Swagelok®

การใช้ข้อต่อ และ วาล์วอย่างปลอดภัย

โดย...

นายสิทธิศักดิ์ เตยะราชกุล

บริษัท เอ็ม.เจ. บางกอกวาล์ว และ ฟิตติ้ง จำกัด

88/8 หมู่ 14 ถนนกิ่งแก้ว ตำบลราชาเทวะ

อำเภอบางพลี สมุทรปราการ 10540

โทร. 02-738-9400 (Auto)

โทรสาร. 02-738-9408

สัมมนาความปลอดภัยในการใช้ข้อต่อและวาล์ว

Valve and Fitting Safety Seminar

บริษัท เอ็ม.เจ. บางกอกวาล์วและฟิตติ้ง จำกัด เป็นผู้แทนจำหน่ายวาล์วและข้อต่อของบริษัท ***Swagelok*** ในประเทศไทย, เวียดนาม,ลาว,พม่า และ เขมร ซึ่งผลิตภัณฑ์ของบริษัทฯ มีดังนี้

Fittings :-

- Tube Fittings 1/16" - 2" ; 2 MM – 38 MM
- Pipe Fittings 1/16" – 2"
- Face Seal Fittings 1/8" – 1"
- Weld Fittings 1/4" – 1"
- Fusible Fittings 3/8"
- Swagelok Automatic Welding Machine 1/8" – 2"
- Vacuum Fittings 1-16" – 1 ½"
- High Pressure Fittings up to 60,000 PSI 1/4" – 1"

Hoses and Quick-Connects:-

- Thermoplastic Hose 1/4" – 1" ; 6 MM – 22 MM
- Push-on Multi Purpose Hose 1/4" – 3/4"
- Flexible Metal Hose 1/4" – 2"
- Flexible Teflon Hose 1/4" – 1"
- Quick-Connects Couplings 1/8" – 1"

Valves :-

- Ball Valves 1/16" – 2"
- Plug Valves 1/8" – 1/2"
- Industrial Excess Flow Valves 1/8" – 1/2"
- Check & Relief Valves 1/8" – 1"
- Bleed & Purge Valves 1/8" – 1/2"
- 2-Valve, 3-Valve & 5-Valve Manifold Valves
- Metering Valves 1/16" – 3/8"
- Needle Valves 1/8" – 1"

รายชื่อบุคคลที่สามารถติดต่อได้ที่สำนักงาน

1. คุณสิทธิศักดิ์	เตยะราชกุล	CEO
2. คุณวรรณี	สถาวรานนท์	Customer Service Manager
3. คุณอังคณา	ศรีไตรรัตนรักษ์	Customer Service Supervisor
4. คุณสุปวีณา	วงษ์ภูงา	Customer Service Supervisor
5. คุณอุษา	ศักดิ์เสรีชัย	Customer Service Supervisor

บริษัทของเราตั้งอยู่ที่

บริษัท เอ็ม.เจ. บางกอกวาล์ว และฟิตติ้ง จำกัด
88/8 หมู่ 14 ถนนกิ่งแก้ว
ตำบลราชาเทวะ อำเภอบางพลี
สมุทรปราการ 10540
โทร. 02-738-9400 (Auto)
โทรสาร. 02-738-9408

เราพร้อมที่จะให้คำแนะนำและบริการที่ดีที่สุดสำหรับคุณ

นโยบายของเราคือ

“มุ่งมั่นรักษาความเป็นเลิศ”

- Bellow Sealed Valves 1/4" –1/2"
- Diaphragm Valves 1/4" – 1/2"
- High Pressure Valve up to 45,000 PSI 1/4" – 1"

Swagelok Miscellaneous & Tools : -

- Filters & Snubber Fittings 1/8" – 1/2"
- Coalescing & Particle Filters 1/8" - 1/4" ; 6 MM
- Liquid Leak Detector : Snoop, Real Cool Snoop
- Lubricants & Sealant : Swagelok TFE Tape, SWAK, Silver Goop, High Purity Goop, VAC Goop
- Sample Cylinder 40 cc. – 3875 cc.
- Heat Exchanger Tube Plugs 1/2" – 1"
- Tools : Hand Tube Bender 1/4" – 1/2" ; 6 MM – 12 MM
  Electronically Control Tube Bender 1" – 2"
  Hydraulic Swaging Unit 1/2" – 2" ; 12 MM – 38 MM
  Tube Cutter 3/16" –1/2" ; 4 MM – 12MM
  Tube Deburring Tools 3/16" – 1 ½" ; 4 MM – 38 MM
  Rachet Wrench 1/8" –1/2" ; 3 MM – 12 MM

เรามีสินค้าอยู่ในคลังสินค้าในประเทศไทยมูลค่าประมาณ 30,000,000 บาท และ สามารถจัดส่งให้แก่ลูกค้าได้ภายใน 24 ชั่วโมง

โดยทั่วไป เราสามารถจัดส่งสินค้าให้แก่ลูกค้าของเราได้ภายใน 3 สัปดาห์ และ ในกรณีเร่งด่วนเราสามารถจัดส่งให้ได้ภายใน 1 สัปดาห์

สัมมนาความปลอดภัยในการใช้ข้อต่อและวาล์ว

VALVE AND FITTING SAFETY SEMINAR

วัตถุประสงค์

1. พิจารณาแนวโน้มที่จะเกิดสถานการณ์ที่ไม่ปลอดภัยและการรั่ว
2. แนวทางปฏิบัติไปสู่ทางที่จะให้ความมั่นใจได้ว่าปลอดภัยในระบบข้อต่อและวาล์ว
3. ทราบถึงหน้าที่ของข้อต่อและวาล์ว คุณลักษณะของแบบอย่างที่แน่นอนและการติดตั้งที่ถูกต้องที่จะทำให้เกิดความปลอดภัยและประหยัดพลังงานจากการรั่ว

การเลือกใช้ TUBE แทนที่ PIPE

โรงงานเป็นจำนวนมากทั้งทางด้านเคมี ก่อสร้าง และงานวิจัย ได้ศึกษาถึงรายละเอียดด้านค่าใช้จ่าย ปรากฏว่าสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายสูงถึง 40 % ในการใช้ท่อ TUBE แทนการใช้ PIPE ในงานต่างๆ ดังนี้

- อุปกรณ์ควบคุมใช้ลม
- สัญญาณในระบบท่อของโรงงาน
- งานผลิตที่ใช้ท่อเล็กกว่า 2"
- การตรวจสอบระบบไอน้ำ
- ระบบท่อ D.P. CELL

เหตุผลในการประหยัดค่าใช้จ่ายก็คือ

1. ประหยัดค่าแรงงาน โดยสามารถประหยัดได้ถึง 50 % เนื่องจากการติดตั้งข้อต่อสามารถทำได้ง่าย และรวดเร็ว ไม่มีการทำเกลียว
2. ประหยัดอุปกรณ์ข้อต่อและข้องอต่างๆเนื่องจาก
   - TUBE สามารถดัดได้จึงไม่ต้องใช้ข้องอ
   - ข้อต่อของ TUBE ทุกตัวเป็นยูเนี่ยนในตัวเอง จึงไม่ต้องใช้ยูเนี่ยนเพื่อการถอดหรือติดตั้งเหมือนของ PIPE
   - TUBE มีความยาวได้มากกว่า PIPE จึงประหยัดตัวยูเนี่ยน
3. เครื่องมือไม่แพง เนื่องจากการติดตั้ง TUBE กับข้อต่อใช้เครื่องมือธรรมดาที่มีอยู่แล้วมีเพียงประแจปากตายกับที่ตัดท่อ (TUBE CUTTER) และที่ลบคมปลายท่อก็เพียงพอแล้ว ส่วน PIPE ต้องมีการทำเกลียว ซึ่งต้องใช้เครื่องมือพิเศษราคาแพง

4. ค่าใช้จ่ายในการวางแผนต่ำ ระบบท่ออาจทำการติดตั้งโดยไม่ต้องมีรายละเอียดทางด้านวิศวกรรมมากนัก

5. ค่าวัสดุอาจต่ำกว่า PIPE เล็กน้อย ขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุ

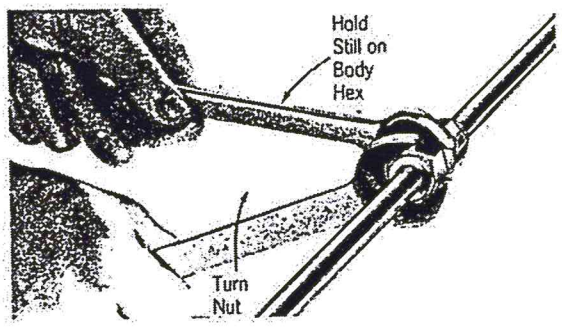
ข้อได้เปรียบทางด้านการบำรุงรักษา

1. มีจุดที่ใช้ข้อต่อน้อยกว่าระบบ PIPE ทำให้โอกาสรั่วน้อยกว่ามาก
2. น้ำหนักเบา
3. การถอดใส่เป็นไปได้ง่ายและสะดวก
4. ข้อต่อและ TUBE สามารถนำมาใช้ติดตั้งใหม่ได้เมื่อถอดออกจากกัน

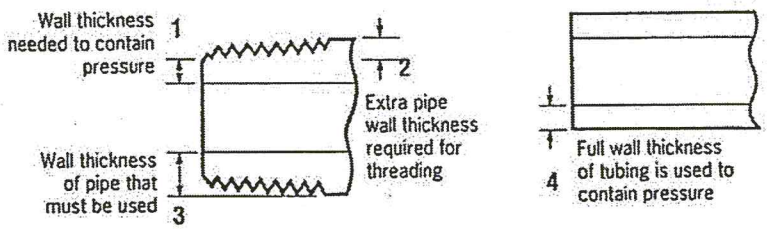
ความแตกต่างระหว่าง TUBE กับ PIPE

1. ติดตั้งง่าย

เพียงใช้ประแจมาตรฐานในการติดตั้ง ไม่มีการทำเกลียว



2. STRENGTH เมื่อเทียบกับอัตราส่วนน้ำหนักแล้ว STRENGTH ของ TUBE ดีกว่า



เนื่องจากต้องทำเกลียวบน PIPE ทำให้ต้องทำผนัง PIPE ให้หนาและการทำเกลียวทำให้ความหนาลดลง แต่ระบบ TUBE ไม่จำเป็นต้องทำผนังท่อให้หนาเพื่อทำเกลียว เช่น ถ้าวัดเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอกของ TUBE ขนาด 1 นิ้ว จะได้ 1 นิ้วพอดี และถ้าวัดเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอกของ PIPE ขนาด 1 นิ้ว จะได้ 1.315 นิ้ว เพราะเป็นค่าจำลอง (NOMINAL SIZE) และเรียกความหนาของ PIPE เป็น SCHEDULE (ดูขนาดของ PIPE ตามตารางท่อ)

ตารางแสดงขนาดและความหนาของ PIPE ที่ SCHEDULE ต่างๆ

PIPE WALL THICKNESS

Nominal Size	O.D.	Wall Thickness			Inside Diameter		
		Sch 10	Sch 40	Sch 80	Sch 10	Sch 40	Sch 80
1/8	.405	.049	.068	.095	.307	.269	.215
1/4	.540	.065	.088	.119	.410	.364	.302
3/8	.675	.065	.091	.126	.545	.493	.381
1/2	.840	.083	.109	.147	.674	.622	.546
3/4	1.050	.083	.113	.154	.884	.824	.742
1	1.315	.109	.133	.179	1.097	1.049	.957
1-1/4	1.660	.109	.140	.191	1.442	1.380	1.278
1-1/2	1.900	.109	.145	.200	1.682	1.610	1.500
2	2.375	.109	.154	.218	2.157	2.067	1.939

All dimensions in inches

ตารางแสดงขนาดและความหนาของ TUBE ตั้งแต่ 1/16" ถึง 2"

FRACTIONAL TUBING O.D. , WALL, I.D. CROSS SECTIONAL AREA

Tube (in.)	O.D. (in.)	Wall Thickness (in.)	Tube I.D. (in.)	I.D. Cross Sectional Area (in²)
1/16	.062	.010	.042	.0014
		.015	.032	.0008
		.020	.022	.0004
1/8	.125	.028	.069	.0037
		.035	.055	.0024
3/16	.187	.028	.131	.0135
		.035	.117	.0108
		.049	.089	.0062
1/4	.250	.028	.194	.030
		.035	.180	.025
		.049	.152	.018
		.065	.120	.011
5/16	.312	.035	.242	.046
		.049	.214	.036
		.065	.182	.026
3/8	.375	.035	.305	.073
		.049	.277	.060
		.065	.245	.047
1/2	.500	.035	.430	.145
		.049	.402	.127
		.065	.370	.108
		.083	.334	.088
5/8	.625	.049	.527	.218
		.065	.495	.192
		.083	.459	.166
		.095	.435	.149
3/4	.750	.049	.652	.334
		.065	.620	.302
		.083	.584	.268
		.095	.560	.246
		.109	.532	.222
7/8	.875	.049	.777	.474
		.065	.745	.436
		.083	.709	.395
		.095	.685	.369
		.109	.657	.339
1	1.000	.065	.870	.595
		.083	.834	.546
		.095	.810	.515
		.109	.782	.480
		.120	.760	.454
1-1/4	1.250	.083	1.084	.923
		.095	1.060	.883
		.109	1.032	.837
		.120	1.010	.801
		.134	.982	.757
		.156	.938	.691
1-1/2	1.500	.095	1.310	1.348
		.109	1.282	1.291
		.120	1.260	1.247
		.134	1.232	1.192
		.156	1.188	1.109
		.188	1.124	.992
2	2.000	.109	1.782	2.494
		.120	1.760	2.433
		.134	1.732	2.356
		.156	1.688	2.238
		.188	1.624	2.071

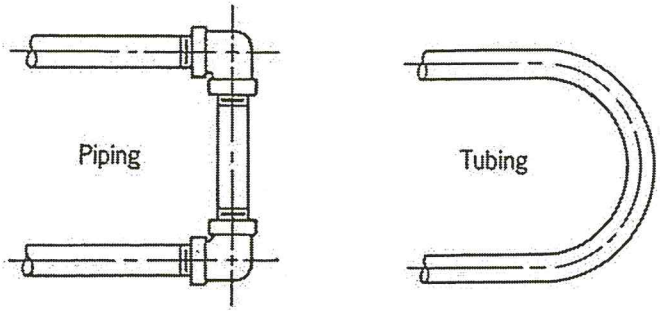
ตารางแสดงขนาดและความหนาของ TUBE ตั้งแต่ 1 มม. ถึง 25 มม.

METRIC TUBING O.D. , WALL, I.D. CROSS SECTIONAL AREA

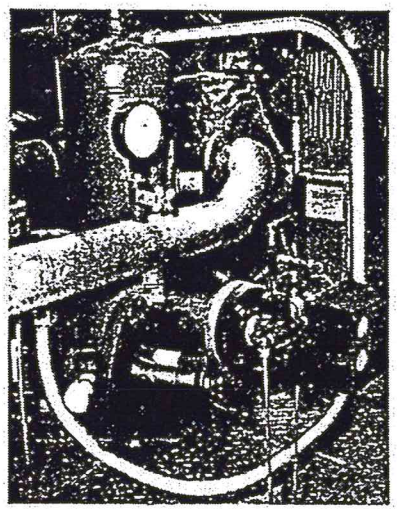
Tube O.D. (mm)	Wall Thickness (mm)	Tube I.D. (mm)	I.D. Cross Sectional Area (mm^2)
1	.2	.6	.2827
	.3	.4	.1257
	.4	.2	.0031
3	.5	2.0	3.14
	.6	1.8	2.54
	.8	1.4	1.54
6	.6	4.8	18.10
	.8	4.4	15.21
	1.0	4.0	12.57
	1.25	3.5	9.62
	1.5	3.0	7.07
	1.6	2.8	6.16
8	.8	6.4	32.17
	1.0	6.0	28.27
	1.25	5.5	23.76
	1.5	5.0	19.64
	1.6	4.8	18.10
10	.8	8.4	55.42
	1.0	8.0	50.27
	1.25	7.5	44.18
	1.5	7.0	38.48
	1.6	6.8	36.32
12	1.0	10.0	78.54
	1.25	9.5	70.88
	1.5	9.0	63.62
	1.6	8.8	60.82
	2.0	8.0	50.27
14	1.0	12.0	113.10
	1.2	11.6	105.68
	1.5	11.0	95.03
	1.8	10.4	84.95
	2.0	10.0	78.54
	2.2	9.6	72.38
15	1.2	12.6	124.69
	1.5	12.0	113.10
	1.6	11.8	109.36
	2.0	11.0	95.03
	2.3	10.4	84.95
16	1.2	13.6	145.27
	1.5	13.0	132.73
	1.6	12.8	128.68
	2.0	12.0	113.10
	2.3	11.4	102.07
18	1.2	15.6	191.13
	1.5	15.0	176.72
	1.6	14.8	172.03
	2.0	14.0	153.94
	2.3	13.4	141.03
	2.5	13.0	132.73
	2.6	12.8	128.68
20	1.5	17.0	226.98
	1.6	16.8	221.67
	2.0	16.0	201.06
	2.3	15.4	186.27
	2.5	15.0	176.71
	2.6	14.8	172.03
22	1.5	19.0	283.53
	1.6	18.8	277.59
	2.0	18.0	254.47
	2.3	17.4	237.79
	2.5	17.0	226.98
	2.6	16.8	221.67
25	1.5	22.0	380.13
	1.6	21.8	373.25
	2.0	21.0	346.36
	2.3	20.4	326.85
	2.5	20.0	314.16
	2.6	19.8	307.91
	3.0	19.0	283.53

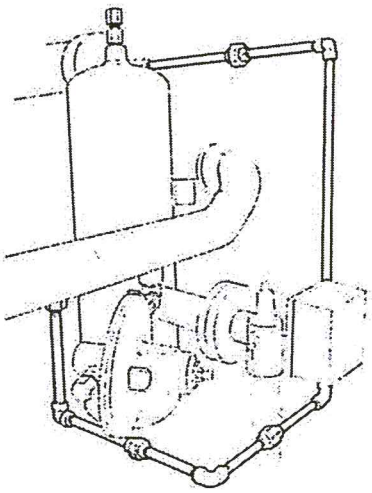
3. PRESSURE DROP น้อยกว่า

เนื่องจากไม่มีการเลี้ยวแบบหักมุม ทำให้การไหลราบเรียบกว่า และทำให้ประหยัดพลังงานอีกด้วย



4. ใช้ข้อต่อน้อยกว่า เนื่องจากท่อสามารถดัดได้ ทำให้มีจุดรั่วน้อยกว่ามาก ดังรูป จะเห็นได้ว่า ระบบ PIPING ในการใช้งานจริงมีข้อต่อที่จำเป็นต้องใช้จำนวนมาก เมื่อเปรียบเทียบกับระบบที่ใช้ TUBE มีข้อต่อที่จำเป็นเพียง 2 จุดเท่านั้น





TUBING PIPING

5. สามารถผนึกกันรั่วโดยไม่ต้องใช้สารประกอบทางเคมีในการใช้งานที่แรงดันสูง

6. การบำรุงรักษาง่าย เนื่องจาก TUBE ทุกตัวเป็นยูเนี่ยนในตัว

ลักษณะของข้อต่อในยุคแรก โดยทั่วไปมี 5 แบบ

1: SWEAT FITTING

2. COMPRESSION

3. FLARE

4. BITE-TYPE

5. SELF FLARE

COMPRESSION

เป็นข้อต่อที่ยอมรับกันว่าไม่เหมาะสมสำหรับใช้งานอุตสาหกรรม ซึ่งมีเหตุผล 4 ประการ

1. สามารถใช้งานได้เฉพาะกับแรงดันต่ำๆ
2. เกิดการรั่วหลังจากการถอด-ใส่เพียง 2-3 ครั้ง
3. มักจะรั่วตั้งแต่การประกอบครั้งแรก
4. มีการส่งแรงบิดจากข้อต่อไปที่ท่อ

สภาวะที่ไม่ดีเหล่านี้ เกิดจากการที่ข้อต่อชนิดอัดแน่นมีการออกแบบที่ไม่สมบูรณ์ และไม่ได้ผลิตอย่างรอบคอบพิถีพิถัน แรงที่เกิดจากการขันข้อต่อไม่ได้ใช้ยึดท่อโดยตรงหรือเกิดการผนึกกันรั่วที่ดี ข้อต่อชนิดอัดแน่นในอุดมคติจะมีตัว NUTและตัวข้อต่อที่รองรับตาไก่ ในขณะที่ขันแรงที่เกิดต้องการส่งไปที่ตาไก่ แต่แรงนั้นที่จะใช้เปลี่ยนรูปของท่อเกิดจากตลอดช่วงความยาวของตาไก่ ระยะที่ท่อจะเปลี่ยนรูปในเวลาเดียวกันจึงมีความยาวมาก ทำให้ต้องทำงานมากกว่าที่ควรจะเป็นเพื่อจะขันข้อต่อให้เรียบร้อย บางครั้งก่อนที่ท่อจะเปลี่ยนรูปตาไก่จะโก่งงอ ซึ่งสาเหตุที่ว่าข้อต่อชนิดนี้ ถ้าขันไม่แน่นพอก็จะรั่วและถ้าขันมากเกินไปก็จะรั่วเช่นกัน

นอกจากนั้น ข้อต่อชนิดนี้อาจเกิดการรั่วตั้งแต่การติดตั้งครั้งแรก เนื่องจากความเที่ยงตรงของระยะที่ทำไว้ไม่ดี ทำให้ตาไก่เอียงได้ และการที่ต้องสอด NUT กับตาไก่เข้ากับท่อก่อน ทำให้การจัดท่อให้เข้าที่ทำได้ยากลำบาก

FLARE

เป็นข้อต่ออีกชนิดหนึ่งที่ได้รับการออกแบบขึ้นมาในยุคแรกเพื่อชดเชยข้อบกพร่องของข้อต่อแบบ COMPRESSION อย่างไรก็ตาม ข้อต่อชนิดนี้ก็ไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอ ที่เห็นชัดคือตัวท่อต้องนำมาเข้าเครื่องบานท่อเพื่อบานส่วนปลายออก ซึ่งทำให้เพิ่มค่าใช้จ่ายทั้งด้านเวลา

แรงงานและเครื่องมือ การผนึกกันรั่วที่ไม่ดีเกิดจากส่วนปลายของท่อที่บานออกนั้นเป็นเส้นตรงที่ไม่ขนานกัน แล้วขณะประกอบพยายามใช้ NUT หรือปลอกกดให้แนบกับบ่าของข้อต่อ

SELF-FLARE

เป็นข้อต่อที่พัฒนาการออกแบบมาจากแบบ FLARE เนื่องจากความยุ่งยากในการใช้อุปกรณ์บานปลายของท่อ จึงมีการออกแบบข้อต่อชนิดนี้ขึ้นมาเพื่อให้การติดตั้งท่อสามารถบานได้เองขณะที่ขันข้อต่อ การที่ท่อบานออกมาเองโดยการครูดกับตัวข้อต่อทำให้เกิดรอยขีดข่วนบนผิวท่อทำให้รั่วได้ง่าย การออกแบบของ SELF-FLARE ใช้ได้กับท่อที่มีความหนาที่เหมาะสมเท่านั้น เมื่อใช้กับท่อที่หนาขึ้นจะต้องใช้ข้อต่อแต่ละแบบสำหรับท่อแต่ละความหนาด้วย

BITE-TYPE

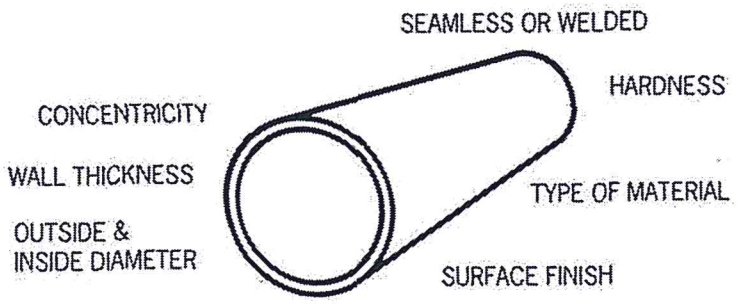
เป็นข้อต่อที่มีการออกแบบให้กัดท่อในขณะที่ขัน NUT เพื่อติดตั้งข้อต่อ ลักษณะนี้ถ้าขัน NUT แน่นเกินไปอาจทำให้ท่อขาดได้

CONTROLED BITE-TYPE

เป็นข้อต่อที่พัฒนาการออกแบบให้กัดท่อจนถึงระดับหนึ่งแล้วหยุด โดยออกแบบมุมเดินหน้า 5° ในการผลิตจะมีปัญหาเรื่องมุมจะลดลงทำให้กัดไม่ลง และเมื่อนำไปใช้กับแรงดันสูงๆอาจทำให้ท่อหลุดได้

ตัวแปรของท่อ (TUBE VARIABLES)

1. ความกลมติก (CONCENTRICITY)
2. ความหนา (WALL THICKNESS)
3. เส้นผ่าศูนย์กลางภายในและภายนอก (INSIDE AND OUTSIDE DIAMETER)
4. ความเรียบของผิวท่อ (SURFACE FINISH)
5. ความแข็ง (HARDNESS)
6. แบบไร้ตะเข็บ หรือ แบบเชื่อม (SEAMLESS OR WELDED)
7. ชนิดของวัสดุ (TYPE OF MATERIALS)



ปัจจัยที่สำคัญในการเลือก TUBE

1. อุณหภูมิ จะขึ้นอยู่กับวัสดุของท่อ และตารางข้างล่างจะแสดงค่าอุณหภูมิสูงสุดในการใช้งานที่ TUBE แต่ละชนิดจะทนได้

Aluminum	400°F	(204°C)
Copper	400°F	(204°C)
Steel	375°F	(191°C)
304SS	1000°F	(538°C)
316SS	1200°F	(649°C)
Alloy 400	800°F	(427°C)

2. ความดันใช้งาน (WORKING PRESSURE) ขึ้นอยู่กับขนาดท่อ ความหนาบางของท่อ วัสดุ และพื้นที่หน้าตัดของท่อ

2.1 COPPER TUBE

Based on ultimate tensile strength 30,000 psi (2067 bar). For metal temperatures -20° to 100°F (-29° to 37°C). Allowable working pressure loads calculated from S values of 6000 psi (413 bar) as specified by ANSI B31.3 code.

Tube O.D. (In.)	Tube Wall Thickness (Inches)								SWAGELOK Fitting Series
	.028	.035	.049	.065	.083	.095	.109	.120	
1/8	2700	3600							200
3/16	1800	2300	3400						300
1/4	1300	1600	2500	3500					400
5/16		1300	1900	2700					500
3/8		1000	1600	2200					600
1/2		800	1100	1600	2100				810
5/8			900	1200	1600	1900			1010
3/4			700	1000	1300	1500	1800		1210
7/8			600	800	1100	1300	1500		1410
1			500	700	900	1100	1300	1500	1610

Working Pressure (psig)
Note: For gas service, use tubing where working pressure is listed outside of the shaded area (see "Tubing for Gas Service" on p. 9-2).

Table 2

Note: 1. No allowance is made for corrosion or erosion

2. Calculations based on minimum wall and maximum O.D. allowable under ASTM B75 specification.

2.2 CARBON STEEL TUBE

Soft annealed carbon steel hydraulic tubing ASTM A179 or equivalent. Based on ultimate tensile strength 47,000 psi (3238 bar). For metal temperatures -20° to 100°F (-29° to 37°C). Allowable working pressure loads calculated from S values of 15,700 psi (1082 bar) as specified by ANSI B31.3 code.

Tube O.D. (In.)	Tube Wall Thickness (Inches)													SWAGELOK Fitting Series
	.028	.035	.049	.065	.083	.095	.109	.120	.134	.148	.165	.180	.220	
1/8	8000	10200												200
3/16	5100	6600	9600											300
1/4	3700	4800	7000	9600										400
5/16		3700	5500	7500										500
3/8		3100	4500	6200										600
1/2		2300	3200	4500	5900									810
5/8		1800	2600	3500	4600	5300								1010
3/4			2100	2900	3700	4300	5100							1210
7/8			1800	2400	3200	3700	4300							1410
1			1500	2100	2700	3200	3700	4100						1610
1-1/4				1600	2100	2500	2900	3200	3600	4000	4600	5000		2000
1-1/2					1800	2000	2400	2600	2900	3300	3700	4100	5100	2400
2						1500	1700	1900	2100	2400	2700	3000	3700	3200

Working Pressure (psig)
Note: For gas service, use tubing where working pressure is listed outside of the shaded area (see "Tubing for Gas Service" on p. 9-2).

Table 3

Note: 1. No allowance is made for corrosion or erosion.

2. Calculations based on minimum wall and maximum O.D. allowable under ASTM A179 specification.

2.3 STAINLESS STEEL TUBE

Annealed 304 or 316 stainless steel tubing ASTM A269 or equivalent. Based on ultimate tensile strength 75,000 psi (5167 bar). For metal temperature from -20° to 100°F (-29° to 37°C). Allowable working pressure loads calculated from S values of 20,000 psi (1378 bar) as specified by ANSI B31.3 code.

Tube O.D. (In.)	Tube Wall Thickness (Inches)																SWAGELOK Fitting Series
	.010	.012	.014	.016	.020	.028	.035	.049	.065	.083	.095	.109	.120	.134	.156	.188	
1/16	5600	6800	8100	9400	12,000												100
1/8						8500	10,900										200
3/16						5400	7000	10,200									300
1/4						4000	5100	7500	10,200								400
5/16							4000	5800	8000								500
3/8							3300	4800	6500								600
1/2							2600	3700	5100	6700							810
5/8								2900	4000	5200	6000						1010
3/4								2400	3300	4200	4900	5800					1210
7/8								2000	2800	3600	4200	4800					1410
1									2400	3100	3600	4200	4700				1610
1-1/4										2400	2800	3300	3600	4100	4900		2000
1-1/2											2300	2700	3000	3400	4000	4900	2400
2												2000	2200	2500	2900	3600	3200

For Seamless Tubing*

Working Pressure (psig)
Note: For gas service, use tubing where working pressure is listed outside of the shaded area (see "Tubing for Gas Service" on p. 9-2).

*For higher pressures and heavier wall thickness tubing, see High Pressure Fittings subsection of Master Product Binder

Table 4

Note: 1. No allowance is made for corrosion or erosion.

2. Calculations based on minimum wall and maximum O.D. allowable under ASTM A269 specification.

3. For welded and drawn tubing, a derating factor must be applied for weld integrity:

a. for double welded tubing multiply pressure rating by .85.

b. for single welded tubing multiply pressure rating by .80.

Factor ที่มีผลทำให้ความดันใช้งาน (WORKING PRESSURE) ลดลง คือ อุณหภูมิ ดังนั้น ในการเลือกท่อให้เหมาะสมกับการใช้งานควรนำปัจจัยเนื่องจากอุณหภูมิมาพิจารณาด้วย

°F	Aluminum	Copper	Steel	304SS	316SS	Alloy 400
200	1.00	.80	.95	1.00	1.00	.88
400	.40	.50	.86*	.93	.96	.79
600	x	x	x	.82	.85	.79
800	x	x	x	.76	.79	.76
1000	x	x	x	.69	.76	x
1200	x	x	x	.30	.37	x
1400	x	x	x	x	x	x

* Based on 375°F max.

ตัวอย่างการคำนวณ

ท่อ STAINLESS STEEL 316 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1/2" * ความหนา .049" ที่ 1000°F (538°C) มี WORKING PRESSURE เท่ากับ 3700 PSIG * .76 =2812 PSIG

การใช้งานสำหรับระบบ GAS

พวกแก๊สต่างๆ เช่น AIR, HYDROGEN, HELIUM และ NYTROGEN จะมีโมเลกุลเล็กมาก ซึ่งจะสามารถลอดตามช่องว่างได้ การใช้ท่อเพื่อความปลอดภัย ควรใช้ความหนาของท่อตามคำแนะนำในตารางเพราะถ้าใช้ท่อบางเกินไปจะทำให้เกิดการรั่วได้

Fractional Sizes

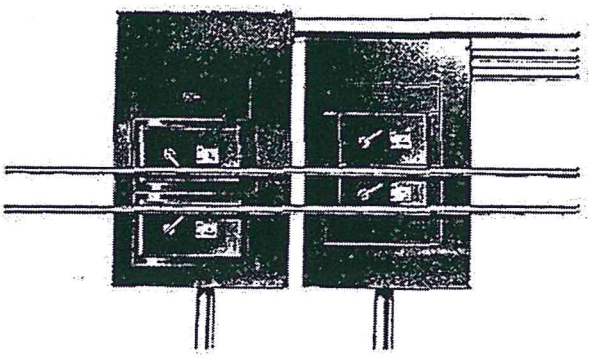
Tube O.D.	Minimum Nominal Wall Thickness	Tube O.D.	Minimum Nominal Wall Thickness
1/8"	.028"	3/4"	.065"
3/16"	.028"	7/8"	.083"
1/4"	.028"	1"	.083"
5/16"	.035"	1-1/4"	.109"
3/8"	.035"	1-1/2"	.134"
1/2"	.049"	2"	.180"
5/8"	.065"		

Metric Sizes

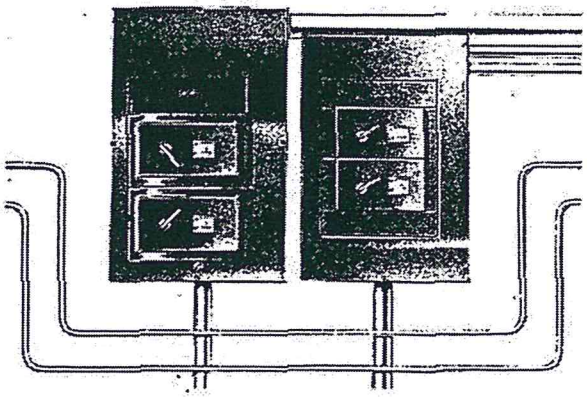
Tube O.D.	Minimum Nominal Wall Thickness	Tube O.D.	Minimum Nominal Wall Thickness
3mm	.8mm	18mm	1.5mm
6mm	.8mm	20mm	1.8mm
8mm	1.0mm	22mm	2.0mm
10mm	1.0mm	25mm	2.2mm
12mm	1.0mm	28mm	2.8mm
14mm	1.2mm	32mm	3.0mm
16mm	1.5mm	38mm	3.5mm

ข้อแนะนำสำหรับการติดตั้งระบบ TUBE

1. จะต้องไม่กีดขวางเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ใดๆ

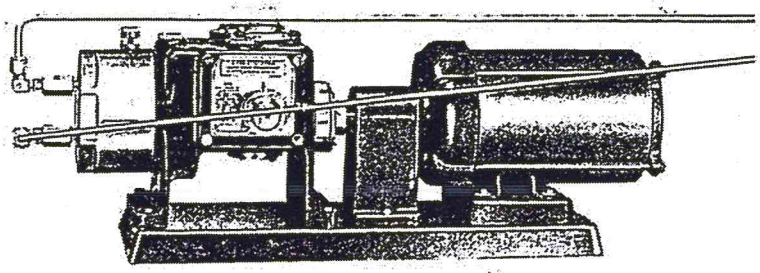


Wrong. Fuse panel blocked.

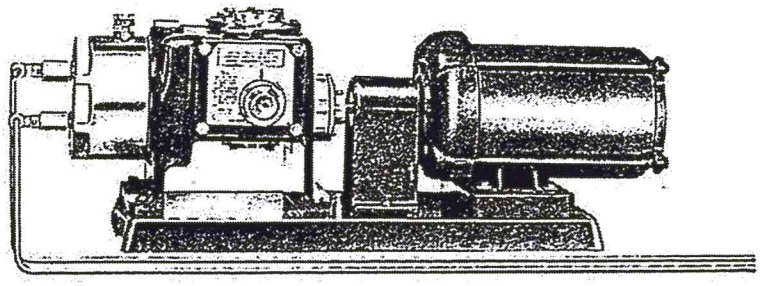


Right. Fuse panel clear.

2. เมื่อเดินท่อมาถึงตัวอุปกรณ์ควรคำนึงถึงการถอดและการซ่อมบำรุงควรจะทำได้ง่ายและสะดวก

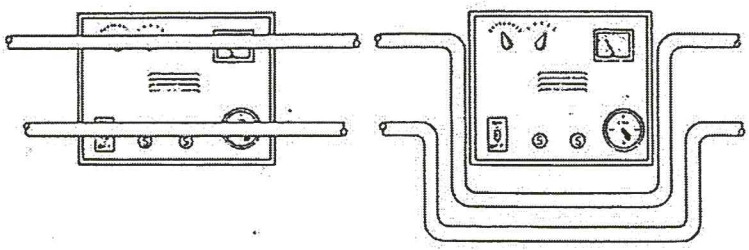


Wrong. Neither pump nor motor is accessible for maintenance.



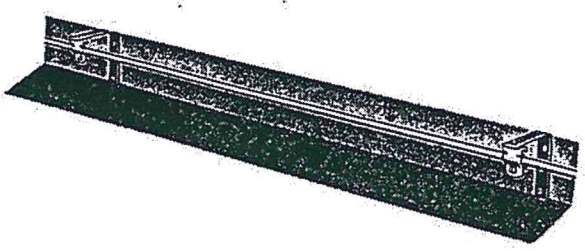
Right. Pump unit connected properly to permit access.

3. ไม่ควรเดินท่อข้ามเครื่องควบคุมระบบการทำงาน เพราะจะบังการแสดงการทำงานของอุปกรณ์และทำให้ทำงานไม่สะดวก



Wrong. Operating panel blocked. *Right.* Operating panel clear.

4. ในการเดินท่อในที่สูงเป็นระยะทางยาวๆ ควรทำ BAR RAIL ไว้เป็นระยะเพื่อป้องกันการตกท้องช้าง และไม่ควรอยู่ในระดับที่คนโหนได้

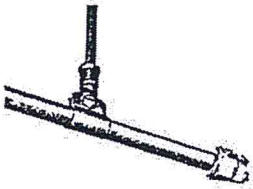


Bar Rail

สำหรับท่อ 1/4" ถึง 1/2" ควรใส่ SUPPORT ไว้ทุกๆ 3 ฟุต

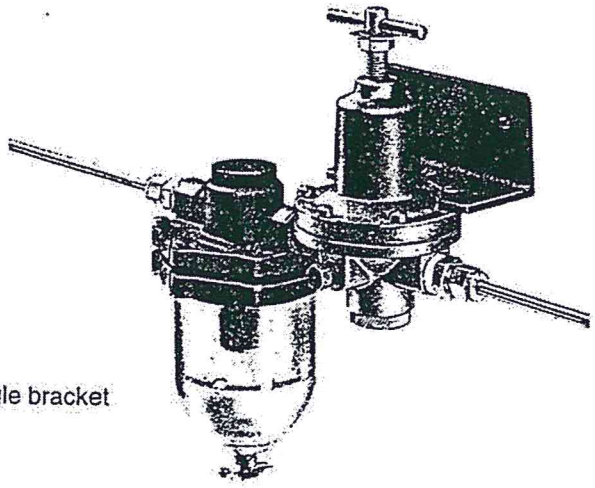
5/8" ถึง 7/8" ควรใส่ SUPPORT ไว้ทุกๆ 5 ฟุต

> 1" ควรใส่ SUPPORT ไว้ทุกๆ 7 ฟุต



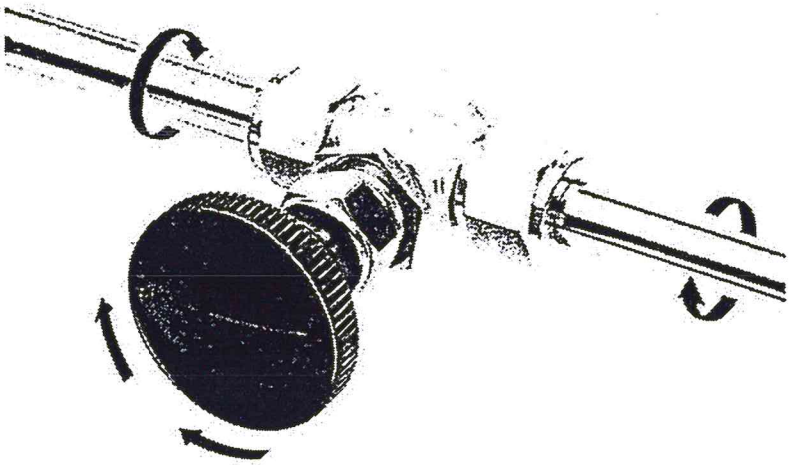
Tubing supported in long run

5. หลีกเลี่ยงการใช้ท่อเป็นตัวยึดวาล์ว หรือ REGULATOR

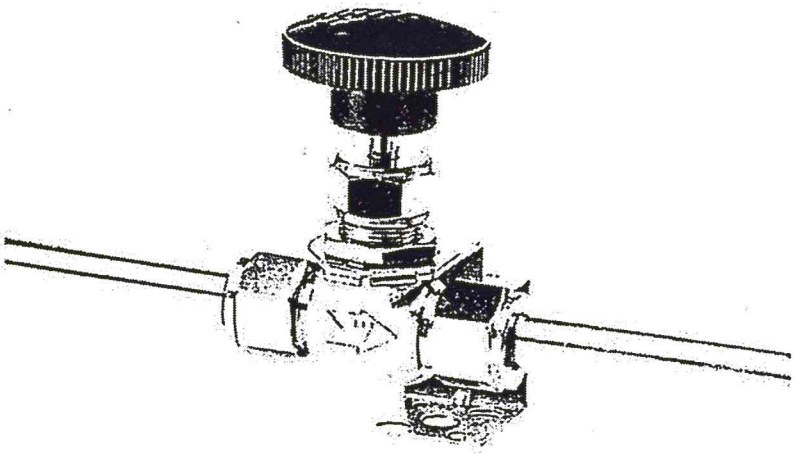


Lubricator with angle bracket support

6. บริเวณที่ติดตั้งวาล์วควรใส่ SUPPORT เนื่องจากน้ำหนักของตัววาล์ว และแรงบิดที่เกิดขึ้น



Wrong. Strain is placed on tubing because valve is not restrained.



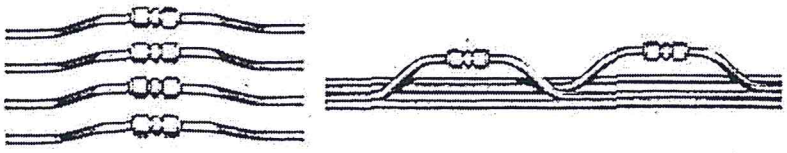
Right. When valve is mounted to prevent rotation of the valve body, no strain is placed on the tubing.

7. ควรเดินท่อในแนวตั้ง เพื่อหลีกเลี่ยงการสะสมฝุ่นบริเวณช่องว่างระหว่างท่อ

Avoid this

Correct method

8. การติดตั้งข้อต่อควรเป็นดังภาพ เพื่อคำนึงถึงความสะดวกในการซ่อมบำรุงด้วย

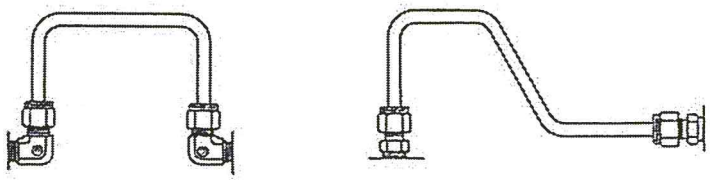


Wrong. Space wasted

Right. Installation is neater and space is conserved

9. ในการติดตั้งควรทำ LOOP ไว้ เพื่อป้องกันการขยายตัวของท่อเนื่องจากอุณหภูมิ และป้องกัน STRESS ที่เกิดขึ้น นอกจากนี้ ในกรณีซ่อมบำรุงจะไม่มีปัญหาเรื่องความยาวของท่อไม่พอ

Wrong. Installations made like this may eventually leak because of movement of the tubing from temperature changes. Also, the tube usually cannot be bottomed in the fitting.



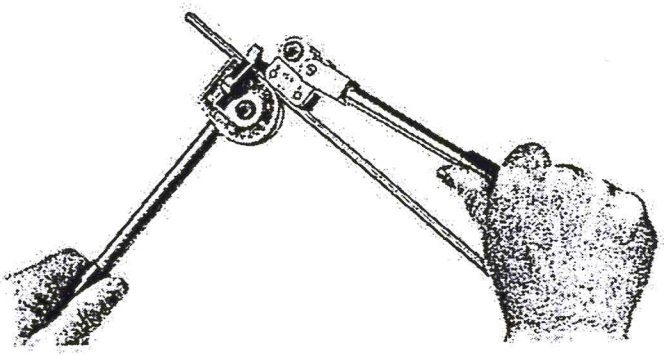
Right. Installations of this type allow for expansion from day to day temperature changes and allow easy disassembly and proper bottoming at both ends of the tube.

10. ในการติดตั้งต้องสอดท่อให้ชนบ่าทุกครั้งก่อนหมุน NUT ไป 1 1/4 รอบ

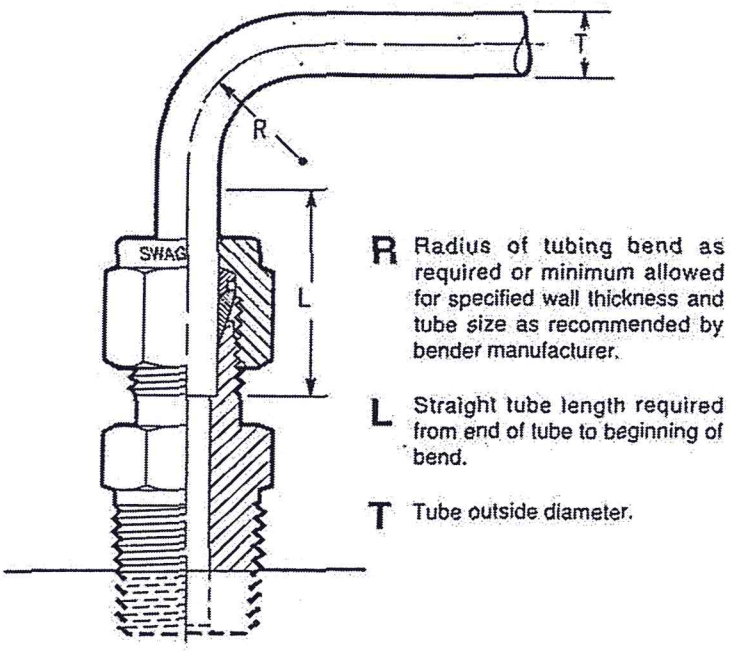
การติดตั้ง TUBE และการตัด TUBE

1. ควรมีระยะปลายท่อตรง เพื่อใช้ติดตั้งกับข้อต่อ
2. TUBE จะต้องมีเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอกตามมาตรฐาน
3. ควรมีรัศมีการดัดท่อที่เหมาะสม เพื่อป้องกันความกลมของท่อถูกทำลาย

เครื่องมือที่ใช้ในการตัดท่อ



ระยะและรัศมีการดัดท่อที่เหมาะสม



Fractional

T Tube O.D. (inches)		1/16	1/8	3/16	1/4	5/16	3/8	1/2	5/8	3/4	7/8	1	1 1/4	1 1/2	2
L Length of Straight Tube (Inches)	A*	1/2	23/32	3/4	13/16	7/8	15/16	1 3/16	1 1/4	1 1/4	1 5/16	1 1/2	2	2 13/32	3 1/4
	B*	13/32	19/32	5/8	11/16	23/32	3/4	31/32	1 1/32	1 1/32	1 3/32	1 9/32	1 13/16	2 7/32	3 1/32
R		Radius of tube bend as recommended by bender manufacturer.													

Metric

T Tube O.D. (mm)		3	6	8	10	12	14	16	18	20	22	25	32	38
L Length of Straight Tube (mm)	A*	19	21	22	25	29	31	32	32	33	33	40	51	60
	B*	16	17	18	20	24	25	25	25	26	27	33	47	55
R		Radius of tube bend as recommended by bender manufacturer.												

A* = ความยาว (L) ที่เหมาะสมและแนะนำ

B* = ความยาว (L) อย่างน้อยที่สุด

สำหรับรัศมีการดัดท่อ

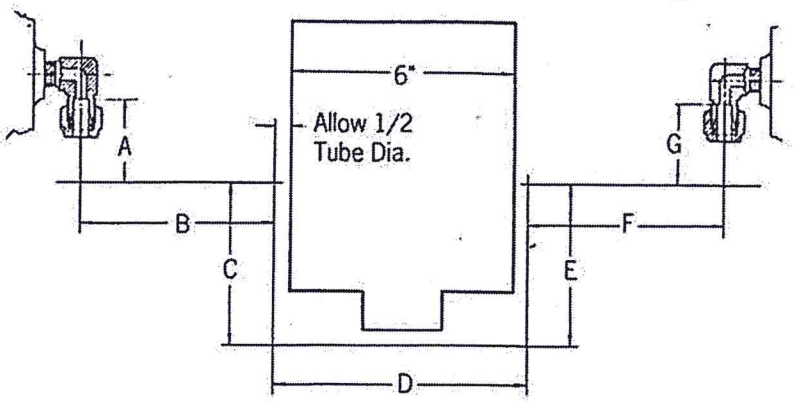
- ใช้ตามคำแนะนำของผู้ผลิต
- ขึ้นกับวัสดุของ TUBE ความหนาท่อ อุปกรณ์ที่ใช้ในการดัดท่อ

ตารางแสดงถึงรัศมีการดัดท่อที่น้อยที่สุดที่ควรใช้

MINIMUM TUBE BEND RADIUS

Tube O.D.	Radius
1/8"	3/8"
1/4"	9/16"
3/8"	15/16"
1/2"	1-1/2"
5/8"	1-1/2"
3/4"	1-3/4"
7/8"	2"
1"	4"
1-1/4"	5"
1-1/2"	6"
2"	8"

ตัวอย่างการคำนวณความยาวรวมของ TUBE ที่มีการดัดท่อในการติดตั้ง



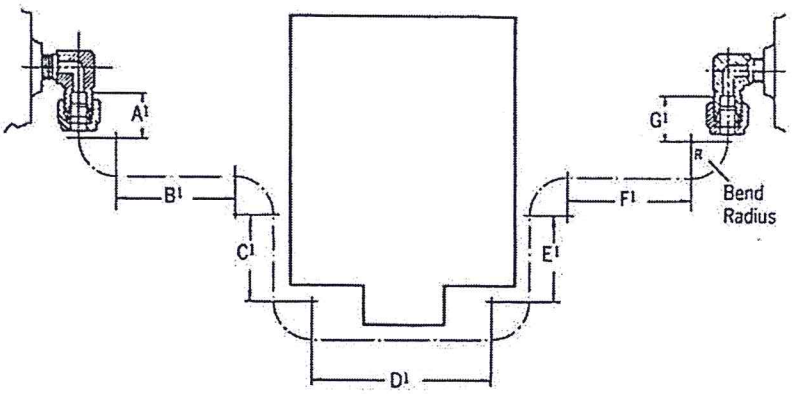
ความยาวทั้งหมด = A(3") +B(8") +C(6") +D(7") +E(6") +F(10") +G(3")

= 43"

แต่ความยาวของ TUBE ที่ใช้จริง จะมีรัศมีของการดัดท่อเข้ามาเกี่ยวข้องทำให้ความยาวทั้งหมดน้อยกว่า 43" จึงต้องมีการคำนวณดังนี้

สมมุติว่า : รัศมีการดัดท่อเป็น 1"

ดังนั้น ความยาวของ TUBE ที่เป็นเส้นตรงทั้งหมด จะได้



A1 = 3-1 = 2" B1 = 8-2 = 6" C1 = 6-2 = 4"

D1 = 7-2 = 5" E1 = 6-2 = 4" F1 = 10-2 = 8"

G1 = 3-1 = 2"

ความยาวระยะตรงรวม 31"

Factor สำหรับการดัดท่อด้วยมุมต่างๆ

BEND RADIUS

Angle	Factor	Factor	Tube Length is Bend Factor x Bend Radius
30°	0.52		
45°	0.78		
60°	1.04		
90°	1.57		
180°	3.14		

ในการดัดท่อดังตัวอย่าง รัศมีการดัดเป็นมุม 90° ดังนั้นการคำนวณความยาวของท่อในช่วงการดัด คือ

ความยาวท่อในช่วงโค้ง 90° = 1.57 * รัศมีของการดัดซึ่งสมมุติไว้เป็น 1" และมีจำนวนการดัดทั้งหมด 6 ช่วง

= 1.57 * 1" * 6

= 9.42"

ความยาวท่อรวมที่ใช้งานจริง = ความยาวท่อตรง (ไม่รวมรัศมีการดัด) + ความยาวท่อในช่วงดัด

= 31" + 9.42"

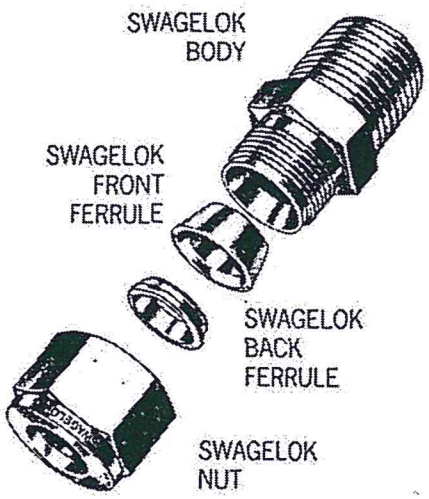
= 40.42"

ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับความยาวท่อรวมโดยไม่คิดความโค้งเนื่องจากการดัด จะเห็นได้ว่า ความยาวท่อรวม (ที่ใช้งานจริง) จะสั้นกว่า

การทำงานของข้อต่อ

1. ส่วนประกอบของข้อต่อ

- NUT
- FRONT FERRULE
- BACK FERRULE
- BODY



ชิ้นส่วนที่เป็นโลหะของ *Swagelok* ทุกตัวเป็น FORGING จาก BAR STOCK

2. ลักษณะที่ดีของข้อต่อ

2.1 ตาไก่จัดเรียงตัวให้อยู่ในแนวได้เอง

2.2 ไม่มีแรงบิดส่งจากข้อต่อไปที่ท่อเวลาติดตั้ง

2.3 สามารถใช้ได้ดีกับท่อทั้งผนังบางและหนา โดยตาไก่สามารถชดเชยความหนาบางของท่อได้เอง (COMPENSATING ACTION)

2.4 จุดผนึกกันรั่วต่างจากจุดรับน้ำหนัก

2.5 ไม่ทำให้ผนังท่ออ่อนแอ หรือ ลดเส้นผ่าศูนย์กลางภายในจนการไหลติดขัด

2.6 สามารถผนึกกันรั่วได้ทุกครั้งที่ถอดและประกอบเข้าไปใหม่

2.7 ใช้ได้ดีทั้งสูญญากาศและแรงดันสูงและต่ำ

2.8 ผนึกกันรั่วได้ตั้งแต่อุณหภูมิต่ำจนถึงอุณหภูมิสูงได้

2.9 มีวัสดุทั้งโลหะและอโลหะให้เลือกทุกขนาด และรูปแบบ

2.10 สามารถใช้เกจตรวจสอบการติดตั้งได้ว่าถูกต้องหรือไม่ เพื่อความมั่นใจและปลอดภัยในการใช้งาน

การติดตั้งและการทำงานของข้อต่อ

เนื่องจากข้อต่อระบบตาไก่ตัวหน้าและตัวหลังของ *Swagelok* ได้มีการออกแบบเป็นอย่างดี และสามารถกันรั่วได้อย่างมั่นใจ การเรียงลำดับและทิศทางของส่วนประกอบของข้อต่อควรเป็นไปอย่างถูกต้องก่อนการติดตั้ง ซึ่งในชุดของข้อต่อจะมีการเรียงลำดับไว้แล้ว ทำให้การติดตั้งข้อต่อเข้ากับท่อเป็นไปอย่างสะดวก

ขั้นตอนการทำงานของข้อต่อ

1. สอดท่อให้ชนบ่าของชุดข้อต่อ
2. หมุนแน่นด้วยมือ ทำเครื่องหมายไว้ที่ตัว NUT แล้วใช้ประแจหมุน NUT ไป 1 1/4 รอบ สำหรับท่อขนาดใหญ่กว่า 3/16" และ 4 มม.ขึ้นไป และสำหรับท่อขนาด 1/16", 1/8", 3/16", 2, 3, 4 มม. ให้หมุนเพียง 3/4 รอบ

   2.1 NUT จะเคลื่อนที่ไปข้างหน้าทำให้ดัน BACK FERRULE ไปข้างหน้า

   2.2 BACK FERRULE จะดัน FRONT FERRULE ไปข้างหน้า

2.3 จะมีแรงส่งจากข้อต่อมายัง FRONT FERRULE

2.4 FRONT FERRULE เคลื่อนสู่ตำแหน่งระหว่างเส้นผ่าศูนย์กลางภายใน ของข้อต่อกับเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอกของ TUBE

2.5 FRONT FERRULE จะยกตัวขึ้นผนึกกันรั่ว

2.6 จะมีแรงต้านเกิดขึ้นทำให้ TUBE เปลี่ยนรูปไปเล็กน้อย และพื้นที่หน้าตัดในการสัมผัสระหว่าง BODY และ FRONT FERRULE ส่วน BACK FERRULE เคลื่อนที่เข้าไปทำหน้าที่จับท่อไว้

2.7 เมื่อขันแน่นครบ 1 1/4 รอบ จะทำให้ NUT เคลื่อนที่ไปข้างหน้า 1/16" หรือ 0.0625"

2.8 ชุดข้อต่อของ *Swagelok* ได้มีการพิสูจน์การออกแบบแล้วว่าสามารถผนึกกันรั่ว และ สามารถจับ TUBE ที่ทำจากวัสดุ ความหนา และความแข็งต่างกันได้หลายระดับ เพราะว่า BACK FERRULE ทำหน้าที่จับโดยแรงต้านจาก FRONT FERRULE การจับ TUBE จะแน่นขึ้น ถ้าผนังท่อหนาขึ้นเป็นลักษณะที่สำคัญในการออกแบบ เพราะว่า ผนังท่อหนาๆ จะใช้กับงานที่มีแรงดันสูง และมี STRESS ไม่คงที่ หรือ มีแรงสั่นสะเทือนมากๆ ดังนั้นการออกแบบของข้อต่อ *Swagelok* จึงสามารถชดเชยแรงต้านที่เกิดจากความหนาบางของผนังท่อได้ (COMPENSATING ACTION)

สมรรถนะของข้อต่อ ที่ควรเป็น

1. สามารถทนแรงดันจนท่อระเบิดโดยที่ข้อต่อไม่มีการรั่ว
2. สามารถใช้งานกับสูญญากาศได้ดีเท่าๆกับการใช้งานกับแรงดันสูง
3. สามารถผนึกกันรั่วในที่อุณหภูมิเย็นจัดได้ (CRYOGINIC TEMPERATURE)
4. สามารถผนึกรั่วในที่อุณหภูมิสูงเท่ากับอุณหภูมิสูงสุดที่เหมาะกับการใช้งานของ TUBE
5. สามารถผนึกรั่วในสภาวะที่มีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิที่เป็น CYCLING ได้
6. สามารถถอดใส่ได้นับครั้งไม่ถ้วนโดยไม่รั่ว

การติดตั้งข้อต่อ

1. ทำตามคำแนะนำของผู้ผลิต

สำหรับข้อต่อ *Swagelok* เพียงแต่สอดท่อให้ชนบ่าของข้อต่อ หมุน NUT ให้แน่นด้วยมือ ทำเครื่องหมายที่ 6 นาฬิกา

สำหรับท่อ 1/16", 1/8",3/16", 2 , 3 , 4 มม. ให้หมุน 3/4 รอบ

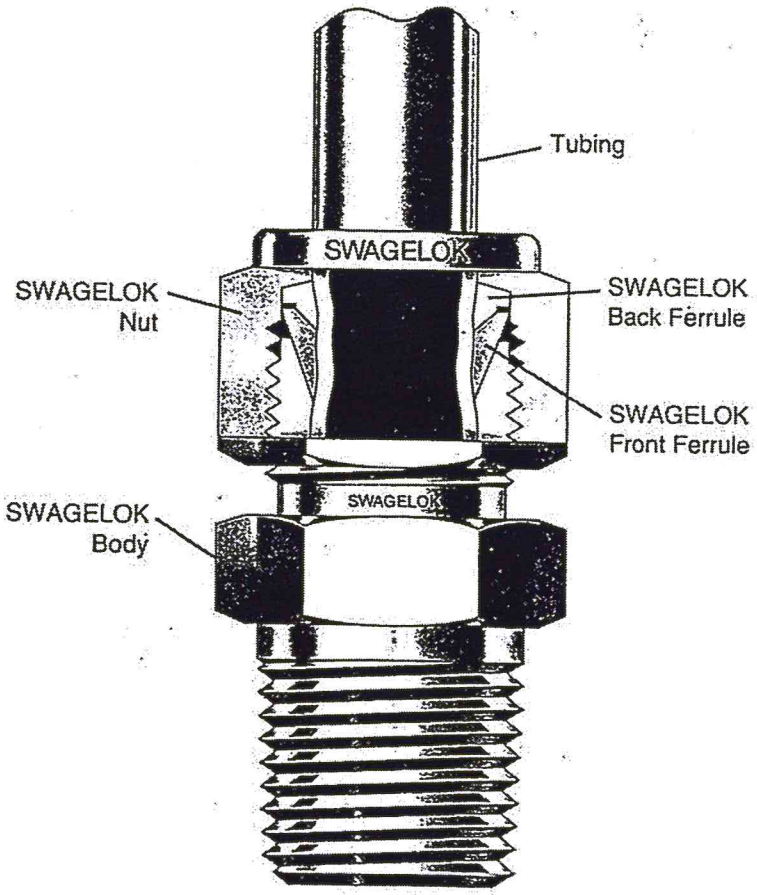
และขนาดใหญ่กว่า 3/16" และ 4 มม.ขึ้นไปให้หมุน 1-1/4 รอบ

2. เมื่อติดตั้งเสร็จ ไม่จำเป็นต้องถอดออกมาตรวจสอบก่อนการใช้งาน

3. ในการติดตั้งไม่จำเป็นต้องใช้เครื่องมือพิเศษใดๆ

4. การตรวจสอบเพียงแต่ใช้ INSPECTION GAGE วัดระยะระหว่าง NUT กับ BODY ถ้าติดตั้งถูกต้องเกจจะเลียบไม่เข้า

ลักษณะภายในของข้อต่อที่ติดตั้งอย่างถูกต้อง

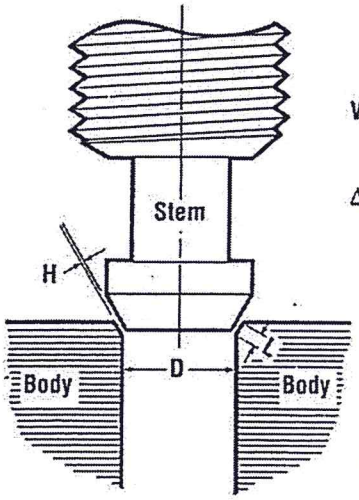


การรั่ว (LEAKAGE)

การรั่ว คือ ของไหลในระบบที่ไม่ต้องการสูญเสียไป

หน่วยของการรั่ว คือ ปริมาตรต่อหน่วยเวลา,Standard cc/min., gallons/day

สูตรคำนวณอัตราการรั่ว



$$Q = \frac{\Delta P\, H^3\, W}{96\, \mu\, L}$$

Where:	Expressed in:
Q = Flow (leak) rate	ft^3/sec
ΔP = Pressure Drop	psi
H = Height of gap between sealing surfaces	inches
W = Width of leakage area (for this example, π D-circumference of the seal)	inches
μ = Absolute viscosity	$\#sec/ft^2$
L = Length of leakage path	inches

จากสูตร : ΔP และ μ ขึ้นอยู่กับการใช้งานไม่สามารถควบคุมได้

H และ L ผู้ผลิตข้อต่อสามารถควบคุมได้

ดังนั้น อัตราการรั่ว จะเห็นได้ว่าขึ้นอยู่กับค่า H และ L ซึ่งค่า L ที่สามารถผนึกกันรั่วได้สมบูรณ์ คือ มีค่าเท่ากับ 1 ส่วนค่า H ควรมีค่าน้อยที่สุดเท่าที่เป็นไปได้ เนื่องจากมีผลต่ออัตราการรั่วมาก (ในสูตรอัตราการรั่วมีกำลังเป็น 3)

ตารางการสูญเสียเนื่องจากการรั่ว

LOSS FROM A SINGLE OIL LEAK

	Loss Per Day Gallons	Loss Per Month Gallons	Loss Per Year Gallons	Direct Oil Cost Per Year Per Leak	Total Cost Per Year Per Leak
One Drop/10 Sec	.112	3.4	40.8	$81.00	$648.00
One Drop/5 Sec	.225	6.7	81.6	$163.00	$1304.00
One Drop/Sec	1.125	33.7	404.4	$809.00	$6472.00
Three Drops/Sec	3.38	101.4	1219	$2434.00	$19472.00
Stream breaks into drops	24.00	720.0	8640	$17280.00	$138240.00

Note: Drops approx. 11/64" diameter Hydraulic oil @ $2.00 a gallon.

Air and Gas Leakage

The table below shows the approximate volumes of air leaking from a small orifice at given pressures. Various cost studies on compressed air normally use this "equivalent leak size" to show how costs mount up when a number of small air leaks total the leak from a given orifice size (1/32" - 1/16" - 1/8").

Leak Size (In)	Monthly Air Leakage at 100 psig	Monthly Cost	
		Compressed Air at $.20/MCF	Instrument Air at $.40/MCF
1/32	70,000 SCF	$14.00	$28.00
1/16	280,000 SCF	$56.00	$112.00
1/8	1,100,000	$220.00	$440.00

คำแนะนำสำหรับการใช้ท่อและข้อต่อที่เหมาะสม

1. โลหะของ TUBE จะต้องอ่อนกว่าวัสดุของข้อต่อเสมอ เช่น ท่อแสตนเลส ไม่ควรใช้กับข้อต่อทองเหลือง
2. ถ้า TUBE และข้อต่อเป็นวัสดุชนิดเดียวกัน TUBE จะต้องผ่านการ ANNEAL เพื่อให้อ่อนตัวลง
3. TUBE ท่ออ่อนมาก เช่น TYGON หรือ PVC ควรใช้ INSERT เพื่อทำให้มีแรงต้านเกิดขึ้น การผนึกกันรั่วของข้อต่อจะแน่นมากขึ้น
4. ควรมีการตรวจสอบความหนาของผนังท่อ ว่าอยู่ในช่วงที่ผู้ผลิตแนะนำหรือไม่ เพราะว่า FURRULE ไม่สามารถทำให้ผนังท่อเปลี่ยนรูป เพื่อให้อยู่ในตำแหน่งที่สามารถผนึกรั่วได้
5. ผิวท่อจะต้องเรียบไม่มีรอยขีดข่วน
6. ความกลมของท่อ
7. TUBE ที่ผนังหลายชั้น เช่น สาย HOSE ไม่ควรใช้กับข้อต่อธรรมดา ควรใช้กับข้อต่อพิเศษสำหรับ HOSE เท่านั้น เพราะข้อต่อธรรมดาไม่สามารถผนึกรั่วบนสาย HOSE ได้

เกลียว (THREAD)

โดยทั่วไปแล้วเกลียวจะแบ่งเป็นหลายชนิดมาก ขึ้นอยู่กับการใช้งานที่แตกต่างกันไป และเกลียว PIPE จะแบ่งเป็น 2 พวก คือ

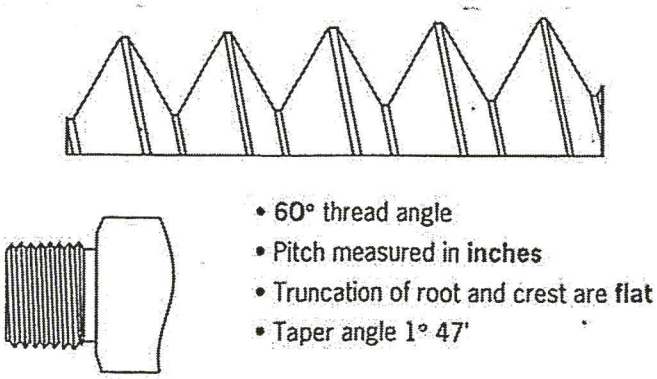
- U.S.A. ได้แก่ NPT (NATIONAL PIPE TAPERED THREAD) และ
  UN (UNIFIED SCREW THREAD)
- JAPAN หรือ EUROPE ได้แก่ INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARD
  ISO 7/1, DIN 2999, BSPT, JIS BO203
  ISO 228/1, DIN ISO 228/1, BSPP, JIS BO202

1. เกลียวเอียง

เกลียวเอียง จะทำงานโดยใช้มุม ความยาว ความสูงของระยะเกลียว เราไม่สามารถทำการผนึกกันรั่วให้แนบสนิท ผู้ผลิตไม่สามารถผลิต MALE PIPE THREAD โดยไม่ใช้ SEALANT ได้

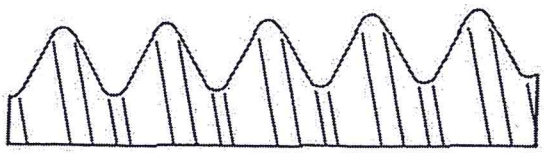
ดังนั้น ในการประกอบเกลียวเอียงจำเป็นต้องใช้ SEALANT เช่น TFE TAPE เพื่อเติมช่องว่างระหว่างเกลียว

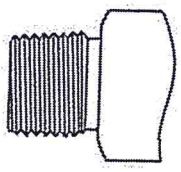
1.1 NPT (NATIONAL PIPE TAPERED THREADS)



American Standard Pipe Thread (NPT)

1.2 ISO 7/1 TAPERED PIPE THREADS





- 55° thread angle
- Pitch measured in inches
- Truncation of root and crest are round
- Taper angle 1° 47'

International Organization For Standards (ISO 7/1) Tapered.
ISO tapered threads are equivalent to DIN 2999, BSPT, JIS B0203.

ลักษณะการใช้งานเหมือนเกลียว NPT แต่ไม่สามารถใช้แทนกันได้ เนื่องจากมีข้อแตกต่างกันดังนี้

	NPT	ISO
1. มุมของเกลียว	60°	55°
2. ระยะเกลียว	นิ้ว	นิ้ว
3. ลักษณะฟันเกลียว	FLAT	ROUND

4. จำนวนเกลียวต่อนิ้ว (รายละเอียดในตาราง)

COMPARISON CHART

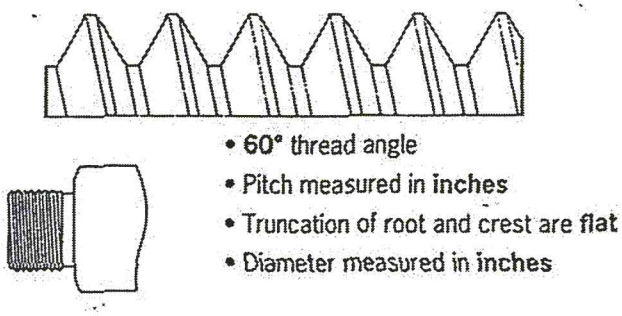
Pipe Threads

Nominal Size	Threads Per Inch		Pipe O.D.	Included Thread Angle	Pitch
1/16"	NPT/NPTF ISO	27 28	.312" .312"	60° 55°	.037" .036"
1/8"	NPT/NPTF ISO	27 28	.405" .398"	60° 55°	.037" .036"
1/4"	NPT/NPTF ISO	18 19	.540" .535"	60° 55°	.0556" .053"
3/8"	NPT/NPTF ISO	18 19	.675" .672"	60° 55°	.0556" .053"
1/2"	NPT/NPTF ISO	14 14	.840" .843"	60° 55°	.0714" .071"
3/4"	NPT/NPTF ISO	14 14	1.050" 1.060"	60° 55°	.0714" .071"
1"	NPT/NPTF ISO	11-1/2 11	1.315" 1.331"	60° 55°	.087" .091"
1-1/4"	NPT/NPTF ISO	11-1/2 11	1.660" 1.669"	60° 55°	.087" .091"
1-1/2"	NPT/NPTF ISO	11-1/2 11	1.900" 1.900"	60° 55°	.087" .091"
2"	NPT/NPTF ISO	11-1/2 11	2.375" 2.375"	60° 55°	.087" .091"

2. เกลียวตรง หรือ เกลียวขนาน

การทำงานของเกลียวขนานจะแตกต่างจากเกลียวเอียง คือ ผนึกกันรั่วโดยใช้ GASKET หรือ O-RING ไม่ต้องใช้ SEALANT

2.1 UN (UNIFIED SCREW THREADS)



American Standard Unified Screw Thread

ส่วนใหญ่ในตัววาล์ว (VALVE) จะเป็นเกลียวลักษณะนี้ เช่น VALVE STEM, LOCK NUT, JAM NUT

การเรียกขนาดจะใช้ตามเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอกของเกลียว และจำนวนเกลียวต่อนิ้ว เช่น NOMINAL 3/8" SAE PORT = 9/16-18 UNF-2A

9/16 = เส้นผ่าศูนย์กลางภายนอกของเกลียว

18 = จำนวนเกลียวต่อนิ้ว

UN = UNIFIED

F = FINE

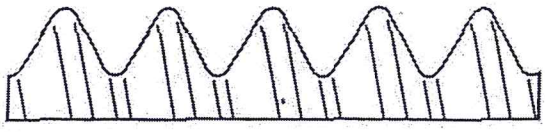
2 = CLASS OF FIT / GAGE TOLERANCE

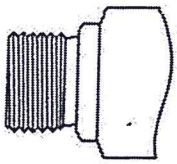
A = เกลียวนอก

B = เกลียวใน

เกลียว UN จะใช้ร่วมกับ GASKET หรือ O-RING โดยทั่วไปเกลียวลักษณะนี้จะใช้ในอุตสาหกรรม HYDRAULIC และทางทหาร

2.2 ISO 228/1 PARALLEL PIPE THREADS



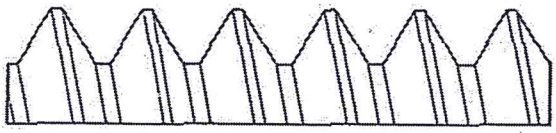


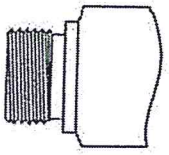
- **55°** thread angle
- Pitch measured in **inches**
- Truncation of root and crest are **round**
- Diameter measured in **inches**

International Organization For Standards (ISO 228/1) Parallel

ISO Parallel threads are equivalent to DIN ISO 228/1, BSPP, JIS B0202.

2.3 ISO 261 (METRIC SCREW THREADS)





- **60°** thread angle
- Pitch measured in **millimeters**
- Truncation of root and crest are **flat** and of different width
- Diameter measured in **millimeters**

International Organization For Standards (ISO Metric)

ลักษณะทั่วๆไป เหมือนกับเกลียว UNIFIED ใช้ GASKET หรือ O-RING เป็นตัวผนึกกันรั่ว ส่วนใหญ่จะใช้ต่อเข้ากับอุปกรณ์ที่มีเกลียวเป็น METRIC อยู่แล้ว

ข้อแตกต่างจากเกลียวขนาด ISO 228/1 คือ

- มุมของเกลียวจะเปลี่ยนจาก 55° เป็น 60°
- ระยะเกลียวเปลี่ยนจาก นิ้ว เป็น ม.ม.
- ลักษณะฟันเกลียวจะเปลี่ยนจาก ROUND เป็น FLAT และความกว้างแตกต่างกันด้วย
- เส้นผ่าศูนย์กลางของเกลียวเปลี่ยนจาก นิ้ว เป็น ม.ม.

ข้อแตกต่างจากเกลียวขนาด UN คือ

- ระยะเกลียว UN จะวัดเป็น นิ้ว ส่วน METRIC จะวัดเป็น ม.ม.
- เส้นผ่าศูนย์กลางของเกลียวเปลี่ยนจาก นิ้ว เป็น ม.ม.

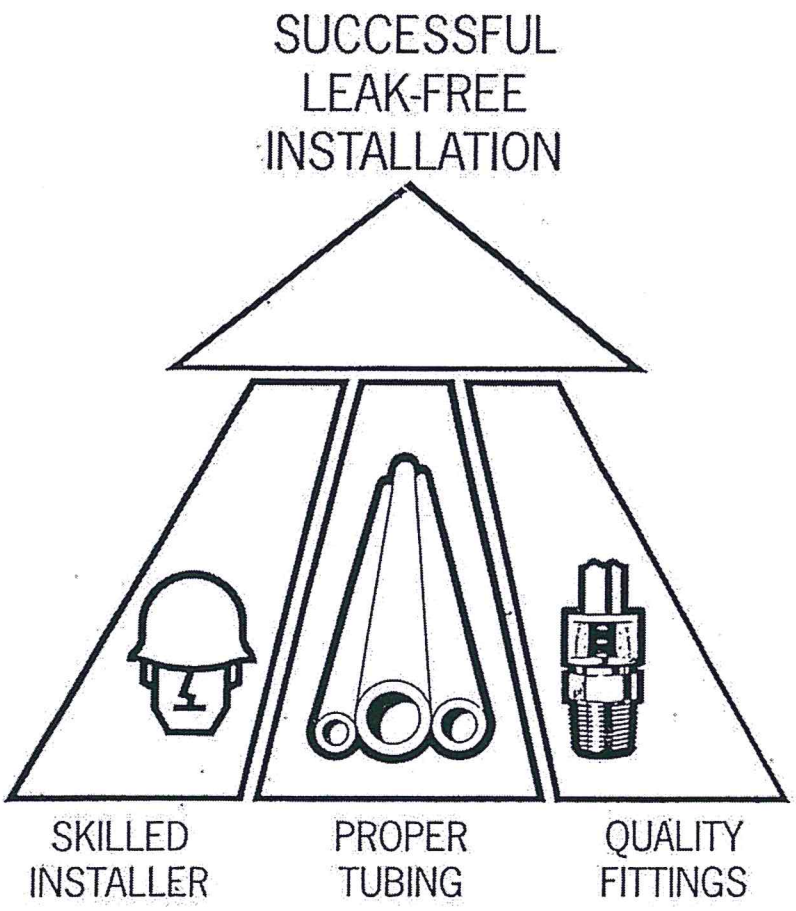
บัญญัติ 10 ประการ เพื่อความปลอดภัยในการติดตั้งข้อต่อ

1. ควรปิดระบบก่อนที่จะมีการขันข้อต่อ
2. ควรใช้น้ำยาทาเกลียวและเทปพันเกลียวให้เหมาะสมสำหรับการใช้งาน เช่น TFE TAPE ใช้กับอุณหภูมิไม่เกิน 232°C
3. หลีกเลี่ยงการใช้หลายวัสดุในข้อต่อ 1 ชุด หรือ ชิ้นส่วนที่มาจากผู้ผลิตต่างกัน
4. จับ BODY แล้วหมุน NUT ทุกครั้ง
5. ไม่ควรทิ้งตัว BODY ของข้อต่อที่ยังดีอยู่ เพราะสามารถซื้อ SPARE PART ได้
6. ไม่ควรถอดชิ้นส่วนข้อต่อก่อนการใช้งาน
7. ไม่ควรใช้ข้อต่อเป็นที่ระบายแรงดัน
8. ทุกครั้งที่ติดตั้งเสร็จ ควรตรวจสอบด้วย INSPECTION GAGE
9. เมื่อพบปัญหาเกี่ยวกับข้อต่อควรทำเป็นรายงานทุกครั้ง
10. ควรใช้ท่อที่ทำจากวัสดุที่อ่อนกว่าข้อต่อเสมอ

ความสำเร็จในการติดตั้งโดยปราศจากการรั่ว

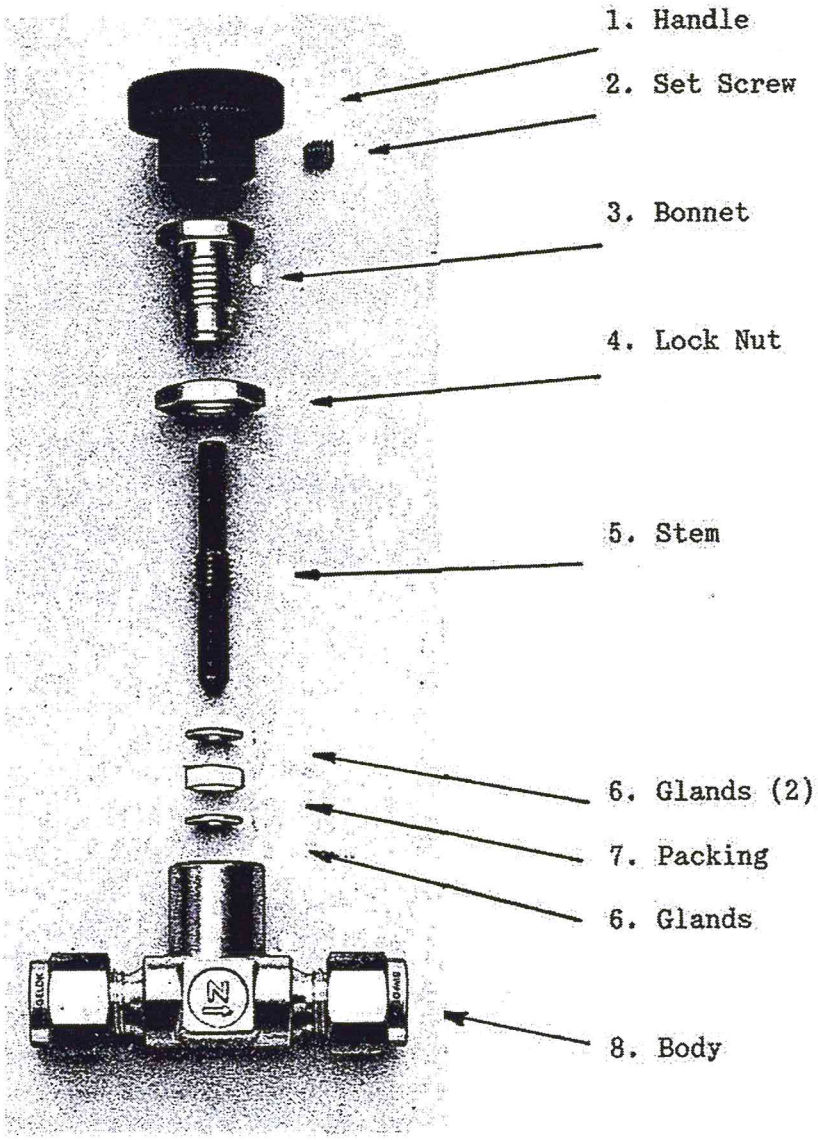
(SUCCESSFUL LEAK-FREE INSTALLATION)

1. ความชำนาญของผู้ติดตั้ง
2. ท่อดี
3. ข้อต่อที่มีคุณภาพ



วาล์ว (VALVE)

โครงสร้างของวาล์ว



ข้อควรพิจารณาในการเลือกซื้อวาล์ว

1. การทำงานของวาล์ว (FUNCTION)
2. สภาวะของระบบที่ใช้ (CONDITIONS :- PRESSURE,TEMPERATURE, SYSTEM FLUID
3. อัตราการไหล (FLOW)
4. โครงสร้างของวาล์ว (CONSTRUCTION)

1. การทำงานของวาล์ว (FUNCTION) โดยแบ่งเป็น

1.1 ปิด-เปิด (ON-OFF)

เลือกหน้าที่การปิด-เปิดแบบช้า หรือ เร็ว ได้แก่ PLUG VALVE, BALL VALVE, TOGGLE VALVE และ NEDDLE VALVE สามารถเลือกการปิด-เปิดโดยใช้มือ, หรือ AIR ACTUATOR หรือ ELECTRIC ACTUATOR

1.2 ควบคุมปริมาณการไหล (FLOW CONTROL)

ควบคุมอัตราการไหลโดยใช้ REGULATING VALVE หรือ NEEDLE VALVE ในการควบคุมอัตราการไหลอย่างหยาบๆ และ METERING VALVE สำหรับการควบคุมการไหลแบบละเอียด

1.3 ควบคุมทิศทางการไหล (DIRECTION CONTROL)

- ใช้ในการเลือกทางให้ของไหลเข้าระบบ ซึ่งอาจมีมากกว่า 1 ทิศทาง วาล์วลักษณะนี้ ได้แก่ 3-WAY VALVE, 4-WAY VALVE, 5-WAY VALVE, ETC.
- ใช้ป้องกันการไหลย้อนกลับ สามารถปิด-เปิดอัตโนมัติ โดยมีสปริงเป็นตัวควบคุม ถ้ามีแรงดันเอาชนะแรงสปริงได้ ของไหลจะสามารถผ่านไปได้ และเมื่อแรงดันลดลงของไหลจะดันสปริงกลับทำให้วาล์วปิด (CHECK VALVE)

1.4 ป้องกันแรงดันเกิน (OVER-PRESSURE PROTECTION)

ใช้ป้องกันความดันของของไหลในระบบเกิน ได้แก่ RELIEF VALVE, SAFETY VALVE ซึ่งจะเปิด-ปิดอัตโนมัติ วาล์วจะทำงานโดยสปริงซึ่งถ้าแรงดันในระบบเอาชนะแรงสปริงได้วาล์วจะเปิดและเมื่อความดันลดลงจนถึงระดับที่ตั้งไว้วาล์วจะปิดอัตโนมัติ

<u>การพิจารณา RELIEF VALVE</u>

1. เลือกวัสดุของ SEAT ว่าสามารถใช้กับของไหลในระบบได้หรือไม่
2. ทดสอบภายใต้สภาวะการใช้งานจริง
3. ประสิทธิภาพในการลด PRESSURE ให้อยู่ในระดับที่ปลอดภัย โดยคำนึงถึงปริมาณที่จะระบายออกมาด้วย

<u>รูปแบบของ RELIEF VALVE</u>

1. แบบตั้งค่า PRESSURE คงที่มาจากโรงงาน
2. แบบตั้งค่า PRESSURE เป็นช่วง สามารถใช้งานได้ในช่วงที่กำหนดได้ โดยตั้งค่าได้ด้วยตนเอง
3. แบบ RUPTURE DISC เป็นแผ่นโลหะซึ่งสามารถทนแรงดันได้ค่าหนึ่ง ในกรณีที่ความดันเกินจะทำให้แผ่นโลหะแตกออกและของไหลสามารถระบายออกไปได้

2. สภาวะของระบบที่ใช้

2.1 PRESSURE

ใช้งานที่มี PRESSURE ควรพิจารณาว่า PRESSURE ในการใช้งานปกติเท่าไร และเมื่อเกิดเหตุการณ์ที่ไม่ปกติ PRESSURE มีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร จะต้องนำค่า PRESSURE สูงสุดมาพิจารณาในการเลือกซื้อวาล์ว

ใช้งานที่แรงดันสูญญากาศ ควรพิจารณาใช้วาล์วที่เหมาะสมและสามารถใช้งานในแรงดันสูญญากาศที่ต้องการได้

2.2 TEMPERATURE เลือกใช้วาล์วในช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสม โดยทั่วไปวัสดุต่างๆ จะเหมาะสมสำหรับการใช้งานช่วงอุณหภูมิต่างกัน

2.3 SYSTEM FLUID

- LIQUID หรือ GAS
- ค่าถ่วงจำเพาะ
- การกัดกร่อน
- เป็นพิษหรือไม่

2.4 OTHER SYSTEM CONDITIONS

- สิ่งแวดล้อมภายนอก
- RESPONSE TIME
- CYCLING REQUIREMENT
- อื่นๆ ตามความต้องการใช้งาน

3. อัตราการไหล

3.1 การกำหนดขนาดจากขนาดที่มีอยู่ หรือการออกแบบของข้อต่อ

3.2 กำหนดขนาดโดยคิดจากสัมประสิทธิ์การไหล (Cv)

Cv = เป็นจำนวนแกลลอนของน้ำต่อนาที ที่ไหลผ่านอุปกรณ์ในตำแหน่งเปิดเต็มที่ ที่อุณหภูมิห้อง โดยมีแรงดันตกคร่อม 1 PSI ปกติใช้วัดอัตราการไหลของวาล์ว

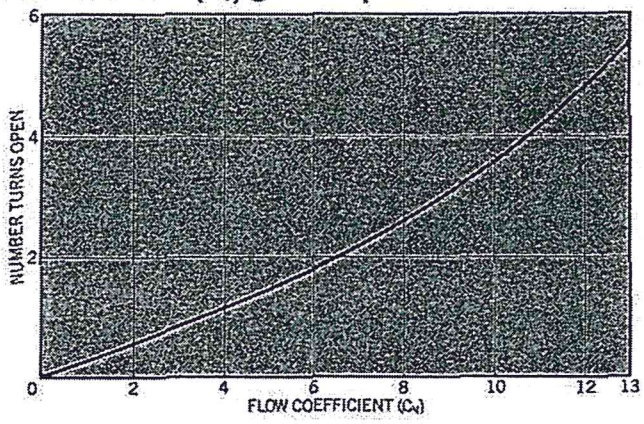
<u>ตัวอย่างลักษณะกราฟแสดงสัมประสิทธิ์การไหลของวาล์ว</u>

FLOW CAPACITY DATA

Flow vs. Pressure

"ED16" MAXIMUM FLOW FOR C_v = 13.0		
PRESSURE DROP TO ATMOSPHERE (ΔP) PSI	AIR SCFM @ 70°F (21°C)	WATER GPM @ 70°F (21°C)
10	180	41
50	497	92
100	882	130

Flow Coefficient (Cv) @ Turns Open



สูตรคำนวณอัตราการไหล

สำหรับ LIQUID

$$Q = Cv \sqrt{\Delta P/SG}$$

เมื่อ

Q = FLOW, GPM

ΔP = PRESSURE DROP, PSI

SG = SPECIFIC GRAVITY OF FLUID

Cv = VALVE COEFFICIENT, GPM

สำหรับ GAS

$$Q = 16.05\ Cv \sqrt{(P_1^2-P_2^2)/(SG*T)}$$

ถ้า PRESSURE ขาออก (P_2) มีค่าน้อยกว่า หรือเท่ากับครึ่งหนึ่งของ PRESSURE ขาเข้า (P_1), (P_2=0.53P_1) ให้ใช้สูตร Q^* จะถูกต้องกว่า

$$Q^* = 13.61*P_1*Cv \sqrt{1/(SG*T)}$$

เมื่อ

Q^* = FLOW, STD FT^3/MIN

Cv = VALVE COEFFICIENT, GPM

SG = SPECIFIC GRAVITY OF GAS

(สำหรับ AIR 14.7 PSIA,70^oF = 1)

T = ABSOLUTE TEMPERATURE OF FLOWING GAS (^oF+460)

(ใช้ตาราง CONVERSION ในการเปลี่ยนหน่วยอุณหภูมิ)

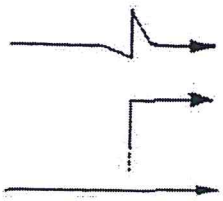
ΔP = (P_1 - P_2) = PRESSURE DROP ,PSI

P_1 = INLET PRESSURE, PSIA

P_2 = OUTLET PRESSURE, PSIA

FLOW PATHS

- GLOBE PATTERN
- ANGLE
- STRAIGHT-THRU



4. โครงสร้างของวาล์ว

4.1 โครงสร้างพื้นฐานของตัววาล์ว เช่น CASTING, FORGING, BAR STOCK

4.2 รูปแบบของ BONNET เช่น INTEGRAL BONNET, UNION BONNET, SCREWED BONNET (SCREWED BONNET WITH LOCKING NUT, SCREWED BONNET WITH SAFETY RETAINER)

4.3 การผนึกกันรั่วของ BODY และ BONNET เช่น METAL-TO-METAL, METAL O-RING, PLASTIC GASKET, ALL WELDED

4.4 การผนึกกันรั่วของ STEM

4.4.1. SLIDING SEAL มีลักษณะตัวก้านวาล์ว (STEM) สามารถเคลื่อนที่ขึ้นลงผ่าน SEAL ได้ แบ่งเป็น 2 ชนิด

- PACKING อยู่เหนือเกลียว ลักษณะแบบนี้ใช้กับพวกของไหลทั่วไป เช่น พวกน้ำมันหล่อลื่น หรือของไหลที่ไม่มีการกัดกร่อน หรือทำลายเกลียว
- PACKING อยู่ใต้เกลียว ลักษณะแบบนี้ของไหลไม่สามารถรบกวนเกลียว จึงเหมาะสำหรับของไหลที่มีการกัดกร่อน

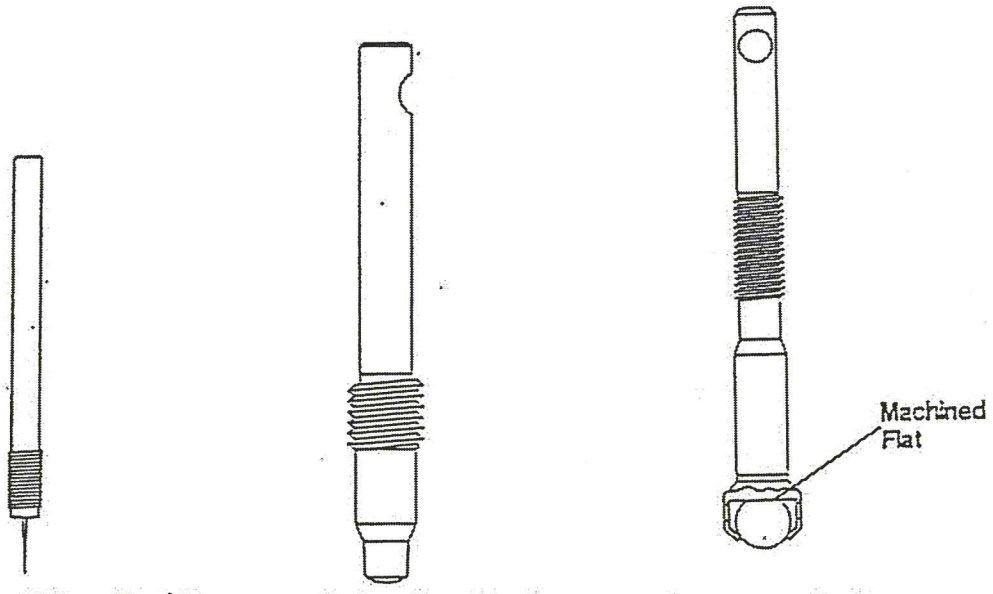
4.4.2. STATIC SEAL ลักษณะตัวก้านวาล์วจะไม่เคลื่อนที่ขึ้นลงผ่าน SEAL ได้แก่ DIAPHRAGM,BELLOW

4.5 วัสดุและรูปร่างของปลาย STEM

4.5.1. METERING STEM ใช้สำหรับปรับอัตราการไหลที่ต้องการความละเอียดมากเนื่องจากมีการออกแบบโดยการใช้ METAL-TO-METAL ในการควบคุมอัตราการไหลในระบบของไหล ส่วนมากจะใช้ปิดไม่ได้

4.5.2. REGULATING STEM ใช้สำหรับปรับอัตราการไหล และ ปิด-เปิด ลักษณะการออกแบบ คือ มี LONG TAPER วัสดุที่ใช้เป็นพวก โลหะและพลาสติก เช่นพวก TFE เพื่อให้ความแข็งระหว่าง STEM TIP กับ SEAT มีความแข็งต่างกัน

4.5.3. BALL TIP STEM ใช้สำหรับการปิด-เปิดบ่อยๆ ลักษณะการออกแบบเป็น METAL-TO-METAL เมื่อปิดวาล์ว BALL TIP จะสัมผัสกับ SEAT แล้วหยุด



Metering Stem Design Regulating Stem Design Ball Tip Stem Design

4.6 วิธีปิด-เปิดวาล์วโดยใช้มือหรือลมหรือไฟฟ้า

4.7 จุดต่อมีหลายรูปแบบ เช่น ข้อต่อ TUBE ที่สามารถใช้เกจวัดได้, เกลียวของ PIPE ทั้งเกลียวนอกและเกลียวใน

4.8 อื่นๆตามผู้ใช้งานระบุ

ACTUATION

วาล์วต่างๆสามารถปิด-เปิดโดยใช้มือ โดยทั่วไปจะใช้การหมุนเกลียว STEM หรือใช้ TOGGLE LEVER

ในกรณีที่วาล์วตัวนั้นมีการปิด-เปิดในบริเวณที่ไม่สะดวกหรือใช้กับระบบที่อันตราย หรือต้องการใช้กับระบบอัตโนมัติ สามารถเลือกใช้เป็นตัวปิด-เปิดทางกล โดยทั่วไปนิยมใช้เป็นระบบ PNEUMATIC หรือ ELECTRONIC POWER

PNEUMATIC ACUTATOR สามารถแบ่งได้เป็น 3 ประเภท คือ

- NORMALLY CLOSED ใช้สปริงในการทำให้วาล์วอยู่ในตำแหน่งปิด และใช้แรงดันลมในการทำให้วาล์วไปอยู่ในตำแหน่งตรงข้าม(เปิด)
- NORMALLY OPEN ใช้สปริงในการทำให้วาล์วอยู่ในตำแหน่งเปิด และใช้แรงดันลมในการทำให้วาล์วไปอยู่ในตำแหน่งตรงข้าม(ปิด)
- DOUBLE ACTING ใช้แรงดันลมในการทำให้วาล์วอยู่ในตำแหน่งปิด หรือเปิด

ELECTRIC ACTUATOR เหมาะสำหรับระบบอัตโนมัติ การควบคุมนี้สามารถใช้ไฟฟ้าในการควบคุมโดยตรง

การติดตั้งวาล์ว

1. พิจารณาว่าจะติดตั้งกับระบบอะไร

1.1 TUBE

- เลือกขนาดและความแข็งที่เหมาะสม
- ผิวท่อไม่มีรอยขีดข่วน
- ตัดได้ฉากและลบคม ทำความสะอาดเรียบร้อย

1.2 PIPE

- เลือกขนาดและความหนาที่เหมาะสม
- ตัดให้ได้ฉากและลบคม
- ทาเกลียวและทำความสะอาด
- พันเทปพันเกลียว หรือ น้ำยาทาเกลียว

1.3 WELD ทั้งระบบ TUBE และ PIPE

- ก่อนเชื่อมควรถอดชิ้นส่วนวาล์วออกก่อนเชื่อม เพราะว่าในการเชื่อมจะมีความร้อนจากการเชื่อมแผ่ไปที่วาล์ว ซึ่งอาจมีผลในการทำให้ชิ้นส่วนเสียไป และควรทำ HEAT SINK ที่ตัววาล์วในขณะเชื่อมเพื่อลดผลกระทบเนื่องจากความร้อนไปที่ตัววาล์ว และหลังการเชื่อมควรประกอบให้เหมือนเดิม

2. ในการติดตั้งจะต้องให้วาล์วอยู่ในระดับของมัน และไม่ควรให้ท่อรับน้ำหนักของตัววาล์ว ควรใส่ SUPPORT ทุกครั้ง

ข้อควรปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยในการติดตั้งวาล์ว

1. ไม่ควรให้ท่อเป็นตัวรับน้ำหนักของวาล์ว
2. ตรวจสอบทิศทางการไหลของวาล์วก่อนติดตั้ง
3. ตรวจสอบการรั่วของวาล์ว โดยการเปิดวาล์วเต็มที่ใส่สิ่งสกปรกออกก่อน
4. จับตัว BODY ของวาล์วแล้วหมุน NUT (ตามคำแนะนำการติดตั้งข้อต่อ)
5. อ่านวิธีติดตั้งที่ถูกต้องตามคำแนะนำของผู้ผลิต
6. พื้นที่ที่ใช้ติดตั้งวาล์ว ควรสะดวกต่อการซ่อมบำรุงด้วย
7. ควรทำความสะอาดระบบก่อนการติดตั้ง
8. เมื่อมีการถอดวาล์วออกมาซ่อมบำรุง ควรทาสารหล่อลื่นตามคำแนะนำของผู้ผลิต
9. เลือกวาล์วที่เหมาะสมกับการใช้งานของของไหลในระบบ เช่น STEAM, CHLORINE
10. ถ้าจำเป็นต้องใช้ชุดซ่อม ควรทำตามคำแนะนำของผู้ผลิต

ปัญหาที่มักจะเกิดขึ้นบ่อยๆ

1. เกลียวเสียซึ่งมีสาเหตุมาจาก
   - ไม่มีสารหล่อลื่น
   - ขันแน่นเกินไป
   - มีอุภาคมาทำความเสียหาย
2. เปลี่ยนแปลงสภาวะระบบ
3. เลือกอุปกรณ์ไม่ถูกต้อง
4. เกิดจากการปิดวาล์วแน่นเกินกำลัง หรือ ต่อต้านในการปิดวาล์ว
5. รั่วตรงก้านวาล์ว แก้โดยการปรับ PACKING NUT
6. รั่วจากระบบของไหลมีสิ่งสกปรกเจือปนให้ใช้ FILTER ใส่ไว้ก่อนถึงวาล์ว

บทสรุปสำหรับการเลือกใช้วาล์วอย่างปลอดภัย

1. เลือกใช้อย่างถูกต้องตามสภาวะและระบบ
2. มีการติดตั้งที่ถูกต้อง
3. มีการบำรุงรักษาที่ดีตลอดอายุการใช้งาน

USEFUL CONVERSION DATA

FLOW RATE

from \ to	lit/sec	gal/min	ft^3/sec	ft^3/min	bbl/hr	bbl/day
lit/sec	1	15.85	0.03532	2.119	22.66	543.8
gal/min	0.06309	1	0.00223	0.1337	1.429	34.30
ft^3/sec	28.32	448.8	1	60	641.1	1.54×10^4
ft^3/min	0.4719	7.481	0.01667	1	10.69	256.5
bbl/hr	0.04415	0.6997	0.00156	0.09359	1	24
bbl/day	0.00184	0.02917	6.50×10^{-5}	0.00390	0.04167	1

bbl refers to bbl oil = 42 gallons

PRESSURE CONVERSIONS

from \ to	mm Hg	inHg	inH_2O	$ft.H_2O$	atm	lb/in2	Kg/cm2	kPa	BAR
mm Hg	1.	.03937	.5353	.04461	.00132	.01934	.00136	.1333	.0013
in. Hg	25.40	1.	13.60	1.133	.03342	.4912	.03453	3.387	.0339
in. H_2O	1.868	.07355	1.	.08333	.00246	.03612	.00254	.2490	.0025
ft. H_2O	22.42	.8826	12.	1.	.02950	.4334	.03048	2.988	.0299
atm	760.	29.92	406.8	33.90	1.	14.70	1.033	101.3	1.013
lb/in.2	51.71	2.036	27.69	2.307	.06805	1.	.07031	6.895	.0689
kg/cm2	735.6	28.96	393.7	32.81	.9678	14.22	1.	98.05	.981
kPa	7.500	.2953	4.016	.3347	.00987	.1451	.0102	1.	.01
Bar	750.	29.53	401.6	33.47	.987	14.51	1.02	100.	1

1 Bar — 1×10^6 dynes/cm² — 0.98692 atm = 14.5 psi = 100 kPa

TEMPERATURE CONVERSION TABLE

°C	°F	°C	°F	°C	°F	°C	°F
—200	—328	25	77	240	464	540	1004
—180	—292	30	86	250	482	550	1022
—160	—256	35	95	260	500	560	1040
—140	—220	40	104	270	518	570	1058
—120	—184	45	113	280	536	580	1076
—100	—148	50	122	290	554	590	1094
— 95	—139	55	131	300	572	600	1112
— 90	—130	60	140	310	590	610	1130
— 85	—121	65	149	320	608	620	1148
— 80	—112	70	158	330	626	630	1166
— 75	—103	75	167	340	644	640	1184
— 70	— 94	80	176	350	662	650	1202
— 65	— 85	85	185	360	680	660	1220
— 60	— 76	90	194	370	698	670	1238
— 55	— 67	95	203	380	716	680	1256
— 50	— 58	100	212	390	734	690	1274
— 45	— 49	110	230	400	752	700	1292
— 40	— 40	120	248	410	770	710	1310
— 35	— 31	130	266	420	788	720	1328
— 30	— 22	140	284	430	806	730	1346
— 25	— 13	150	302	440	824	740	1364
— 20	— 4	160	320	450	842	750	1382
— 15	5	170	338	460	860	760	1400
— 10	14	180	356	470	878	770	1418
— 5	23	190	374	480	896	780	1436
0	32	200	392	490	914	790	1454
5	41	210	410	500	932	800	1472
10	50	212	414	510	950	810	1490
15	59	220	428	520	968	820	1508
20	68	230	446	530	986	830	1526

TEMPERATURE CONVERSION FORMULAS

°C = 5/9 (°F -32) °F = 9/5 °C + 32

SPECIFIC GRAVITY OF LIQUIDS

Liquid	Specific Gravity Relative to Water at 60°F.
Acetone	.792
Alcohol, Ethyl (100%)	.789
Alcohol, Methyl (100%)	.796
Acid, Muriatic (40%)	1.20
Acid, Nitric (91%)	1.50
Acid, Sulfuric (87%)	1.80
Bunkers C Fuel Max.	1.014
Distillate	.850
Fuel 3 Max.	.898
Fuel 5 Min.	.966
Fuel 5 Max.	.993
Fuel 6 Min.	.993
Gasoline	.751
Gasoline, Natural	.680
Hydrochloric Acid	1.256
Kerosene	.815
M. C. Residuum	.935
Mercury	13.570
Olive Oil	.919
Pentane	.624
SAE 10 Lube*	.876
SAE 30 Lube*	.898
SAE 70 Lube*	.916
Salt Creek Crude	.843
Sea Water	1.025
32.6° API Crude	.862
35.6° API Crude	.847
40° API Crude	.825
48° API Crude	.788
Water	1.000

*100 Viscosity Index.

SPECIFIC GRAVITY OF GASES RELATIVE TO AIR @ 70°F

Name of Gas	Chemical Formula	Specific Gravity Relative To Air
Acetylene	C_2H_2	.9107
Air	—	1.000
Ammonia	NH_3	.5961
Anthracite Producer Gas	—	.85
Argon	A	1.377
Benzene	C_6H_6	2.6920
Bituminous Producer Gas	—	.86
Blast-Furnace Gas	—	1.000
Blue Water Gas	—	.53
Butane	C_4H_{10}	2.06654
Butylene	C_4H_8	1.9936
Carbon Dioxide	CO_2	1.5282
Carbon Monoxide	CO	.9672
Carbureted Water Gas	—	.65
Chlorine	Cl_2	2.486
Coke Oven Gas	—	.42
Ethane	C_2H_6	1.04882
Ethyl Chloride	C_2H_5Cl	2.365
Ethylene	C_2H_4	.974
Freon (F-12)	CCl_2F_2	4.520
Helium	He	.138
Hydrogen	H_2	.06959
Hydrogen Chloride	HCl	1.268
Hydrogen Sulphide	H_2S	1.190
Methane	CH_4	.5543
Methyl Chloride	CH_3Cl	1.738
Natural Gas*	—	.667
Neon	Ne	.696
Nitrogen	N_2	.9718
Nitric Oxide	NO	1.034
Nitrous Oxide	N_2O	1.518
Oxygen	O_2	1.1053
Pentane	C_5H_{12}	2.4872
Propane	C_3H_8	1.5617
Propylene	C_3H_6	1.4504
Sulphur Dioxide	SO_2	2.264
Toluene	C_7H_8	3.1760
Xylene	C_8H_{10}	3.6618

* Representative value

คำศัพท์ในระบบท่อ

คำจำกัดความของคำที่ใช้กันในเรื่องเกี่ยวกับข้อต่อท่อ, ข้อต่อแป๊ป และการนำไปใช้งานได้รวมอยู่ในคำศัพท์นี้แล้ว

ความดันสมบูรณ์ (ABSOLUTE ZERO PRESSURE)

การปราศจากแรงดันทั้งมวลทางทฤษฎีปกติจะคิดในรูปของศูนย์ปอนด์ต่อตารางนิ้วสัมบูรณ์ (PSIA) หน่วยแรงดันสัมบูรณ์จึงรวมถึงแรงดันที่เกิดจากน้ำหนักของบรรยากาศที่ระดับน้ำทะเลซึ่งเท่ากับ 14.7 PSIA

อุณหภูมิศูนย์องศาสัมบูรณ์

เป็นค่าทางทฤษฎีที่โมเลกุลของวัสดุหยุดนิ่ง, ไม่มีความร้อน แสดงค่าเป็น $-273^{o}C$, $-460^{o}F$, $0^{o}R$ หรือ $0^{o}K$

AN	:	ย่อจาก AIR FORCE NAVY ARMY-NAVY
AND	:	ย่อจาก AIR FORCE-NAVY DESIGN
ANNEALING	:	การให้ความร้อนและการทำให้เย็นตัวเพื่อ ก) ให้เกิดความอ่อนตัว ข) เพื่อผ่อนแรงเครียดภายใน ค) เพื่อให้ได้ค่าสูงสุดของความแข็งแรงและความหยุ่นตัวรวมกัน
A.S.M.E.	:	ย่อจาก AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS
A.S.T.M.	:	ย่อจาก AMERICAN SOCIETY OF TESTING MATERIALS
AXIAL	:	ตามแนวแกนหรือตามความยาวของท่อ หรือ รูปทรงกลม
AXIAL MOVEMENT	:	การเคลื่อนที่ตามแนวแกนของท่อ
BAKE OUT	:	วิธีเร่งให้แพร่กระจายของสิ่งแปลกปลอมในระบบสูญญากาศโดยใช้ความร้อน
BRAZING	:	เป็นวิธีการบัดกรีผิวโลหะสองชนิดให้ติดกัน โดยใช้โลหะผสมระหว่าง เงินและทองแดงที่อุณหภูมิ $1200^{o}F$

B.T.U. : ย่อจาก BRITISH THERMAL UNIT : จำนวนความร้อนที่ต้องใช้เพื่อให้อุณหภูมิของน้ำหนักหนึ่งปอนด์เพิ่มขึ้น 1°F

BUNA : NITRILE ELASTOMER ซึ่งเป็นวัสดุผสมระหว่าง COPOLYMER ของ CRYLONITRILE และ BUTADIENE ที่ใช้ทำเป็น O-RING เหมาะกับน้ำมัน,น้ำ,ลม ในช่วงอุณหภูมิ 65°F ถึง 275°F (135°C)

BWR : ย่อจาก BOILING WATER REACTOR เตาปฏิกรปรมานูที่ผลิตไอน้ำโดยตรงจากการหลอมตัวของนิวเคลียส์จากน้ำเดือด

COEFFICIENT : สัมประสิทธิ์ คือ ตัวเลขที่แสดงอัตราส่วนการเปลี่ยนแปลงภายใต้ค่าสภาวะจำเพาะ เช่น อุณหภูมิ, ความยาว, ปริมาตร

สัมประสิทธิ์การยืดตัวเนื่องจากความร้อน : เป็นค่าความเปลี่ยนแปลงทางความยาวของวัสดุต่ออองศาของอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงเปรียบเทียบกับความยาวที่อุณหภูมิอ้างอิงปกติ 0°C (32°F) แสดงค่าเป็นนิ้วต่อนิ้วต่ออองศาเซลเซียสหรือฟาเรนไฮต์

ความกลมดิก (CONCENTRICITY) : เป็นสภาวะของทรงกลมสองวงที่มีจุดศูนย์กลางร่วมกัน การผนึกกันรั่วแบบทรงกลมทุกชนิด ความกลมดิกของส่วนสัมผัส (เช่น ตาไก่ตัวหน้ากับบ่าข้อต่อ) เป็นจุดวิกฤตของประสิทธิภาพในการผนึก

การกัดกร่อน (CORROSION): การกัดกินไปหรือเสื่อมสลายของวัสดุ เนื่องจากวัสดุสองชนิดเกิดปฏิกิริยา ตัวอย่างที่เห็นชัด คือ การเป็นสนิมของเหล็ก

CREEP STRENGTH : อัตราที่เกิดการเปลี่ยนรูปต่อเนื่อง ภายใต้แรงกดดันที่อุณหภูมิจำเพาะปกติ แสดงค่าเป็น PSI ที่จะก่อให้เกิด 1% ทางความยาวใน 10,000 ชั่วโมง ณ อุณหภูมิที่บ่งไว้

CRYOGINICS : การศึกษา, การผลิตและการใช้ประโยชน์ของอุณหภูมิต่ำกว่า -100°F หรือ -73°C

Cv (สัมประสิทธิ์การไหล) : เป็นจำนวนแกลลอนของน้ำต่อนาที ที่ไหลผ่านอุปกรณ์ในตำแหน่งเปิดเต็มที่ โดยมีแรงดันตกคร่อม 1 PSI ปกติใช้วัดอัตราการไหลของวาล์ว

DELRIN : เป็นวัสดุพวก THERMOPLASTIC ACETAL RESIN ที่ผลิตโดยวิธี POLYMERIZATION ของการ FORMALDEHYDE อุณหภูมิสูงสุดในการใช้งาน 250°F หรือ 121°C

DESO : ย่อจาก DOUBLE END SHUT-OFF

ความยืดหยุ่น (DUCTILITY): เป็นคุณสมบัติที่ยอมรับเปลี่ยนรูปภายใต้แรงดึงโดยไม่แตกทำลาย ค่าของการยืดตัวและการลดพื้นที่ผิวปกตินำมาวัดเป็นค่าความยืดหยุ่น

DUROMETER : เป็นเครื่องมือวัดความแข็งของยาง วัดจากความต้านทานการสอดแทรกของหัวกดที่ผิวหน้ายาง

ELASTOMER : เป็นคำทั่วไปสำหรับใช้กันรั่ว ยืดหยุ่น เช่น วัสดุจำพวกยาง

ETHYLENE PROPYLENE RUBBER : เป็นสารสังเคราะห์ชนิดยืดหยุ่นที่ใช้งานแบบหยาบ เช่นกับไอน้ำ หรือ น้ำร้อนได้ถึง 275°F EPR มีช่วงอุณหภูมิ -65°F ถึง 300°F

FERRULE : เป็นชิ้นส่วนอุปกรณ์ที่ออกแบบพิเศษใช้กับข้อต่อที่จะยึดท่อ และผนึกกันรั่วที่ผิวนอกของท่อ

FLANGE : เป็นตัวป้องกันริม หรือ วง หรือ ขอบบนวัตถุ เพื่อยึดให้อยู่กับที่

GAUGE PRESSURE : เป็นค่าที่ใช้กันทั่วไป สำหรับแสดงแรงดันของระบบวัดเป็นหน่วยปอนด์ต่อตารางนิ้วเกจ (PSIG) โดยไม่รวมแรงดันที่เกิดจากน้ำหนักของบรรยากาศที่ระดับน้ำทะเล นั่นคือ 14.7 PSIG - 0 PSIG

GALL : การขูดและฉีกขาดของโลหะที่เกิดจากความเสียดทานและแรง

GAS : เป็นของไหลที่มีแนวโน้มขยายตัวออกอย่างไม่มีจำกัด

ความแข็ง : ความต้านทานต่อการเปลี่ยนรูปโดยหัวกด, การเจาะแทรก, การขูดและการตัด แสดงค่าเป็น BRINELL, ROCKWELL, SCLEROSCOPE หรือ VICKERS จำนวนหน่วยความแข็งขึ้นกับชนิดของเครื่องทดสอบที่ใช้

HEAT SINK : วิธีแพร่กระจายความร้อน

HTGCR : ย่อจาก HIGH TEMP GAS COOLED REACTOR

ISO : INTERNATIONAL STANDARDS ORGANIZATION

I.D.	:	INSIDE DIAMETER
J.I.C.	:	JOINT INDUSTRAIL CONFERENCE
KEL-F	:	CHLOROTRIFLUOROETHYLENE PLASTIC เป็น THERMO-PLASTIC POLYMER ที่เฉื่อยต่อปฏิกิริยาทางเคมีอย่างดีเลิศ และมีช่วงอุณหภูมิการใช้งานระหว่าง 200-250°F(93-121°C)
LEAK RATE	:	อัตราการรั่วไหล ปริมาตรการไหลของของไหลต่อหน่วยเวลาที่แรงดันตกคร่อมหนึ่ง
LIFT TO SEAL	:	เป็นการผนึกกันรั่วทางเชิงกลที่ได้ผลสมบูรณ์โดยปราศจากแรงบิด เช่น ในข้อต่อของ *Swagelok* เป็นต้น
ของเหลว	:	เป็นของไหลที่มีปริมาตรจำกัดและมีรูปทรงไม่จำกัด ไม่เป็นของแข็งและพร้อมจะไหล
LMFBR	:	LIQUID METAL FAST BREEDER REACTOR เป็นปฏิกรปรมาณูที่สามารถผลิตเชื้อเพลิงนิวเคลียส์ได้มากกว่าที่มันเผาผลาญไป
LNG	:	LIQUIFIED NATURAL GAS เป็นขบวนการผลิตที่เปลี่ยน GAS และเก็บไว้ที่อุณหภูมิต่ำ
MIL.	:	MILITARY SPECIFICATION
M.S.	:	MILITARY STANDARD OR MILITARY SPEC.
NEOPRENE RUBBER	:	CHLOROPRENE POLYMER เป็นยางสังเคราะห์ตัวแรกที่ชาวอเมริกันทำขึ้นสำเร็จ ภายในสภาวะอุณหภูมิต่ำ พวกนี้อาจตกผลึกชั่วคราว สูญเสียรูปร่างโอริงและรั่ว
NYLON	:	เป็น THERMOPLASTIC POLYMER ที่มีความแข็งแกร่งโดยธรรมชาติสูงมาก และมีประสิทธิภาพต้านทานพวกสารเคมีได้ดี
O.D.	:	OUTSIDE DIAMETER
O.F.H.C.	:	OXYGEN FREE HIGH CONDUCTIRITY เป็นทองแดงที่ปราศจากออกซิเจนสนิมทองแดง และพวกอื่นๆ มีความบริสุทธิ์ทางการค้าและมีความนำไฟฟ้าสูง มีความต้านทานต่อไฮโดรเจน EMBRITTLEMENT

OUTGASSING : ใช้ในเรื่องวิทยาการสูญญากาศ การระเหยตัวของสิ่งแปลกปลอมในรอบสูญญากาศ เมื่อแรงดันลดลง

ความกดดัน (PRESSURE) : เป็นแรงที่กระจายบนพื้นผิว ปกติมีหน่วยเป็นปอนด์ต่อตารางนิ้ว (PSI)

ความดันตก : เป็นความดันที่ลดลงตามแนวการไหล โดยเกิดจากความเสียดทานและการสูญเสียเกี่ยวเนื่องจากการไหลของของไหลในระบบ

ความดันใช้งาน : เป็นความดันที่ต่ำกว่าความดันเหยียด (YIELD) และความดันจุดระเบิด โดยพิจารณาจากความปลอดภัยในการใช้ท่อหรืออุปกรณ์ระบบของไหลอื่นๆ

ความดันเหยียด (YEILD PRESSURE): เป็นความดันที่ถึงจุดเหยียด จุดเหยียดตรงท่ออยู่ที่จุดซึ่งท่อรับความดันจนบวม หรือยืดออกแล้วไม่กลับคืนสภาพเดิมหลังจากลดความดันแล้ว

PWR : PRESSURIZED WATER REACTOR หมายถึง เตาปฏิกรปรมานูที่ผลิตไอน้ำจากการหลอมตัวของนิวเคลียสในทางอ้อม โดยต้มน้ำภายใต้ความดัน

PYREX : เป็นการผสมผสานระหว่างแก้วกับเซรามิก

S.A.E. : SOCIETY OF AUTOMOTIVE ENGINEER,INC.

S.C.F.M. : STANDARD CUBIC FEET PER MINUTE

SILICONE RUBBER : เป็นกลุ่มของสารสังเคราะห์ยืดหยุ่นที่ยังบิดงอตัวได้ดีที่อุณหภูมิต่ำๆ บางชนิดต่ำถึง -100°F และสูงถึง 450°F

SNG. : SYNTHETIC NATURAL GAS เป็นขบวนการผลิตแก๊สของไฮโดรคาร์บอนเหลวชนิดเบา

การบัดกรี : เป็นขบวนการต่อโลหะที่ใช้อุณหภูมิระหว่าง 400°F ถึง 500°F โดยการละลายโลหะผสมดีบุก-ตะกั่ว

STRAIN : การเคลื่อนของวัสดุภายในสัดส่วนความยาวจำกัด นั่นคือ หลายนิ้วต่อนิ้ว

STRESS : เป็นจำนวนของน้ำหนักที่ใส่ให้วัสดุ ปกติแสดงค่าเป็นปอนด์ต่อตารางนิ้ว

SWAGE	:	หมายถึงการทำงานปราศจากความร้อน (โดยเปลี่ยนรูปไปอย่างถาวร) ของชิ้นโลหะ
TEE	:	เป็นข้อต่อรูปร่างเป็นตัว T มีข้อต่อสามทาง
TENSILE FORCE	:	เป็นแรงที่ใส่เข้าไป เพื่อดึงยืดหรือดึงให้วัสดุหลุดออกจากกัน
TENSILE STRENGTH	:	ของวัสดุใด หมายถึงค่าสูงสุดที่ใส่ให้กับวัสดุนั้นแล้วสามารถทนทานได้ก่อนที่จะเสียหาย หรือการแตกทำลายจะเกิดขึ้น
TFE	:	TETRA FLUOROETHYLENE POLYMER มีความต้านทานต่อสารเคมีเป็นเลิศ และมีประสิทธิภาพในการหล่อลื่นในตัวเอง อุณหภูมิทำงานได้ถึง 450°F
THRUST	:	เป็นแรงที่พยายามผลักท่อให้หลุดออกจากข้อต่อ เป็นผลที่เกิดจากแรงดันในระบบต่อพื้นที่ผิวของท่อที่ของไหลสัมผัส ตัวอย่าง เช่น ถ้าในระบบมีแรงดัน 100 PSI กระทำต่อเนื้อที่หนึ่งตารางนิ้ว ค่า THRUST จะเท่ากับ 100 ปอนด์
TORQUE	:	เป็นแรงที่ทำให้เกิด หรือมีแนวโน้มจะทำให้เกิดการเคลื่อนที่แบบหมุนไปรอบๆ แรงบิด
TUBE FITTING	:	ข้อต่อท่อ เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการต่อท่อสำหรับระบบของไหล
TUBING	:	ท่อที่ทำจากโลหะ, แก้ว หรือพลาสติกที่กลวงมีรูปทรงกลม ท่อโลหะสำหรับใช้กับของเหลวหรือแก๊ส จะต้องมีความยืดหยุ่นที่จะดัดไปในรูปที่ต้องการได้
ANNEALED TUBING	:	เป็นท่อที่อ่อนตัวที่ยอมให้ดัดในการติดตั้งระบบของไหลขนาดความโตของท่อ ท่อที่ผลิตขึ้นในท้องตลาดมีทั้งวัดขนาดเป็นนิ้ว 1/16", 1/8",3/16",1/4" เป็นต้น และชนิดเป็น ม.ม. เช่น 3 MM., 6 MM., 8 MM., 10 MM., 12 MM., เป็นต้น
ท่อไฮโดรลิก	:	เป็นท่อที่ทำให้อ่อนตัวแล้วสำหรับใช้กับรอบของเหลวโดยเฉพาะ
MECHANICAL TUBING	:	เป็นท่อที่ทำให้สำหรับงานก่อสร้าง เช่น ทำชั้น ทำรูปแบบต่างๆ ทำราวบันได ไม่ควรนำมาใช้ในระบบของไหล
ความหนาผนังท่อ	:	เป็นค่าที่ได้จากการนำ O.D. (เส้นผ่าศูนย์กลางภายนอก) ลบออกด้วย I.D. (เส้นผ่าศูนย์กลางภายใน) แล้วหารด้วย 2 ตัวย่อ คือ t สูตรคือ t = (O.D.-I.D.)/2

ULTIMATE STRENGTH : เหมือนกับ TENSILE STRENGTH

VACUUM : การปราศจากหรือบางส่วนที่ขาดไปของแรงดันมาตรฐานที่เกิดจากบรรยากาศ มักแสดงด้วยค่าตัวต่อไปนี้

1. นิ้วของปรอท (IN.HG.)
2. มิลลิเมตรของปรอท (MM.HG.)
3. ทอรร์ (TORR)
4. PSIA ปอนด์ต่อตารางนิ้วของบรรยากาศ
5. ไมครอนส์ (MICRONS)

VACUUM BAKE-OUT : การเพิ่มความร้อนให้กับระบบสูญญากาศ เพื่อเร่งการระเหยตัวของสิ่งแปลกปลอมและลดเวลาการสูบออก

VISCOSITY : ความหนืด การเกิดความเสียดทานภายในที่ต่อต้านการเคลื่อนตัว คุณสมบัติของของไหล

VITON : เป็น FLUORO CARBON RUBBER ที่นำมาใช้ทำวัสดุพวกโอริง ดีมากในการนำมาใช้กับระบบสูญญากาศ และช่วงอุณหภูมิระหว่าง -40 ถึง 450°F

YIELD POINT : จุดนี้ของวัสดุหมายความว่า การใช้แรงที่จุดซึ่งยืดออกเล็กน้อยหรือไม่ยืดเลย เมื่อให้แรงนั้นทันทีที่พ้นจุดนี้ไปแล้ว การเปลี่ยนรูปอย่างถาวรจะเกิดขึ้นและจะไม่อาจกลับสู่มิติเดิมได้เมื่อผ่อนแรงลง

ข้อมูลในการเลือกซื้อท่อสำหรับวัสดุชนิดต่างๆ

ท่ออลูมิเนียม	:	ชนิดคุณภาพสูงไร้ตะเข็บเชื่อมและได้อบผิวท่อตามมาตรฐาน ASTM B210 หรือเทียบเท่าโลหะผสม เบอร์ 5052 หรือ 6061T6
ท่อเหล็ก	:	ชนิดคุณภาพสูงไร้ตะเข็บเชื่อมและได้อบผิวท่อให้อ่อนตัว สำหรับไฮโดรลิคใช้มาตรฐาน ASTM A179 หรือเทียบเท่า ความแข็งผิวท่อสูงสุด 72 Rb. ผิวท่อปราศจากรอยขีดข่วน, เหมาะสมที่จะดัดได้และบานปลายท่อได้ ข้อมูลจำเพาะที่ใช้ได้อื่นๆ เช่น ASTM A161 (สำหรับโรงกลั่นน้ำมันเป็นชนิดคาร์บอนต่ำ และชนิดคาร์บอน-โมลิบดีนั่ม)
ท่อทองแดง	:	ชนิดคุณภาพสูงไร้ตะเข็บเชื่อมและได้อบผิวท่อให้อ่อนตัวตามมาตรฐาน ASTM B68 หรือ B75 หรือเทียบเท่า ASTM B88 ใช้กับน้ำเป็นมาตรฐาน ASTM B68 เหมาะสมกับระบบเครื่องทำความเย็น, ท่อน้ำมัน-น้ำมันเชื้อเพลิง ฯลฯ ASTM B75 เหมาะสมกับการใช้งานทั่วไป ASTM B88 เหมาะสมกับการใช้งานกับน้ำ มีชนิด K ชนิด L และชนิด M มีขนาดตั้งแต่ 3/8" ถึง 12 1/8"
ท่อแสตนเลสสตีล	:	ชนิดคุณภาพสูงไร้ตะเข็บเชื่อมและได้อบผิวแล้วชนิด 316,304, 321,347 เป็นต้น เป็นท่อไฮโดรลิคมาตรฐาน ASTM A213, A269, A632 หรือเทียบเท่า ความแข็งผิวท่อ Rb.80 หรือน้อยกว่า ผิวท่อปราศจากรอยขีดข่วน เหมาะกับที่จะดัดได้และบานปลายท่อได้ ความเที่ยงตรงของขนาด OD. สำหรับท่อ 1/16" และ 1/8" ต้องไม่มากกว่า +/-.003"
ท่อโมเนล 400	:	เป็นโลหะผสมระหว่างทองแดงกับนิเกิล (UNS N04400) ท่อไร้ตะเข็บเชื่อมได้อบผิวท่อแล้วความแข็งผนังท่อไม่เกิน Rb.75 มาตรฐาน ASTM B165

ท่ออินคอเนล 600	:	เป็นท่อไร้ตะเข็บเชื่อมชนิด ASTM B167 มีความแข็งผิวท่อไม่มากกว่า Rb92 เป็นโลหะผสมระหว่างนิเกิล-โครเมียม-เหล็ก (UNS N06600)
ท่อเฮสเทลลอย C276	:	เป็นท่อไร้ตะเข็บเชื่อมชนิดอบผิวท่อแล้วตามมาตรฐาน ASTM B622 หรือเทียบเท่า ความแข็งไม่เกิน Rb100 เป็นโลหะผสมของนิเกิล (UNS N10276 หรือ UNS N10665)
ท่อคาเพ็นเตอร์ 20	:	เป็นท่อไร้ตะเข็บเชื่อมชนิดอบผิวท่อแล้วตามมาตรฐาน ASTM B468 หรือเทียบเท่า มีความแข็งผิวท่อไม่เกิน Rb95 ผิวท่อต้องไม่มีรอยขีดข่วนตามมาตรฐาน ASTM B468 เป็นโลหะผสมระหว่างโครเมี่ยม-นิเกิล-เหล็ก-โมลิบดีนั่ม-ทองแดง และโคลัมเบียม (UNS N08020)
ท่อไทเทเนี่ยม	:	เป็นท่อไร้ตะเข็บเชื่อมชนิดอบผิวแล้วเกรด 2 ตามมาตรฐาน ASTM B338 หรือเทียบเท่า ผิวท่อต้องไม่มีรอยขีดข่วน สำหรับใช้งานคอนเดนเซอร์ และชุดแลกเปลี่ยนความร้อน ท่อชนิดนี้มีความบริสุทธิ์ 98.75 % ของไทเทเนี่ยมบริสุทธิ์ ข้อต่อทำจากเกรด 4
ท่อพลาสติก,ท่อไนล่อน	:	เป็นท่อที่มีความเหนียว ใช้งานที่มีแรงดันต่ำได้อย่างกว้างขวาง ใช้กับพวกไฮโดรลิคหรือลมได้ดี มีความอ่อนตัวและทนต่อการเสียดสีได้ดี มักใช้กับอุปกรณ์ เครื่องมือวัดสัม การหล่อลื่น ท่อเชื้อเพลิง น้ำ มีขนาดตั้งแต่ 1/8"-1/2"OD. แรงดันระเบิดของท่อ คือ ระหว่าง 1000-2500 PSI แรงดันใช้งานมักอยู่ในช่วง 260-265 PSI โดยมีอัตราส่วน 4:1 อุณหภูมิใช้งานระหว่าง 24-28°C สามารถใช้กับข้อต่อโลหะ หรือข้อต่อไนล่อนของ *Swagelok* ได้ดี
ท่อโพลิเอทไทลีน (P.E.)	:	เป็นท่อที่มีราคาถูก มีความอ่อนตัวมาก มักใช้ในห้อง LAB อุปกรณ์เครื่องมือวัดที่เป็นท่อลม หรืองานที่มีการกัดกร่อน อ่อนตัวได้มากกว่าไนล่อน แต่ไม่ทนต่อการเสียดสี จึงมักใช้งานได้กับระบบลมในบริเวณที่มีการกัดกร่อนสูงได้ดีมาก ท่อชนิดนี้สามารถทนแรงดันจนถึงจุดระเบิดของท่อจาก 250-500 PSI

แรงดันที่ใช้งานได้ คือ 60-125 PSI โดยมีค่าความปลอดภัย 4:1 โดยทั่วๆไปแล้วจะใช้กับอุณหภูมิได้สูงสุด 60°C

ข้อต่อ *Swagelok* จะเป็นชนิดโลหะหรือไนล่อนสามารถใช้กับท่อ P.E.ได้ จนถึงแรงดันสูงสุดที่ใช้งานได้ ไม่จำเป็นต้องใส่ INSERT ยกเว้นท่อ P.E. ที่มี OD. สูงกว่า 1/2"

คำแนะนำในการสั่งซื้อท่อ P.E.

OD.ต้องไม่เกิน +/- .005" ของท่อ OD. 3/16"-1/2"

OD.ต้องไม่เกิน +/- .003" ของท่อ OD. 1/8"

ท่อโพลีพรอพเพอลีน(P.P.): เป็นท่อที่มีความอ่อนตัวดีที่สุดมีความแข็งแรงกว่าท่อโพลีเอไทลีน และทนการกัดกร่อนได้ดี แรงดันจนถึงจุดระเบิดของท่อ P.P. คือ 1600-2400 PSI แรงดันที่ใช้งานได้ คือ 400-600 PSI โดยมีค่าความปลอดภัย 4:1 อุณหภูมิสูงสุดที่จะใช้งานได้ คือ 121°C

คำแนะนำในการสั่งซื้อท่อ P.P.

OD.ต้องไม่เกิน +/-.005" ของท่อ OD. 3/16"-1/2"

OD.ต้องไม่เกิน +/-.003" ของท่อ OD. 1/8"

ท่อเทฟล่อน (TFE) : เป็นท่อที่ทนการกัดกร่อนได้ดีมาก สามารถใช้งานกับของไหลได้เกือบทุกชนิดมีคุณสมบัติดีเยี่ยมในการทนการกัดกร่อน ทนอุณหภูมิได้ถึง 204°C

คำแนะนำในการสั่งซื้อท่อเทฟล่อน(TETRAFLUOROETHYLENE)

OD.ต้องไม่เกิน +/-.005" ของท่อ OD. 3/16"-1/2"

OD.ต้องไม่เกิน +/-.003" ของท่อ OD. 1/8"

ท่อ พี.วี.ซี. (อย่างนิ่ม) : เช่น ท่อ TYGON ท่อชนิดนี้จะนิ่มมาก พวก พี.วี.ซี. สามารถใช้กับงานที่ต้องการให้มีการอ่อนตัวและทนการกัดกร่อนในงานห้องทดลอง ยา อาหาร และวงการแพทย์ โดยทั่วไปแล้วจะใช้อุณหภูมิได้ 74°C

คำแนะนำในการสั่งซื้อท่อ พี.วี.ซี.

OD.ต้องไม่เกิน +/-.005" ของท่อ 3/16"-1/2"

OD.ต้องไม่เกิน +/-.003" ของท่อ 1/8"