รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

การปรับปรุงเครื่องรีดตะกอน
Belt Press Improvement

นายธนากร คำน้อย

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2561

รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

การปรับปรุงเครื่องรีดตะกอน

Belt Press Improvement

นายธนากร คำน้อย

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงงานสหกิจศึกษา การปรับปรุงเครื่องรีดตะกอน

ชื่อ-สกุล นักศึกษา นายธนากร คำน้อย

คณะ วิศวกรรรมสาสตร์ **ภาควิชา** วิศวกรรมการวัดคุม

ชื่อ-สกุล อาจารย์นิเทศ รศ.สักรียา ชิตวงศ์

ชื่อ-สกุล ผู้นิเทศงาน คำรณ เสนานุช

สถานประกอบการ บริษัท กัลฟ์ เจพี เอ็นเอส จำกัด มหาชน (มหาชน)

บทคัดย่อ

รายงานสหกิจฉบับนี้อธิบายถึงการปรับปรุงระบบนิวแมติกส์ของเครื่องรีดตะกอนรวมถึงการวิเคราะห์ปัญหาและผลกระทบที่เกิดขึ้นทั้งก่อนและหลังการปรับปรุงโดยเครื่องรีดตะกอนนี้เป็นเครื่องที่ใช้สำหรับแยกของแข็งหรือกากตะกอน(sludges)กับของเหลวในระบบบำบัดน้ำซึ่งมีการปรับปรุงในส่วนของท่อลมโดยเปลี่ยนจากท่อลมแบบเดิมที่เป็นแบบเทปล่อนเปลี่ยนเป็นท่อลมแบบสเตนเลสซึ่งท่อลมเหล่านี้ได้ใช้เป็นท่อส่งลมภายในระบบนิวแมติกส์ เช่น อุปกรณ์ควบคุมลมต่างๆ กับ กระบอกลูกสูบลม ที่มีหน้าที่ในการปรับความตึงและทิศทางของผ้ากรองสายพาน โดยมีจุดประสงค์การปรับปรุงอันเนื่องจากท่อลมในระบบนิวแมติกส์แบบเดิมที่เป็นท่อเทปล่อนนั้นมีอายุการใช้งานที่ต่ำและเสื่อมสภาพเร็วอันเนื่องจากโดนแสงแดดกับความดันลมที่สูงเป็นประจำเป็นเหตุให้สายลมมีการชำรุดหรือแตกหักง่ายขณะที่ท่อลมแตกและเกิดลมรั่วจะทำให้กระบอกลูกสูบลมมีแรงดันไม่พอเพื่อปรับความตึงหรือปรับทิศทางของผ้ากรองสายพานจึงเป็นเหตุให้ผ้ากรองสายพานมีการชำรุดหรือฉีกขาดได้และเมื่อเกิดเหตุดังกล่าวขึ้นจำเป็นต้องให้เครื่องรีดตะกอนหยุดการทำงานซึ่งส่งผลต่อการผลิตน้ำเพื่อนำไปใช้ในกระบวนการผลิตไฟฟ้าได้ ดังนั้นจึงได้มีการปรับปรุงเปลี่ยนท่อลมแบบเทปล่อนเปลี่ยนเป็นสเตนเลสแทนทั้งระบบเพื่อให้ท่อลมนั้นมีอายุการใช้งานที่ยาวนานไม่แตกหักง่ายทนต่อสภาพแวดล้อมต่างๆได้ดีเช่น แสงแดด ความดันในท่อลมและปฏิกิริยาทางเคมีต่างๆ เป็นต้น และสำหรับผู้ที่สนใจนำวิธีการทำงานเครื่องรีดตะกอนสามารถศึกษาได้จากรายละเอียดองค์ประกอบและหลักการทำงานของเครื่องรีดตะกอนที่อธิบายไว้ได้โดยสามารถเข้าใจได้ง่ายเพราะเป็นกระบวนการที่ไม่ซับซ้อนรวมถึงวิธีการติดตั้งท่อลมในงานต่างๆ

คำสำคัญ : การปรับปรุงระบบนิวแมติกส์, เครื่องรีดตะกอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Cooperative Title: Belt press Improvement

Student intern name: Mr.Tnakorn Kamnoi

Faculty: Engineering **Department:** Instrumentation and Control Engineering

Advisor name: Assoc. Prof. Sakreya Chitwong

Mentor name: Mr.Kumron Senanuch

Company: Gulf JP NS Public Company Limited

ABSTRACT

This co-operative report describes Pneumatic System Improvement of Belt Press Machine including Analysis of problems and impacts before and after improvement the Belt Press Machine used for solid/liquid separation processes, particularly the dewatering of sludges in the water treatment that air tubes improvement by change from Teflon tubes to stainless steel tubes These air tubes used within a pneumatic system, such as pneumatic control devices with air cylinder that adjusts the tension and direction of the Belt Filter cloths. The objective of this report is to tube in the Pneumatic system is that the Teflon tubes have low lifespan and faster deterioration due to exposed sunlight and high pressure cause to air tubes breakdown or broken while air tubes have broken and air leak will cause to air cylinder has insufficient pressure to adjust the tension or direction of the cloth belt, so that the cloth belt was damaged, and when this happens, the belt press must stop operate.so it has been improved to change tube and fitting Teflon to stainless steel tubes overall system. To air tubes have more lifespan and not broken easily, Resistant to environmental conditions such as sunlight ,high pressure, etc., And for those interested how to operate Belt Press can learn that detailed description of the components and working principles of the Belt Press Can be easily understood. It is a complicated process.

Keywords: Pneumatic System Improvement, Belt Press machine,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์นี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี เพราะได้รับความอนุเคราะห์จากบุคคลหลายท่านก่อนอื่นต้องขอขอบพระคุณ บริษัท กัลฟ์ เจพี เอ็นเอส จำกัด (มหาชน) หรือโรงไฟฟ้าหนองแซง ที่ให้โอกาสข้าพเจ้าได้เข้าไปฝึกปฏิบัติงานในโครงการสหกิจศึกษา ตลอดระยะเวลาหนึ่งภาคการศึกษาทำให้ข้าพเจ้าได้รับความรู้และประสบการณ์ในการทำงานด้านวิศวกรรมการวัดคุมมากยิ่งขึ้น ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการทำงานในอนาคตและต้องกราบขอบพระคุณคุณคำรณ เสนานุช หัวหน้าแผนกซ่อมบำรุงระบบควบคุมและเครื่องมือวัด และผู้นิเทศงาน รวมไปถึงพนักงานในแผนกซ่อมบำรุงระบบควบคุมและเครื่องมือวัดทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือและให้ประสบการณ์ในการทำงาน

ขอขอบพระคุณ รศ.สักรียา ชิตวงศ์ อาจารย์นิเทศงาน ที่ได้ให้คำแนะนำตรวจแก้รายงานฉบับนี้และให้ข้อเสนอแนะต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งแก่ข้าพเจ้าตลอดมา และขอขอบพระคุณคณาจารย์หลักสูตรวิศวกรรมการวัดคุมภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุมทุกท่านที่ได้สั่งสอนให้ความรู้อันเป็นประโยชน์ต่อการทำรายงานสหกิจฉบับนี้

ธนากร คำน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญภาพ	VII
สารบัญตาราง	X
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน	2
1.3 ขอบเขตของโครงงาน	3
1.4 วิธีดำเนินงาน	3
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องและหลักการทำงานของเครื่องรีดตะกอน	
2.1 บทนำ	5
2.2 belt press	5
2.3 องค์ประกอบของ Belt press machine	6
2.3.1 โครงเครื่อง (Main Frame)	6
2.3.2 ชุดลูกกลิ้ง (Rollers)	6
2.3.3 สายพานรีดตะกอน (Sludge Belt)	6
2.3.4 ชุดปรับความตึง (Belt Tension Set)	6
2.3.5 ชุดปรับทิศทางสายพาน (Belt Tracking Set)	6
2.3.6 ชุดล้างสายพาน (Wash Water Pipe)	7
2.3.7 ใบกวาดตะกอน (Cake Scraper)	7
2.3.8 ตู้ควบคุมเครื่องจักร (Control Panel)	7
2.4 หลักการทำงานของ Belt press machine	7
2.4.1 การทำงาน Belt press machine	7
2.4.2 ส่วนของขั้นตอนทำงานของ Belt press machine	7
2.4.3 การปรับตำแหน่งของผ้ากรองสายพาน	8
2.5 ทฤษฎีเกี่ยวกับนิวเมติกส์	9
2.5.1 ประวัติความเป็นมา	9
2.5.2 ลักษณะเฉพาะที่สำคัญ	10
2.5.3 การใช้อากาศอัดเป็นตัวกลาง	11
2.5.4 ข้อดีของลมอัด	13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
2.5.5 ข้อเสียของลมอัด	13
2.6 ส่วนประกอบของระบบนิวแมติกส์	14
2.6.1 Air Supply	14
2.6.2 เครื่องอัดลม (Air Compressor)	14
2.6.3 เครื่องทำลมแห้ง (Air Dryer)	15
2.6.4 อุปกรณ์ควบคุมคุณภาพลมอัด (treatment component)	15
2.6.5 อุปกรณ์ควบคุมการทำงาน (Controlling component)	17
2.6.5.1 Pressure Switch	17
2.6.5.2 Pneumatic Directional Control Valve	18
2.6.5.3 วาล์วควบคุมความดัน (Pressure control vales)	20
2.6.6 อุปกรณ์ในระบบท่อ (TUBING system)	20
2.6.6.1 คุณสมบัติของสแตนเลส (Stainless Steel)	20
2.6.6.2 คุณสมบัติท่อเทฟล่อน	22
2.6.7 กระบอกลม/กระบอกสูบนิวเมติก (Air Cylinder)	23
2.7 คู่มือการใช้ข้อต่อและการติดตั้งที่ถูกต้องของ Swagelog	24
2.8 Softwareที่ใช้ในโครงงาน	48
2.8.1 Autocad2018	48
บทที่ 3 การดำเนินงาน	
3.1 บทนำ	49
3.2 กระบวนการผลิตน้ำของโรงไฟฟ้า	50
3.3 การศึกษาเครื่องรีดตะกอน (belt press machine)	51
3.3.1 หลักการทำงานของ Belt press machine	52
3.3.1.1 ส่วนของขั้นตอนทำงานของเครื่อง Belt press machine	52
3.3.1.2 การปรับตำแหน่งของผ้ากรองสายพาน	53
3.4 การวิเคราะห์ปัญหาและผลกระทบ	54
3.4.1ประเด็นปัญหาและปัจจัยสำคัญ.	54
3.4.2 ผลกระทบ	54
3.4.2.1 ท่อลมเกิดการชำรุดและแตก	54
3.4.2.2 ผ้ากรองสายพานชำรุดหรือฉีกขาด	55
3.5 แนวทางการแก้ปัญหา	56
3.6 ดำเนินการปรับปรุง	56
3.6.1 รวบรวมข้อมูลและประเมินอุปกรณ์ที่ใช้ในการปรับปรุง	56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
3.6.2 ออกแบบ Layout การติดตั้ง	57
3.6.3 ดำเนินการปรับปรุงตามที่ออกแบบไว้	59
3.6.3.1 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ปฏิบัติงาน	59
3.6.4 ขั้นตอนการปรับปรุงเครื่องรีดตะกอน	62
บทที่ 4 ผลการทดสอบจากการปรับปรุง	
4.1 บทนำ	67
4.2 ผลการทดสอบการรั่วของ tube, fitting	67
4.3 ผลการทดสอบการทำงานของ air cylinder	67
4.3.1 การปรับความตึงของสายพานด้วย Air cylinder (large)	67
4.3.2 การปรับทิศทางของสายพานด้วย Air cylinder (small)	68
4.4 ผลการทดสอบหลังการปรับปรุง	69
4.4.1 ผลการทดสอบการชำรุดและรั่วของท่อลม	69
4.4.2 ผลการทดสอบการชำรุดและการฉีกขาดของผ้ากรองสายพาน	69
4.4.3 ผลการทดสอบการแพ็คตัวของตะกอน	70
บทที่ 5 สรุปผล ปัญหาและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลการดำเนินงาน	71
5.2 ปัญหาที่พบและแนวทางการแก้ไข	71
5.2.1 ปัญหาที่พบ	71
5.2.2 แนวทางการแก้ปัญหา	72
ข้อเสนอแนะ	72
บรรณานุกรม	73
ภาคผนวก	74
ภาคผนวก ก.	75
ประวัติผู้เขียน	84

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 เครื่อง Belt Press	5
2.2 อุปกรณ์สำหรับปรับตำแหน่งอัตโนมัติของตัวกรองที่ติดตั้งในแต่ละส่วน	8
2.3 การตรวจสอบกลไกทิศทางการเคลื่อนของผ้ากรองสายพาน	9
2.4 เครื่องอัดลม (Air Compressor)	14
2.5 เครื่องทำลมแห้ง (Air Dryer)	15
2.6 ตัวกรองลมอัด (air filter: F)	16
2.7 ชุดควบคุมความดัน (air regulator: R)	16
2.8 ตัวผสมละอองน้ำมันหล่อลื่น (air lubricator: L)	16
2.9 Pressure Switch	17
2.10 Pressure Switchแบบ Piston	17
2.11 Pressure SwitchแบบDiaphragm	18
2.12 วาล์วที่ควบคุมทิศทางลมแบบ 2/2	18
2.13 Directional Control Valve	19
2.14 Manual / Mechanical Valve	19
2.15 Fluid Control Valve	19
2.16 วาล์วจำกัดความดัน (Relief valve)	20
2.17 STAINLESS STEEL TUBE	22
2.18 tafelon tube	22
2.19 Single acting cylinders	23
2.20 Double Acting Cylinders (DAC)	23
2.21 Rotary air cylinders	24
2.22 Rodless air cylinders	24
2.23 ตัวอย่างการติดตั้ง tube	25
2.24 ตัวอย่างการเปรียบเทียบ Strength ของ TUBE และ PIPE	26
2.25 ตัวอย่างแสดง PRESSUE DROP ของ PIPEกับTUBE	29
2.26 ตัวอย่างจำนวนการใช้ข้อต่อของ PIPE กับ TUBE	29
2.27 ตัวแปรของท่อ(TUBE VARIABLES)	30
2.28 Wrong Fuse panel blocked	33
2.29 Right Fuse panel clear	33
2.30 Wrong Neither pump nor motor for maintenance	33
2.31 pump unit connected properly to permit access	33
2.32 Wrong. Operating panel block	34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่	หน้า
2.33 Right.Operating panel clear	34
2.34 ตัวอย่างการทำ BAR RALL และอยู่ในระดับที่คนโหนไม่ได้	34
2.35 Tubing supported in long run	35
2.36 Lubrication with angle bracket support	35
2.37 Wrong.Strain is placed on tubing because valve is not restrained	35
2.38 Right.when valve is mounted to prevent rotation of the valve	35
2.39 Avoid this	36
2.40 Correct method	36
2.41 Wrong.Space wasted	36
2.42 Right.Installation is neater and Space is conserved	36
2.43 การติดตั้งที่ไม่เป็น loop	36
2.44 การติดตั้งที่ถูกต้องเป็น loop	37
2.45 ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการดัดท่อ	37
2.46 ตัวอย่างระยะและรัศมีการดัดที่เหมาะสม	38
2.47 ตัวอย่างระยะและรัศมีการดัดที่เหมาะสม	39
2.48 ตัวอย่างความยาวของ TUBE ที่เป็นเส้นตรงทั้งหมด	40
2.49 ส่วนประกอบของข้อต่อ	41
2.50 ลักษณะภายในของข้อต่อที่ติดตั้งอย่างถูกต้อง	43
2.51 สูตรคำนวณการรั่ว	44
2.52 American Standard Pipe Thread (NPT)	45
2.53 International Organization For standard (ISO7/1) Tapered.	45
2.54 American Standard Unified Screw Thread	46
2.55 International Organization For Standards (ISO 228/1) Parallel	46
2.56 International Organization For Standards (ISO Metric)	47
2.57 ตัวอย่างโปรแกรม Autocad2018	48
3.1 แผนการดำเนินงาน	50
3.2 Water Plant Overview	50
3.3 เครื่องรีดตะกอน (belt press machine)	51
3.4 อุปกรณ์สำหรับปรับตำแหน่งอัตโนมัติของตัวกรองที่ติดตั้งในแต่ละส่วน	53
3.5 การตรวจสอบกลไกทิศทางการเคลื่อนของผ้ากรองสายพาน	53
3.6 ทางเดินท่อลมและอุปกรณ์ทั้งหมดภายในเครื่องรีดตะกอน	57
3.7 pneumatic diagram ของเครื่องรีดตะกอน	58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่	หน้า
3.8 Tube bender size 3/8,1/4	61
3.9 Tube cuter	61
3.10 ประแจเลื่อน	61
3.11 คอม้า	62
3.12 ตัวอย่างการถอดและปิดรูของท่อลม	62
3.13 การวัดระยะความยาวของทางเดินท่อ	63
3.14 ตัวอย่างการตัด Tube	63
3.15 ตัวอย่างการดัด Tube	63
3.16 การติดตั้ง Tube เข้ากับอุปกรณ์ควบคุมลม	64
3.17 การไขTubeกับFittingเข้ากัน	64
3.18 การสร้างตัวสัพพอร์ตยึดท่อ	64
3.19 กิ๊บรัดท่อที่ตัดทำจากแผ่นอินซูเลชั่น	65
3.20 การยึดท่อลมด้วย U clamp lock	65
3.21 การยึดท่อลมด้วยกิ๊บล็อคจากแผ่นอินซูเลชั่น	65
3.22 การปรับปรุงท่อลมทั้งหมดภายในเครื่องรีดตะกอน	66
4.1 การปรับ Mechanical Valve ไปทางขวา	67
4.2 การปรับลูกสูบ Air cylinder เข้า	67
4.3 การปรับ Mechanical Valve ไปทางซ้าย	68
4.4 การปรับลูกสูบ Air cylinder ออก	68
4.5 limit switch ทางด้านขวาของเครื่อง	68
4.6 ลูกสูบ air cylinder ด้านซ้ายเคลื่อนที่ออก	68
4.7 limit switch ทางด้านซ้ายของเครื่อง	68
4.8 ลูกสูบ air cylinder ด้านซ้ายเคลื่อนที่เข้า	68

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 แผนการดำเนินงาน	3
2.1 เปรียบเทียบระบบนิวเมติกส์กับระบบไฮโดรลิค	12
2.2 เปรียบเทียบระบบนิวเมติกส์กับระบบไฟฟ้า	13
2.3 แสดงขนาดและความหนาของ pipe ที่ schedule ต่างๆ	26
2.4 แสดงขนาดและความหนาของ tube ตั้งแต่ 1/16” ถึง 2”	27
2.5 แสดงขนาดและความหนาของ tube ตั้งแต่ 1มม. ถึง 25มม.	28
2.6 ค่าอุณหภูมิสุงสุดในการใช้งานที่ TUBE แต่ละชนิดจะทนได้	30
2.7 แสดงความดันใช้งานของ COPPER TUBE ที่ขนาดต่างๆ	31
2.8 แสดงความดันใช้งานของ CARBON STEEL TUBE ที่ขนาดต่างๆ	31
2.9 แสดงความดันใช้งานของ STAINLESS STELL TUBE ที่ขนาดต่างๆ	32
2.10 แสดงค่า FACTOR ของวัสดุที่อุณหภูมิต่างๆ	32
2.11 ระยะและรัศมีการดัดที่เหมาะสม	38
2.12 รัศมีการดัดท่อ	39
2.13 Factor สำหรับการดัดท่อด้วยมุมต่างๆ	40
3.1 CM (Corrective Maintenance) ส่วน MI (Maintenance Instrument)	50
3.2 CM (Corrective Maintenance) ส่วน MM (Maintenance Mechanic)	51
3.3 ราคาผ้ากรองสายพานแต่ละชุด	52
3.4 การเปรียบเทียบคุณสมบัติของท่อPTFEกับท่อStainless steel	52
3.5 อุปกรณ์ที่สั่งซื้อ	54
4.1 CM (Corrective Maintenance) ส่วน MI (Maintenance Instrument)	65
4.2 CM (Corrective Maintenance) ส่วน MM (Maintenance Mechanic)	66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

บริษัท กัลฟ์ เอ็นเนอร์จี ดีเวลลอปเมนท์ จำกัด (มหาชน) หรือกัลฟ์ (Gulf) เป็นบริษัทธุรกิจหลักด้านการผลิตและจำหน่ายพลังงานไฟฟ้า ไอน้ำ และน้ำเย็น และธุรกิจอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง กัลฟ์ (Gulf) บริหารโครงการโรงไฟฟ้าก๊าซธรรมชาติ และโครงการโรงไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียนต่างๆ เช่น โรงไฟฟ้าแสงอาทิตย์ โรงไฟฟ้าชีวมวล ซึ่งให้บริการผลิตและจำหน่ายไฟฟ้าแก่ลูกค้าทั้งภาครัฐ (การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย หรือ กฟผ.) และภาคเอกชนในพื้นที่เขตนิคมอุตสาหกรรมหลักๆ ของประเทศไทย นอกจากการผลิตไฟฟ้าแล้ว โครงการโรงไฟฟ้าบางแห่งยังผลิตไอน้ำและน้ำเย็นให้แก่กลุ่มลูกค้าอุตสาหกรรมอีกด้วย นอกจากนี้บริษัทกัลฟ์ (Gulf) ยังให้บริการบริหารจัดการโครงการโรงไฟฟ้าต่างๆ ภายในกลุ่มบริษัท เริ่มตั้งแต่กระบวนการพัฒนาและก่อสร้างโครงการ ไปจนถึงการบริหารจัดการภายหลังที่โครงการเปิดดำเนินการเชิงพาณิชย์แล้ว

ปัจจุบัน กัลฟ์มีโครงการโรงไฟฟ้าที่เปิดดำเนินการเชิงพาณิชย์แล้วรวม 17 โครงการ ได้แก่ โครงการ IPP ก๊าซธรรมชาติ 2 โครงการ โครงการ SPP ก๊าซธรรมชาติ (Cogen) จำนวน 11 โครงการ และโครงการ VSPP พลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคา (Solar rooftop) จำนวน 4 โครงการ และมีโครงการโรงไฟฟ้าที่อยู่ระหว่างการก่อสร้างและพัฒนาจำนวน 11 โครงการ ได้แก่ โครงการ IPP ก๊าซธรรมชาติ 2 โครงการ โครงการ SPP ก๊าซธรรมชาติ (Cogen) จำนวน 8 โครงการ และโครงการ SPP ชีวมวล 1 โครงการ โดยบริษัท กัลฟ์ เจพี เอ็นเอส จำกัด (มหาชน) ซึ่งเป็นสถานที่ประกอบการปฏิบัติงานสหกิจ เป็นโครงการโรงไฟฟ้า IPP ก๊าซธรรมชาติมีกำลังการผลิต1600MW ที่ผลิตและจำหน่ายไฟฟ้าให้กับภาครัฐ (การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย หรือ กฟผ.) 100%

เนื่องจากโรงฟ้าหนองแซง(บริษัท กัลฟ์ เจพี เอ็นเอส จำกัด (มหาชน)) มีกระบวนการผลิตไฟฟ้าในรูปแบบของ Combine Cycle ที่ประกอบไปด้วย Gas Turbine และ Steam Turbine ซึ่งในกระบวนการผลิตไฟฟ้าในรูปแบบ Steam Turbine และกระบวนการต่างๆอีกมากมายนั้นจะต้องมีการใช้น้ำในกระบวนการผลิตรวมถึงนำมาใช้ในสาธารณูปโภคภายในโรงไฟฟ้าเป็นปริมาณมาก ดังนั้นจึงต้องมีการผลิตน้ำเพื่อนำมาใช้เอง โดยโรงไฟฟ้าหนองแซงได้สูบน้ำจากเขื่อนพระราม 6 เพื่อนำมาใช้ในการผลิตน้ำโดยผ่านกระบวนการปรับคุณภาพน้ำให้ได้ค่าที่เหมาะสมซึ่งกระบวนการในช่วง pretreatment นั้นน้ำที่สูบมาจากเขื่อนจะต้องผ่านการ Clarifier ซึ่งเป็นการทำให้ตกตะกอน ตะกอนหรือsludgeที่ได้จะถูกนำไปเข้าเครื่องรีดตะกอนที่เป็นเครื่องใช้สำหรับในการรีดตะกอนเพื่อแยกน้ำออกแล้วนำมาใช้ใหม่

จากระบบการทำงานของเครื่องรีดตะกอน ใช้การควบคุมด้วยระบบนิวแมติกส์ ซึ่งปัญหาที่เกิดขึ้นก่อนการปรับปรุงคือ ท่อลมแบบเก่าที่เป็นแบบเทปล่อนนั้นมีสภาวะการใช้งานที่ไม่เหมาะสมเนื่องจาก ถูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสงแดดและเศษน้ำตะกอนบวกกับแรงดันลมในท่อที่สูงเป็นเหตุให้มีการเสื่อมสภาพที่ไวขึ้นและเกิดการชำรุดหรือแตกมีลมรั่วอยู่เป็นประจำ ดังนั้นจึงได้จัดทำโครงการนี้ขึ้นมาเพื่อปรับปรุงและซ่อมแซมระบบนิวแมติกส์ของเครื่องรีดตะกอนในส่วนของท่อลม โดยเป็นเครื่องมีการทำงานโดยใช้แรงบีบอัดจากลูกกลิ้ง (Roller) ผ่านสายพานผ้ากรอง (Belt Filter Cloth) รีดน้ำตะกอน (Sludge) ออกให้เหลือเพียงกาก (Cake) โดยมีกระบอกลูกสูบลมเป็นตัวปรับความตึงของผ้ากรองสายผ่านและปรับตำแหน่งผ้ากรองสายผ่านให้อยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม ซึ่งปัญหาคือเกิดลมรั่วทำให้กระบอกลูกสูบลม มีแรงดันไม่พอในการปรับความตึงหรือปรับทิศทางของผ้ากรองสายพานจึงเป็นเหตุให้ผ้ากรองสายพานมีการชำรุดหรือฉีกขาดได้ และเมื่อเกิดเหตุดังกล่าวขึ้นจำเป็นต้องหยุดเครื่องรีดตะกอน เพื่อทำการเปลี่ยนสายลมใหม่ผลกระทบที่ตามมาขณะที่หยุดเดินเครื่องนั้นจะทำให้ตะกอนที่ยังค้างอยู่ในกระบวนการเกิดการแพ็คตัวจากการเดินเครื่องไม่ต่อเนื่องและเสียเวลาในการจัดการ sludge รวมถึงยังส่งผลต่อการผลิตน้ำเพื่อนำไปใช้ในกระบวนการผลิตไฟฟ้าได้ ดังนั้นจึงได้มีการปรับปรุงเปลี่ยนท่อลมแบบเทปล่อนเปลี่ยนเป็นแบบสเตนเลสทั้งระบบ เพื่อให้ท่อลมนั้นมีอายุการใช้งานที่ยาวนานไม่แตกหักง่ายทนต่อสภาพแวดล้อมต่างๆได้ดีเช่น แสงแดด แรงดันในท่อและปฏิกิริยาทางเคมีต่างๆ เป็นต้น

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1.2.1 เพื่อให้ท่อลมนั้นมีอายุการใช้งานที่ยาวนานขึ้นไม่แตกหักง่ายทนต่อสภาพแวดล้อมต่างๆได้ดีเช่น แสงแดด แรงดันในท่อ ปฏิกิริยาทางเคมีต่างๆ เป็นต้น

1.2.2 เพื่อลดค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงในส่วนของอุปกรณ์อื่นๆที่ได้รับผลจากท่อลมชำรุดเช่น ผ้ากรองสายพาน เป็นต้น

1.2.3 เพื่อศึกษาอุปกรณ์และกระบวนการทำงานต่างๆภายในเครื่องรีดตะกอน

1.2.4 วัดและออกแบบเลือกวัสดุอุปกรณ์ที่เหมาะสมรวมถึงการติดตั้งที่ถูกต้อง

1.2.5 เพื่อลดระยะเวลาในการจัดการ sludge เมื่อการเดินเครื่องเป็นไปอย่างต่อเนื่อง

1.2.6 เพื่อลดเวลาการทำงานของพนักงานในโรงไฟฟ้ากัลฟ์หนองแซงที่ควบคุมเครื่องรีดตะกอน และช่างซ่อมบำรุง

1.2.7 เพื่อเรียนรู้กระบวนการทำงานทางด้านวิศวกรรมการวัดคุมและกระบวนการผลิตน้ำในโรงฟ้าหนองแซง (บริษัท กัลฟ์ เจพี เอ็นเอส จำกัด (มหาชน))

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตของโครงการ

ศึกษากระบวนการผลิตน้ำและกระบวนการทำงานต่างๆภายในเครื่องรีดตะกอนเพื่อวิเคราะห์และประเมินปัญหาต่างๆที่เกิดขึ้นภายในเครื่องรีดตะกอนที่ส่งผลกระทบต่ออุปกรณ์อื่นๆภายในเครื่องหรือส่งผลต่อกระบวนการผลิตน้ำและดำเนินการแก้ไขโดยการจัดหาซื้อวัสดุอุปกรณ์ที่ต้องใช้ให้เหมาะสมและทำการวัดออกแบบขนาดความยาวของ tube, fitting, clamp rock รวมถึงการติดตั้ง tube ให้มีความถูกต้องเป็นระเบียบเรียบร้อยและง่ายต่อการซ่อมบำรุง ไม่กีดขวางเครื่องจักรหรืออุปกรณ์อื่นๆ

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินงาน

NO	DESCRIPTION	AUGUST				SEPTEMBER				OCTOBER				NOVEMBER			
1	study process of power plant and water plant		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓				
2	study the equipment and process in belt press		✓	✓	✓												
3	Analyze and evaluate problems from belt press		✓	✓	✓												
4	resolution				✓												
5	Design				✓	✓											
6	purchase					✓											
7	Installation						✓	✓	✓	✓	✓						
8	Test and follow result of Actual operate										✓	✓	✓	✓	✓	✓	

1.4 วิธีการดำเนินงาน

1.4.1 ตรวจสอบและประเมินอุปกรณ์ที่จะทำการปรับปรุง

1.4.2 ออกแบบ layout การติดตั้งอุปกรณ์

1.4.3 จัดซื้ออุปกรณ์ตามที่ได้ออกแบบไว้

1.4.4 ติดตั้งอุปกรณ์ตามlayoutที่ได้ออกแบบไว้

1.4.5 ทดสอบการทำงานจริง

1.4.5.1 ทดสอบการทำงานเมื่อมีการเดินเครื่องรีดตะกอนและตรวจสอบ tube, fitting, limit switch ทำงานได้อย่างถูกต้องและไม่เกิดการรั่วของลม

1.4.5.2 ทำการปรับปรุงแก้ไขหากผลการดำเนินงานไม่เป็นไปตามที่คาดหวัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ประโยชน์ที่ได้รับ

1.5.1 ท่อลมของเครื่องรีดตะกอนมีอายุการใช้งานที่มากขึ้นไม่แตกหักง่ายทนต่อสภาพแวดล้อมต่างๆ เช่น แสงแดด ความดันลม และปฏิกิริยาทางเคมีต่างๆ ได้ดี

1.5.2 ลดค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงในส่วนของอุปกรณ์อื่นๆที่ได้รับผลจากท่อลมชำรุดเช่น ผ้ากรอง สายพาน เป็นต้น

1.5.3 ลดเวลาการทำงานของพนักงานในโรงไฟฟ้ากัลฟ์หนองแซงที่ควบคุมเครื่องรีดตะกอนและช่างซ่อมบำรุง

1.5.4 ลดเวลาในการจัดการตะกอนเมื่อเครื่องเดินไปอย่างต่อเนื่องและไม่เกิดการชำรุดของอุปกรณ์

1.5.5 มีความรู้ความเข้าใจในการออกแบบและติดตั้งท่อลมมากขึ้นและยังสามารถไปประยุกต์ใช้ได้กับงานอื่นๆในอนาคต

1.5.6 มีความเข้าใจในระบบการทำงานของเครื่องรีดตะกอนรวมไปถึงการซ่อมบำรุงอุปกรณ์ต่างๆในระบบนิวแมติกส์ภายในเครื่อง

1.5.7 สามารถนำความรู้ที่ได้ไปถ่ายทอดให้กับคนที่สนใจเข้าใจได้

1.5.8 ได้ทักษะการทำงานและความรู้เกี่ยวกับกระบวนการผลิตน้ำและไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

หลักการทำงานของเครื่องรีดตะกอนและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 บทนำ

ในการปรับปรุงเครื่องรีดตะกอนที่มีการควบคุมด้วยระบบนิวแมติกส์ สำหรับการออกแบบเพื่อปรับปรุงท่อลม ที่อยู่ในส่วนกระบวนการทำงานของระบบนิวแมติกส์ นั้นจึงต้องมีความรู้ความเข้าใจในการทำงานของเครื่องและอุปกรณ์ต่างๆที่ใช้ในระบบเพื่อให้สามารถปรับปรุงเครื่องรีดตะกอนขึ้นมาได้ ซึ่งจะต้องมีความรู้พื้นฐานเพื่อใช้ในการเลือกวัสดุและขนาดของอุปกรณ์ เช่น tubes กับ fitting รวมถึงการติดตั้งที่เหมาะสมภายในเครื่อง

2.2 belt press

Belt press machine คือ

เครื่องรีดตะกอน (belt press) คือ เครื่องกรอง (filter) ประเภทหนึ่ง ซึ่งใช้เพื่อการแยก (separation) ของเหลวออกจากกากหรือตะกอน โดยใช้สายพาน (belt) ทำหน้าที่รีดของเหลวออก เครื่องรีดตะกอน (Belt Press) ได้ถูกออกแบบมาให้ใช้สำหรับงานบำบัดตะกอนจากน้ำเสียชุมชน หรืออุตสาหกรรม ในระบบบำบัดน้ำเสีย เนื่องจากสามารถจัดการตะกอนได้อย่างต่อเนื่องและได้ปริมาณตะกอนแห้ง (Sludge Cake) ออกมาค่อนข้างมาก ซึ่งปริมาณการรีดตะกอนจะขึ้นอยู่กับขนาดหน้ากว้างของสายพานรีดตะกอน (Sludge Belt) อัตราการรีดตะกอนสำหรับสายพานขนาดหน้ากว้าง 1 เมตรจะอยู่ที่ประมาณ 90 ถึง 400 กก./ชม. ความแห้งของตะกอนที่ได้โดยทั่วไปจะอยู่ระหว่าง 16% ถึง 50% ขึ้นอยู่กับชนิดและลักษณะของน้ำตะกอนเข้า

ภาพที่ 2.1 เครื่อง Belt Press

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 องค์ประกอบของ Belt press machine

2.3.1 โครงเครื่อง (Main Frame)

มีลักษณะเป็นโครงเหล็กด้านซ้ายและขวาประกอบกันให้มีขนาดหน้ากว้างเหมาะสมกับหน้ากว้างของสายพานรีดตะกอนเชื่อมประกอบกันอย่างแข็งแรง ส่วนตรงกลางจะเป็นที่ว่างสำหรับรองรับชุดลูกกลิ้ง (Rollers) และสายพานรีดตะกอน (Sludge Belt) โดยปกติโครงเครื่องทำจากเหล็กแบบ SS400 หรือ สเตนเลสแบบ SUS304

2.3.2 ชุดลูกกลิ้ง (Rollers)

ประกอบด้วยลูกกลิ้งหลายแบบตามแต่หน้าที่การทำงาน ได้แก่ ลูกกลิ้งรีดน้ำ (Drainage Roller) ลูกกลิ้งบีบตะกอน (Pressing Roller) ลูกกลิ้งปรับความตึงสายพาน (Tension Roller) ลูกกลิ้งปรับทิศทางสายพาน (Tracking Roller) และลูกกลิ้งขับสายพาน (Driving Roller) โดยลูกกลิ้งรีดน้ำ (Drainage Roller) เป็นส่วนสำคัญในการแยกน้ำออกจากตะกอนมีลักษณะเป็นลูกกลิ้งเจาะรู (Perforated Roller) ทั่งผิวลูกกลิ้ง มีขนาดรูอย่างน้อย 18 มม.เพื่อให้น้ำออกได้ง่าย มักจะถูกออกแบบให้มีจำนวน 2 ลูกต่อเครื่อง ที่ปลายเพลาของลูกกลิ้งทั้งหลายจะประกอบเข้ากับแบริ่ง (Bearing) และยึดติดเข้ากับโครงเครื่องด้านข้าง โดยปกติลูกกลิ้งรีดน้ำ ลูกกลิ้งบีบตะกอน และลูกกลิ้งปรับความตึงสายพานทำจากเหล็กแบบ SS400 ชุบด้วยกัลวาไนซ์ ส่วนลูกกลิ้งปรับทิศทางสายพานและลูกกลิ้งขับสายพานจะทำจากเหล็กแบบ SS400 แล้วเคลือบด้วยยางแบบ NBR หรือวัสดุอื่นตามแต่ผู้ผลิต

2.3.3 สายพานรีดตะกอน (Sludge Belt)

เป็นสายพานที่ต้องมีความแข็งแรงทนต่อแรงดึงสูง สายพานที่นิยมใช้โดยทั่วไปจะเป็นแบบท่อโดยเส้นเดี่ยว (Monofilament) และทำมาจากโพลีเอสเตอร์ (Polyester)

2.3.4 ชุดปรับความตึง (Belt Tension Set)

เป็นชุดปรับความตึงของสายพานใช้งานร่วมกับลูกกลิ้งปรับความตึง (Tension Roller) โดยประกอบกับลูกกลิ้งที่ปลายเพลาทั้งสองเพื่อดึงสายพานที่แกนเพลา สามารถเลือกใช้กระบอกลม (Pneumatic Cylinder) หรือกระบอกไฮดรอริก (Hydraulic Cylinder) ก็ได้ขึ้นอยู่กับผู้ผลิต ทั้งนี้ต้องมีการความคุมความตึงของสายพานให้มีความเหมาะสม หรือประมาณ 3 ถึง 7 kW เป็นต้น

2.3.5 ชุดปรับทิศทางสายพาน (Belt Tracking Set)

เป็นชุดที่ใช้สำหรับปรับทิศทางของสายพานเมื่อสายพานเริ่มมีการเคลื่อนที่ ออกนอกทิศทางบนลูกกลิ้ง ชุดปรับทิศทางสายพานจะติดตั้งด้านข้างเครื่องที่ปลายของเพลาด้านหนึ่งของลูกกลิ้งปรับทิศทางสายพาน สามารถเลือกใช้กระบอกลม (Pneumatic Cylinder) หรือกระบอกไฮดรอริก (Hydraulic Cylinder) ในการเคลื่อนตัวลูกกลิ้งเพื่อปรับสายพานก็ได้ขึ้นอยู่กับผู้ผลิต หนึ่งชุดจะใช้ปรับสายพานหนึ่งเส้น โดยปกติอุปกรณ์ควบคุมการปรับฯ มีอยู่หลายแบบขึ้นอยู่กับผู้ผลิต เช่น แบบใช้ลมควบคุม (Pneumatic Control) และแบบใช้แสงควบคุม (Photo Sensor) เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.6 ชุดล้างสายพาน (Wash Water Pipe)

เป็นชุดท่อน้ำล้างสายพาน ติดตั้งภายในเครื่องวางอยู่ด้านหลังสายพาน ความยาว ของท่อช่วงล้างสายพานจะเท่ากับความกว้างของสายพานและบนท่อจะมีหัวฉีดแบบม่านน้ำ (Flat Spray Nozzles) ยึดติดอยู่ เป็นระยะอย่างเหมาะสม หนึ่งชุดท่อล้างสายพานจะใช้สำหรับล้างสายพานหนึ่งเส้น ท่อล้างสายพานทำจากท่อเหล็กแบบ SS400 ชุบด้วยกัลวาไนซ์ หรือสแตนเลสแบบ SUS304 และหัวฉีดทำจากทองเหลือง หรือวัสดุอื่นที่เหมาะสม

2.3.7 ใบกวาดตะกอน (Cake Scraper)

เป็นใบปาดที่ติดตั้งอยู่ตรงทางออกของตะกอนแห้งเพื่อกวาดตะกอนให้ออกลงมาจากเครื่อง ใบปาดตะกอนทำมาจากพลาสติกแบบ Polyethylene (PE)

2.3.8 ตู้ควบคุมเครื่องจักร (Control Panel)

จะกล่าวถึงการควบคุมโดยทั่วไป การควบคุมเครื่องจักรจะขึ้นอยู่กับชนิดของเครื่องและอุปกรณ์ที่ใช้อยู่ในระบบเป็นหลัก และสามารถเลือกใช้ได้ 2 แบบ ได้แก่ แบบแมนนวล (Manual) และแบบอัตโนมัติหรือกึ่งอัตโนมัติ (Auto or Semi-Auto) โดยแบบ Manual ผู้ใช้งานสามารถเปิดปิดเครื่องได้ตามที่ต้องการ แบบอัตโนมัติหรือ กึ่งอัตโนมัติจะควบคุมการรีดตะกอนร่วมกับอุปกรณ์อื่นอย่างต่อเนื่อง ระบบจะควบคุมอุปกรณ์ต่างๆ ให้ทำงานเป็นขั้นตอนเรียงลำดับก่อนหลัง เช่น เดินระบบลมเข้าก่อน จากนั้นจึงเริ่มเดินเครื่อง และน้ำล้างสายพาน เป็นต้น

2.4 หลักการทำงานของ Belt press machine

2.4.1การทำงานง Belt press machine นั้นจะแบ่งโซนการทำงานเป็น 4 โซน ได้แก่

-Rotary Dewatering Zone

-Gravity Dewatering Zone

-Compression Dewatering Zone (low pressure)

-Compression Dewatering Zone (high pressure)

2.4.2 ส่วนของขั้นตอนทำงานของ Belt press machine

สามารถแบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่1> sludge mixing

เป็นการนำกากตะกอนไปผสมกับพอลิเมอร์ซึ่งจะเป็นการเปลี่ยนลักษณะทางกายภาพและทางเคมีเพื่อลดพันธะระหว่างตะกอนกับน้ำและเพิ่มการเกาะตัวกันมากขึ้นของตะกอน

ขั้นตอนที่2> Pre-Dewatering (Rotational Dewatering)

หลังจากตะกอนมีการเกาะตัวกันมากขึ้นมีสภาพเป็นกากตะกอนจะเข้าสู่ตัวกรองที่เป็นแบบ Rotaryและจะถูกโยนลงไปเกิดการพลิกตัวไปมาของตะกอน เนื่องจากการหมุนของตะกอนจะได้น้ำจากกากตะกอนที่แยกออกจากกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนที่3> Gravity Dewatering

ส่วนของตะกอนจากขั้นตอนที่แล้วก็จะไหลเข้าไปในตัวกรองที่เป็นลักษณะลูกกลิ้งบิดตัวไปมาซึ่งภายในนั้นจะมีการสั่นด้วยความถี่ต่ำๆซึ่งจะกรองน้ำจากตะกอนและปล่อยเข้าไปยังส่วนของcompression Dewatering

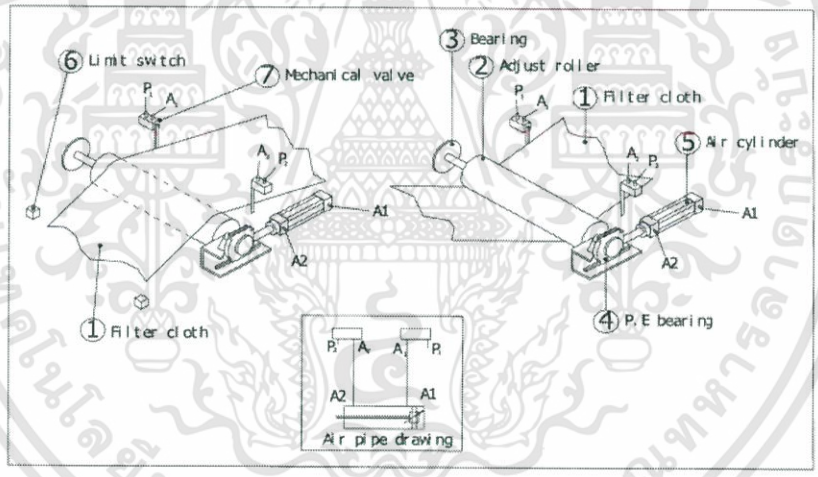
ขั้นตอนที่4> compression (low pressure) Dewatering

หลังจากผ่านขั้นตอน Gravity Dewatering กากตะกอนจะค่อยๆถูดบีบอัดที่มีลักษณะรูปลิ่มจากนั้นกากตะกอนบางส่วนจะผ่านเข้าไปในส่วนของ high pressure Dewatering

ขั้นตอนที่5> high pressure(shear) Dewatering

เมื่อตะกอนเข้าสู่ขั้นตอนรีดด้วยแรงดันสูงโดยมีลูกกลิ้งชนิด s ที่เป็นตัวรีดตะกอนโดยใช้แรงเฉือนทำให้กากตะกอนนั้นกลายเป็นกากตะกอนที่มีความชื้นเหลือน้อยมากๆด้วยแรงเฉือนที่แรงดันสูงจากผ้ากรองสายพานทั้งสอง

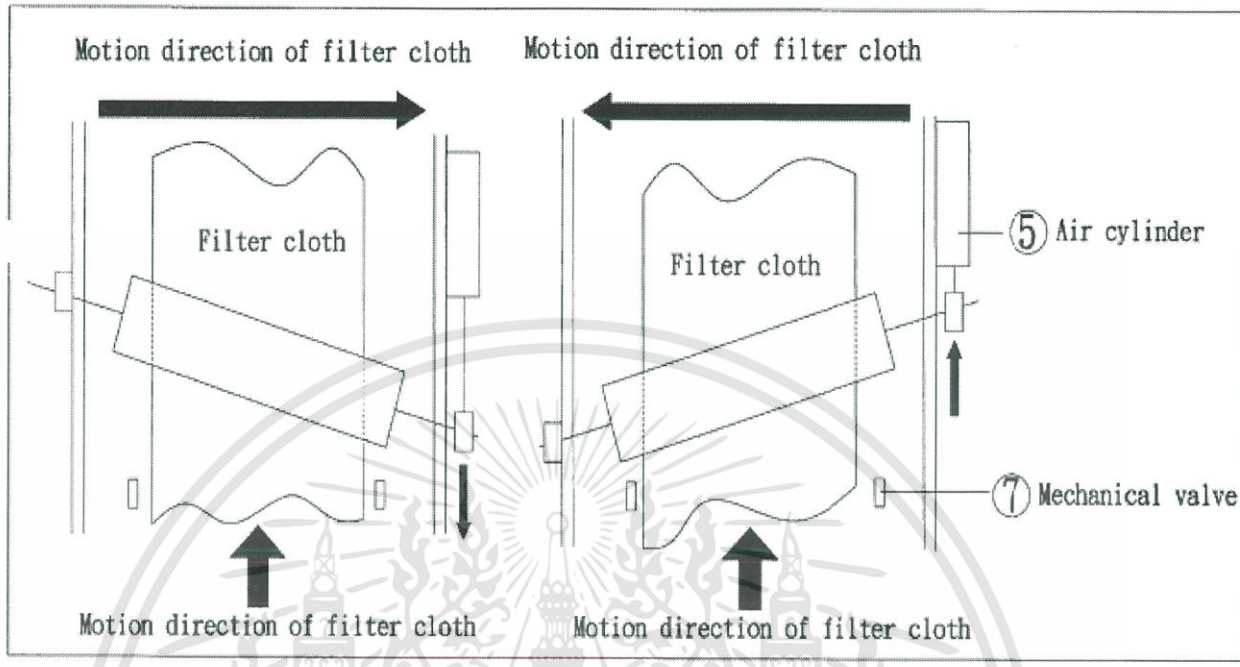
2.4.3 การปรับตำแหน่งของผ้ากรองสายพาน



ภาพที่ 2.2 อุปกรณ์สำหรับปรับตำแหน่งอัตโนมัติของตัวกรองที่ติดตั้งในแต่ละส่วน

- เมื่อ limit switch ที่ตำแหน่ง A1ทำงาน Air Cylinder จะดันลูกสูบออก
- เมื่อ limit switch ที่ตำแหน่ง A2 ทำงาน Air Cylinder จะดันลูกสูบเข้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.3 การตรวจสอบกลไกทิศทางการเคลื่อนของผ้ากรองสายพาน

- เมื่อ Air Cylinder ที่อยู่ทางขวาดันลูกสูบออกผ้ากรองสายพานจะเคลื่อนที่ไปทางขวา
- เมื่อ Air Cylinder ที่อยู่ทางขวาดันลูกสูบเข้าผ้ากรองสายพานจะเคลื่อนที่ไปทางซ้าย

2.5 ระบบนิวแมติกส์

2.5.1 ประวัติความเป็นมา

ระบบนิวแมติกส์ หมายถึง ระบบทำงานโดยใช้อากาศเป็นตัวส่งกำลังในการขับเคลื่อนอุปกรณ์ทำงานของเครื่องจักรต่างๆ เช่น กระบอกสูบลม หรือมอเตอร์ลม เป็นต้น

นิวแมติกส์ (pneumatic) มาจากคำว่า นิวมา (pneuma) เป็นภาษากรีกโบราณ หมายถึง ลมหรือลมหายใจ ทางปรัชญา หมายถึง วิญญาณ เป็นการศึกษาเกี่ยวกับลมและลมที่เคลื่อนที่ ลมอัดจึงเป็นพลังงานเก่าแก่ที่มนุษย์รู้จักนำมาใช้ประโยชน์เป็นเวลาหลายพันปีมาแล้ว

ประมาณ 3 , 000 ปี ก่อนคริสต์ศักราช มนุษย์ได้รู้จักวิธีการถลุงแร่ ทองคำ ทองแดง ดีบุก และใช้ลูกสูบเป่าไฟในการช่วยถลุงแร่ ต่อมาเทซิเบียส (Ktesibios) ชาวกรีกโบราณได้สร้างปืนใหญ่โดยใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลมอัดเป็นตัวส่งกำลังเมื่อ 2,000 กว่าปีมาแล้ว และคนป่าได้ใช้ลมอัดเป่าลูกดอกจากกระบอกไม้ไผ่สำหรับหาอาหารหรือป้องกันตัว ในส่วนของการพัฒนาทางอุตสาหกรรม มีการคิดค้นเครื่องมือใช้ลมอัดเป็นตัวส่งกำลัง เช่น การทำเหมืองแร่ การเจาะอุโมงค์ การสร้างทางรถไฟ ก่อนปี ค.ศ. 1860 เจอร์เมน ซัมเมลเลอร์ (Grmain Soommeiller) ได้ประดิษฐ์เครื่องเจาะหินสร้างอุโมงค์ที่เมาท์ซีนิส (Mt. Cenes) ประเทศสวิตเซอร์แลนด์

นอกจากนี้ปี ค.ศ. 1927 บริษัท มาสชิเนเฟบริก เอสลิงเจน (Maschinenfabrick Esslengen) ประเทศเยอรมนี ได้สร้างรถจักร ดีเซลที่ใช้นิวแมติกส์เป็นตัวส่งกำลัง โดยใช้มอเตอร์ชนิดดีเซลขับเครื่องอัดลมไปยังกระบอกสูบ 2 ตัวโดยผ่านตัวปรับความดันทำนองเดียวกับแรงอัดของเครื่องไอน้ำ แต่มีปัญหายุ่งยากมากจึงไม่มีการสร้างรถจักรดีเซลชนิดนิวแมติกส์ ปัจจุบันรถจักรดีเซลจะทำงานโดยใช้ไฮดรอลิกเป็นตัวส่งกำลัง และยังมีเครื่องมือขนาดเล็กที่ใช้หลักการอัดลม เช่น ค้อนลม เครื่องไสไม้ สว่าน เครื่องขัดกระดาษทราย เครื่องเลื่อย เป็นต้น

การใช้เครื่องจักรแทนแรงคน ทำให้ลมอัดเป็นที่นิยมกันอย่างแพร่หลายในโรงงานอุตสาหกรรม โดยวิวัฒนาการจากการใช้ระบบการทำงานง่ายๆ แบบธรรมดาเป็นการทำงานโดยอัตโนมัติ เช่น เบรกลมของรถไฟ การจับยึดชิ้นงาน สายพานลำเลียง แขนกล (robot) และอื่นๆและใน ปัจจุบันได้ มีการนำลมอัดมาใช้สำหรับงานต่าง ๆ อย่างกว้างขวาง ได้แก่ งานการประกอบชิ้นส่วนในโรงงานอุตสาหกรรม งานการบรรจุหีบห่อ งานด้านกระบวนการผลิตอาหาร งานเชื่อมโลหะ งานขนย้ายวัสดุที่มีน้ำหนักเบา งานพิมพ์ และงานอื่น ๆ อีกมากมาย

2.5.2 ลักษณะเฉพาะที่สำคัญ

ลักษณะเฉพาะที่สำคัญทางนิวแมติกส์สามารถนำมาเปรียบเทียบกับระบบไฮดรอลิกได้ดังต่อไปนี้

1.โดยทั่วไปวงจรนิวแมติกส์มีค่าความดันระหว่าง 4-7 กิโลกรัมแรง/ตารางเซนติเมตร (kgf-cm2) ซึ่งมีค่าน้อยกว่าความดันที่ใช้ในวงจรไฮดรอลิก ดังนั้น จึงเหมาะสำหรับงานเบา ๆ

2.แม้ว่ากำลังทางนิวแมติกส์จะมีประสิทธิผลน้อยกว่ากำลังทางไฮดรอลิกในเรื่องการควบคุมความเร็วรอบหมุนและการหมุนระหว่างกลาง เพราะคุณสมบัติอัดตัวได้ง่ายของลม แต่พลังงานนิวแมติกส์สามารถเก็บไว้ได้ในถังเก็บ ในกรณีของการทำงานแบบเป็นช่วง อาจใช้เครื่องอัดอากาศที่มีความจุขนาดเล็กแล้วเก็บพลังงาน นิวแมติกส์ไว้ใช้งานหนักในระยะเวลาอันสั้น

3.ลมอัดมีความต้านทานในการไหลน้อย จึงสามารถทำงานได้เร็วกว่ากำลังในระบบไฮดรอลิก

4.พลังงานในระบบนิวแมติกส์จะถูกส่งผ่านท่อเพื่อขับให้กลไกลทำงานที่ความเร็วต้องการได้อย่างอิสระโดยเครื่องควบคุมความเร็วและที่แรงขับเคลื่อนที่ต้องการโดยวาล์วควบคุมความดัน

5.ระบบไฮดรอลิกมักมีการรั่วไหลของน้ำมัน ซึ่งอาจจะทำให้เกิดไฟไหม้ หรือ ทำให้เกิดสิ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สกปรกขึ้นในขณะที่ในระบบลมอัดไม่มีปัญหาดังกล่าวเกิดขึ้นถ้าวงจรถูกสร้างขึ้นอย่างถูกต้อง

6.ในโรงงานส่วนใหญ่ ลมอัดถูกนำมาใช้ประโยชน์สำหรับงานอื่นอยู่แล้ว แต่สำหรับระบบไฮดรอลิกจำเป็นต้องมีชุดต้นกำลัง(PowerUnit)

7.ระบบไอรดรอลิกมีขอบเขตอุณหภูมิการทำงานต่ำ คือ ระหว่าง 60-70 องศาเซลเซียส เมื่อเปรียบเทียบกับระบบลมอัดแล้วระบบลมอัดมีความสามารถในการมใช้งานโดยที่อุณหภูมิสูงถึง160 องศาเซลเซียส ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการเลือกอุปกรณ์การทำงานที่เหมาะสม

2.5.3 การใช้อากาศอัดเป็นตัวกลาง

เนื่องจากระบบอัตโนมัติ โดยเฉพาะในระบบอัตโนมัติเล็ก ๆ มีปัญหาบางอย่างทำให้พบว่าไม่มีตัวกลางการทำงานใดที่สามารถนำมาใช้ได้ง่ายกว่าและประหยัดกว่าระบบนิวแมติกส์ดังนั้นข้อดี ของระบบนี้อาจแบ่งหัวข้อได้ดังต่อไปนี้

1.อากาศมีปริมาณที่ไม่จำกัดในทุก ๆ แห่ง

2.อากาศอัดสามารถส่งผ่านไปตามท่อได้ง่าย แม้ว่าจะมีระยะทางไกลก็ตาม

3.อากาศอัดสามารถกักเก็บไว้ได้

4.อากาศอัดไม่มีความจำเป็นจะต้องส่งกลับมา สามารถระบายทิ้งไปในบรรยากาศได้หลังจากการใช้งานแล้ว

5.อากาศอัดไม่มีความรู้สึกไวต่อความเบี่ยงเบนของอุณหภูมิ ซึ่งทำให้การทำงานมีความแน่นอนสูง แม้ว่าจะอยู่ในสภาวะ อุณหภูมิสูงมาก ๆ ก็ตาม

6.อากาศอัดไม่เกิดการระเบิดง่าย ดังนั้นจึงไม่มีความจำเป็นต้องมีอุปกรณ์พิเศษราคาแพงอื่น ๆ เพื่อใช้ป้องกันการระเบิด

7.อากาศมีความสะอาดในระดับหนึ่ง ซึ่งมีความสำคัญมากโดยเฉพาะในกรณีอุตสาหกรรมที่ เกี่ยวกับอาหาร การทอผ้า ผ้าขนสัตว์ และเครื่องหนัง

8.ชิ้นส่วนของการทำงานสำหรับอากาศอัดเป็นแบบง่าย ๆ และมีราคาถูกในการสร้าง

9.อากาศอัดมีความเร็วสูง ดังนั้นอัตราความเร็วของการทำงานจะสูงด้วย

10.ความเร็วและแรงของอุปกรณ์ทำงานในระบบนิวแมติกส์ สามารถปรับแต่งได้ตามต้องการ

11.เครื่องมือและอุปกรณ์ทำงานระบบนิวแมติกส์ สามารถป้องกันงานเกินกำลังได้

12.การเคลื่อนที่ในทางตรง สามารถทำงานได้โดยตรง

นอกจากข้อดีดังกล่าวมาแล้วนั้นระบบที่ใช้อากาศอัดก็มีข้อเสียเช่นเดียวกันดังตัวอย่างดังต่อไปนี้

1.อากาศอัดเป็นตัวกลางที่ค่อนข้างแพงเมื่อเปรียบเทียบกับการแปลงของพลังงานอื่นๆ (อย่างไรก็ตามจะถูกชดเชยจากราคาของอุปกรณ์ที่มีราคาถูกและเป็นแบบง่ายๆ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.อากาศอัดต้องการสภาวะแวดล้อมที่ดีต้องไม่มีฝุ่นหรือความชื้น

3.เป็นไปได้ยากที่จะได้ความเร็วของกระบอกสูบให้มีค่าคงที่สม่ำเสมอ

4.อากาศอัดจะประหยัดเฉพาะที่ใช้แรงขยายถึงจุดหนึ่งเท่านั้น โดยปกติแล้วใช้ความดันที่ 600 kPa (6 bar) ข้อจำกัดของแรงอยู่ที่ประมาณ 20,000-30,000 นิวตัน ขึ้นอยู่กับความเร็วและระยะทางที่ทำงานถ้าต้องการแรงมากกว่านี้ควรใช้ระบบไฮดรอลิก

5.การระบายออกของอากาศมีเสียงดัง(ปัจจุบันมีทางแก้ไขคือใช้อุปกรณ์เก็บเสียง)

6.ละอองของน้ำมันผสมกับอากาศที่ใช้สำหรับหล่อลื่นในระบบนิวแมติกส์จะถูกระบายออกสู่บรรยากาศ ทำให้เกิดมลภาวะ (ปัจจุบันสามารถหลีกเลี่ยงได้ โดยใช้อุปกรณ์ชนิดที่ไม่ต้องการสารหล่อลื่น (non-lubricated)

ตารางที่ 2.1 เปรียบเทียบระบบนิวเมติกส์กับระบบไฮโดรลิค

ระบบนิวแมติกส์	ระบบไฮดรอลิก
1. ความดันใช้งานประมาณ 6 บาร์ (bar) ไม่เกิน 10 บาร์ (bar) ถ่ายทอดกำลังงานได้น้อย	1. ความดันใช้งาน 60 บาร์ (bar) ถ่ายทอดกำลังงานได้มาก
2. ลมอัดมีการยุบตัวเมื่อมีอุณหภูมิเปลี่ยนหรือถูกแรงกด ทำให้ก้านสูบเคลื่อนที่ไม่สม่ำเสมอ	2. น้ำมันมีความหนาแน่นมากกว่า โอกาสยุบตัวมีน้อย
3. ลมอัดสะอาดไม่ต้องมีท่อไหลกลับ	3. อาจมีการรั่วไหลของน้ำมัน ทำให้เกิดอันตรายได้และมีท่อไหลกลับลงถัง
4. อุปกรณ์มีขนาดเล็ก ราคาถูก	4. อุปกรณ์มีขนาดใหญ่ ราคาแพง
5. ไม่เกิดอันตราเมื่อเกิดอุบัติเหตุ เพราะลมอัดไม่ติดไฟและไม่ระเบิด	5.เมื่อเกิดอุบัติเหตุจากท่อแตกและเกิดอันตรายมากเพราะน้ำมันไฮดรอลิก ติดไฟได้
6. อุณหภูมิใช้งานสูง ประมาณ 160 องศาเซลเซียส	6. อุณหภูมิใช้งานไม่เกิน 70 องศาเซลเซียส
7. ต้องมีอุปกรณ์ช่วยผสมน้ำมันหล่อลื่น	7. อุปกรณ์หล่อลื่นด้วยตนเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 เปรียบเทียบระบบนิวแมติกส์กับระบบไฟฟ้า

หัวข้อเปรียบเทียบ	ระบบนิวแมติกส์	ระบบไฟฟ้า
ต้นกำลัง	เครื่องอัดอากาศหรือคอมเพรสเซอร์	เครื่องกำเนิดไฟฟ้า
อุปกรณ์ควบคุม	วาล์วควบคุมทิศทาง วาล์วปรับอัตราการไหล วาล์วควบคุมความดัน	สวิตช์ รีเลย์
อุปกรณ์ทำงาน	กระบอกสูบ มอเตอร์ลม	มอเตอร์ไฟฟ้า หลอดไฟ
อุปกรณ์ส่งกำลัง	ท่อลม	สายไฟ

2.5.4 ข้อดีของลมอัด

1.ลมอัดสะอาดและมีความปลอดภัย หากมีการรั่วก็ไม่เป็นอันตราย สามารถปล่อยสู่บรรยากาศได้โดยไม่มีผลเสียต่อสิ่งแวดล้อมและไม่ก่อให้เกิดอันตราย

2.มีปริมาณไม่จำกัด

3.การเก็บลมอัดไว้ในถังทำให้สามารถใช้งานได้ตามต้องการและอุปกรณ์ทำงานได้อย่างต่อเนื่อง

4.ไม่เกิดการระเบิดหรือติดไฟกรณีมีการรั่วซึมทำให้ไม่ต้องมีอุปกรณ์ป้องกันราคาแพง

5.อุณหภูมิใช้งานสูง

6.อุปกรณ์มีโครงสร้างง่าย ราคาถูก ทนทาน ซ่อมบำรุงรักษาง่าย

7.สามารถส่งถ่ายไดระยะทางไกลๆ ไม่ต้องมีท่อลมกลับสามารถปล่อยทิ้งได้เลยเมื่อใช้แล้ว

8.สามารถควบคุมความเร็ว ความดัน ด้วยอุปกรณ์ที่ง่ายและราคาถูก

9.สามารถใช้งานเกินกำลัง (over load) โดยอุปกรณ์ไม่เกิดความเสียหาย

2.5.5 ข้อเสียของลมอัด

1.ลมอัดมีความชื้นและฝุ่นละออง จึงต้องมีอุปกรณ์กรองความชื้นและฝุ่นละอองก่อนำไปใช้

2.ลมอัดมีเสียงดังขณะระบายทิ้ง จึงต้องมีอุปกรณ์เก็บเสีย

3.ความดันของลมอัดเปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิทำให้ลูกสูบเคลื่อนที่ไม่สม่ำเสมอ

4.ลมอัดทำงานได้ที่ความดันจำกัดประมาณ 7 barหรือได้แรงในช่วง20,000 - 30,000 นิวตัน

5.ลมอัดเป็นตัวกลางที่ราคาแพงเมื่อเปรียบเทียบกับระบบเปลี่ยนแปลงพลังงานอื่น ๆ แต่ก็ได้รับการชดเชยจากราคาของอุปกรณ์บางชิ้นที่มีราคาถูกและมีสมรรถนะ (จำนวนรอบของการทำงานที่สูงกว่า)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 ส่วนประกอบของระบบนิวแมติกส์

2.6.1 Air Supply แบ่งออกเป็น 2 ชนิด

Service air คือ ลมที่เอามาใช้ทั่วไป เช่น ใช้กับเครื่องมือลม ใช้เป่าทำความสะอาดอุปกรณ์หรือเครื่องจักร

Instrument air คือ คืออากาศสำหรับอุปกรณ์ควบคุม ซึ่งอาจเป็นอากาศที่ใช้ในการรับส่งสัญญาณควบคุม (ระบบนิวแมติกส์) หรืออากาศที่ใช้ขับเคลื่อนวาล์วควบคุม (control valve) และ Air Cylinder

ความแตกต่างระหว่าง Service air กับ Instrument air

- Service air คือ ลมที่ออกจาก compressor อัดเข้าไปเก็บที่ถังลม เมื่ออากาศถูกอัดในรูปความดันในถัง อากาศบางส่วน จะ condense กลายเป็นน้ำ จึงจำเป็นต้องมีการ Drain เอาน้ำออก
- Instrument air คือ ลมที่ถูกอัดจาก compressor เหมือนกัน แต่หลังผ่านในถังจะผ่านกระบวนการ ทำให้อากาศแห้งหรือก็คือเอาความชื้นออกด้วย เครื่อง Air Dryer หน่วยของมันเรียกว่า dew point มีค่าเป็น - (ลบ) ตาม spec. ของผู้ผลิต เหตุผลก็คือ ไม่ต้องการให้น้ำหรือความชื้นไปสร้างความเสียแก่อุปกรณ์ จำพวก control valve เป็นต้น

2.6.2 เครื่องอัดลม (Air Compressor)

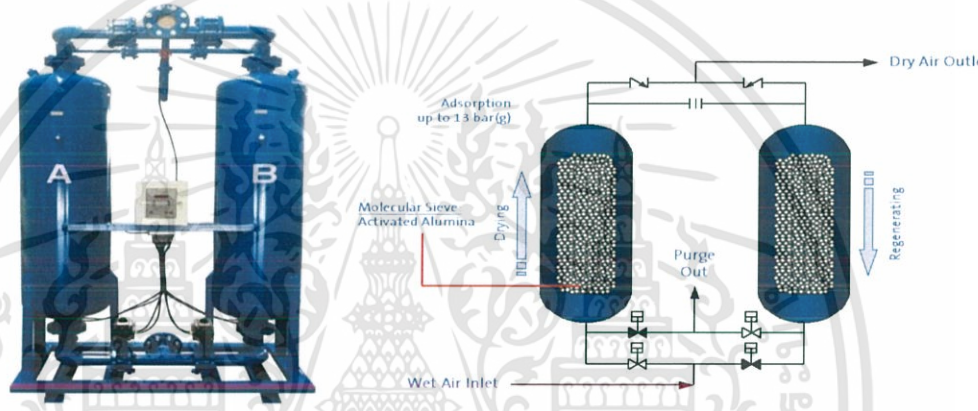
ระบบนิวแมติกส์ มีความจำเป็นมากที่จะต้องใช้ลมอัด เพราะต้องใช้ลมอัดไปควบคุมการทำงานในระบบและตัวที่ผลิตลมอัดนี้คือ “เครื่องอัดลม” หรือที่เรียกว่า Air Compressor ซึ่งจะทำการอัดลมหรืออากาศเข้าไปเก็บไว้ในถังเก็บลม โดยเครื่องอัดลมจะเปลี่ยนพลังงานลมอัดให้เป็นพลังงานกล ซึ่งจะอัดลมจากความดันปกติไปถึงความดันสูงแล้วนำเอาลมอัดที่อัดไว้ไปเก็บที่ถังพักลมส่วนการนำไปใช้งานนั้นต้องผ่านเข้าไปชุดปรับปรุงคุณภาพลมอัด เนื่องจากอากาศที่ถูกอัดที่มีความดันสูงจึงจำเป็นต้องปรับความดันลมอัดให้มีความเหมาะสมกับอุปกรณ์ใช้งานในระบบนิวแมติกส์ความดันของลมอัดที่นำไปใช้กับงาน

ภาพที่ 2.4 เครื่องอัดลม (Air Compressor)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.3 เครื่องทำลมแห้ง (Air Dryer)

คือ เครื่องที่ใช้ทำงานควบคู่ไปกับ Air Compressor มีหน้าที่หลักในการลดปริมาณน้ำและความชื้นที่ปนมาในระบบลมอัด เพื่อให้ได้ลมที่สะอาดปราศจากความชื้นเพื่อนำไปใช้งานต่อได้อย่างสมบูรณ์ หลักการทำงานและประโยชน์ โดยปกติลมที่ถูกผลิตจากเครื่องปั๊มลมนั้นจะมีน้ำและความชื้นปะปนมาด้วย เมื่อต้องการนำลมไปใช้งาน เครื่องจักรทั่วไปจะไม่ต้องการน้ำละอองน้ำหรือความชื้นปะปนมากกับลม และตัวกรองลม (Air Filter) ทั่วไปแล้วจะไม่สามารถกรองน้ำและความชื้นได้ เครื่องทำลมแห้งจึงเป็นตัวที่จะช่วยนำน้ำหรือความชื้นให้เกิดการควบแน่นด้วยน้ำยาทำความเย็นหรือเม็ดสารดูดความชื้นแล้วระบายน้ำออกมา ทำให้ลมที่แห้งและบริสุทธิ์



ภาพที่ 2.5 เครื่องทำลมแห้ง (Air Dryer)

2.6.4 อุปกรณ์ควบคุมคุณภาพลมอัด (treatment component)

ชุดอุปกรณ์ควบคุมคุณภาพลมอัด หรือ ชุดบริการลมอัด หรือ FRL Unit มีหน้าที่ปรับปรุงคุณภาพลม ทำให้อากาศอัดปราศจากฝุ่นละอองคราบน้ำมันและน้ำก่อนที่จะไปใช้ในระบบนิวแมติกส์ ประกอบด้วย

- ตัวกรองลมอัด (air filter: F) ทำหน้าที่กรองสิ่งสกปรก เช่น ไอน้ำ ฝุ่นผง หรือสารต่างๆ ที่ล่องลอยในบริเวณเครื่องอัดอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2.6 ตัวกรองลมอัด (air filter: F)

-ชุดควบคุมความดัน (air regulator: R) ทำหน้าที่ปรับหรือควบคุมความดันจ่ายที่ออกมามีค่าคงที่

ภาพที่ 2.7 ชุดควบคุมความดัน (air regulator: R)

- ตัวผสมละอองน้ำมันหล่อลื่น (air lubricator: L) ทำหน้าที่ในการเติมน้ำมันหล่อลื่นให้กับลมอัด เพื่อหล่อลื่น ลดแรงเสียดทาน และป้องกันอุปกรณ์ที่เคลื่อนที่สัมผัสกันโดยตรง

ภาพที่ 2.8 ตัวผสมละอองน้ำมันหล่อลื่น (air lubricator: L)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

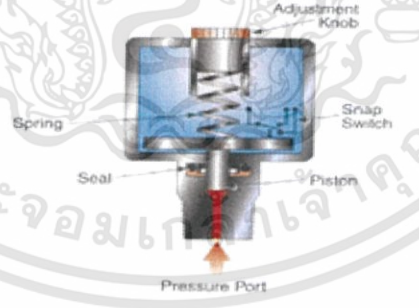
2.6.5 อุปกรณ์ควบคุมการทำงาน (Controlling component)

2.6.5.1 Pressure Switch คือ สวิตช์ควบคุมความดัน โดยใช้การตัดหรือต่อวงจรไฟฟ้าเมื่อความดันถึงจุดที่เรากำหนดไว้ Pressure switch นี้สามารถใช้งานควบคุมแรงดันทั่วไป ยกตัวอย่างเช่น การตัดต่อการทำงานของ Air Compressor

ภาพที่ 2.9 Pressure Switch

Pressure Switch Sensor จะทำงานโดยไม่ต้องอาศัยแรงดันไฟเลี้ยงเนื่องโดยส่วนใหญ่ใช้ระบบกลไก (Mechanic) ในการทำงานโดยจะมีสัญญาณ Output เป็น Contact On/Off ใช้เพื่อตัดต่อระบบเพียงเท่านั้น ซึ่งแบ่งหลักการทำงานนี้ได้เป็น 2 แบบ

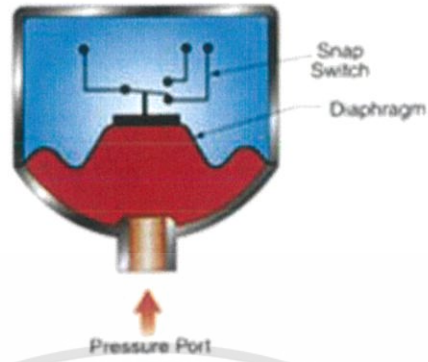
-Piston: ทำงานโดยใช้กระบอกสูบขนาดเล็กด้านในซึ่งอีกด้านหนึ่งจะเชื่อมต่อเข้ากับกลไกสวิตช์สามารถปรับตั้งสปริงเลือกช่วงในการทำงานได้เหมาะกับงานที่มีแรงดันสูงๆ เช่น วัดแรงดันของระบบไฮดรอลิกในระบบเครื่อง Press โลหะ เป็นต้น



ภาพที่ 2.10 Pressure Switchแบบ Piston

Diaphragm: ส่วนใหญ่จะเป็นแผ่นยางไดอะแฟรมทำจากวัสดุ NBR เมื่อมีแรงดันมากระทำกับแผ่นไดอะแฟรมซึ่งอีกด้านจะต่อกับกลไกสวิตช์จะทำงานในแรงดันที่เราตั้งไว้ เหมาะกับงานที่มีแรงดันไม่สูงมาก เช่น แรงดันของลมในระบบนิวแมติกส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.11 Pressure SwitchแบบDiaphragm

2.6.5.2 Pneumatic Directional Control Valve

วาล์วควบคุมทิศทางการไหล หรือบางคนเรียกว่าโซลินอยด์วาล์ว (Solenoid Valve) วาล์วลม, วาล์วควบคุมทิศทาง (Pneumatic Directional Control Valve) ทำหน้าที่ ควบคุมทิศทางการไหลของลมอัดให้ไปทิศทางที่ต้องการควบคุมการเคลื่อนที่ เข้า-ออก ของก้านสูบของกระบอกลม หรืออุปกรณ์หัวขับวาล์วโดยใช้แรงลม (Actuator) โดยชื่อเรียกเป็นชื่ออีกหลายชื่อตามลักษณะของวาล์วได้ดังนี้

-Solenoid Valve (โซลินอยด์ วาล์ว) คือ วาล์วที่ควบคุมทิศทางลมแบบ 2/2 ทาง โดยการสั่งงานด้วยขดลวดไฟฟ้าโซลินอยด์ (Solenoid)

ภาพที่ 2.12 วาล์วที่ควบคุมทิศทางลมแบบ 2/2

-Directional Control Valve คือ วาล์วที่ควบคุมทิศทางลม โดยการสั่งงานด้วยแรงลมหรือไฟฟ้า แบบ3/2, 4/2, 5/2, 5/3 ทางเป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2.13 Directional Control Valve

- Manual / Mechanical Valve คือวาล์วที่ควบคุมทิศทางการไหลของลม โดยการสั่งงานด้วยระบบกลไกลทางแมคคานิค คือมือของมนุษย์

ภาพที่ 2.14 Manual / Mechanical Valve

- Fluid Control Valve คือวาล์วที่ควบคุมทิศทางลมอัดหรือของไหล แบบ 2/2 ทาง

ภาพที่ 2.15 Fluid Control Valve

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.5.3 วาล์วควบคุมความดัน (Pressure control vales)

ทำหน้าที่ควบคุมความดันสูงสุดของระบบควบคุมการทำงานของปั๊ม ปรับความดันให้ได้ตามต้องการ ซึ่งวาล์วประเภทนี้ที่เป็นที่นิยมใช้ ได้แก่ วาล์วจำกัดความดัน (Relief valve) ทำหน้าที่จำกัดความดันในระบบ ป้องกันอันตรายที่จะเกิดขึ้นจากความดันที่สูงเกินไป และวาล์วลดความดัน (Pressure reducing valve) ทำหน้าที่ในการปรับลดความดันตามที่ปรับตั้งเอาไว้

ภาพที่ 2.16 วาล์วจำกัดความดัน (Relief valve)

2.6.6 อุปกรณ์ในระบบท่อ (TUBING system)

ใช้เป็นท่อทางไหลของลมอัดในระบบนิวแมติกส์ท่อลมที่ใช้ในระบบนิวแมติกส์ จะทำมาจากท่อเหล็ก ท่อทองแดง หรือท่อพลาสติก ซึ่งการนำไปใช้งานจะขึ้นอยู่กับลักษณะของงานและความเหมาะสมในการใช้งาน นอกจากเรื่องวัสดุแล้วสิ่งที่ควรคำนึงคือสภาพการทนต่อการใช้งานต่างๆ สิ่งที่ควรดูเลยคือการทนต่อความดันลม ซึ่งไม่ควรให้น้อยกว่า 12 bar ซึ่งท่อทีใช้ในการทำโปรเจคจะใช้เป็นท่อสเตนเลสซึ่งมีคุณสมบัติแตกต่างจากท่อเทปล่อนดังนี้

2.6.6.1คุณสมบัติของสเตนเลส (Stainless Steel)

ปี 1872 หลังการค้นพบของ ปิแอร์ เบอร์แทร์ (Pierre Berthier) กว่า 50 ปี มีชาวอังกฤษสองคนคือ วูดส์และคลาร์ค (Woods and Clark) ได้จดสิทธิบัตรโลหะที่ทนต่อการกัดกร่อนจากสภาพอากาศและกรดเป็นครั้งแรก โดยประกอบด้วย โครเมียม 30-35 % และทังสเตน 1.5-2.0 % สเตนเลสแบ่งขาย แผ่นสเตนเลสแบ่งขาย เพลาสเตนเลสแบ่งขาย สเตนเลสตัด สเตนเลสตัดตามแบบการผลิตโลหะทนต่อการกัดกร่อนในเชิงอุตสาหกรรมเริ่มต้นจริงๆ ในปี 1908 เมื่อบริษัท ครุปป์ไอออนเวิร์ค (Krupp Iron Works) ของเยอรมันได้นำเหล็กกล้าผสมโครเมียม-นิกเกิลมาผลิตเป็นตัวเรือเดินสมุทร นอกจากนั้น บรัษัทยังได้พัฒนาเหล็กกล้าออสเทนนิติกด้วยส่วนผสม คาร์บอน < 1% นิกเกิล < 20% และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครเมียม 15-40 % ระหว่างปี ค.ศ. 1912-1914 สเตนเลสตัดตามแบบสเตนเลสแบ่งขาย แผ่นสเตนเลสแบ่งขาย เพลาสเตนเลสแบ่งขาย สเตนเลสตัดตามแบบ อุตสาหกรรมการผลิตเหล็กกล้าทนการกัดกร่อนเพื่อการค้าและผลิตภัณฑ์ที่มีความรุ่งเรืองอย่างมากในยุคเริ่มต้นอยู่ระหว่าง ปี 1911-1913 เริ่มที่ปี 1911 เอลวูด เฮย์เนส (Elwood Haynes) ชาวอเมริการได้คิดค้นและผลิตมีดโกนหนวดไร้สนิมเป็นผลสำเร็จ โดยมีส่วนผสมของโครเมียม 14-16 % และ คาร์บอน 0.07-0.15 % ในขณะที่ แฮร์รีย์ เบรียรเลย์ (Harry Brearley) ชาวอังกฤษได้คิดค้นและผลิตลำกล้องปืนที่ทนต่อการกัดกร่อนเป็นผลสำเร็จด้วยส่วนผสมโครเมียม 6-15% คาร์บอน ประมาณ 0.2 % นอกจากนี้ แฮร์รีย์ เบรียรเลย์ ยังได้นำโลหะที่ค้นพบนี้ไปผลิตเป็น มีด กรรไกร และเครื่องครัวอีกด้วย ด้วยเหตุนี้เขาได้ตั้งชื่อเหล็กกล้าที่ทนต่ออากรกัดกร่อนนี้ว่า Rustless steel ก่อนที่จะมาเปลี่ยนชื่อเป็น คำว่า stainless steel ด้วยคำแนะนำของเออร์เนส์ท สะทูอาร์ท (Ernest Stuart) เจ้าของโรงงานผลิตพวกเครื่องใช้คัดเตอร์รีที่คิดว่ามีความไพเราะกว่าในปี 1912 ต่อมาในปี 1913 ในงานแสดงนิทรรศการที่กรุงเวียนนา แม็ค เมียวแมนน์ (Max Mauermann) ชาวโปแลนได้นำเสนอผลงานว่าเขาได้ผลิตสเตนเลสสำเร็จเป็นครั้งแรกในปี 1912

ประเภท: คุณสมบัติ ของสแตนเลส (Stainless Steel)

(Austenitic) หรือที่รู้จักกันใน “ซีรี่ส 300” ซึ่งประมาณได้ว่า 70เปอร์เซนต์ของการผลิตสเตนเลสในโลกนี้เป็นสเตนเลสตระกูลออสเทนนิติค ที่ประกอบด้วยคาร์บอนอย่างน้อย 0.15 เปอร์เซนต์ มีส่วนผสมของโครเมียมอย่างน้อย 16 เปอร์เซนต์ และ นิกเกิล หรือซึ่งช่วยปรับปรุง คุณสมบัติในการขึ้นรูปประกอบและเพิ่มความทนทานต่อการกัดกร่อน บางเกรดจะมีแมงกานีสผสมอยู่ด้วย โดยทั่วไปจะมีโครเมียน 18 เปอร์เซนต์ นิกเกิ้ล 10 เปอร์เซนตี และมักเรียกกันว่า 18/10 ซึ่งคล้ายกับ 18/0 และ 18/8

(Ferritic) มีสมบัติดูดแม่เหล็ก มีโครเมียมเป็นธาตุผสมหลักระหว่าง 10.5-27 เปอร์เซนต์ บางเกรดผสมนิกเกิ้ลลงไปเล็กน้อย บางเกรดผสมโมลิบดินัม หรืออลูมิเนียม ไททาเนียม

(Martensitic) เป็น ตระกูลที่มีความต้านทานการกัดกร่อนน้อยกว่าออสเทนนิติคและเฟอร์ริติค แต่มีความทนทานและแข็งแรงมากกว่า มีคุณสมบัติดูดแม่เหล็ก โดยทั่วไปจะมีส่วนผสมของโครเมียม 12 -14 เปอร์เซนต์ โมลิบดินัม 0.2-1 เปอร์เซนต์ มีนิกเกิ้ล 0-2 เปอร์เซนต์และมีคาร์บอนผสมอยู่ประมาณ 0.1-1 เปอร์เซนต์ ซึ่งสามารถชุบแข็งได้โดยการให้ความร้อนแล้วทำให้เย็นตัวอย่างรวดเร็วและอบ คืนตัว โดยทั่วไปจะรู้จักกันใน “ซีรี่ส -00”

(Duplex) เนื่องจากมีโครงสร้างผสมระหว่าง โครงสร้างเฟอร์ไรต์และออสตไนต์ จึงทำให้มีความแข็งแรงมากกว่าออสเทนนิติคและมีความทนทานต่อการกัดกร่อนชนิด รูเข็ม ซอกอับ มีโครเมียมเป็นธาตุผสมอยู่ระหว่าง 19 ถึง 28 เปอร์เซนต์ โมลิบดินัมสูงกว่า 5 เปอร์เซนต์ และมีนิกเกิลน้อยกว่าตระกูลออสเทนนิติคใช้งานมากในสภาพแวดล้อมที่มีคลอไรด์ สูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2.17 Stainless steel tube

2.6.6.2 คุณสมบัติท่อเทปล่อน

- อุณหภูมิใช้งาน ตั้งแต่ -150 ถึง 200 °c ความดันใช้งาน ตั้งแต่ 200 Kg/cm^2 (ที่อุณหภูมิห้อง)

- เนื้อวัสดุ PTEF มีความทนต่อกรด,ด่าง,ตัวทำละลาย (solvent)เป็นอย่างดีไม่ว่าจะเป็นกรดกำมะถัน, กรดเกลือ, กรดไนตริกหรือด่าง เช่น โซดาไฟและตัวทำละลายอย่างเช่น อะซีโดน (acetone)ทินเนอร์ ฯลฯ

- สามารถสวมเข้ากับ ข้อต่อนิวแมติกทั่วไปได้ (ตัวข้อต่อไม่สามารถต้านทานต่อ, กรด,ด่าง,ตัวทำละลายได้)

- เป็นฉนวนไฟฟ้า ใช้ได้ทนนาน

- ดัดโค้งงอได้ด้วยความร้อน

หมายเหตุ (เนื่องจากท่อเทปล่อนแบบเดิมที่นำไปใช้นั้น อยู่ในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมเช่น การถูกแสงแดดบวกกับมีความดันในท่อที่สูงมากในบางช่วงเป็นเวลานานเกินไปจึงทำให้เกิดการเสื่อมสภาพไวได้ด้วยเช่นกัน)

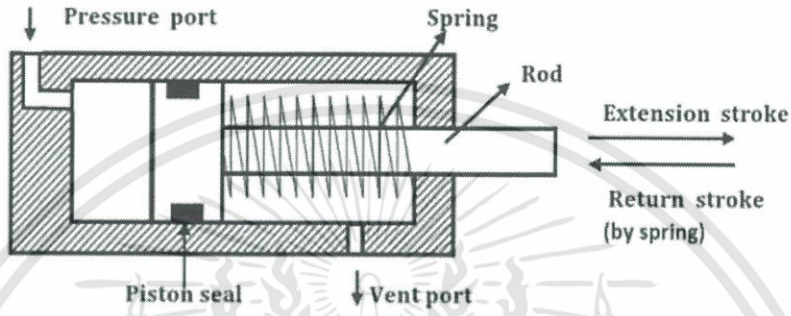
ภาพที่ 2.18 teflon tube

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.7 กระบอกลม/กระบอกสูบนิวแมติกส์ (Air Cylinder)

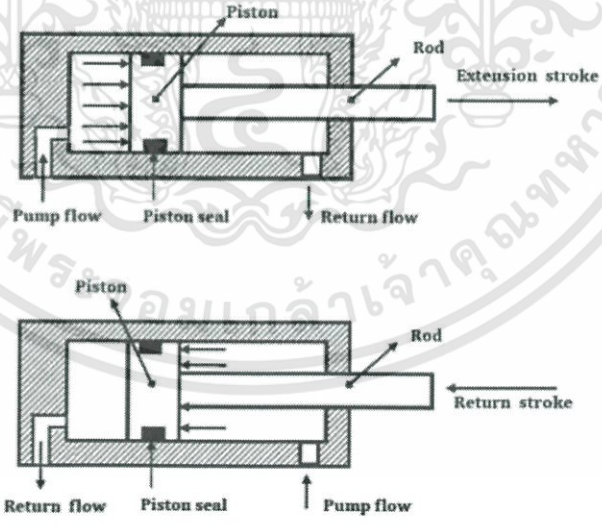
ประเภทของ กระบอกลม/กระบอกสูบนิวแมติกส์ (Air Cylinder/Pneumatic Cylinder)

– Single acting cylinders (SAC) คือ กระบอกลมที่ใช้แรงดันลมทำให้ลูกสูบเคลื่อนที่ไปทางเดียว เท่านั้น ส่วนช่วงชักกลับจะเกิดจากสปริงที่อยู่ภายกระบอกสูบลม ตามที่แสดงในรูป 2.18



ภาพที่ 2.19 Single acting cylinders

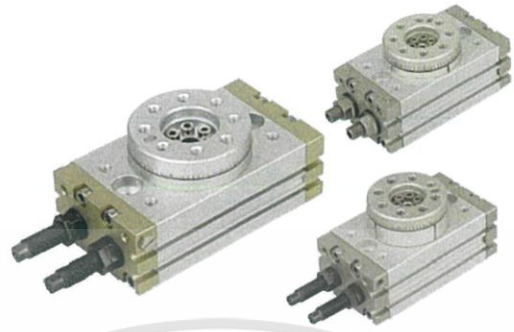
– Double Acting Cylinders (DAC) คือกระบอกลมที่ใช้แรงดันลมทำให้ลูกสูบเคลื่อนที่ไปในทั้งสองทาง



ภาพที่ 2.20 Double Acting Cylinders (DAC)

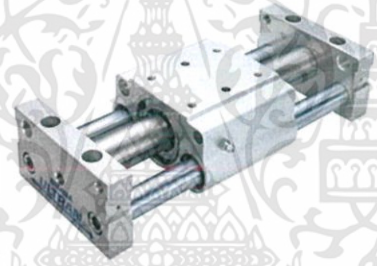
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

– Rotary air cylinders คือกระบอกลมที่ใช้แรงดันลม ทำให้จานกระบอกลมหมุนได้



ภาพที่ 2.21 Rotary air cylinders

– Rodless air cylinders คือ กระบอกลมสไลด์ ตัวกระบอกลมจะเคลื่อนที่ไปตามแกนของสไลด์



ภาพที่ 2.22 Rodless air cylinders

2.7 คู่มือการใช้ข้อต่อและการติดตั้งที่ถูกต้องของ Swagelog

การเลือก tube แทนที่ pipe

โรงงานเป็นจำนวนมากทั้งทางด้านเคมี ก่อสร้าง และงานวิจัย ได้ศึกษาถึงรายละเอียดด้านค่าใช้จ่าย ปรากฏว่าประหยัดค่าใช้จ่ายได้สูงถึง 40 % ในการใช้ท่อ tube แทนการใช้ pipe ในงานต่างๆ ดังนี้

- อุปกรณ์ควบคุมใช้ลม
- สัญญาณในระบบท่อของโรงงาน
- งานที่ใช้ท่อเล็กกว่า 2”
- การตรวจสอบระบบไอน้ำ
- ระบบท่อ D.P. cell

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหตุผลในการประหยัดค่าใช้จ่ายก็คือ

1.ประหยัดค่าแรงงาน โดยสามารถประหยัดได้ถึง 50 % เนื่องจากการติดตั้ง ข้อต่อสามารถทำได้ง่าย และรวดเร็ว ไม่มีการทำเกลียว

2.ประหยัดอุปกรณ์ข้อต่อและข้องอต่างๆเนื่องจาก

-Tube สามารถดัดได้จึงไม่ต้องใช้ข้องอ

-ข้อต่อของ tube ทุกตัวเป็นยูเนียนในตัวเอง จึงไม่ต้องใช้ยูเนียนเพื่อการถอดหรือติดตั้งเหมือนของ pipe

-Tube มีความยาวได้มากกว่า pipe จึงประยัดตัวยูเนียน

3. เครื่องมือไม่แพง เนื่องจากการติดตั้ง tube กับข้อต่อใช้เครื่องมือธรรมดาที่มีอยู่แล้วมีเพียงประแจปากตายกับที่ตัดท่อ (tube cutter) และที่ลบคมปลายท่อก็เพียงพอแล้วส่วน pipe ต้องมีการทำเกลียว ซึ่งต้องใช่เครื่องมือพิเศษราคาแพง

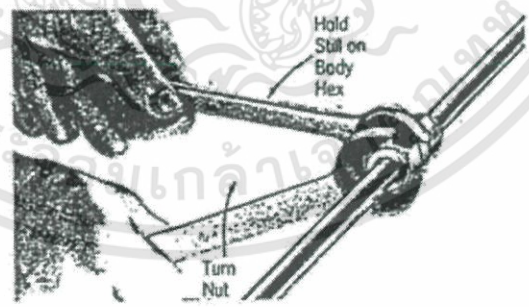
4. ค่าใช้จ่ายในกรวางแผนต่ำ 5.ค่าวัสดุอาจต่ำกว่า pipe เล็กน้อย ขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุ

ข้อได้เปรียบทางกาบำรุงรักษา

- มีจุดที่ใช้ข้อต่อน้อยกว่า pipe ทำให้โอกาสรั่วน้อยกว่ามาก
- น้ำหนักเบา
- การถอดใส่เป็นไปได้ง่ายและสะดวก
- ข้อต่อและ tube สามารถนำมาใช้ติดตั้งใหม่ได้เมื่อถอดออกจากกัน

ความแตกต่างระหว่าง tube กับ pipe

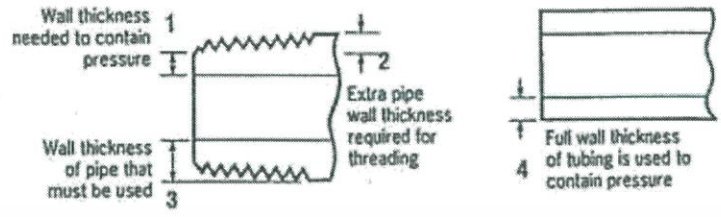
1.ติดตั้งง่าย เพียงใช้ประแจมาตรฐานในการติดตั้ง ไม่มีการทำเกลียว



ภาพที่ 2.23 ตัวอย่างการติดตั้ง tube

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. Strength เมื่อเทียบการอัตราส่วนน้ำหนักแล้ว strength ของ tube ดีกว่า



ภาพที่ 2.24 ตัวอย่างการเปรียบเทียบ Strength ของ TUBE และ PIPE

เนื่องจากต้องทำเกลียวบน PPE ทำให้ต้องทำผนังpipe ให้หนาและการทำเกลียวทำให้ความหนาลดลง แต่ระบบ tube ไม่จำเป็นต้องทำผนังท่อให้หนาเพื่อทำเกลียว เช่น ถ้าวัดเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอกของ tube ขนาด 1 นิ้ว จะได้ 1 นิ้วพอดี และถ้าวัดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกของ pipe เป็น schedule (ดูขนาดขนาดของ pipe ตามตารางท่อ)

ตารางที่ 2.3 แสดงขนาดและความหนาของ 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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.4 แสดงขนาดและความหนาของ 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 (in^2)
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	.548
		.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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

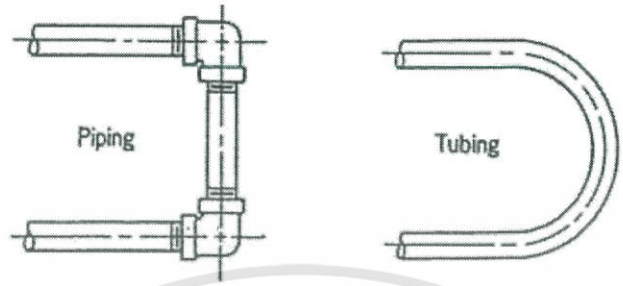
ตารางที่ 2.5 แสดงขนาดและความหนาของ tube ตั้งแต่ 1 มม. ถึง 25 มม.

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
	.8	1.8	2.54
	.9	1.4	1.54
6	.8	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	6.15
8	.9	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
16	1.2	12.6	124.69
	1.5	12.0	113.10
	1.8	11.8	109.36
	2.0	11.0	95.03
	2.3	10.4	84.95
18	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

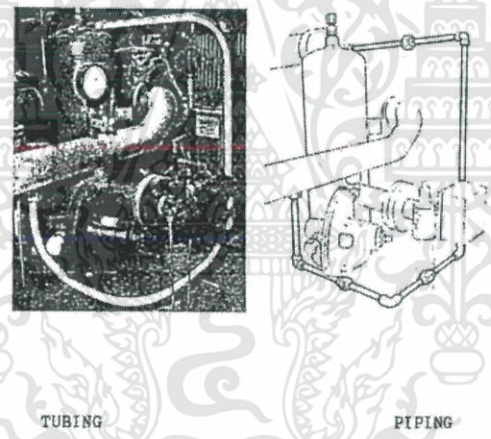
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. PRESSUE DROP น้อยกว่า เนื่องจากไม่มีการเลี้ยวแบบหักมุมทำให้การไหลาบเรียบกว่า และทำให้ประหยัดพลังงานอีกด้วย



ภาพที่ 2.25 ตัวอย่างแสดง PRESSUE DROP ของ PIPEกับTUBE

4.ใช้ข้อต่อน้อยกว่า เนื่องจากท่อสามารถดัดได้ ทำให้มีจุดรั่วน้อยกว่ามาก ดังรูปจะเห็นได้ว่าระบบ piping ในการใช้งานจริงมีข้อต่อที่ใช้จำนวนมาก เมื่อเปรียบเทียบกับระบบที่ใช้ tube มีข้อต่อจำเป็นเพียง 2 จุดเท่านั้น



ภาพที่ 2.26 ตัวอย่างจำนวนการใช้ข้อต่อของ PIPE กับ TUBE

5.สามารถผนึกกันรั่วโดยไม่ต้องใช้สารประกอบทางเคมีในการใช้งานที่แรงดันสูง

6.การบำรุงรักษาง่าย เนื่องจาก tube ทุกตัวเป็นยูเนียนในตัว

ตัวแปรของท่อ(TUBE VARIABLES)

1.ความกลมดิก(CONCENTRICITY)

2.ความหนา(WALL THICKNESS)

3.เส้นผ่าศูนย์กลางภายในและภายนอก(INSIDE AND OUTSIDE DIMETER)

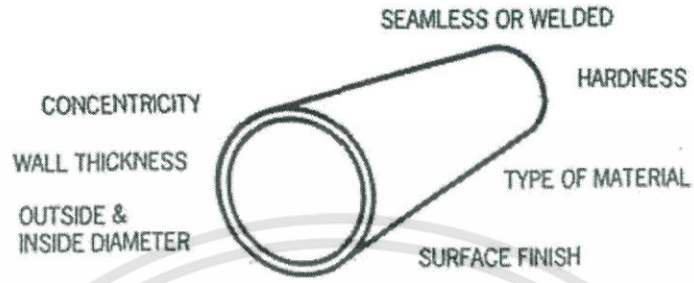
4.ความเรียบของผิวท่อ(SURFACE FINISH)

5.ความแข็ง(HARDNESS)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.แบบไร้ตะเข็บหรือแบบเชื่อม(SEAMLESS OR WELDED)

7.ชนิดของวัสดุ(TYPE OF MATERIALS)



ภาพที่ 2.27 ตัวแปรของท่อ(TUBE VARIABLES)

ปัจจัยสำคัญในการเลือก TUBE

1.อุณหภูมิ จะขึ้นอยู่กับวัสดุของท่อ และตารางข้างล่างจะแสดงค่าอุณหภูมิสูงสุดในการใช้งานที่ TUBE แต่ละชนิดจะทนได้

ตารางที่ 2.6 ค่าอุณหภูมิสูงสุดในการใช้งานที่ 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 PRESSURAE) ขึ้นอยู่กับขนาดท่อ ความหนาบางของท่อ วัสดุ และพื้นที่หน้าตัดของท่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.7 แสดงความดันใช้งานของ COPPER TUBE ที่ขนาดต่างๆ

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.

ตารางที่ 2.8 แสดงความดันใช้งานของ CARBON STEEL TUBE ที่ขนาดต่างๆ

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	2900	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.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.9 แสดงความดันใช้งานของ STAINLESS STELL TUBE ที่ขนาดต่างๆ

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											2500	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

FACTOR ที่มีผลทำให้ความดันใช้งาน (WORKING PRESSURE) ลดลง คือ อุณหภูมิ ดังนั้น ในการเลือกท่อให้เหมาะสมกับการใช้งานควรนำปัจจัยเนื่องจากอุณหภูมิมาพิจารณาด้วย

ตารางที่ 2.10 แสดงค่า FACTOR ของวัสดุที่อุณหภูมิต่างๆ

°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.

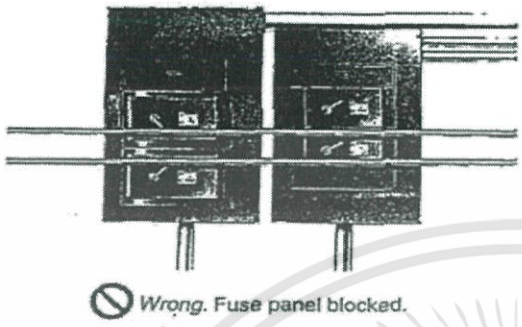
ตัวอย่างการคำนวณ

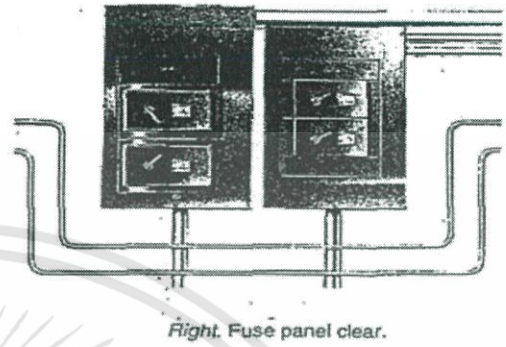
ท่อ STAINLESS STEEL 316 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ½" ความหนา .049" ที่ 1000 ฟาเรนไฮ มี WORKING PRESSUE เท่ากับ 3700 PSIG * .76 =2812 PSIG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อแนะนำสำหรับการติดตั้ง TUBE

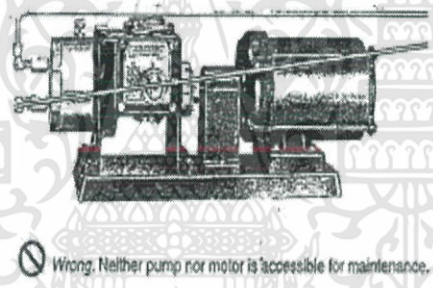
1.จะต้องไม่กีดขวางเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ใดๆ



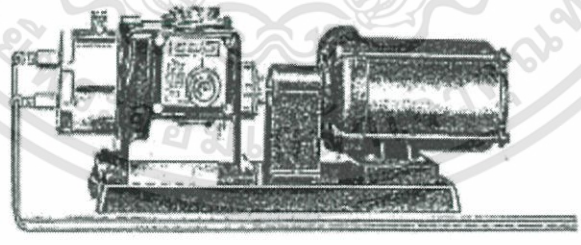


ภาพที่ 2.28 Wrong Fuse panel blocked **ภาพที่ 2.29** Right Fuse panel clear

2.เมื่อเดินท่อมาถึงตัวอุปกรณ์ควรคำนึงถึงการถอดและการซ่อมบำรุงควรจะทำได้ง่ายและสะดวก



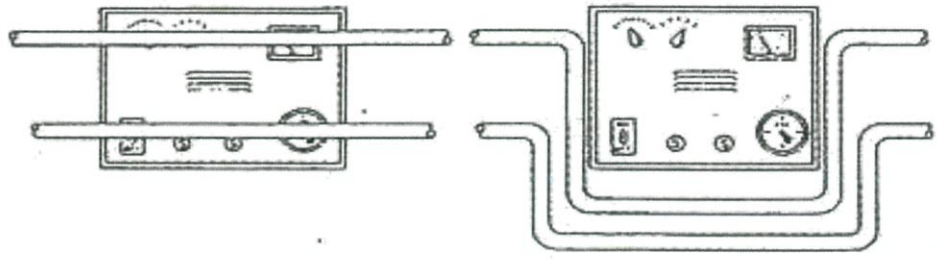
ภาพที่ 2.30 Wrong Neither pump nor motor for maintenance



ภาพที่ 2.31 pump unit connected properly to permit access

3.ไม่ควรเดินท่อข้ามเครื่องควบคุมระบบการทำงาน เพราะจะบังการแสดงการทำงานของอุปกรณ์และทำให้ทำงานไม่สะดวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



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

ภาพที่ 2.32 Wrong. Operating panel block **ภาพที่ 2.33** Right.Operating panel clear

4.ในการเดินท่อในที่สูงเป็นระยะยาวๆ ควรทำ BAR RALL ไว้เป็นระยะ เพื่อป้องกันการตกท้องช้าง และไม่ควรอยู่ในระดับที่คนโหนได้

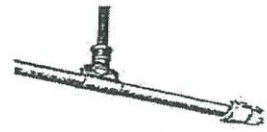
ภาพที่ 2.34 ตัวอย่างการทำ BAR RALL และอยู่ในระดับที่คนโหนไม่ได้

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

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

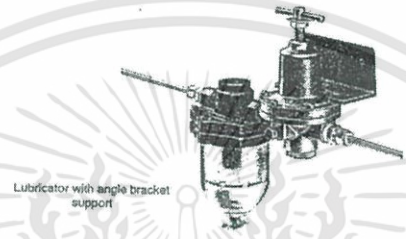
>1" ควรใส่ SUPPORT ไว้ทุกๆ 7 ฟุต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



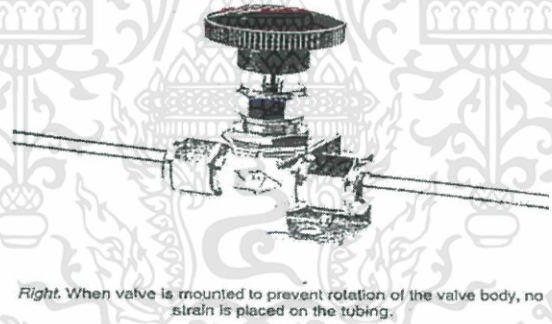
ภาพที่ 2.35 Tubing supported in long run

5.หลีกเลี่ยงการใช้ท่อเป็นตัวยึดวาล์ว หรือ RECGULATOR

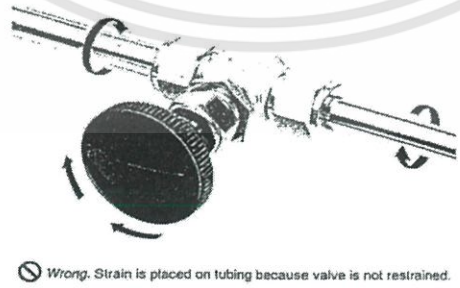


ภาพที่ 2.36 Lubrication with angle bracket support

6.บริเวณที่ติดตั้งวาล์วควรใส่ SUPPORT เนื่องจากน้ำหนักของวาล์ว และแรงบิดที่เกิดขึ้น



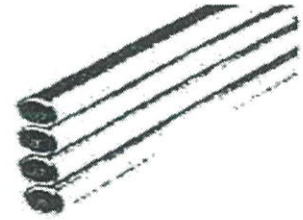
ภาพที่ 2.37 Wrong.Strain is placed on tubing because valve is not restrained



ภาพที่ 2.38 Right.when valve is mounted to prevent rotation of the valve body,no strain is placed on the tubing

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.ควรเดินท่อในแนวตั้ง เพื่อหลีกเลี่ยงการสะสมฝุ่นบริเวณช่องว่างท่อ



Avoid this

Correct method

ภาพที่ 2.39 Avoid this

ภาพที่ 2.40 Correct method

8.การติดตั้งข้อต่อควรเป็นดังภาพ เพื่อคำนึงถึงความสะดวกในการซ่อมบำรุงด้วย

Wrong. Space wasted

Right. Installation is neater and space is conserved

ภาพที่ 2.41 Wrong.Space wasted

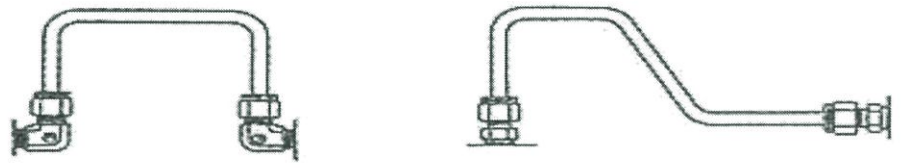
ภาพที่ 2.42 Right.Installation is neater and Space is conserved

9.ในการติดตั้งควรทำ loop ไว้ เพื่อป้องกันการขยายตัวของท่อเนื่องจากอุณหภูมิและป้องกัน 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.

ภาพที่ 2.43 การติดตั้งที่ไม่เป็น loop

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



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.**

ภาพที่ 2.44 การติดตั้งที่ถูกต้องเป็น loop

10.ในการติดตั้งต้องสอดท่อให้ชนบ่าทุกครั้งก่อนหมุน NUT ไป 1 ¼ รอบ

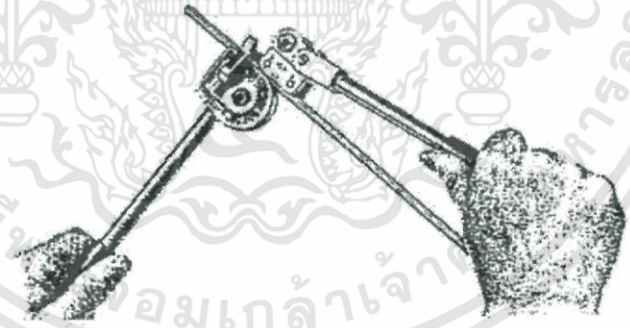
การติดตั้ง TUBE และการตัด TUBE

1.ควรมีระยะปลายท่อตรง เพื่อใช้การติดกับข้อต่อ

2.TUBE จะต้องมีเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอกตามมาตรฐาน

3.ควรมีรัศมีการตัดท่อที่เหมาะสม เพื่อป้องกันความกลมของท่อถูกทำลาย

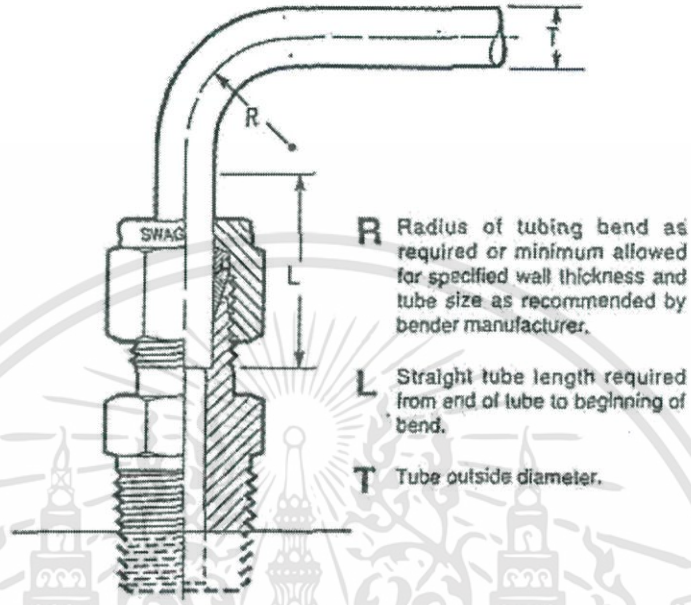
เครื่องมือที่ใช้ในการดัดท่อ



ภาพที่ 2.45 ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการดัดท่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระยะและรัศมีการดัดที่เหมาะสม



ภาพที่ 2.46 ตัวอย่างระยะและรัศมีการดัดที่เหมาะสม

ตารางที่ 2.11 ระยะและรัศมีการดัดที่เหมาะสม

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 17/32	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.												

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

A*=ความยาว (L) ที่เหมาะสมและแนะนำ

B*=ความยาว (L) อย่างน้อยที่สุด

สำหรับรัศมีการดัดท่อ

-ใช่ตามคำแนะนำของผู้ผลิต

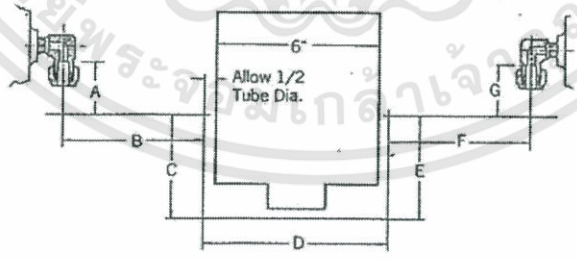
-ขึ้นกับวัสดุของ TUBE ความหนาท่อ อุปกรณ์ที่ใช้ในการดัดท่อ

ตารางที่ 2.12 รัศมีการดัดท่อ

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



ภาพที่ 2.47 ตัวอย่างระยะและรัศมีการดัดที่เหมาะสม

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

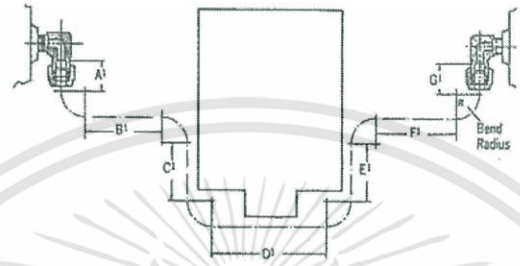
= 43"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่ความยาวของ TUBE ที่ใช้จริง จะมีรัศมีของการดัดท่อมาเกี่ยวข้องทำให้ความยาวทั้งหมดน้อยกว่า 43” จึงต้องมีการคำนวณดังนี้

สมมุติว่า : รัศมีการดัดท่อเป็น 1

ดังนั้น ความยาวของ TUBE ที่เป็นเส้นตรงทั้งหมด จะได้



ภาพที่ 2.48 ตัวอย่างความยาวของ TUBE ที่เป็นเส้นตรงทั้งหมด

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”

ตารางที่ 2.13 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 องศา ดังนั้นการคำนวณความยาวของท่อในช่วงการดัดคือ

ควายาวท่อในช่วงโค้ง 90 องศา =1.5 * รัศมีของการดัดซึ่งสมมุติไว้เป็น 1” และมีจำนวนกรดัดทั้งหมด 6 ช่วง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

= 1.57 * 1 * 6

= 9.42”

ความยาวท่อรวมที่ใช้งาน = ความยาวที่ตรง(ไม่รวมรัศมีการดัด) + ความยาวท่อในช่วงดัด

= 31”+9.42”

= 40.42”

ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับความยาวโดยไม่คิดความโค้งเนื่องจากการดัด จะเห็นได้ว่าความยาวท่อรวม (ที่ใช้งานจริง) จะสั้นกว่า

การทำงานของข้อต่อ

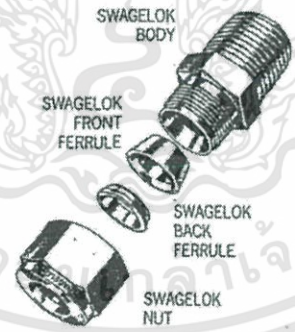
1.ส่วนประกอบของข้อต่อ

-NUT

-FRONT FERRULE

-BACK FERRULE

-BODY



ภาพที่ 2.49 ส่วนประกอบของข้อต่อ

ชิ้นส่วนที่เป็นโลหะของ Swagelok ทุกตัวเป็น FORGING จาก STOCK

ลักษณะที่ดีของข้อต่อ

2.1 ตาไก่จัดเรียงตัวให้อยู่ในแนวได้เอง

2.2 ไม่มีแรงบิดส่งจากข้อต่อไปที่ท่อเวลาติดตั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 สามารถใช้ได้ดีกับท่อทั้งผนังบางหรือหนาโดยตาไก่สามารถชดเชยความหนาบางข้อท่อได้เอง(COMPENSATING ACTING)

2.4 จุดผนึกกันรั่วต่างจากจุดรับน้ำหนัก

2.5 ไม่ทำให้ผนังท่ออ่อนแอ หรือ ลดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในจนารไหลติดขัด

2.6 สามารถผนึกกันรั่ว ได้ทุกครั้งที่ถอดและประกอบเข้าไปใหม่

2.7 ใช้ได้ที่สูญญากาศและเรงดันสูงและต่ำ

2.8 ผนึกกันรั่วได้ที่อุณหภูมิต่ำจนถึงอุณหภูมิสูงได้

2.9 มีวัสดุทั้งโลหะและอโลหะให้เลือกทุกขนาด และรูปแบบ

2.10 สามารถใช้เกตตรวจสอบการติดตั้งได้ว่าถูกต้องหรือไม่ เพื่อความมั่นใจและปลอดภัยในการใช้งาน

การติดตั้งและการทำงานของข้อต่อ

เนื่องจากข้อต่อเละระบบตาไก่ตัวหน้าและตัวหลังของ Swagelok ได้มีการอออกแบบเป็นอย่างดีและสามารถกันรั่วได้อย่างมั่นใจการเรียงลำดับและทิศทางของส่วนประกอบของข้อต่อควรเป็นไปอย่างถูกต้องก่อนการติดตั้งซึ่งในชุดของข้อต่อจะมีการเรียงลำดับแล้วทำให้การติดตั้งข้อต่อเข้ากับท่อเป็นไปอย่างสะดวก

ขั้นตอนการของทำงานของข้อต่อ

1.สอดท่อให้ชนบ่าของชุดข้อต่อ

2.หมุนแน่นด้วยมือ ทำเครื่องหมายไว้ที่ตัว NUT แล้วช้ประแจหมุนไป 1 ¼ รอบ สำหรับท่อขนาดใหญ่กว่า 3/16” และ 4 มม. ขึ้นไป และสำหรับท่อขนาด 1/16”,1/8,3/16,2,3,4 มม. ให้หมุนเพียง ¾ 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 เคลื่อนสู่เส้นผ่าศูนย์กลางภายในของข้อต่อกับเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอกของ TUBE

2.5 FRONT FERRULE จะยกตัวขึ้นผนึกกันรั่ว

2.6 จะมีแรงต้านเกิดขึ้นทำให้ TUBE เปลี่ยนรูปไปเล็กน้อย และพื้นที่หน้าตัดในการสัมผัสระหว่าง BODY และ FRONT FERRULE เคลื่อนที่เข้าไปทำหน้าที่จับท่อไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 เมื่อขันแน่นครบ 1 ¼ รอบ จะทำให้ NUT เคลื่อนที่ไปข้างหน้า 1/16” หรือ 0.0625”

2.8 ชุดข้อต่อของ Swagelok ได้มีการพิสูจน์การออกแบบแล้วสามารถผนึกกันรั่ว และสามารถจับ TUBE ที่ทำจากวัสดุ ความหนาและความแข็งต่างกันได้หลายระดับ เพราะว่า BACK FERRULE ทำหน้าที่จับด้วยแรงต้านจาก FRONT FERRULE การจับ TUBE จะแน่นขึ้น ถ้าผนังท่อหนาขึ้น เป็นลักษณะที่สำคัญในการออกแบบเพราะว่า ผนังท่อหนา จะใช้กับงานที่มีแรงดันและมี STRESS ไม่คงที่ หรือ มีแรงสั่นสะเทือนมากๆ ดังนั้นการออกแบบข้อต่อ Swagelokและมี STRESS ไม่คงที่ หรือ มีแรงสั่นสะเทือนมากๆ ดังนั้นการออกแบบข้อต่อ Swagelok จึงสามารถชดเชยแรงต้านที่เกิดจากความหนาบางของผนังท่อได้ (COMPENSATING ACTING)

สมรรถนะข้อต่อที่ควรเป็น

1.สามารถทนแรงดันได้จนท่อระเบิดโดยที่ข้อต่อไม่มีการรั่ว

2.สามารถใช้งานกับสูญญากาศได้ดีเท่าๆกับการใช้งานกับแรงดันสูง

3.สามารถผนึกกันรั่วในที่อุณหภูมิเย็นจัดได้ (CRYOGINIC TEMPERATURE)

4.สามารถผนึกรั่วที่อุณหภูมิสูงเท่ากับอุณหภูมิสูงสุดที่เหมาะกับการใช้งานของ TUBE

5.สามารถผนึกกันรั่วในสภาวะที่มีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิที่เป็น CYCLINGได้

6.สามารถถอดใส่ได้นับครั้งไม่ถ้วนโดยไม่รั่ว

การติดตั้งข้อต่อ

1.ทำตามคำแนะนำของผู้ผลิต สำหรับข้อต่อ Swagelok เพียงแต่สอดท่อให้ชนบ่าของข้อต่อ หมุน NUT ให้แน่นด้วยมือ ทำเครื่องหมายที่ 6 นาฬิกา สำหรับ 1/16”,1/8”,3/16”,2,3,4 มม. ให้หมุน ¾ รอบและขนาดใหญ่กว่า 3/16” และ4 มม. ขึ้นไปให้หมุน 1-1/4 รอบ

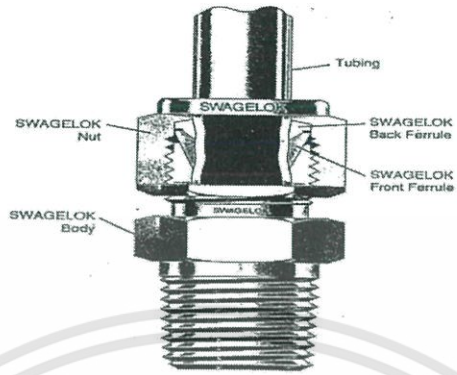
2.เมื่อติดตั้งเสร็จ ไม่จำเป็นต้องถอดออกมาตรวจสอบก่อนการใช่งาน

3.ในการติดตั้งไม่จำเป็นต้องใช้เครื่องมือพิเศษใดๆ

4.การตรวจสอบเพียงแต่ใช้ INSPECTION GAGE วัดระยะระหว่าง NUT กับ BODY ถ้าติดตั้งถูกต้องเกจจะเลียบไม่เข้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะภายในของข้อต่อที่ติดตั้งอย่างถูกต้อง



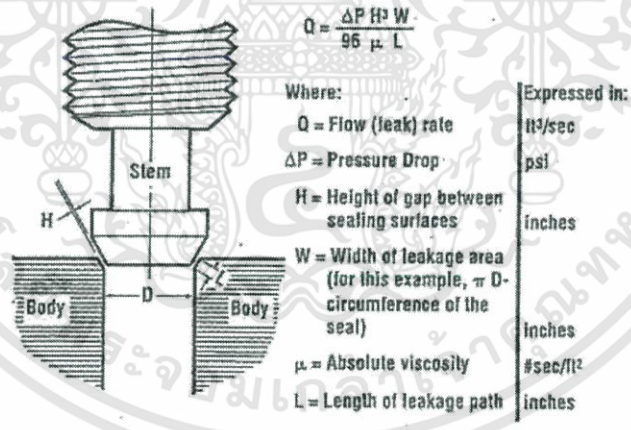
ภาพที่ 2.50 ลักษณะภายในของข้อต่อที่ติดตั้งอย่างถูกต้อง

การรั่ว (LEAKAGE)

การรั่ว คือ ของไหลในระบบที่ไม่ต้องการสูญเสียไป

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

สูตรคำนวณการรั่ว



ภาพที่ 2.51 สูตรคำนวณการรั่ว

จากสูตร : △P และ μ ขึ้นอยู่กับการใช้งานไม่สามารถควบคุมได้

H และ L ผู้ผลิตข้อต่อสามารถควบคุมได้

ดังนั้น อัตราการรั่ว จะเห็นได้ว่าขึ้นอยู่กับค่า H และ L ซึ่ง L ที่สามารถผนึกกันรั่วได้สมบูรณ์ คือ มีค่าเท่ากับ 1 ส่วนค่า H ควรมีค่าน้อยที่สุดเท่าที่เป็นไปได้เนื่องจากมีผลต่ออัตราการรั่ว (ในสูตรอัตราการรั่วที่กำลังเป็น 3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำแนะนำสำหรับการใช้ท่อและข้อต่อที่เหมาะสม

1.โลหะของ TUBE จะต้องอ่อนกว่าวัสดุของข้อต่อเสมอ เช่น ท่อแสเตนเลสไม่ควรใช้กับข้อต่อทองเหลือง

2.ถ้า TUBE และข้อต่อเป็นวัสดุชนิดเดียวกัน TUBE จะต้องผ่านการ ANNEAL เพื่อให้อ่อนตัวลง

3. TUBE ท่ออ่อนมาก เช่น TYGON หรือ PVC ควรใช้ INSERT เพื่อทำให้มีแรงต้านเกิดขึ้น การผนึกกันรั่วของข้อต่อจะแน่นมากขึ้น

4.ควรมีการตรวจสอบความหนาของผนังท่อ ว่าอยู่ในช่วงที่ผู้ผลิตแนะนำหรือไม่เพราะว่า FERRULE ไม่สามมารถทำให้ผนังเปลี่ยนรูป เพื่อให้อยู่ในตำแหน่งที่สามารถผนึกรั่วได้

5.ผิวท่อต้องเรียบไม่มีรอยขีดข่วน

6.ความกลมของท่อ

7. TUBE ที่ผนังหลายชั้น เช่น สาย HOSE ไม่ควรใช้กับข้อต่อธรรมดา ควรใช้กับข้อต่อพิเศษสำหรับ HOSE เท่านั้น เพราะข้อต่อธรรมดาไม่สามารถผนึกรั่วบนสาย HOSE ได้

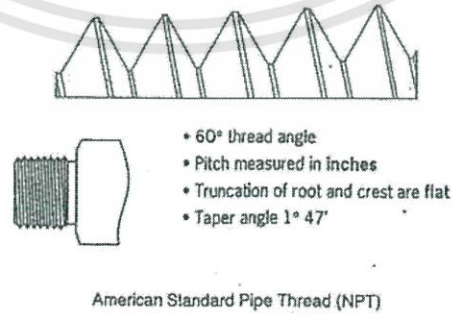
เกลียว (THREAD)

1.เกลียวเอียง

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

ดังนั้น ในการประกอบเกลียวเอียงจำเป็นต้องใช้ SEALANT เช่น TEE TAPE เพื่อเติมช่องว่างระหว่างเกลียว

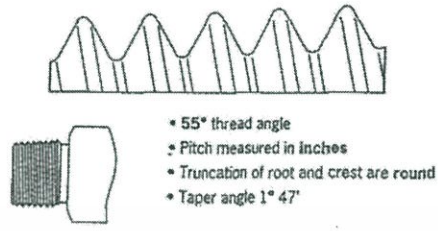
NPT (NATIONAL PIPE TAPERED THREADS)



ภาพที่ 2.52 American Standard Pipe Thread (NPT)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ISO 7/1 TAPERED PIPE THREADS



ภาพที่ 2.53 International Organization For standard (ISO7/1) Tapered.

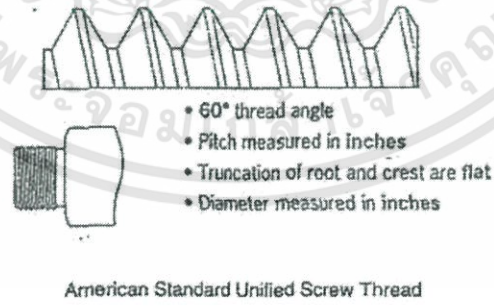
ลักษณะการใช้งานเหมือนเกลียว NPT แต่ไม่สามารถใช้แทนกันได้ เนื่องจากมีข้อแตกต่างกันดังนี้

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

4.จำนวนเกลียวต่อนิ้ว (รายละเอียดในตาราง)

2.เกลียวตรง หรือ เกลียวขนาน การทำงานของเกลียวขนานจะแตกต่างจากเกลียวเอียง คือ ผนึกกันรั่วโดยใช้ GASKET หรือ ไม่ต้องใช้ SEALANT

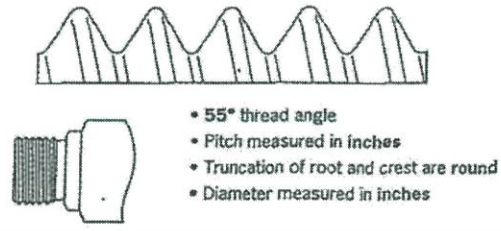
2.1 UN (UNIFIED SCREW THREADS)



ภาพที่ 2.54 American Standard Unified Screw Thread

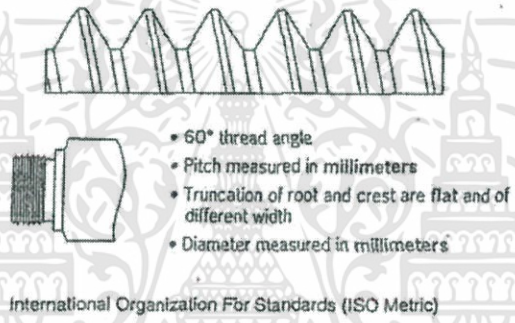
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ISO 228/1 PARALLEL PIPE THREADS



ภาพที่ 2.55 International Organization For Standards (ISO 228/1) Parallel

2.3 ISO 261 (METRIC SCREW THREADS)



ภาพที่ 2.56 International Organization For Standards (ISO Metric)

ลักษณะทั่วๆไป เหมือนกับเกลียว UNFIED ใช้ GASKET หรือ O-RING เป็นตัวผนึกกันรั่ว ส่วนใหญ่จะใช้ต่อกับเข้าอุปกรณ์ที่มีเกลียวเป็น METRIC อยู่แล้ว

ข้อแตกต่างจากเกลียวขนาด ISO 228/1 คือ

- มุมของเกลียวจะเปลี่ยนจาก 55° เป็น 66 °
- 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.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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.ไม่ควรใช้ข้อต่อ เป็นที่ระบายแรงดัน

8.ทุกครั้งที่ติดตั้งเสร็จ ควรตรวจสอบด้วย INSPECT GAGE

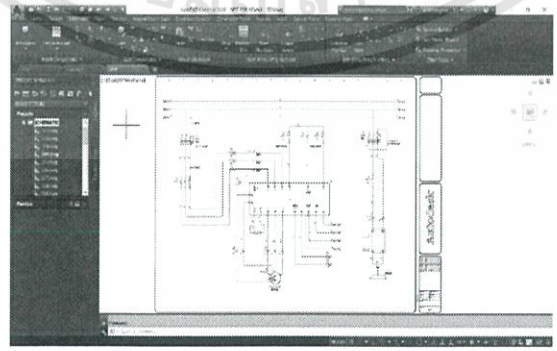
9.เมื่อพบปัญหาเกี่ยวกับข้อต่อควรทำเป็นรายงานทุกครั้ง

10.ควรใช้ท่อที่ทำจากวัสดุที่อ่อนกว่าข้อต่อเสมอ

2.8 Softwareที่ใช้ในโครงงาน

2.8.1 Autocad2018

Auto cad เป็นซอฟแวร์ที่ใช้ในการออกแบบโครงสร้างการทำงานของระบบต่างๆมากมาย และสร้างขึ้น เพื่อการเขียนแบบร่างระดับมืออาชีพ การเขียนแบบรายละเอียด2 มิติที่สมบูรณ์ อยู่ในระดับมาตรฐานอุตสาหกรรม Auto cad ยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของการทำงานทางด้านนี้ใช้ประโยชน์ได้อย่างสูงสุด สามารถสร้างแบบงานอย่างง่าย และอย่างซับซ้อน ได้จากทรงมาตรฐาน สร้างและแก้ไขรูปทรงที่มีอยู่ด้วยคำสั่ง สามารถเพิ่มคุณสมบัติและส่วนเพิ่มเติมต่างๆเข้ามาได้ Auto cad



ภาพที่ 2.57 ตัวอย่างโปรแกรม Autocad2018

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

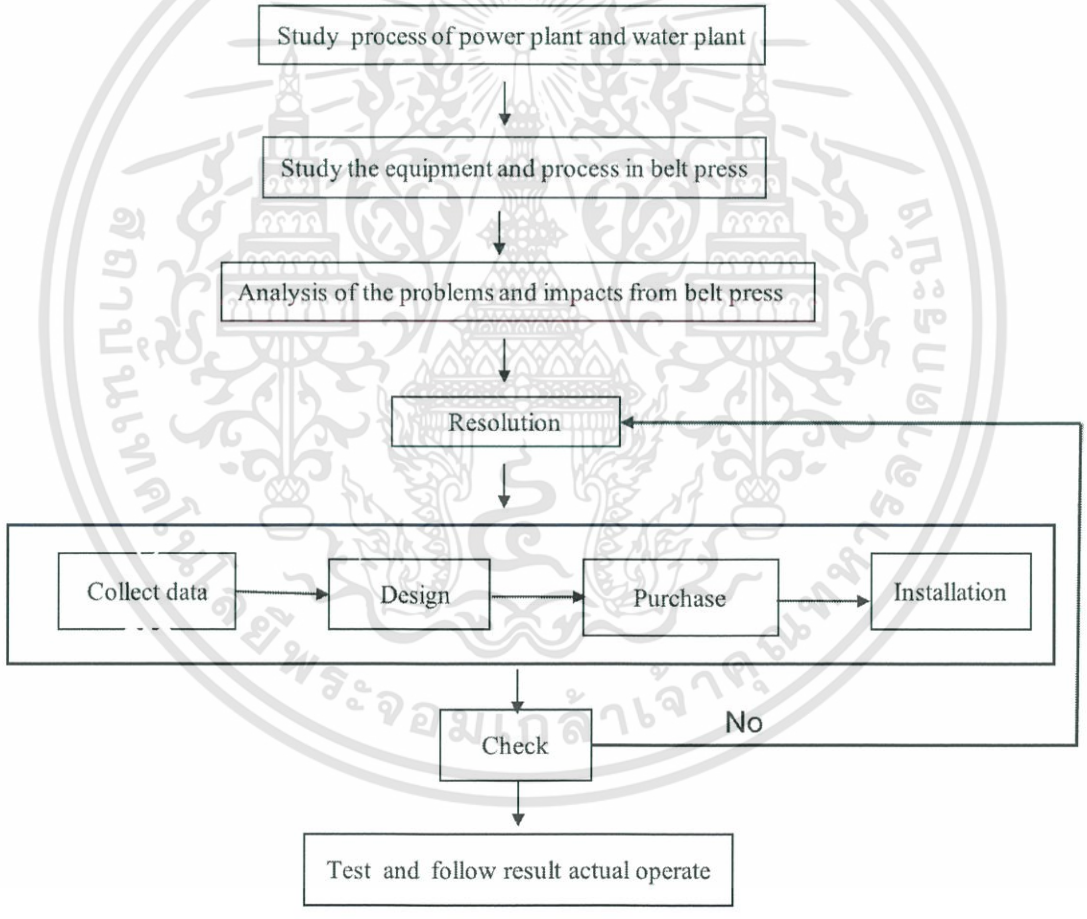
บทที่ 3

การดำเนินงาน

3.1 บทนำ

การดำเนินงานเพื่อแก้ไขปัญหาและปรับปรุงให้ได้ตรงตามเป้าหมายนั้นๆจะต้องมีการวิเคราะห์และประเมินปัญหาที่เกิดขึ้นภายในเครื่องรีดตะกอนเพื่อดำเนินการแก้ไขปรับปรุงได้อย่างถูกต้อง โดยมีการปรับปรุงระบบนิวแมติกส์ของเครื่องรีดตะกอน ซึ่งมีแผนการดำเนินงานหลักๆด้วยกัน ดังนี้

แผนการดำเนินงาน

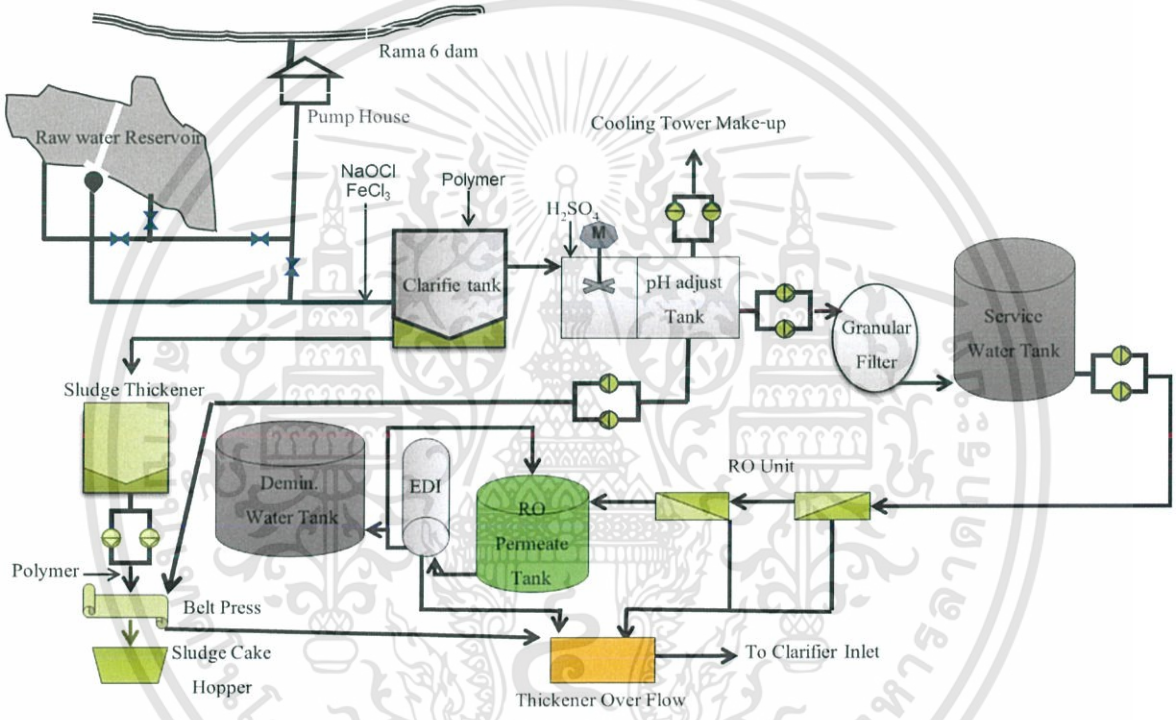


ภาพที่ 3.1 แผนการดำเนินงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 กระบวนการผลิตน้ำของโรงไฟฟ้า

เนื่องจากโรงฟ้าหนองแซง(บริษัท กัลฟ์ เจพี เอ็นเอส จำกัด (มหาชน) มีกระบวนการผลิตไฟฟ้าในรูปแบบของ Combine Cycle ที่ประกอบไปด้วย Gas Turbine และ Steam Turbine ซึ่งในกระบวนการผลิตไฟฟ้าในรูปแบบ Steam Turbine และกระบวนการต่างๆอีกมากมายนั้นจะต้องมีการใช้น้ำในกระบวนการผลิตรวมถึงนำมาใช้ในสาธารณูปโภคภายในโรงไฟฟ้าเป็นปริมาณมาก ดังนั้นจึงต้องมีการผลิตน้ำเพื่อนำมาใช้เอง ดังภาพที่ 3.2



ภาพที่ 3.2 Water Plant Overview

โรงไฟฟ้าหนองแซงได้สูบน้ำจากเขื่อนพระราม 6 ที่สถานีสูบน้ำดิบ(pump house) และนำมาเก็บไว้ที่บ่อเก็บน้ำดิบ(Raw water reservoir) เพื่อนำมาใช้ในการผลิตน้ำโดยผ่านกระบวนการปรับคุณภาพน้ำให้ได้ค่าที่เหมาะสมซึ่งกระบวนการในช่วงแรก (pretreatment) น้ำดิบจะต้องผ่านกระบวนการตกตะกอนที่ Clarifier Tank ซึ่งเป็นการทำให้สิ่งปฏิกูลต่างๆที่อยู่ในน้ำเกิดการตกตะกอนโดยมีการผสมสารเคมี เช่น NaOCl $FeCl_3$, Polymer เพื่อฆ่าเชื้อโรคและช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการตกตะกอน ตะกอนหรือsludge ที่ได้จะถูกนำไปเข้าเครื่องรีดตะกอน(Belt press machine)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนน้ำที่ผ่านการตกตะกอนที่ Clarifier Tank แล้วจะถูกส่งไปปรับค่าPHที่ PH adjust tank ซึ่งน้ำบางส่วนจะถูกนำไปใช้ที่ Cooling Tower Make up และน้ำอีกส่วนจะถูกส่งไปกรองที่ Granular Filter เพื่อแยกอนุภาคแขวนลอยขนาดเล็กออกจากน้ำโดยผ่านน้ำเข้ายังชั้นกรองซึ่งมีรูพรุนวัสดุกรองที่นิยมใช้ เช่น ทราย คาร์บอน เป็นต้นและน้ำที่ผ่านการกรองแล้วเก็บไว้ที่ Service Water Tank จากนั้นจะถูกส่งไปกรองขั้นต่อไปที่ RO Unite (Reverse Osmosis) เป็นระบบการกรองโดยใช้เยื่อกรองชนิดพิเศษที่เรียกว่า Membrane ซึ่งทำจากใยสังเคราะห์เซลลูโลสมีความละเอียดถึง 0.0001ไมครอน ด้วยคุณสมบัตินี้เองทำให้สารละลายสิ่งปนเปื้อน เช่น โลหะหนัก, ปุ๋ยเคมี, ยาฆ่าแมลง, สารตะกั่วรวมทั้งเชื้อโรคต่างๆ ซึ่งมีขนาดใหญ่กว่า ไม่สามารถแทรกตัวเล็ดลอดผ่านเยื่อกรองนี้ไปได้ จะมีเพียงน้ำบริสุทธิ์เท่านั้นที่สามารถซึมผ่านได้ สิ่งปนเปื้อนที่ถูกดักไว้ในเยื่อกรองจะถูกกำจัดออกส่วนน้ำที่ผ่านการกรองจะถูกพักไว้ที่ RO Permeate Tank และถูกส่งไปยัง Electrodeionization (EDI) เป็นการกำจัดไอออนในทั้งน้ำดิบ และน้ำเสีย หรือในอุตสาหกรรมที่ต้องการใช้น้ำที่มีความบริสุทธิ์สูงในปริมาณมากๆโดยใช้หลักการไฟฟ้าเพื่อสร้างให้เกิดความต่างศักย์ที่ขั้วปลายทั้งสองข้างของแผ่น anode และ cathode และน้ำส่วนนี้จะถูกเก็บไว้ที่ Demin Water Tank ซึ่งน้ำส่วนนี้จะถูกเก็บไว้ใช้ในการผลิต Steam เพื่อใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้าที่ Steam Turbine

3.3 การศึกษาเครื่องรีดตะกอน (belt press machine)

เครื่องรีดตะกอน (belt press machine) คือ เครื่องกรอง (filter) ประเภทหนึ่ง ซึ่งใช้เพื่อการแยก (separation) ของเหลวออกจากกากหรือตะกอน โดยใช้สายพาน (belt) ทำหน้าที่รีดของเหลวออก เครื่องรีดตะกอน (Belt Press) ได้ถูกออกแบบมาให้ใช้สำหรับงานบำบัดตะกอนจากน้ำเสียชุมชนหรืออุตสาหกรรมในระบบบำบัดน้ำเสียและน้ำที่ผ่านการรีดนั้นจะถูกนำมาผ่านกระบวนการบำบัดในช่วงแรกใหม่

ภาพที่ 3.3 เครื่องรีดตะกอน (belt press machine)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.1 หลักการทำงานของ Belt press machine

การทำงาน Belt press machine นั้นจะแบ่งโซนการทำงานเป็น 4 โซน ได้แก่

-Rotary Dewatering Zone

-Gravity Dewatering Zone

-Compression Dewatering Zone (low pressure)

-Compression Dewatering Zone (high pressure)

3.3.1.1 ส่วนของขั้นตอนทำงานของ Belt press machine

สามารถแบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่1> sludge mixing

เป็นการนำกากตะกอนไปผสมกับพอลิเมอร์ซึ่งจะเป็นการเปลี่ยนลักษณะทางกายภาพและทางเคมีเพื่อลดพันธะระหว่างตะกอนกับน้ำและเพิ่มการเกาะตัวกันมากขึ้นของตะกอน

ขั้นตอนที่2> Pre-Dewatering (Rotational Dewatering)

หลังจากตะกอนมีการเกาะตัวกันมากขึ้นมีสภาพเป็นกากตะกอนจะเข้าสู่ตัวกรองที่เป็นแบบ Rotaryและจะถูกโยนลงไปเกิดการพลิกตัวไปมาของตะกอน เนื่องจากการหมุนของตะกอนจะได้น้ำจากกากตะกอนที่แยกออกจากกัน

ขั้นตอนที่3> Gravity Dewatering

ส่วนของตะกอนจากขั้นตอนที่แล้วก็จะไหลเข้าไปในตัวกรองที่เป็นลักษณะลูกกลิ้งบิดตัวไปมาซึ่งภายในนั้นจะมีการสั่นด้วยความถี่ต่ำๆซึ่งจะกรองน้ำจากตะกอนและปล่อยเข้าไปยังส่วนของcompression Dewatering

ขั้นตอนที่4> compression (low pressure) Dewatering

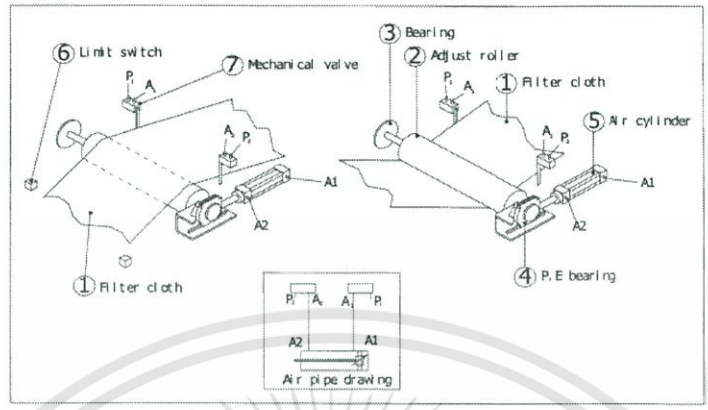
หลังจากผ่านขั้นตอน Gravity Dewatering กากตะกอนจะค่อยๆถูดบีบอัดที่มีลักษณะรูปลิ่มจากนั้นกากตะกอนบางส่วนจะผ่านเข้าไปในส่วนของ high pressure Dewatering

ขั้นตอนที่5> high pressure(shear) Dewatering

เมื่อตะกอนเข้าสู่ขั้นตอนรีดด้วยแรงดันสูงโดยมีลูกกลิ้งชนิด s ที่เป็นตัวรีดตะกอนโดยใช้แรงเฉือนทำให้กากตะกอนนั้นกลายเป็นกากตะกอนที่มีความชื้นเหลือน้อยมากๆด้วยแรงเฉือนที่แรงดันสูงจากผ้ากรองสายพานทั้งสอง

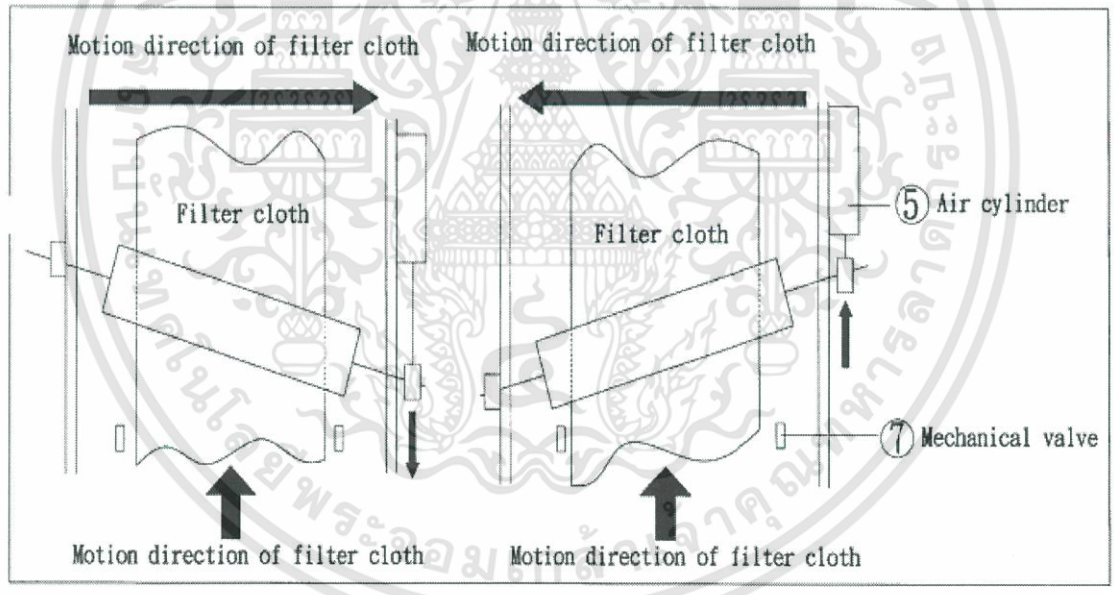
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.1.2 การปรับตำแหน่งของผ้ากรองสายพาน



ภาพที่ 3.4 อุปกรณ์สำหรับปรับตำแหน่งอัตโนมัติของตัวกรองที่ติดตั้งในแต่ละส่วน

- เมื่อ limit switch ที่ตำแหน่ง A1ทำงาน Air Cylinder จะดันลูกสูบออก
- เมื่อ limit switch ที่ตำแหน่ง A2 ทำงาน Air Cylinder จะดันลูกสูบเข้า



ภาพที่ 3.5 การตรวจสอบกลไกทิศทางการเคลื่อนของผ้ากรองสายพาน

- เมื่อ Air Cylinder ที่อยู่ทางขวาดันลูกสูบออกผ้ากรองสายพานจะเคลื่อนที่ไปทางขวา
- เมื่อ Air Cylinder ที่อยู่ทางขวาดันลูกสูบเข้าผ้ากรองสายพานจะเคลื่อนที่ไปทางซ้าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 การวิเคราะห์ปัญหาและผลกระทบที่เกิดขึ้นของเครื่องรีดตะกอน

3.4.1 ประเด็นปัญหาและปัจจัยสำคัญ

เนื่องด้วยท่อลมแบบเก่าที่เป็นแบบเทปล่อนนั้นมีสภาวะการใช้งานที่ไม่เหมาะสมและมีการรั่วของลมอันเนื่องจากปัจจัยดังต่อไปนี้

- ได้รับความร้อนจากการถูกแสงแดดและน้ำจากเศษตะกอนบ่อยครั้งเป็นเหตุให้ท่อมีการเสื่อมสภาพเร็วขึ้นและกรอบแตกหักได้ง่าย

- เมื่อท่อลมเสื่อมสภาพและกรอบบวกกับความดันลมในท่ออาจทำให้ท่อแตกได้ไวขึ้น

- การเก็บท่อลมที่มีการโค้งงอหลายๆจุด

3.4.2 ผลกระทบของปัญหา

3.4.2.1 ท่อลมเกิดการชำรุดและแตก

ทำให้เกิดการรั่วของลมและไม่สามารเดินเครื่องเนื่องจากair cylinder ไม่สามารถปรับความความตึงและทิศทางของผ้ากรองสายพานได้ซึ่งได้นำข้อมูลการปฏิบัติงานที่เกี่ยวกับการรั่วของท่อลมภายในเครื่องรีดตะกอนแสดงดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 CM (Corrective Maintenance) ส่วน MI (Maintenance Instrument)

Work order	DESCRIPTION	Description of functional location	Notification date	Planner group
20062136	BELT PRESS-A AIR PRESS REGULATOR LEAK.	BELT PRESS-A	06.11.2015	MI
20101389	belt press B instrument air line leak	BELT PRESS-B	21.06.2017	MI
20103404	Instrument air at Belt press A leak	BELT PRESS-A	15.07.2017	MI
20105114	Belt press-B -instrument air line leak	BELT PRESS-B	11.08.2017	MI
20109863	Belt press B hydraulic adjust belt fail	BELT PRESS-B	18.10.2017	MI
20113666	Belt press A Instrument Air hose leak	BELT PRESS-A	15.12.2017	MI
20117821	Belt press-B -instrument air line leak	BELT PRESS-B	04.02.2018	MI
20121508	Belt Press A air regulator leak	BELT PRESS-A	27.02.2018	MI
20129456	Belt press A instrument air leak	BELT PRES A	15.06.2018	MI
20131290	Belt press-A instrument air leak	BELT PRESS-A	02.07.2018	MI
20136302	Air supply Pneumatic tube broken	BELT PRESS-B	24.09.2018	MI

จากตารางจะแสดงรายละเอียดการปฏิบัติงานที่เกี่ยวกับการรั่วของลมภายในเครื่องรีดตะกอนพบว่าในแต่ละปีมีการรั่วของลมหลายครั้งซึ่งในบางครั้งที่เกิดการรั่วและไม่ได้มีการบันทึกข้อมูลในงาน CM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2.2 ผ้ากรองสายพานชำรุดหรือฉีกขาด

อันเนื่องมาจากปัจจัยดังต่อไปนี้

- ผลมาจากการรั่วของท่อลมซึ่งจะเกี่ยวข้องในเรื่องของการปรับความตึงของผ้ากรองสายพาน เช่น เมื่อผ้ากรองสายพานตึงเกินไปและไม่สามารถปรับความตึงได้ เนื่องจากท่อลมแตกและเกิดลมรั่วจะทำให้กระบอกลูกสูบลม มีแรงดันไม่พอเพื่อปรับความตึงของผ้ากรองสายพาน จึงเป็นเหตุให้ผ้ากรองสายพานมีการชำรุดหรือฉีกขาดได้

- ผลจากการไม่สามารถปรับทิศของผ้ากรองสายพานได้เนื่องจากท่อลมแตกและเกิดลมรั่วจะทำให้กระบอกลูกสูบลม มีแรงดันไม่พอเพื่อปรับปรับทิศทางจะมีผลทำให้ผ้ากรองสายพานเบียดกับด้านข้างของเครื่องและทำให้ผ้ากรองสายพานเกิดการพับและชำรุดฉีกขาดได้

ซึ่งได้นำข้อมูลการปฏิบัติงานที่เกี่ยวกับการซ่อมหรือเปลี่ยนผ้ากรองสายพานภายในเครื่อง belt press แสดงดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 CM (Corrective Maintenance) ส่วน MM (Maintenance Mechanic)

Order	Description	Description of functional location	Notification date	Planner group
20083345	Belt press A balt damage	BELT PRESS-A	11/9/2016	MM
20083379	Belt Press-A bearing damage	BELT PRESS-A	13/9/2016	MM
20084987	Belt press B belt damage	BELT PRESS-B	30/9/2016	MM
	Belt press B belt damage	BELT PRESS-B	9/2/2017	MM
20104616	(Waiting)Belt press A belt dama	BELT PRESS-A	1/8/2017	MM
20105095	Belt press B belt damage	BELT PRESS-B	7/8/2017	MM
20109395	Belt press B belt damage.	BELT PRESS-B	5/10/2017	MM
20111047	(FNSH)Belt pres A Belt damage	BELT PRESS-A	2/11/2017	MM
20111590	(FNSH)Belt pres B Belt damage	BELT PRESS-B	2/11/2017	MM
	(SV)Belt pres B Belt damage.	BELT PRESS-B	12/11/2017	MM
	Belt press B belt damage	BELT PRESS-B	14/11/2017	MM
20111807	Belt pres B brearing Belt damag	BELT PRESS-B	20/11/2017	MM
20113661	Belt pres A Belt damage(18/12/	BELT PRESS-A	10/12/2017	MM
20117752	Belt press B Belt damage	BELT PRESS-B	1/2/2018	MM
20119849	Belt Press A belt damage	BELT PRESS-A	26/2/2018	MM
20121938	Belt Press A - Belt Damage	BELT PRESS-A	14/3/2018	MM
20124523	Belt Press-A Part Damage	BELT PRESS-A	17/4/2018	MM
20124524	Belt Press-B Part Damage	BELT PRESS-B	17/4/2018	MM
20129144	Belt press B zipper damage	BELT PRESS-B	8/6/2018	MM
20129145	belt press A zipper damage	BELT PRESS-A	10/6/2018	MM

จากตารางจะแสดงรายการปฏิบัติงานที่เกี่ยวกับการชำรุดหรือฉีกขาดภายในเครื่องรีดตะกอน พบว่าในแต่ละปีมีทั้งการซ่อมและเปลี่ยนผ้ากรองสายพานเป็นจำนวนหลายครั้ง ซึ่งถ้ามีการเปลี่ยนผ้ากรองสายพานในแต่ละครั้งก็จะมีค่าใช้จ่ายแสดงดังตารางที่ 3.3 ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.3 ราคาผ้ากรองสายพานแต่ละชุด

	Qty	Unit	Unit price(THB)
Cloths Belt upper	1	set	170,000
Cloths Belt lower	1	set	175,000

ผ้ากรองสายพานจะแบ่งออกเป็น 2 ชุด แยกกันซึ่งประกอบไปด้วยชุดบนและชุดล่าง

3.2.2.3 เกิดการแพ็คตัวหรือแข็งตัวของตะกอน อันเนื่องมาจากการหยุดเดินเครื่องขณะที่เครื่องมีการทำงานอยู่ทำให้ตะกอนที่ยังค้างอยู่ในกระบวนการเกิดการแข็งตัว ซึ่งยังส่งผลให้ต้องมีค่าใช้จ่ายในการทำความสะอาดหรือใช้น้ำฉีดล้างตะกอนที่มีการแข็งตัวเป็นปริมาณมากและเกิดความล่าช้าในกระบวนการผลิตน้ำ

3.5 แนวทางการแก้ปัญหา

เพื่อให้ท่อลมในระบบมีการชำรุดหรือการแตกรั่วของลมลดน้อยลงและมีอายุการใช้งานที่มากขึ้นทนต่อสภาวะแวดล้อมต่างๆได้ดี จึงได้เลือกวัสดุที่ใช้เป็นท่อลมแบบใหม่โดยใช้เป็นท่อสเตนเลสแทนท่อเทปล่อนซึ่งได้แสดงคุณสมบัติดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 การเปรียบเทียบคุณสมบัติของท่อ PTFE กับท่อ Stainless steel

	PTFE	Stainless steel Tube
temperature(°C)	260	537
pressures	10 Bar	size 3/8, 224 Bar size 1/4 ,347 Bar
Chemical resistance	Excellent	Excellent
Tensile Strength (MPa)	140 - 350	500 - 700
Melting point(°C)	327	1400

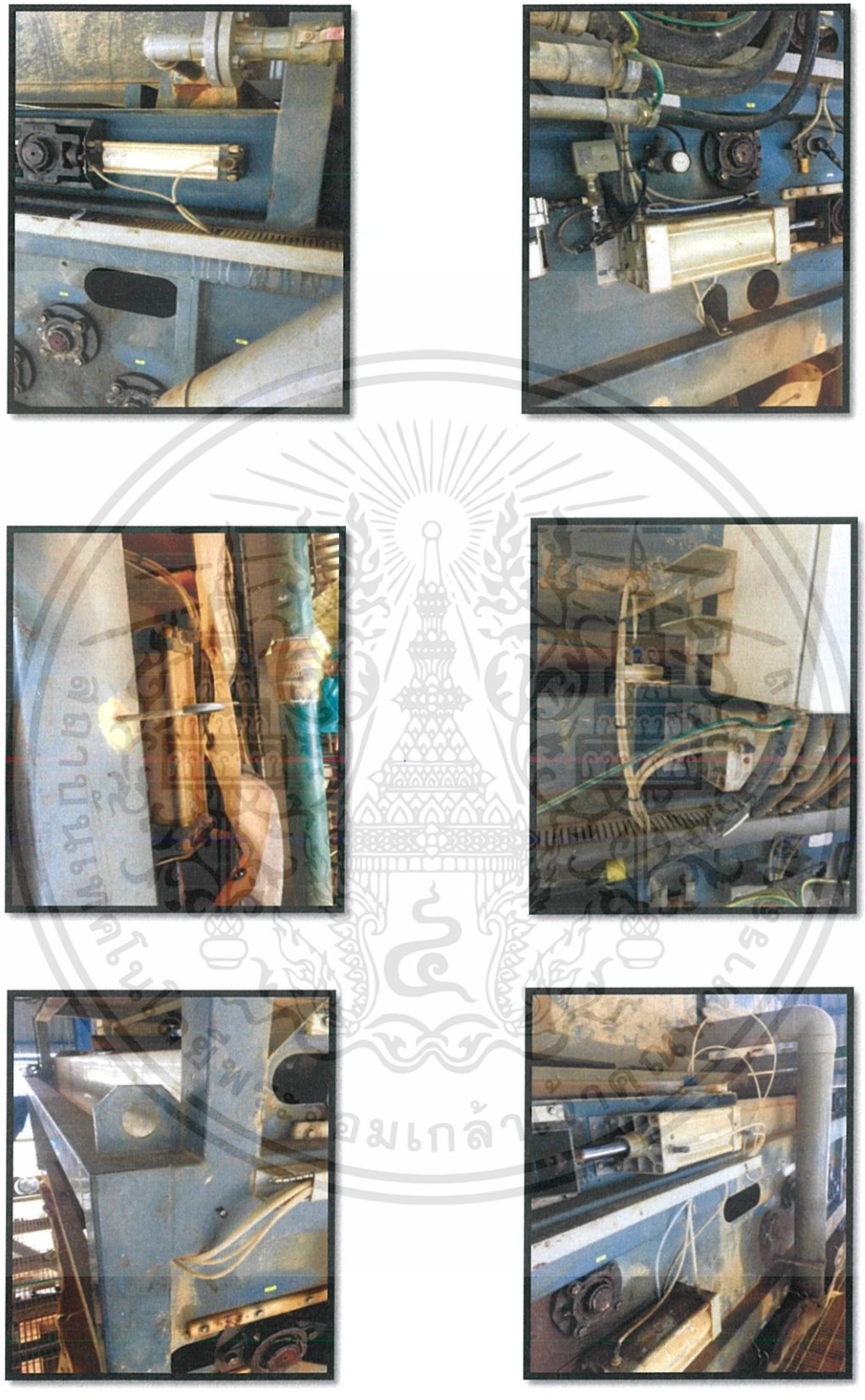
จากคุณสมบัติข้างต้นจะแสดงให้เห็นว่าท่อลม Stainless steel มีความเหมาะสมในการใช้งานมากว่าท่อลม PTFE ภายใต้สภาวะการทำงานที่เกิดขึ้น

3.6 ดำเนินการปรับปรุง

3.6.1 รวบรวมข้อมูลและประเมินอุปกรณ์ที่ใช้ในการปรับปรุง

ในการดำเนินงานปรับปรุงและเปลี่ยนแปลงอุปกรณ์ต่างๆภายในระบบท่อลมจะต้องมีการตรวจสอบขนาดท่อลมและข้อต่อต่างๆที่ต้องใช้ต่อเข้ากับอุปกรณ์ที่มีอยู่เดิมนั้นรวมถึงตำแหน่งและพื้นที่ที่จะทำการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์การทำงานของเครื่องจักรเพื่อนำไปออกแบบขั้นตอนการทำงานและการติดตั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

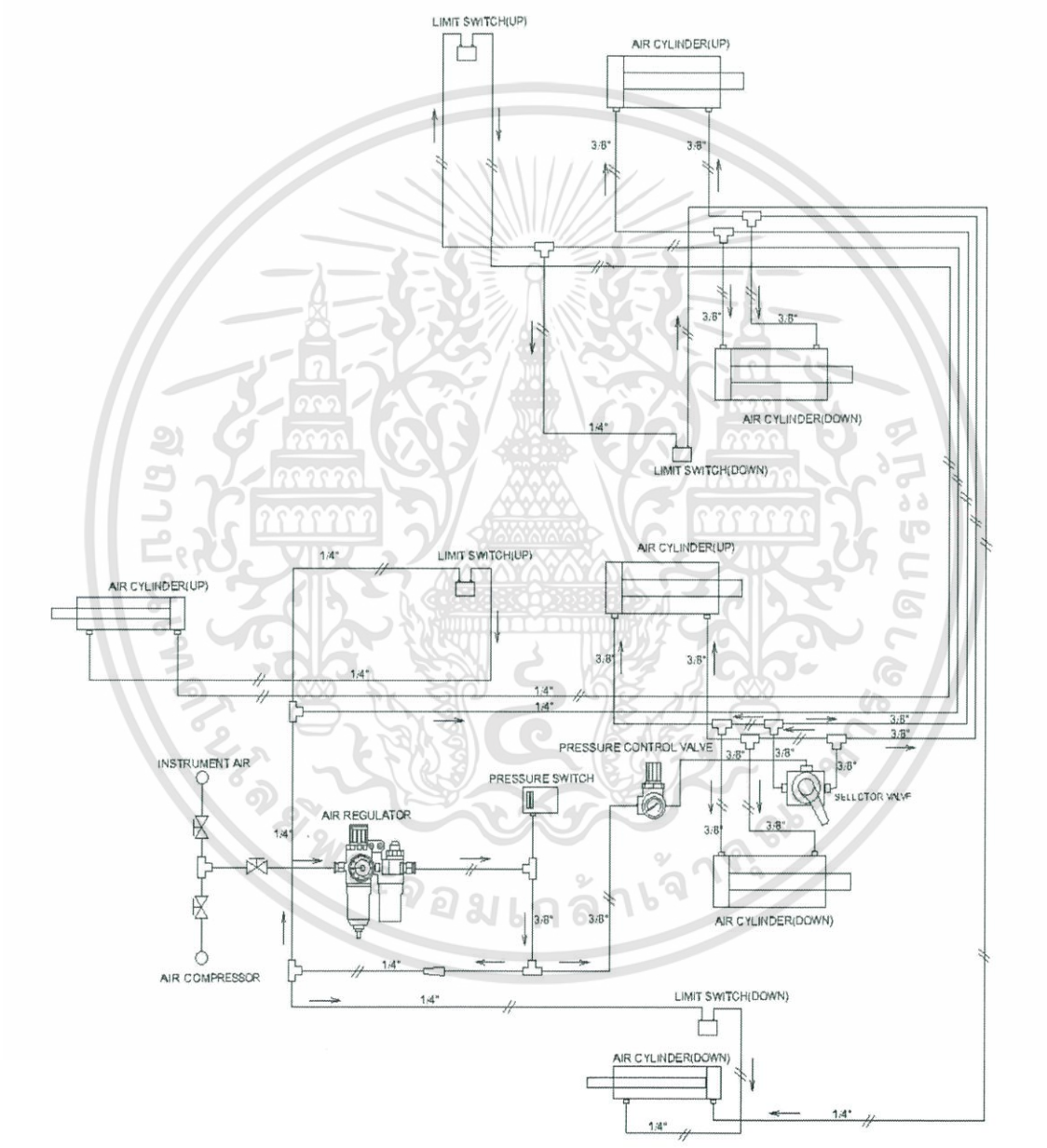


ภาพที่ 3.6 ทางเดินท่อลมและอุปกรณ์ทั้งหมดภายในเครื่องรีดตะกอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.2 ออกแบบ Layout การติดตั้ง

เมื่อได้มีการตรวจสอบการทำงานและทางเดินท่อลมในอุปกรณ์แต่ละตัวรวมถึงตำแหน่งในการติดตั้งแล้ว จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาออกแบบการทำงานและการติดตั้งของระบบท่อลม ในเครื่องรีดตะกอน ให้มีการทำงานที่ถูกต้อง เมื่อนำไปใช้ในการปรับปรุงแล้วสอดคล้องกับการทำงานแบบเดิมและการติดตั้งไม่กีดขวางต่อการซ่อมบำรุงอุปกรณ์อื่นๆภายในเครื่องจักร



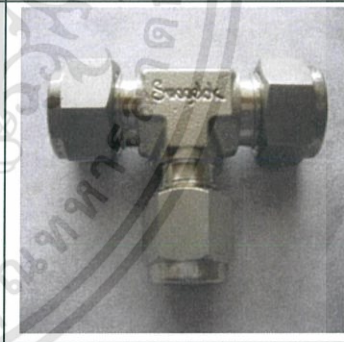
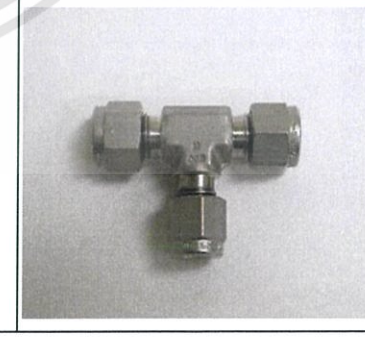
ภาพที่ 3.7 pneumatic diagram ของเครื่องรีดตะกอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

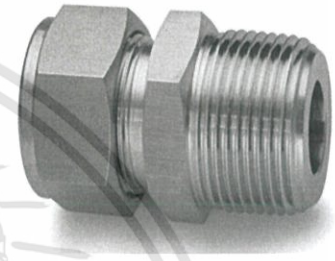
3.6.3 ดำเนินการปรับปรุงตามที่ออกแบบไว้

3.6.3.1 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ปฏิบัติงาน

ตารางที่ 3.5 อุปกรณ์ที่สั่งซื้อ

ITEM	DESCRIPTION	SIZE(in.)	QTY	PICTURE
1	tube stainless	3/8	3.5	
2	tube stainless	1/4	3.5	
3	unions tees T-O.D. 3/8	3/8	7	
4	unions tees T-O.D. 1/4	1/4	3	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5	fitting for air cylinder(small),male connectors T-O.D.1/4 P-SAE/MS Thread 3/8	1/4x3/8	4	
6	fitting for air cylinder(large),male connectors T-O.D.3/8 P-NPT 1/2	3/8x1/2	8	
7	fitting ,female conectors Thread 3/8 T-O.D. 6mm	6mmx3/8	2	
8	fitting for air cylinder(small),male connectors T-O.D.3/8 P-SAE/MS Thread 1/4	3/8x1/4	1	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องมือที่ใช้ปฏิบัติงาน

1. Tube bender size 3/8, 1/4

ภาพที่ 3.8 Tube bender size 3/8,1/4

2. Tube cuter

ภาพที่ 3.9 Tube cuter

3.ประแจเลื่อน

ภาพที่ 3.10 ประแจเลื่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. คอม้า

ภาพที่ 3.11 คอม้า

3.6.4 ขั้นตอนการปรับปรุง

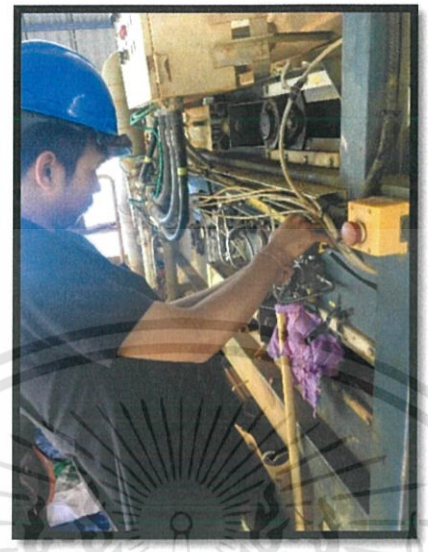
ก่อนที่จะมีการเข้าไปปฏิบัติงานจะต้องมีการทำเอกสารหรือใบอนุญาติเข้าทำงาน(WORK PERMIT FORM)และการขอปิดการทำงาน ปลดล็อคและตัดพลังงาน จากนั้นจึงจะสามารถปฏิบัติงานได้ และเมื่อปฏิบัติงานเสร็จในแต่ละวันจะต้องมีการคืนระบบทุกครั้งเพื่อให้เครื่องพร้อมใช้งานได้ตลอดเวลา ซึ่งมีขั้นตอนการปฏิบัติงานดังนี้

1.ทำการถอดท่อและข้อต่อลมต่างๆที่เป็นของเก่าออก (ไลน์size 3/8) แล้วปิดรูลมตามอุปกรณ์ที่ถอดมาทั้งหมดเพื่อกันฝุ่นหรือเศษเหล็กเข้าไปในอุปกรณ์

ภาพที่ 3.12 ตัวอย่างการถอดและปิดรูของท่อลม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.วัดระยะความยาวของทางเดินท่อตามที่ได้ออกแบบไว้จากระยะจริง



ภาพที่ 3.13 การวัดระยะความยาวของทางเดินท่อ

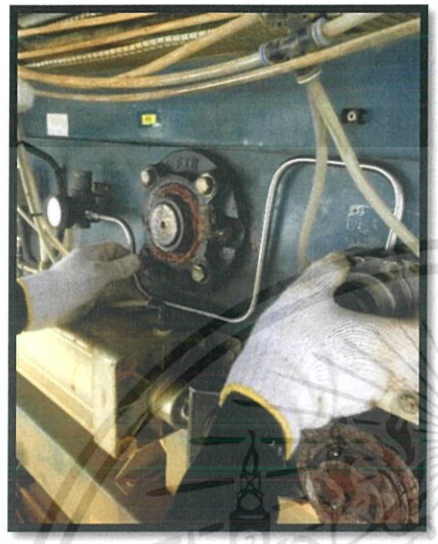
3.ตัด tube ตามระยะที่ได้คำนวณการชดเชยของระยะโค้งไว้พร้อมลบคมที่ปลายท่อและดัดให้พอดีกับตำแหน่งที่จะติดตั้งในแต่ละจุด เมื่อต้องการให้ระยะที่วัดเป็นตำแหน่งโค้งพอดีจะต้องลดจากระยะจากที่วัดมา 3 เซนติเมตร และอยู่ที่ตำแหน่ง 0 องศา (ในกรณี size 3/8) ส่วนsize 1/4 นิ้ว ต้องการให้ระยะที่วัดเป็นตำแหน่งโค้งพอดีจะต้องลดจากระยะจากที่วัดมา 2 เซนติเมตร และอยู่ที่ตำแหน่ง 0 องศา

ภาพที่ 3.14 ตัวอย่างการตัด Tube

ภาพที่ 3.15 ตัวอย่างการดัด Tube

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

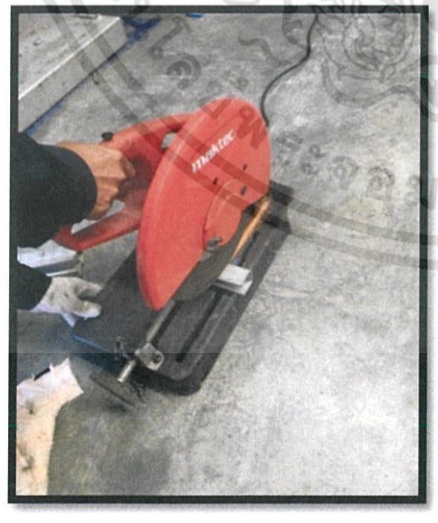
4.ติดตั้งและยึด tube กับ fitting เข้ากับอุปกรณ์ควบคุมแต่ละตัวภายในเครื่องรีดตะกอน พร้อมกับพันเกลียวทุกจุด



ภาพที่ 3.16 การติดตั้ง Tube เข้ากับอุปกรณ์ควบคุมลม

ภาพที่ 3.17 การไขTubeกับFittingเข้ากัน

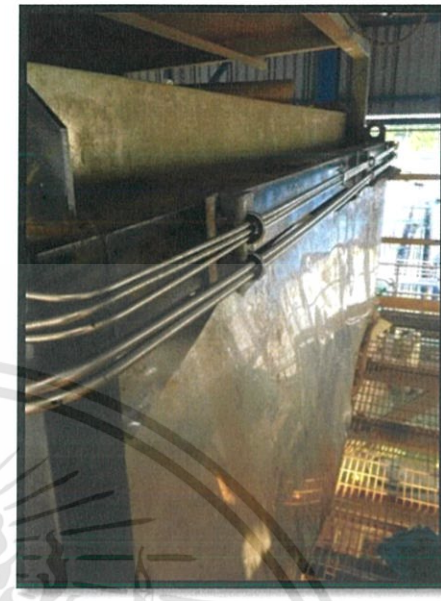
5.ยึด tube เข้ากับตัวเครื่องในแต่ละจุดเพื่อความแข็งแรงและเรียบร้อย โดยทำการประยุกต์ที่ยึดด้วย U clamp lock กับสัพพอร์ตและกิ๊บล็อคกับกิ๊บรัดท่อที่ตัดทำจากแผ่นอินซูเลชั่น



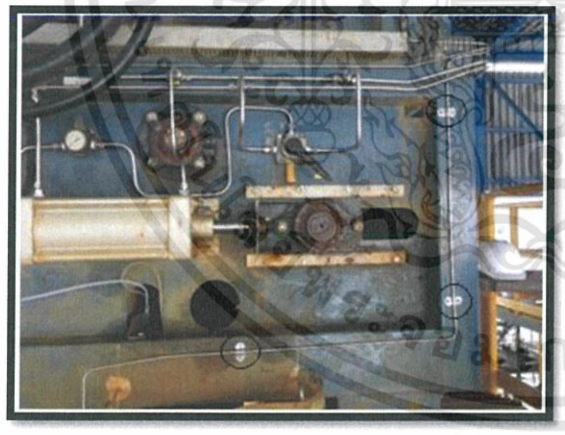
ภาพที่ 3.18 การตัดและเจาะรูยึดท่อของตัวสัพพอร์ต

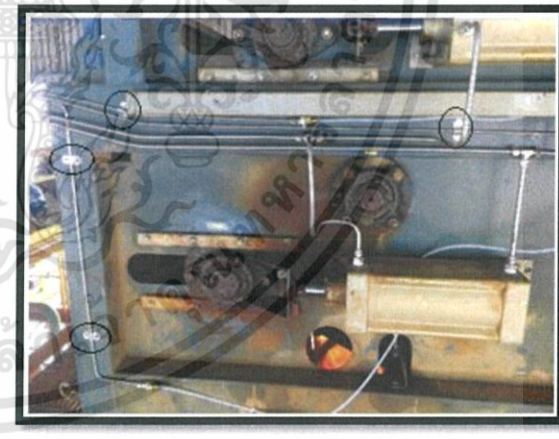
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 3.19 กิ๊บรัดท่อที่ตัดทำจากแผ่นอินซูเลชั่น



ภาพที่ 3.20 การยึดท่อลมด้วย U clamp lock

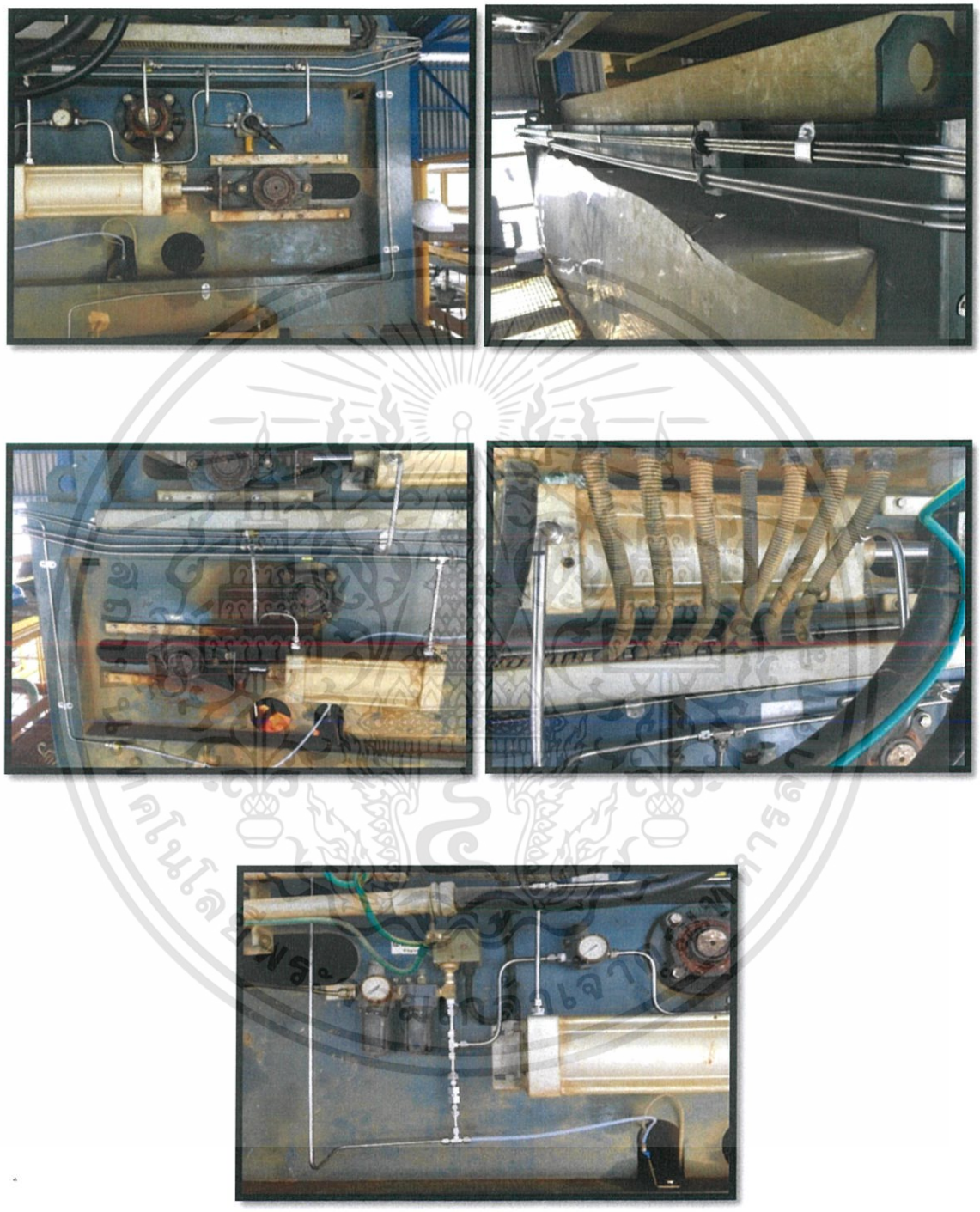




ภาพที่ 3.21 การยึดท่อลมด้วยกิ๊บล็อคจากแผ่นอินซูเลชั่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8.ตรวจสอบความถูกต้องและทดสอบการทำงาน



ภาพที่ 3.22 การปรับปรุงท่อลมทั้งหมดภายในเครื่องรีดตะกอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดสอบจากการปรับปรุง

4.1 บทนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงผลการทดสอบสำหรับการปรับปรุงท่อลมโดยทดสอบการทำงานจริงเมื่อเดินเครื่องรีดตะกอน ทดสอบการทำงานของระบบนิวแมติกส์ ทดสอบดูการรั่วหรือการอุดตันของ tube , fitting และทดสอบการปรับผ้ากรองสายผ่านด้วยกระบอกลูกสูบลมรวมถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นหลังการปรับปรุง

4.2 ผลการทดสอบการรั่วของ tube, fitting

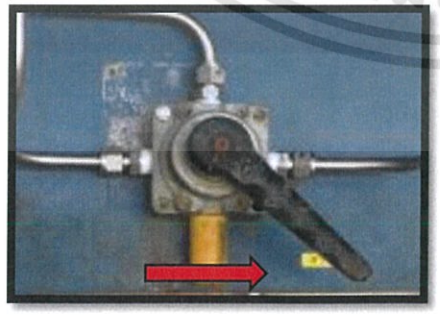
จากการทดสอบเพื่อตรวจสอบการรั่วของลมนั้นจะทำการทดสอบโดยการเปิดวาล์วลมเพื่อให้ลมเข้ามาในระบบแล้วตรวจสอบตามบริเวณ fitting ทุกๆจุดที่ทำการปรับปรุงซึ่งจากการทดสอบแล้วพบว่าไม่มีการรั่วของลมตาม tubes และ fitting ในทุกๆจุด

4.3 ผลการทดสอบการทำงานของ air cylinder

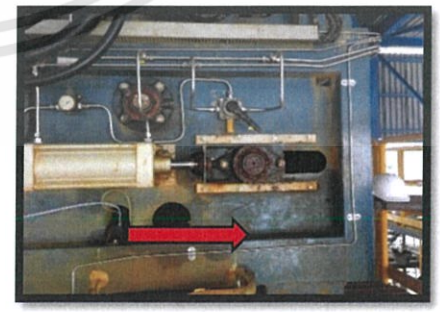
ผลการทดสอบการทำงานของ air cylinder ที่ใช้ในการควบคุมความตึงของผ้ากรองสายพานและปรับทิศทางการเคลื่อนที่ของสายพานทำการทดสอบโดยการเดินเครื่องให้มีการทำงานจริงและสังเกตการเคลื่อนที่ของ air cylinder ว่าเคลื่อนที่ได้ถูกต้องตามเงื่อนไขซึ่งผลการทดสอบพบว่ามีการทำงานได้อย่างถูกต้องดังนี้

4.3.1 การปรับความตึงของสายพานด้วย Air cylinder (large)

- เมื่อปรับให้ Manual Valve หรือ Mechanical Valve ไปทางขวา ลูกสูบของ Air cylinder จะเคลื่อนที่ออกมาดันลูกกลิ้ง (roller) เพื่อปรับให้ผ้ากรองสายพานตึง



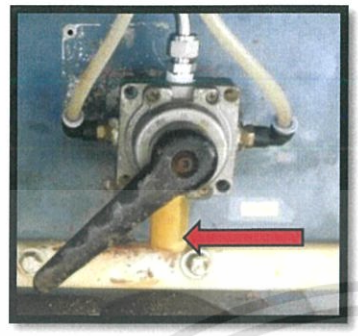
ภาพที่ 4.1 การปรับ Mechanical Valve ไปทางขวา

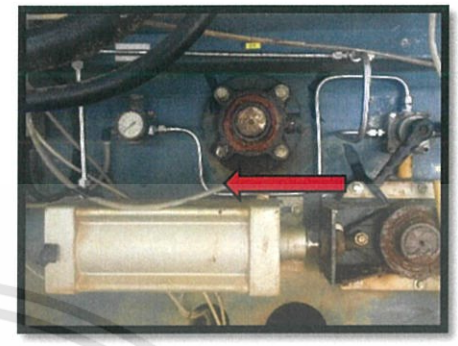


ภาพที่ 4.2 การปรับลูกสูบ Air cylinder ออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เมื่อปรับให้ Manual Valve หรือ Mechanical Valve ไปทางซ้าย ลูกสูบของ Air cylinder จะเคลื่อนที่เข้ามาดึงลูกกลิ้ง (roller) เพื่อลดการตึงของผ้ากรองสายพาน





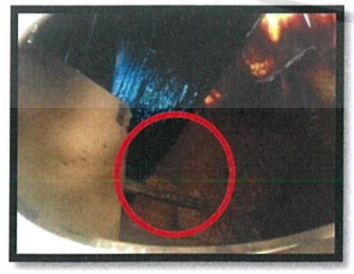
ภาพที่ 4.3 การปรับ Mechanical Valve ไปทางซ้าย **ภาพที่ 4.4** การปรับลูกสูบ Air cylinder เข้า

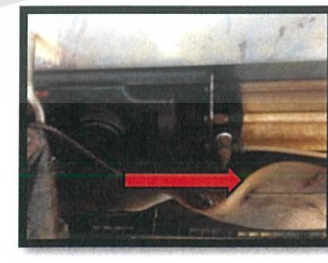
4.3.2 การปรับทิศทางของสายพานด้วย Air cylinder (small)

-เมื่อผ้ากรองสายผ่านเคลื่อนที่ไปเตะก้าน limit switch ทางด้านขวาทำให้ลูกสูบ air cylinder ด้านซ้ายเคลื่อนที่ออก เพื่อปรับให้ผ้ากรองสายพานเคลื่อนที่มาทางด้านซ้าย

ภาพที่ 4.5 limit switchทางด้านขวาของเครื่อง **ภาพที่ 4.6** ลูกสูบ air cylinderด้านซ้ายเคลื่อนที่ออก

- เมื่อผ้ากรองสายผ่านเคลื่อนที่ไปแตะก้าน limit switch ทางด้านซ้ายทำให้ลูกสูบ air cylinder ด้านซ้ายเคลื่อนที่เข้า เพื่อปรับให้ผ้ากรองสายพานเคลื่อนที่มาทางด้านขวา





ภาพที่ 4.7 limit switchทางด้านซ้ายของเครื่อง **ภาพที่ 4.8** ลูกสูบ air cylinderด้านซ้ายเคลื่อนที่เข้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 ผลการทดสอบหลังการปรับปรุง

จากที่ได้ทำการปรับปรุงระบบนิวแมติกส์ ของเครื่องรีดตะกอน ในส่วนของการเปลี่ยนท่อลมนั้น พบว่าปัญหาต่างๆที่ได้รับผลกระทบที่เกิดขึ้นก่อนการปรับปรุงลดลง ซึ่งจะมีผลการทดสอบต่างๆดังต่อไปนี้ (จากระยะเวลาหลังการปรับปรุงและติดตามผลเป็นระยะเวลา 2 เดือน)

4.4.1 ผลการทดสอบการชำรุดและรั่วของท่อลม

จากการติดตามผลการทำงานเครื่องรีดตะกอนหลังการปรับปรุง ผลการทดสอบพบว่าปัญหาปัญหาการชำรุดและรั่วของท่อลมลดลงหรือไม่มีเลย ซึ่งได้นำข้อมูลการปฏิบัติงานที่เกี่ยวกับการรั่วของท่อลมภายในเครื่องรีดตะกอน แสดงดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 CM (Corrective Maintenance) ส่วน MI (Maintenance Instrument)

Work order	DESCRIPTION	Descripton of functional location	Notificaton date	Planner group
20062136	BELT PRESS-A AIR PRESS REGULATOR LEAK.	BELT PRESS-A	06.11.2015	MI
20101389	belt press B instrument air line leak	BELT PRESS-B	21.06.2017	MI
20103404	Instrument air at Belt press A leak	BELT PRESS-A	15.07.2017	MI
20105114	Belt press-B -instrument air line leak	BELT PRESS-B	11.08.2017	MI
20109863	Belt press B hydraulic adjust belt fail	BELT PRESS-B	18.10.2017	MI
20113666	Belt press A Instrument Air hose leak	BELT PRESS-A	15.12.2017	MI
20117821	Belt press-B -instrument air line leak	BELT PRESS-B	04.02.2018	MI
20121508	Belt Press A air regulator leak	BELT PRESS-A	27.02.2018	MI
20129456	Belt press A instrument air leak	BELT PRES A	15.06.2018	MI
20131290	Belt press-A instrument air leak	BELT PRESS-A	02.07.2018	MI
20136302	Air supply Pneumatic tube broken	BELT PRESS-B	24.09.2018	MI

จากตารางแสดงให้เห็นว่าหลังจากวันที่ 24/09/2018 เป็นต้นไปพบว่าไม่มีการลงข้อมูลการปฏิบัติงานที่เกี่ยวกับการรั่วของท่อลมเครื่องรีดตะกอนอีกเลย (การปรับปรุงเสร็จสิ้นเมื่อวันที่ 10/10/2018)

4.4.2 ผลการทดสอบการชำรุดและการฉีกขาดของผ้ากรองสายพาน

จากการติดตามผลการทำงานเครื่องรีดตะกอนหลังการปรับปรุง ผลการทดสอบพบว่าปัญหาการชำรุดและฉีกขาดของผ้ากรองสายพานลดลง ซึ่งได้นำข้อมูลการปฏิบัติงานที่เกี่ยวกับการซ่อมหรือเปลี่ยนผ้ากรองสายพานภายในเครื่องรีดตะกอนแสดงดังตารางที่ 4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 CM (Corrective Maintenance) ส่วน MM (Maintenance Mechanic)

Order	Description	Description of functional location	Notification date	Planner group
20083345	Belt press A balt damage	BELT PRESS-A	11/9/2016	MM
20083379	Belt Press-A bearing damage	BELT PRESS-A	13/9/2016	MM
20084987	Belt press B belt damage	BELT PRESS-B	30/9/2016	MM
	Belt press B belt damage	BELT PRESS-B	9/2/2017	MM
20104616	(Waiting)Belt press A belt dama	BELT PRESS-A	1/8/2017	MM
20105095	Belt press B belt damage	BELT PRESS-B	7/8/2017	MM
20109395	Belt press B belt damage.	BELT PRESS-B	5/10/2017	MM
20111047	(FNSH)Belt pres A Belt damage	BELT PRESS-A	2/11/2017	MM
20111590	(FNSH)Belt pres B Belt damage	BELT PRESS-B	2/11/2017	MM
	(SV)Belt pres B Belt damage.	BELT PRESS-B	12/11/2017	MM
	Belt press B belt damage	BELT PRESS-B	14/11/2017	MM
20111807	Belt pres B brearing Belt damag	BELT PRESS-B	20/11/2017	MM
20113661	Belt pres A Belt damage(18/12/	BELT PRESS-A	10/12/2017	MM
20117752	Belt press B Belt damage	BELT PRESS-B	1/2/2018	MM
20119849	Belt Press A belt damage	BELT PRESS-A	26/2/2018	MM
20121938	Belt Press A - Belt Damage	BELT PRESS-A	14/3/2018	MM
20124523	Belt Press-A Part Damage	BELT PRESS-A	17/4/2018	MM
20124524	Belt Press-B Part Damage	BELT PRESS-B	17/4/2018	MM
20129144	Belt press B zipper damage	BELT PRESS-B	8/6/2018	MM
20129145	belt press A zipper damage	BELT PRESS-A	10/6/2018	MM

จากตารางแสดงให้เห็นว่าหลังจากวันที่ 6/10/2018 เป็นต้นไปพบว่าไม่มีการลงข้อมูลการปฏิบัติงานที่เกี่ยวกับการซ่อมหรือเปลี่ยน cloth belt ของเครื่องรีดตะกอนอีกเลย(การปรับปรุงเสร็จสิ้นเมื่อวันที่ (10/10/2018)

4.4.3 ผลการทดสอบการแพ็คตัวของตะกอน

ผลการทดสอบพบว่าปัญหาการแพ็คตัวหรือแข็งตัวของตะกอนอันเนื่องมาจากการหยุดทำงานของเครื่องรีดตะกอน ตะกอนมีการแพ็คตัวลดน้อยลงเนื่องจากไม่มีการหยุดทำงานของเครื่องในระหว่างที่เครื่องมีการทำงานอยู่ และยังช่วยลดเวลาในการปฏิบัติงานของคนควบคุมเครื่องและผู้ช่วยช่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผล ปัญหาและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

โครงการนี้เป็นโครงการที่สร้างขึ้นมาเพื่อปรับปรุงระบบนิวแมติกส์ให้กับเครื่องรีดตะกอนในส่วนของท่อลมเนื่องจากท่อลมที่ใช้ในระบบนิวแมติกส์ แบบเดิมที่เป็นแบบเทปล่อนนั้นมีสภาวะการใช้งานที่ไม่เหมาะสมเนื่องจากถูกแสงแดดและเศษน้ำตะกอนบวกกับแรงดันลมในท่อที่สูงเป็นเหตุให้มีการเสื่อมสภาพทีไวขึ้นและเกิดการชำรุดหรือแตกมีลมรั่วอยู่เป็นประจำทำให้กระบอกลูกสูบลมทำงานได้ไม่เต็มประสิทธิภาพและส่งผลเสียต่ออุปกรณ์อื่นๆ เช่น ผ้ากรองสายพานมีการชำรุดและฉีกขาดได้ ทำให้เกิดความล่าช้าในการเดินเครื่องเนื่องจากต้องหยุดเครื่องเพื่อทำการเปลี่ยนท่อลมหรือผ้ากรองสายพาน รวมถึงยังส่งผลต่อการผลิตน้ำเพื่อนำไปใช้ในกระบวนการผลิตไฟฟ้าได้โดยการปรับปรุงระบบนิวแมติกส์ของเครื่องรีดตะกอนนี้ได้มีการปรับเปลี่ยนท่อลมจากของเดิมที่เป็นแบบเทปล่อนเปลี่ยนเป็นแบบสแตนเรส จึงเป็นการช่วยให้ท่อลมมีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมในการใช้งานได้มากขึ้น เช่น จากแสงแดด ,ความดันลมในท่อและปฏิกิริยาทางเคมีต่างๆเป็นต้น และไม่เกิดการชำรุดหรือแตกหักได้ง่าย ในการปรับปรุงครั้งนี้จะสามารถช่วยลดค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงในส่วนของอุปกรณ์อื่นๆที่ได้รับผลกระทบจากท่อลมชำรุดเช่น ลดการชำรุดของผ้ากรองสายพาน และลดเวลาในการจัดการตะกอน ที่นำมาบำบัดกรณีที่ไม่เกิดการชำรุดหรือเสียของเครื่องรีดตะกอน เป็นต้น นอกจากการปรับปรุงเครื่องแล้วยังสามารถให้ผู้ที่สนใจได้เรียนรู้วิธีการทำงานของระบบนิวแมติกส์ภายในเครื่องรีดตะกอนรวมถึงกระบวนการบำบัดน้ำเพื่อนำน้ำมาใช้ในโรงไฟฟ้า

5.2 ปัญหาที่พบและแนวทางการแก้ไข

5.2.1 ปัญหาที่พบ

1) สถานที่ในการปฏิบัติงานนั้น ซึ่งอยู่หน้างานจึงสามารถปฏิบัติงานได้ไม่สะดวกพื้นที่ไม่เพียงพอและนำอุปกรณ์เข้าไปได้ค่อนข้างลำบากเนื่องจากอยู่สูงและภายในตัวเครื่องนั้นมีความสกปรก เช่น จาระบี, น้ำที่มาจาก sludge เป็นต้น

2) ข้อจำกัดเวลาในการเข้าไปปฏิบัติงานนั้น ซึ่งไม่สามารถทำได้ตลอดเวลาเนื่องจากมีการผลิตน้ำจึงจำเป็นต้องเดินเครื่อง belt press ทำให้การเข้าปฏิบัติงานได้ไม่ทุกวัน

3) ของที่ใช้ในการปรับปรุงบางอย่างไม่สามารถหาซื้อได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) ความสามารถในการใช้เครื่องมือที่ใช้ในการปฏิบัติงานที่ยังขาดความชำนาญ ซึ่งงานเหล่านั้นจำเป็นต้องใช้เทคนิคทางด้านวิศวกรรม

5) ความรู้ทางด้านไฟฟ้ากำลังและเทคนิคทางวิศวกรรมยังมีไม่เพียงพอ นอกจากการทำโครงงานแล้วยังมีงานที่ได้รับมอบหมายอื่นๆให้ทำในระหว่างสหกิจศึกษา เช่น งานซ่อมบำรุงวาล์ว การซ่อมระบบ Analyzer และการแก้ปัญหาหาต่างที่ทำให้กระบวนการทำงานไม่ปกติ เป็นต้น

5.2.2 แนวทางการแก้ปัญหา

1) วางแผนจัดการพื้นที่ที่จะเข้าทำงานให้มีความเป็นระเบียบมากขึ้นและทำความสะอาดเช็ดสิ่งสกปรกต่างออกในบริเวณที่ปฏิบัติงาน

2) เตรียมการและวางแผนจุดที่จะเข้าไปปฏิบัติงานในแต่ละส่วนนั้นๆให้เรียบร้อยรัดกุมเพื่อใช้เวลาที่มีให้คุ้มค่ามากที่สุด

3) ทำการแก้ไขปรับเปลี่ยนเป็นของที่สามารถหาซื้อได้เพื่อมาทดแทนและจำเป็นจึงต้องใช้สายลมที่เป็นแบบสายเทปล่อนแทนในบางส่วนที่เข้า limit switch

4) ให้พี่เลี้ยงได้ช่วยสอนและแนะนำการใช้งานของอุปกรณ์ต่างๆให้ดูเป็นตัวอย่างแล้วฝึกปฏิบัติตาม

5) ศึกษาหาข้อมูลจากอินเตอร์เน็ตด้วยตนเองแต่ถ้าบางส่วนที่หาไม่ได้หรือเป็นข้อมูลเฉพาะจึงได้ถามพี่เลี้ยงและพี่เลี้ยงก็ให้ความรู้และแนวทางการแก้ปัญหาต่างๆได้เป็นอย่างดี

ข้อเสนอแนะ

ในการปรับปรุงระบบท่อลม ภายในเครื่องรีดตะกอนนั้นสามารถนำแบบตัวอย่างที่ได้ทำไว้แล้วไปต่อยอดให้กับเครื่องรีดตะกอน อีกเครื่องได้ซึ่งโครงสร้างของทั้งสองมีลักษณะที่เหมือนกัน และสามารถปรับปรุงแก้ไขตรงส่วนที่บกพร่องให้ดีขึ้นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] GOSHU KOHSAN CO., LTD 2553. “Pre-Treatment องค์ประกอบและการทำงานของเครื่อง Belt press” [เอกสารภายในโรงไฟฟ้า] แหล่งที่มา: GOSHU KOHSAN CO., LTD

(27พฤษจิกายน 2561)

[2] ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 2556. “ทฤษฎีเกี่ยวกับนิวแมติกส์” [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา: http://mte.kmutt.ac.th/elearning/plc/unit_1.html

(27 พฤษจิกายน 2561)

[3] นายสิทธิศักดิ์ เตยะราชกุล 2547. “การใช้ข้อต่อและวาล์วอย่างปลอดภัย” [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา:http://www.chemtech.sc.chula.ac.th/uploadfile/press%20released/Swagelok_handout.pdf (27 พฤษจิกายน 2561)

[4] Manufacture Overhaul Rapid and Optimal Co., Ltd. 2557. “กระบอกลม/กระบอกสูบนิวเมติก (Air Cylinder/Pneumatic Cylinder)” [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา:http://www.moro.co.th/air-cylinderpneumatic-cylinder/ (27 พฤษจิกายน 2561)

[5] Manufacture Overhaul Rapid and Optimal Co., Ltd. 2557. “คุณสมบัติสแตนเลส” [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา:http://www.moro.co.th (27 พฤศจิกายน 2561)

[6] บริษัท นิวแม็ก จำกัด 2554.“Thread and ports standard” [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา: https://www.pneumax.co.th/article-thread-and-ports-standard (27 พฤษจิกายน 2561)

[7] โรงเรียนคอมพิวเตอร์กราฟิกและการออกแบบเชิงศิลป์ 2556.“ประโยชน์ของ Autocad” [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา: http://artanddesign.ac.th/blog/?p=323 (27 พฤษจิกายน 2561)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

มาตรฐานเกลียวที่ใช้ในการปรับปรุง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาตรฐานเกลียวที่ใช้ในการปรับปรุง

มาตรฐานเกลียวทั่วโลกที่ใช้กัน จะแบ่งเป็นสองค่าย คือ มาตรฐานอเมริกา และมาตรฐานทางยุโรปและเอเชีย ซึ่งจะแบ่งชนิดและประเภทได้ดังนี้

1.เกลียว NPT (National Pipe Thread Taper) (เกลียวสโลพ) เป็นเกลียวมาตรฐานอเมริกา ชื่อรุ่น เช่น ½" NPT

2.เกลียว BSP,BSPP (British Standard Pipe-Parallel) (Straight) (เกลียวตรง) เป็นเกลียวมาตรฐานของอังกฤษ ชื่อรุ่นเช่น G ¾"

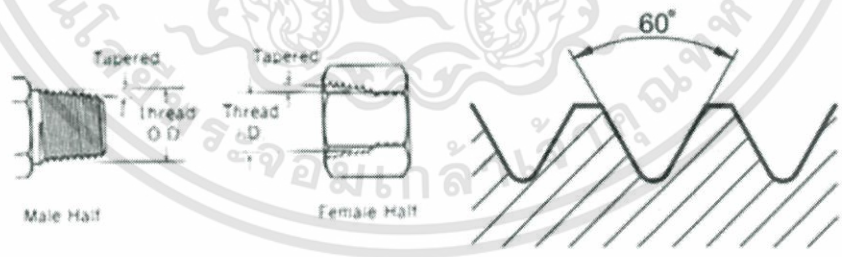
3.เกลียว BSPT (British Standard Pipe-Taper) (เกลียวสโลพ) เป็นเกลียวมาตรฐานอังกฤษ ชื่อรุ่นเช่น R ¼"

4.เกลียว PF (JIS Standard Pipe) (Parallel) เป็นเกลียวตรง มาตรฐานญี่ปุ่น ชื่อรุ่นเช่น ½"PF

5.เกลียว PT (JIS Standard Pipe) (Taper) เป็นเกลียวสโลพ มาตรฐานญี่ปุ่น ชื่อรุ่นเช่น ¼"PT

6.เกลียว BSW (British Standard Whitworth) เป็นเกลียวมาตรฐานอังกฤษอีกเหมือนกัน ชื่อรุ่นเช่น ¼ "BSW

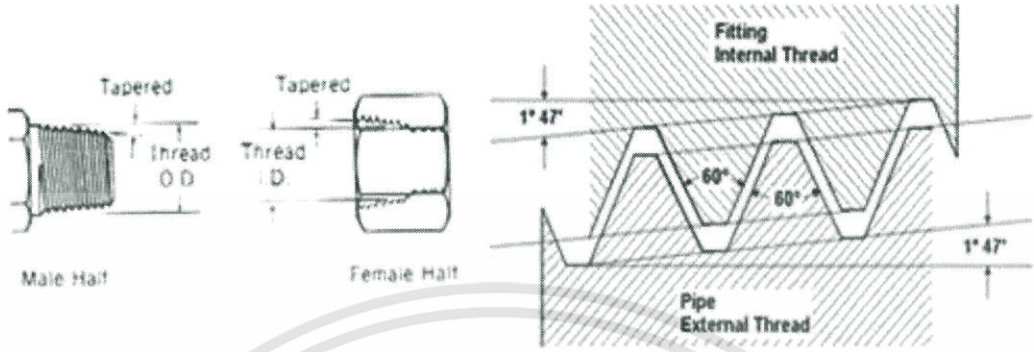
7.เกลียว ISO METRIC เป็นเกลียวมาตรฐานระบบISO (สากล) ชื่อรุ่นเช่น M12



ภาพที่ ก.1 National Pipe Tapered

National Pipe Tapered หรือ NPT เป็นแบบที่นิยมกันมากสำหรับงานท่อน้ำและก๊าซ เมื่อขันเกลียวจนแน่นสุดแล้ว จะมีช่องว่างที่ปลายสุดของยอดฟัน แต่การซีลจะใช้หน้าฟันด้านที่ขบกันจะขบกันอย่างสนิท ซึ่งเป็นมาตราฐานที่ใช้ในการปรับปรุงโปรเจคนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ก.2 National Pipe Tapered Fuel

National Pipe Tapered Fuel หรือ NPTF เป็นเกลียวชนิด Dry seal นิยมใช้ในงาน Fluid Power เมื่อขันแน่นแล้ว ที่ยอดของเกลียวนอกกับปลายร่องฟันเกลียวใน จะขบกันสนิทไม่มีช่องว่างเหลืออยู่ และมุมเอียงของยอดฟันเกลียวเท่ากับ 60 องศาและนิยมใช้ร่วมกับน้ำยากันรั่วซึม

ตารางที่ ก.1 Thread Identification (NPSM),(NPTF)

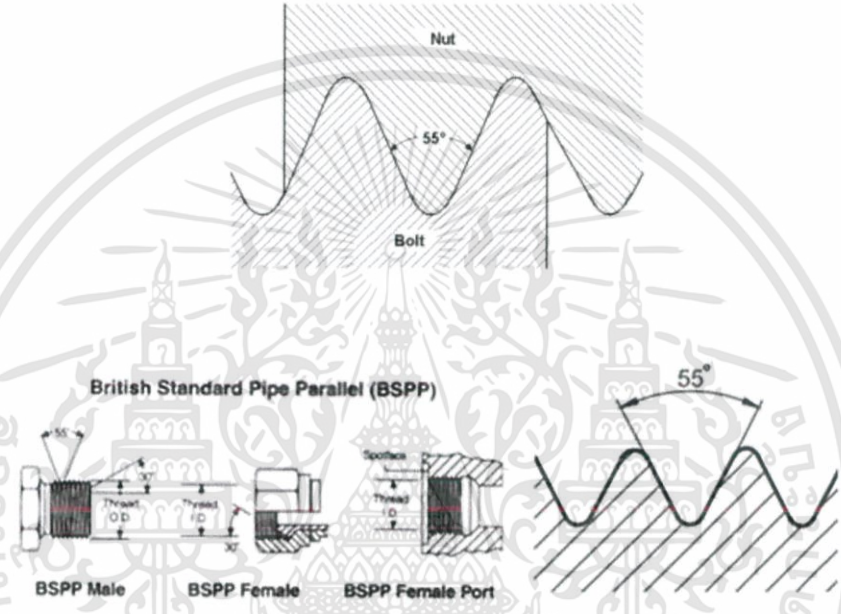
Thread Identification Table
National Pipe Straight Mechanical (NPSM)
National Pipe Tapered for Fuels (NPTF)

Dash Size	Inch Size (in)	Thread Size (in-TPI)	Female Thread I.D. (mm)	Female Thread I.D. (in)	Male Thread O.D. (mm)	Male Thread O.D. (in)
-2	1/8	1/8 - 27	8.7	0.34	10.3	0.41
-4	1/4	1/4 - 18	11.9	0.47	14.3	0.56
-6	3/8	3/8 - 18	15.1	0.59	17.5	0.69
-8	1/2	1/2 - 14	18.3	0.72	21.4	0.84
-12	3/4	3/4 - 14	23.8	0.94	27.0	1.06
-16	1	1 - 11 1/2	30.2	1.19	33.3	1.31
-20	1 - 1/4	1 1/4 - 11 1/2	38.9	1.53	42.9	1.69
-24	1 - 1/2	1 1/2 - 11 1/2	44.5	1.75	48.4	1.91
-32	2	2 - 11 1/2	57.2	2.25	60.3	2.38

British Standard Pipe (BSP) เป็นมาตรฐานเกลียวที่ได้รับความนิยม และได้รู้จักกันในฐานะของเกลียวอังกฤษ (Whitworth threads) สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ลักษณะ คือ

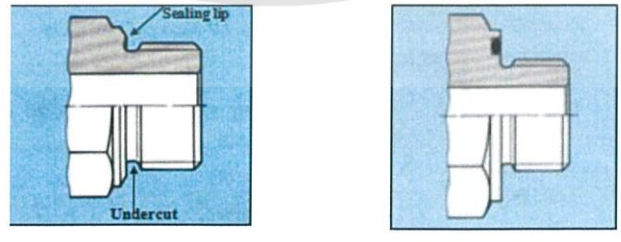
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. British Standard Pipe Parallel (BSPP) เป็นเกลียวตรง และที่ male และ female จะมีบ่า (seat) ทำมุม 30 องศาและมีมุมที่ยอดเกลียว 55 องศา การซีล มี 2 ชนิด คือ Metal Seal และ O-ring (จำเป็นต้องทำความสะอาดเกลียว และเศษของเกลียว เพื่อหลีกเลี่ยงความเสียหายของซีล)



ภาพที่ ก.3 British Standard Pipe Parallel (BSPP)

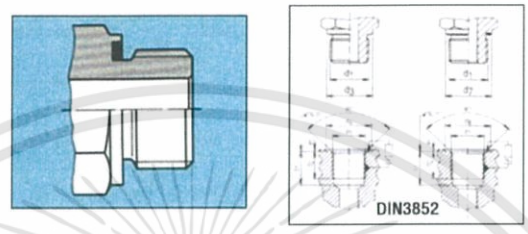
Metal Seal (BSPP) เกลียวชนิดนี้เส้นศูนย์กลางของข้อต่อ จำเป็นจะต้องตั้งฉากกับแนวศูนย์กลางของ Port และผิวจะต้องเรียบและไม่มีรอยขูดขีด ในระบบที่มีการสั่นสะเทือนมากๆ จำเป็นต้องมีการ Re-tightening



ภาพที่ ก.4 Metal Seal (BSPP)

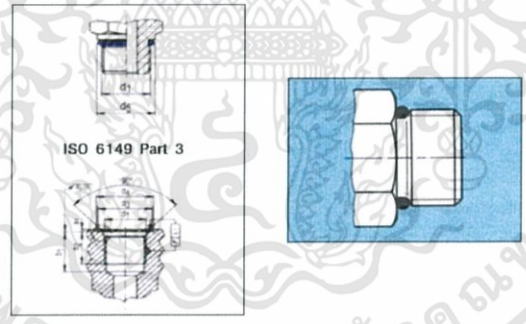
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Connector body with Profile seal การซีลของเกลียวชนิดนี้ใกล้เคียงกับการซีลด้วย O-ring แต่แรงดึงที่เกลียวจะน้อยกว่า และข้อต่อจำเป็นจะต้องตั้งฉากกับแนวศูนย์กลางของ Port และผิวจะต้องเรียบและไม่มีรอยขูดขีด (ไม่เกิน Rt16) เหมาะกับงานที่มีการสั่นสะเทือนสูงและจะต้องมีร่อง Port แบบ Normal ตามมาตรฐาน DIN3852



ภาพที่ ก.5 Connector body with Profile seal

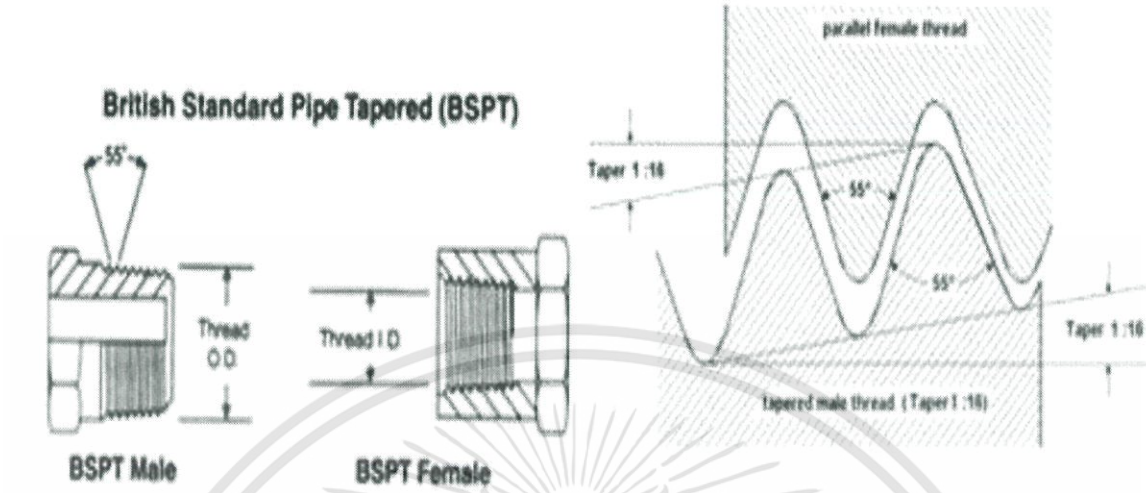
Connector body with O-Ring for female port to ISO 6149 Part 3 Form ข้อต่อชนิดนี้ O-ring จะอิสระกับร่อง แต่ Port จำเป็นจะต้องมีร่องตามมาตรฐาน ISO 6149 Part 3



ภาพที่ ก.6 Connector body with O-Ring for female port to ISO 6149 Part 3

2. British Standard Pipe Tapered (BSPT) Male stud ของ BSPT สามารถใช้ร่วมกับ Female ได้ทั้ง BSPP And BSPT การซีลจะมีความคล้ายคลึงกับ NPT คือซีลด้วยเกลียวและนิยมใช้ร่วมกับน้ำยากันรั่ว ซึม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Thread Identification Table

British Standard Pipe Parallel and Tapered (BSPP and BSPT)

Dash Size (dash)	Inch Size (in)	Thread Size (in-TPI)	Female Thread I.D (mm)	Female Thread I.D (in)	Male Thread O.D (mm)	Male Thread O.D (in)
-2	1/8	1/8 - 28	8.7	0.34	9.5	0.38
-4	1/4	1/4 - 19	11.1	0.44	13.5	0.53
-6	3/8	3/8 - 19	15.1	0.59	16.7	0.66
-8	1/2	1/2 - 14	18.3	0.72	20.6	0.81
-10	5/8	5/8 - 14	20.6	0.81	23.0	0.91
-12	3/4	3/4 - 14	23.8	0.94	26.2	1.03
-16	1	1 - 11	30.2	1.19	33.3	1.31
-20	1 1/4	1 1/4 - 11	38.9	1.53	42.1	1.66
-24	1 1/2	1 1/2 - 11	45.2	1.78	47.6	1.88
-32	2	2 - 11	56.4	2.22	59.5	2.34

ภาพที่ ก.7 British Standard Pipe Tapered (BSPT)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.2 เปรียบเทียบ NPT VS BSP

Thread Identification Table
National Pipe Straight Mechanical (NPSM)
National Pipe Tapered for Fuels (NPTF)

Dash Size	Inch Size (in)	Thread Size (in-TPI)	Female Thread I.D. (mm)	Female Thread I.D. (in)	Male Thread O.D. (mm)	Male Thread O.D. (in)
-2	1/8	1/8 - 27	8.7	0.34	10.3	0.41
-4	1/4	1/4 - 18	11.9	0.47	14.3	0.56
-6	3/8	3/8 - 18	15.1	0.59	17.5	0.69
-8	1/2	1/2 - 14	18.3	0.72	21.4	0.84
-12	3/4	3/4 - 14	23.8	0.94	27.0	1.06
-16	1	1 - 11 1/2	30.2	1.19	33.3	1.31
-20	1 1/4	1 1/4 - 11 1/2	38.9	1.53	42.9	1.69
-24	1 1/2	1 1/2 - 11 1/2	44.5	1.75	48.4	1.91
-32	2	2 - 11 1/2	57.2	2.25	60.3	2.38

Thread Identification Table
British Standard Pipe Parallel and Tapered (BSPP and BSPT)

Dash Size (dash)	Inch Size (in)	Thread Size (in-TPI)	Female Thread I.D. (mm)	Female Thread I.D. (in)	Male Thread O.D. (mm)	Male Thread O.D. (in)
-2	1/8	1/8 - 28	8.7	0.34	9.5	0.38
-4	1/4	5/16 - 19	11.1	0.44	13.5	0.53
-6	3/8	3/8 - 19	15.1	0.59	16.7	0.66
-8	1/2	1/2 - 14	18.3	0.72	20.6	0.81
-10	5/8	5/8 - 14	20.6	0.81	23.0	0.91
-12	3/4	3/4 - 14	23.8	0.94	26.2	1.03
-16	1	1 - 11	30.2	1.19	33.3	1.31
-20	1 1/4	1 1/4 - 11	38.9	1.53	42.1	1.66
-24	1 1/2	1 1/2 - 11	45.2	1.78	47.6	1.88
-32	2	2 - 11	56.4	2.22	59.5	2.34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

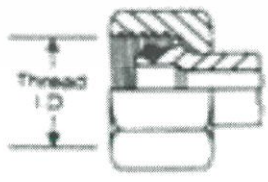
ตารางที่ ก.3 German DIN Connections - DIN 2353 24° Cone

Thread Identification Table
DIN 24° Cone

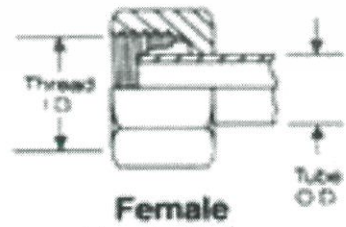
Metric Thread (dia x pitch)	Female Thread I.D.		Male Thread O.D.		Tube O.D. Light Series		Tube O.D. Heavy Series	
	(mm)	(in)	(mm)	(in)	(mm)	(in)	(mm)	(in)
M12 X 1.5	10.5	0.41	12	0.47	6	0.24		
M14 X 1.5	12.5	0.49	14	0.55	8	0.31	6	0.24
M16 X 1.5	14.5	0.57	16	0.63	10	0.39	8	0.31
M18 X 1.5	16.5	0.65	18	0.71	12	0.47	10	0.39
M20 X 1.5	18.5	0.73	20	0.79			12	0.47
M22 X 1.5	20.5	0.81	22	0.87	15	0.59	14	055
M24 X 1.5	22.5	0.89	24	0.94			16	0.63
M26 X 1.5	24.5	0.96	26	1.02	18	0.71		
M30 X 2.0	27.9	1.10	30	1.18	22	0.87	20	0.79
M36 X 2.0	33.9	1.33	36	1.42	28	1.10	25	0.98
M42 X 2.0	39.9	1.57	42	1.65			30	1.18
M45 X 2.0	42.9	1.69	45	1.77	35	1.38		
M52 X 2.0	49.9	1.96	52	2.05	42	1.65	38	1.50

DIN 24° Male and Mating Females

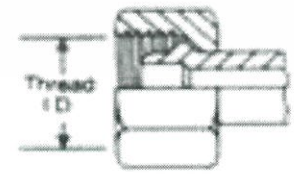
Male
24° Cone, DIN 2353



Female
24° Cone with "O" Ring



Female
Metric Tube



Female
Universal 24° or 60° Cone

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

The Society of Automotive Engineers (SAE) ได้กำหนดมุมของข้อต่อเท่ากับ 37 องศา ซึ่งจะนิยมใช้ในระบบไฮดรอลิค และจะถูกเรียกว่า เกลียว JIC

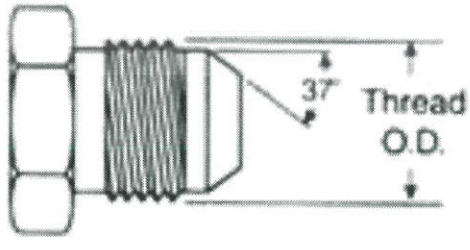
ตารางที่ ก.4 Thread Identification JIC

Thread Identification Table

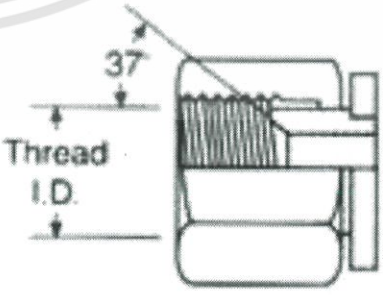
SAE J514 37° Flare (JIC)

Dash Size	Inch Size (in)	Thread Size (in-TPI)	Female Thread I.D. (mm)	Female Thread I.D. (in)	Male Thread O.D (mm)	Male Thread O.D (in)
-2	1/8	5/16 - 24	6.9	0.27	7.8	0.31
-3	3/16	3/8 - 24	8.5	0.34	9.4	0.37
-4	1/4	7/16 - 20	9.9	0.39	11.2	0.44
-5	5/16	1/2 - 20	11.5	0.45	12.6	0.49
-6	3/8	9/16 - 18	12.9	0.51	14.1	0.56
-8	1/2	3/4 - 16	17.5	0.69	18.9	0.74
-10	5/8	7/8 - 14	20.5	0.81	22.1	0.87
-12	3/4	1 1/16 - 12	24.9	0.98	26.9	1.06
-14	7/8	1 3/16 - 12	28.1	1.11	30.0	1.18
-16	1	1 5/16 - 12	31.3	1.23	33.1	1.31
-20	1 - 1/4	1 5/8 - 12	39.2	1.54	41.1	1.62
-24	1 - 1/2	1 7/8 - 12	45.6	1.79	47.4	1.87
-32	2	2 1/2 - 12	61.4	2.42	63.3	2.49

37° Flare (JIC)



JIC 37° Male



JIC 37° Flare Female

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – นามสกุล ธนากร คำน้อย

วัน เดือน ปีเกิด 18 สิงหาคม 2540

ที่อยู่ 187/1 ม.2 ต.ปลายนา อ.ศรีประจันต์ จ.สุพรรณบุรี 72140

Email bookmitl555@hotmail.com

โทรศัพท์ 093-272-7439

ประวัติการศึกษา

- พ.ศ. 2553 – 2555 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนกาญจนาภิเษกวิทยาลัย สุพรรณบุรี
- พ.ศ. 2556 – ปัจจุบัน วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต หลักสูตรวิศวกรรมการวัดคุม ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ประสบการณ์ทำงาน

- นักศึกษาฝึกงาน แผนก Electrical Design and Programming บริษัท AI Technology CO.,LTD.
- นักศึกษาโครงการสหกิจศึกษา แผนก C&I maintenance (Control and Instrument) บริษัท กัลฟ์ เจพี เอ็นเอส จำกัด (มหาชน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้