

เครื่องจักรกลยุคหลังสงครามโลกครั้งที่ 2 เช่น โรงสีข้าวขนาดใหญ่ โรงเลื่อยไม้โรงกลึง ใช้เครื่องจักรไอน้ำหรือเครื่องยนต์เป็นเครื่องต้นกำลัง ระบบส่งกำลังใช้เพลายาวใส่ล้อสายพานเป็นระยะที่ต้องการ ส่งถ่ายกำลังไปแต่ละจุดด้วยสายพานแบน สายพานแบนสามารถส่งกำลังได้มาก และสามารถส่งกำลังไปยังจุดต่างๆ ที่อยู่ห่างไกลได้ เพราะเกินขอบเขตความยาวสายพานลิ่ม

การส่งถ่ายกำลังของสายพาน อาศัยความฝืดที่เกิดจากผิวนอกล้อสายพานสัมผัสกับท้องสายพาน

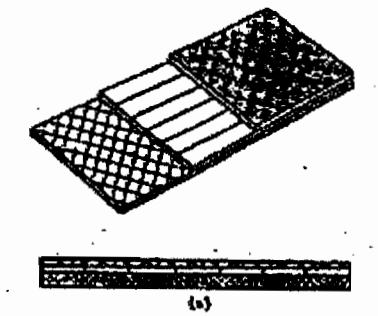


รูปที่ 2. 13 สายพานแบนและล้อสายพาน

2.3.5 โครงสร้างสายพานแบน

สายพานแบนประเภทงานเบาเช่น สายพานหนังและสายพานผ้าทำด้วยหนังหรือใยสังเคราะห์ ใช้สำหรับงานที่มีโหลดน้อยและความเร็วรอบต่ำ เช่น เครื่องวัดรอบเครื่องจักร

สำหรับสายพานแบนที่จะกล่าวต่อไปนี้ เป็นสายพานผ้าใบปะยางสังเคราะห์ มีความคงทนต่องานดึง และเกาะแน่นได้ดีกับผิวล้อสายพาน



รูปที่ 2.14 โครงสร้างสายพานแบน

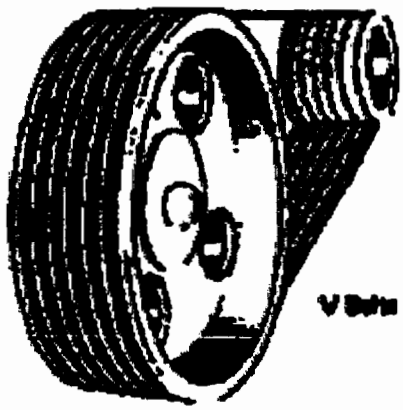
2.3.6 สายพานลิ่ม

สายพานลิ่ม มีรูปร่างหน้าตัดเป็นรูปตัววีที่เรียกว่า V-Belt เป็นมุมเพิ่มประสิทธิภาพการส่งถ่ายกำลังของสายพานมีใช้กันอย่างแพร่หลายในเครื่องทุ่นแรงงานการเกษตรและงานอุตสาหกรรม

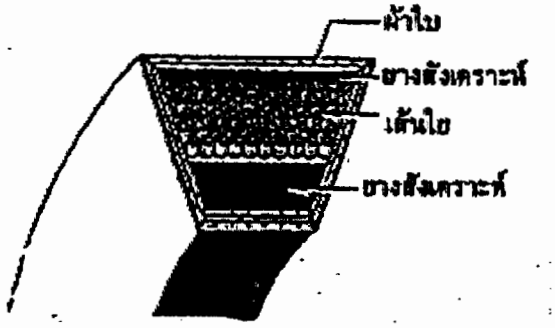
การส่งถ่ายกำลังของสายพาน อาศัยความฝืดที่เกิดจากขอบร่องลิ่มล้อสายพานกับลิ่มของสายพาน

2.3.7 โครงสร้างสายพานลิ่ม

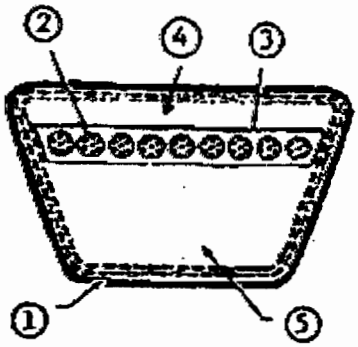
สายพานลิ่มประกอบด้วย ยางสังเคราะห์เส้นใยเสริมแรมหรือเท็ตรอน และห่อหุ้มด้วยผ้าใบทั้ง 4 ด้าน สายพานลิ่ม เป็นสายพานแบบไม่มีรอยต่ออ่อนตัวได้ดี ทนแรงตึงสูง



รูปที่ 2.15 ลักษณะสายพานลิ่ม



รูปที่ 2.16 ส่วนประกอบสายพานลิ่ม



รูปที่ 2.17 หน้าที่ส่วนประกอบสายพานลิ่ม

2.3.8 หน้าที่ส่วนประกอบสายพานลิ่ม

1.ผิวนอกส่วน ที่สัมผัสกับร่องล้อสายพานเป็นยางที่ทนต่อการเสียดสีและทนต่อการกัดกร่อน ไม่ทำปฏิกิริยากับน้ำมัน โดยมีผ้าใบรองรับภายในโดยรอบ

2.เส้นเชือกภายใน เป็นใยสังเคราะห์ประเภทเรยอไนล่อนหรือเส้นลวด ชั้นเดียวหรือหลายชั้น ป้องกันสายพานยืด

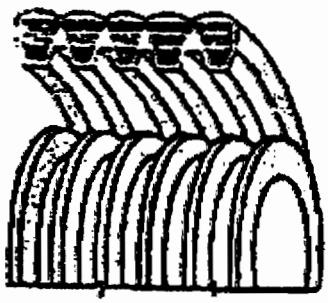
3.ยางหุ้มเส้นเชือก เพื่อให้เส้นเชือกรักษาตำแหน่งของมันโดยไม่แตกตัว

4.ยางส่วนบนทำหน้าที่เฉลี่ยแรงให้เส้นเชือกและรักษารูปทรงสายพานให้ตรง ยืดตัว เมื่อสายพานโอบล้อสายพาน

5.ยางส่วนล่าง เป็นส่วนรับแรงกด ส่งแรงจากเส้นเชือกไปยังร่องสายพาน

2.3.9 สายพานหลายลิ่ม

สายพานหลายลิ่มมีลักษณะเป็น สายพานลิ่มธรรมดาหลายอันหลังติดกันเป็นแพ หลังสายพานจึงมีโครงสร้างเหมือนสายพานแบนขนาดบาง ช่องล้อสายพานต้องมีขนาดที่ตรงกับสายพาน และล้อสายพานต้องตั้งให้ได้ศูนย์กันพอดี เพราะสายพานหลายลิ่มยืดหยุ่นแนวขอบไม่ได้

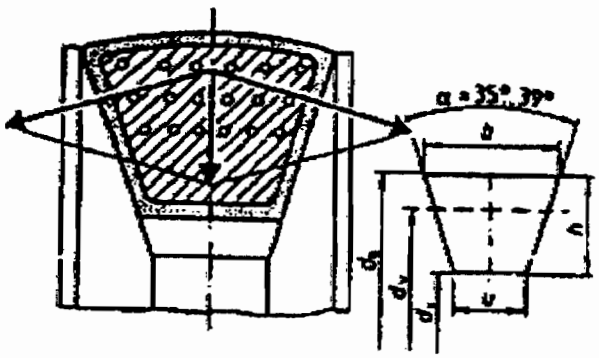


รูปที่ 2.18 สายพานหลายลิ่ม

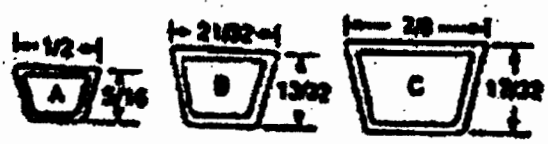
2.3.10 พิกัดสายพานลิ่ม

พิกัดสายพานในที่นี้จะกล่าวเฉพาะพิกัดสายพานลิ่ม เพราะพบเห็นได้ง่ายตามร้านขายวัสดุและเครื่องมือทั้งงานเครื่องกลและไฟฟ้าตลอดจนร้านขายอะไหล่และบริการรถยนต์ตามข้างถนนทั่วไป

ขนาดสายพานลิ่ม ที่หลังสายพานมีเครื่องหมายกำหนดขนาดไว้ หรือความยาวกำหนดเป็นนิ้วหรือ มม. เช่น สายพานลิ่มพิกัดนิ้ว ขนาด B 75 หมายถึง สายพานลิ่มหน้าตัดขนาด B ยาวรอบวง 75 นิ้ว หรือสายพานพิกัดเมตริก ขนาด 7.5× 1000 หมายถึงสายพานหลังกว้าง 7.5 มม. ยาว 1000 มม.



รูปที่ 2.19 สายพานลิ่มพิกัด ISO และเมตริก



สายพานหน้ากว้าง

สายพานหน้าแคบ

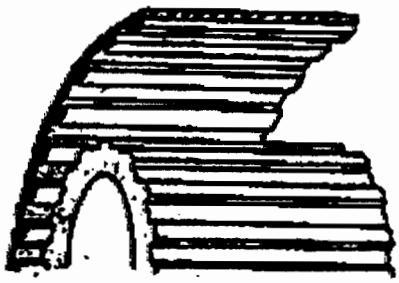
รูปที่ 2.20 สายพานลิ่มพิกัดนิ้ว แถวบนหน้ากว้าง แถวล่างหน้าแคบ

2.3.11 สายพานฉิ่มหน้าแคบ นิยมใช้กันทั่วไป เพราะเบาและอ่อนตัวได้ดีมาก ถ้าใช้เส้นเดียวไม่พอแรงก็ใช้หลายเส้นได้ ยังใช้ความเร็วรอบสูงถึง 40 เมตรต่อวินาที ทนต่อแรงสั่นสะเทือนได้สูงและไม่เกิดความร้อน

2.3.12 สายพานหน้ากว้าง สายพานแบบนี้ มีใช้เฉพาะงานที่มีความเร็วรอบไม่สูงนัก และมักเป็นงานที่ใหญ่ๆ ถ้าความสูงมักลื่นและมีเสียงดัง ทั้งนี้ ยกเว้นสายพานที่ท้องเป็นฟันเฟือง ยืดหยุ่น และอ่อนตัวได้ดีมาก ใช้กับสายพานขนาดเล็กๆได้ ส่งแรงได้มากและไม่ลื่น

2.3.13 สายพานฟันเฟืองออกแบบพัฒนาจากข้อดีของโซ่ เฟืองและสายพานแบนมารวมอยู่ด้วยกัน คือตัวสายพานมีหน้ากว้างแต่บางเหมือนสายพานแบน ท้องสายพานเป็นฟันเหมือนฟันเฟืองตื้นๆ ที่มีระยะพิตช์เท่าๆกัน เส้นใยโครงสายพานเป็นลวดเหล็กคุณภาพสูง วางเรียบแนวเฉียง สามารถรับโหลดได้มาก ในทำนองเดียวกัน ที่เป็นสายพานก็เสริมความแข็งแรงด้วยเส้นลวด เพื่อให้คงทนต่อการตัดเฉือนและความเร็วสูงๆ เช่น สายพานไทมิ่งเครื่องยนต์

ล้อสายพานฟันเฟือนมีลักษณะเหมือนเฟืองฟันตื้น ส่งถ่ายกำลังเหมือนโซ่กำลัง จึงส่งกำลังได้เที่ยงตรง



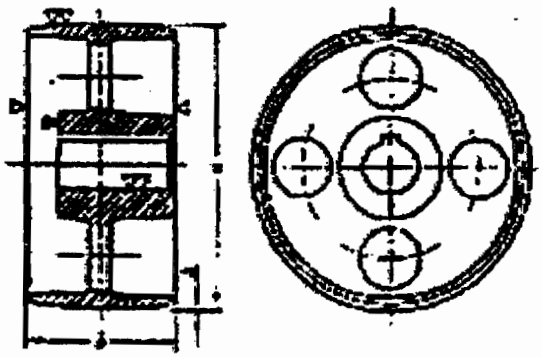
รูปที่ 2.21 สายพานฟันเฟือง

2.4 โครงสร้างล้อสายพาน

ล้อสายพานทั่วไปทำจากเหล็กแผ่นและเหล็กหล่อมีพิกัดตามมาตรฐาน ล้อสายพานที่ผลิตในประเทศไทย ส่วนใหญ่เป็นช่างไทยเชื่อสายจีน หล่อและกลึงจำหน่ายในราคาถูก สำหรับเครื่องทุ่นแรงงานเกษตร หรืองานที่ไม่ต้องการความเที่ยงตรงนัก ส่วนอีกประเภทหนึ่งเป็นประเภทไทยทำเพื่ออุตสาหกรรมผลิตตามพิกัดอุตสาหกรรมหรือผลิตตามบริษัทแม่กำหนด คือกำหนดทั้งคุณสมบัติวัสดุและขนาดต่างๆ เพื่อเป็นชิ้นส่วนประกอบเครื่องจักร เครื่องยนต์ เป็นต้น [2]

2.4.1 ล้อสายพานแบนหลังนูน

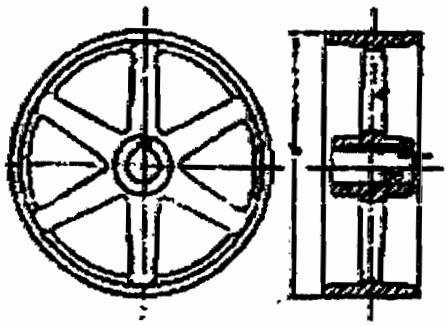
ล้อสายพานหลังนูน เป็นล้อสายพานขนาดเล็ก ป้องกันสายพานหลุดจากล้อสายพานได้ดีหลังล้อสายพานกลึงเป็นผิวหยาบ ป้องกันสายพานลื่น ปีนล้อสายพาน คือระหว่างดุมล้อสายพานและวงล้อสายพาน ถ้าหล่อตัน จะเจาะรูโหว่โปร่งเพื่อลดน้ำหนักหรือหล่อเป็น 6 ปีก



รูปที่ 2.22 ล้อสายพานแบนหลังนูน

2.4.2 ล้อสายพานแบนหลังเรียบ

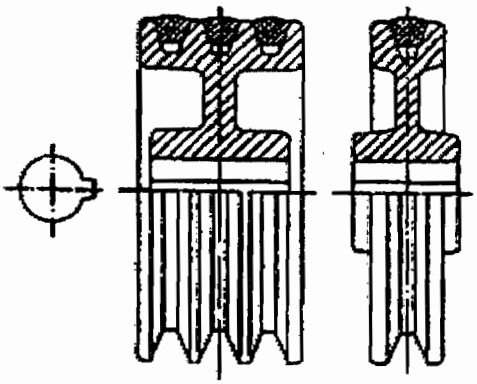
ล้อสายพานแบนหลังเรียบ เป็นแบบใช้กันแพร่หลาย ทำด้วยเหล็กหล่อ หลังกลึงเป็นผิวหยาบเพื่อป้องกันสายพานลื่นไหล ตรงกลางเป็นดุมเซาะร่องลิ่ม เพื่อประกอบติดแน่นกับเพลา



รูปที่ 2.23 ล้อสายพานแบนหลังเรียบ

2.4.3 ล้อสายพานลิ่ม

ล้อสายพานลิ่มส่วนใหญ่ทำด้วยเหล็กหล่อผิวลื่นและคงทน สามารถถ่ายเทความร้อนได้ดีหากเป็นล้อสายพานคุณภาพสูงที่ใช้ในเครื่องจักรกลหรือเครื่องยนต์ ต้องกำหนดพิกัดเนื้อเหล็กหล่อและพิกัดขนาดนับ 10 จุด ล้อสายพานลิ่มที่ส่งน้อย เช่น เครื่องเจียระไนเสียง ใช้ล้อสายพานเหล็กแผ่นขึ้นรูปหรือพลาสติกที่มีน้ำหนักน้อยและแข็งแรงเพียงพอ

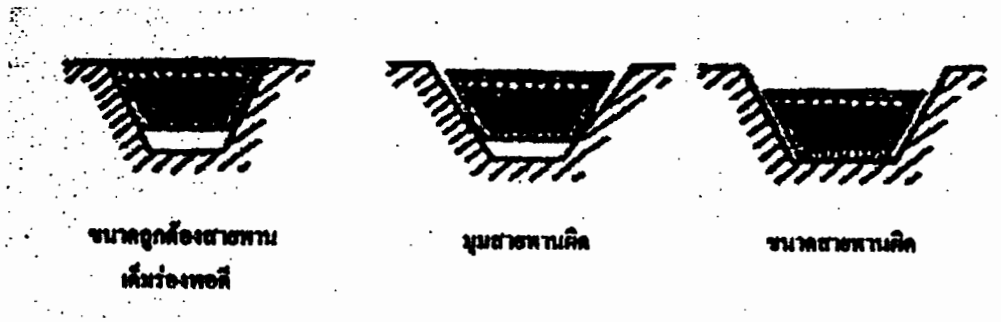


รูปที่ 2.24 ล้อสายพานลิ่มทำด้วยเหล็กหล่อ

2.4.4 การเลือกสายพานให้เหมาะสมกับร่องล้อสายพาน

ขนาดถูกต้อง สายพานเต็มร่องล้อสายพานพอดี สายพานจึงจะส่งถ่ายกำลังได้ประสิทธิภาพสูง มีอายุการใช้งานยาวนาน ส่งกำลังไม่มีเสียงดังและไม่ต้องปรับแต่งบ่อย

มุมสายพานผิดอาจเกิดจากเลือกสายพานผิดหรือกลึงร่องล้อสายพานผิดเพราะมุมล่างสัมผัสแต่มุมบนไม่สัมผัสขนาดของสายพานผิด คือ สายพานแคบกว่าเพลาร่องสายพานท้องสายพานสัมผัสท้องร่องสายพาน



รูปที่ 2.25 ลักษณะการเลือกสายพานให้เหมาะสมกับร่องสายพาน

2.5 วาล์ว [5]

วาล์วถึงจะไม่เป็นตัวเอกในโรงงานอุตสาหกรรมก็ตาม แต่มันก็เป็นตัวประกอบที่สำคัญที่สุด วาล์วแต่ละแบบก็มีหน้าที่และคุณสมบัติแตกต่างกันไป ก่อนที่จะตัดสินใจเลือกว่าจะใช้วาล์วอะไรจะต้องรู้ว่าเราจะใช้วาล์วไปทำหน้าที่อะไร เราพอจะสรุปหน้าที่ของวาล์วแต่ละแบบได้ดังนี้

1. ทำหน้าที่เปิด-ปิด (On-off Service)
   - ประตูน้ำ (Gate Valve)
   - ปลั๊กวาล์ว (Plug Value)
   - บอล์ลวาล์ว (Ball Value)

2.ทำหน้าที่ควบคุมอัตราการไหล (Throttling Service)
   - โกลบวาล์ว (Globe Value)
   - วาล์วผีเสื้อ (Butterfly Value)
   - ไดอะแฟรมวาล์ว (Diaphgram Value)

3. ทำหน้าที่กันการไหลกลับ(Prevention of Back Flow)
   - เช็ควาล์ว (Cheek Value)

ของเหลวที่เกี่ยวข้องในโรงงานอุตสาหกรรมมีหลายลักษณะด้วยกัน อาจเป็นของเหลวของพวกของเสียที่มีสารแขวนลอยเต็มไปหมด หรือเป็นพวกสารเคมีที่มีความกัดกร่อนสูง โดยทั่วไปลักษณะสำคัญของของเหลวที่จะต้องนำมาพิจารณาก็คือ ความหนืดและความกรัดกร่อน ยังมีข้อปลีกย่อยที่ต้องพิจารณาอีกคือ วาล์วนั้นเกี่ยวข้องกับของเหลวเพียงชนิดเดียวหรือหลายชนิด ของเหลวที่มีความดันมากน้อยเพียงใด อุณหภูมมากน้อยเพียงใด เป็นต้น อุณหภูมิและความกรัดกร่อนมีผลต่อเนื้อวัสดุที่ใช้ทำวาล์วหรือตัวบุวาล์ว (Lining) วัสดุที่ใช้บุภายในวาล์วนั้นมักทำจากพวกพลาสติกเรซิน เพื่อกันความกรัดกร่อนตัววาล์วทำจากเหล็กหล่อหรือเหล็กเหนียว จะทนความดันและความร้อนสูงได้ดี วาล์วตัวเล็ก(4นิ้วลงมา) มักทำด้วยทองเหลืองหรือทองบรอนซ์ ถ้าขนาดใหญ่หรือใช้กับความดันสูงก็ใช้เหล็กหล่อแทน

"ความดันลด" (ขอใช้คำว่า ความดันลดแทน Pressure Drop)ในวาล์วมีความสำคัญมาก เพราะเป็นตัวเลขไม่ใช่น้อยเมื่อเทียบกับความดันลดทั้งระบบการเลือกชนิดวาล์วที่ใช้ความดันลดต่ำเป็นสิ่งที่ดีที่สุด เพราะสามารถประหยัดพลังงานของปั๊มลงได้ไม่น้อยทีเดียว

2.6 การดูแลบำรุงรักษาปั๊มแรงดันสูง [3]

1.ตรวจดูระดับน้ำมันหล่อลื่นในปั๊ม ดูจากช่องกระจกจากเรือนปั๊มจะมีขีดสีแดงกำหนดว่าน้ำมันหล่อลื่นมีปริมาณพอดีหรือพร่อง ต้องเติมเพิ่ม

2.ตรวจขันน็อตยึดปั๊ม เครื่องยนต์หรือต้นกำลังให้แน่น อย่าปล่อยให้หลวมคลอน ถ้าเป็นเครื่องพ่นสารแรงดันของเหลวสะพายหลังตรวจตะกรงกรองน้ำยาที่ปากถังบรรจุ อย่าให้มีรอยฉีกขาดหรือรั่ว ถ้า

เป็นเครื่องพ่นสารกระเป๋าหิ้ว 2 คนหาม และลากจูง ตรวจท่อดูด พร้อมที่กรองให้อยู่ในสภาพใช้งาน ตรวจขันรอยต่อต่างๆให้แน่น อย่ามีรอยรั่ว

3.เมื่อสิ้นสุดการฉีดพ่นสารแล้วให้เติมน้ำสะอาดเต็มถังบรรจุฉีดพ่นน้ำเปล่าไปที่ต้นไม้ที่ไม่ต้องการพ่นหรือหลุมลึก 1 เมตร ที่ขุดเตรียมไว้เป็นการทำความสะอาดอุปกรณ์ภายในปั๊ม ถอดคลายหัวฉีดล้างทำความสะอาดแล้วประกอบตามเดิม จากนั้นเช็ดถูความสะอาดเครื่องพ่นสารให้ทั่วแล้วนำไปเก็บในที่ร่มมีอากาศถ่ายเท

4.ก่อนการใช้เครื่องพ่นสารแรงดันของเหลวตามที่ได้กล่าวมาต้องตรวจที่เดิมจารบีตามหัวอัดจารบีที่เรือนปั๊มทุกที่ ถ้าจารบีบกพร่อง ให้อัดเติมและก่อนการสตาร์ทให้ต้นกำลังทำงานต้องมั่นใจว่าสายดูดจุ่มลงในถังบรรจุที่น้ำยาบรรจุอยู่และกลไกบังคับให้ปั๊มทำงานที่กลไก ปรับแรงดันอยู่ในตำแหน่งเปิด (ตำแหน่งที่ปั๊มหมุนตัวเปล่าโดยไม่ต้องดูดอัดน้ำยา)เพราะลูกสูบปั๊มบางชนิดเป็นยางเมื่อปั๊มหมุนทำงานโดยไม่มีน้ำยามาหล่อจะทำให้ลูกสูบชำรุดและกลไกบังคับให้ปั๊มทำงานอยู่ในตำแหน่ง ปั๊มทำงานจะเป็นการโหลดกำลังของเครื่องต้นกำลังต้องให้เปิดเพื่อปั๊มจะหมุนตัวเปล่า เมื่อทุกอย่างเรียบร้อยจึงโยกคันไกลบังคับให้ปั๊มทำงานพร้อมหมุนปรับกลไกปรับแรงดันให้ปั๊มดันน้ำยาออกหัวฉีดตามแรงดันที่ต้องการ หมุนที่ปรับแรงดันในทิศทางตามเข็มนาฬิกา แรงดันจะลดลง

2.7 ชนิดของการไหล [6]

การแบ่งชนิดของการไหลของของไหล สามารถกระทำได้หลายอย่างคือ

แบบที่หนึ่ง แบ่งเป็นการไหลสม่ำเสมอ (steady flow) และการไหลอย่างสม่ำเสมอ (unsteady flow)

แบบที่สอง แบ่งเป็นการไหลแบบราบเรียบ (Iarminar flow) และการไหลแบบปั่นป่วน (turbulent flow)

แบบที่สาม แบ่งเป็นการไหลทิศทางเดียว,สองทิศทาง และสามทิศทาง

2.7.1 การไหลสม่ำเสมอ (Steady Flow)

หมายถึงการไหลของของไหลชนิดที่ความเร็วในการไหล ณ จุดใดๆไม่เปลี่ยนไปตามเวลา เช่น เมื่อคำนึงถึงการไหลของของไหลที่ผ่านจุด A ไม่ว่าจะเป็นเวลาใดๆ ของไหลที่ผ่านจุด A นั้นจะมีความเร็วคงที่เสมอ และเมื่อพิจารณาที่จุด B ความเร็วของการไหลของของไหลที่ผ่านจุก B ก็จะคงที่ด้วย แต่ความเร็วที่จุด A และ B ไม่จำเป็นต้องเท่ากัน เนื่องจากเหตุผลดังกล่าว ของไหลไม่สามารถจะขาดช่วงได้ เพราะจะทำให้ความเร็วของของไหล ณ จุดนั้นๆเปลี่ยนแปลง

ทฤษฎีที่ใช้กับการไหลสม่ำเสมอเป็นทฤษฎีเบื้องต้น และการใช้งานทางวิศวกรรมส่วนใหญ่จัดการไหลของของไหลเป็นการไหลสม่ำเสมอนี้

2.7.2 การไหลไม่สม่ำเสมอ (unsteady flow)

หมายถึงการไหลของของไหล ชนิดที่ความเร็วในการไหล ณ จุดใดๆมีการเปลี่ยนแปลงไปตามเวลาหรือมีการขาดช่วงได้

ทฤษฎีที่ใช้กับการไหลไม่สม่ำเสมอ เป็นทฤษฎีขั้นสูง ซึ่งค่อนข้างจะยุ่งยากและทฤษฎีดังกล่าวไม่ได้แสดงไว้ในหนังสือเล่มนี้

2.7.3 การไหลแบบราบเรียบ (Larminar Flow)

หมายถึงการไหลของของไหลชนิดที่อนุภาคของของไหล ไม่ว่าจะเป็นอนุภาคเล็กหรือใหญ่เคลื่อนที่ในลักษณะตามกันไปเป็นแผ่นหรือชั้นเรียบๆ โดยที่แผ่นหนึ่งเลื่อนเรียบเหนือแผ่นอื่น ลักษณะการเกิดการไหลแบบราบเรียบคือ การไหลของน้ำใต้ดิน,การไหลของเลือด และการดูดน้ำของต้นไม้เป็นต้น

ลักษณะการไหลแบบราบเรียบนี้ เป็นไปตามกฎของนิวตันที่เกี่ยวกับความหนืดของของไหล

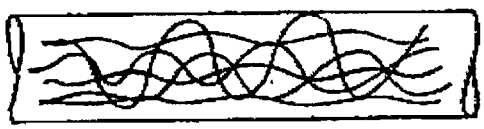
$(\tau = \mu \frac{dv}{dy})$

รูปที่ 2.26 การไหลแบบราบเรียบ

2.7.4 การไหลแบบปั่นป่วน (Turbulent Flow)

หมายถึงการไหลของของไหลชนิดที่อนุภาคของของไหล เคลื่อนที่ในลักษณะหรือทิศทางการไม่แน่นอน มีการเคลื่อนที่ขึ้นลงและมีการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม จากส่วนหนึ่งของของไหลไปยังส่วนอื่นๆ

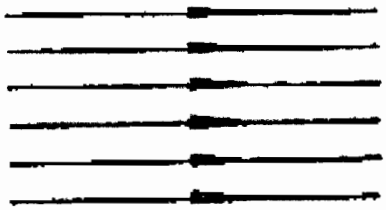
ลักษณะการไหลของของไหลทั่วไปเกือบ 95 %จะเป็นการไหลแบบนี้ ตัวอย่างเช่นการไหลของน้ำตามแม่น้ำลำคลอง,การไหลของอากาศในท่อลม เป็นต้น



รูปที่ 2.27 การไหลแบบปั่นป่วน

2.7.5 การไหลทิศทางเดียว (One - dimensional Flow)

หมายถึงการไหลชนิดที่เส้นสัมผัสของทิศทางของความเร็วที่จุดต่างๆ(streamlines) เคลื่อนที่ไปทางเดียว ซึ่งในการไหลชนิดนี้ การเปลี่ยนของความดัน ความเร็ว ฯลฯ จะไม่เกิดขึ้นในทิศทางอื่นนอกจากเกิดขึ้นใน streamline เท่านั้น การไหลทิศทางเดียวปกติจะพิจารณาในบริเวณที่ streamline เป็นเส้นตรงและขนานกัน



รูปที่ 2.28 การไหลทิศทางเดียว

2.7.5 การไหลสองทิศทาง (Two – dimensional Flow)

หมายถึงการไหลชนิดที่ streamline เคลื่อนที่ไปบนระนาบอันเดียวกัน แต่มีการเคลื่อนที่ขึ้นลงได้

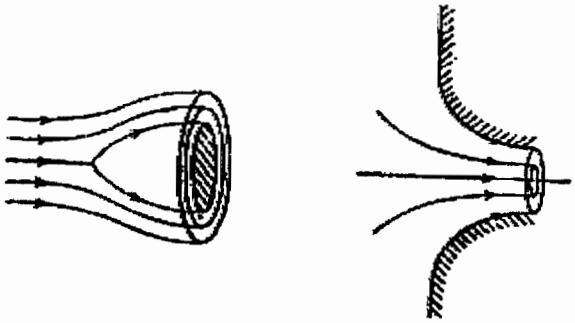
รูปที่ 2.29 การไหลสองทิศทาง

ตัวอย่างของการไหลสองทิศทาง เช่น การไหลของน้ำที่ล้นเขื่อน หรือการไหลของอากาศผ่านปีกของเครื่องบิน เป็นต้น ในการไหลสองทิศทางนี้ ความเร็ว,ความดัน ฯลฯ เปลี่ยนแปลงไปตามจุดพิจารณา

2.7.6 การไหลสามทิศทาง (Three – dimensional Flow)

หมายถึงการไหลชนิดที่ Streamline มีการเปลี่ยนแปลงไปทั้งสามทิศทาง เมื่อมองตัดขวาง Streamline แล้วจะออกมาในรูปของวงแหวน

ลักษณะเกิดการไหลสามทิศทางนี้ เช่น บริเวณที่ของไหลกำลังไหลเข้าสู่ท่อหรือเมื่อของไหลปะทะวัตถุที่ขวางทิศทางของการไหล เช่น อากาศปะทะลูกปืน เป็นต้น



รูปที่ 2. 30 การไหลสามทิศทาง