สารบัญ

	หน้า
ใบรับรองโครงงาน	**ก**
บทคัดย่อ	**ข**
Abstract	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ
สารบัญตาราง	ฌ
สารบัญรูปภาพ	ญ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน	1
1.3 ขอบเขตของปัญหา	2
1.4 กิจกรรมดำเนินการ	2
1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการออกแบบท่อไอน้ำแจ็คเก็ต	4
2.1 ลักษณะของท่อแจ็คเก็ต	6
2.1.1 ลักษณะของท่อแจ็คเก็ตที่เป็นแบบของ Full jacket	6
2.1.2 ลักษณะของท่อแจ็คเก็ตที่เป็นแบบของ Semi jacket	7
2.2 รายละเอียดและวัสดุที่ใช้ทำท่อ	7
2.2.1 ท่อ Carbon SteeI : ASTM A53 Grade B	8
2.2.2 ท่อ Carbon Steel : ASTM A106 Grade B	8
2.2.3 ท่อ Carbon Steel : API 5L Grade B	8
2.2.4 ท่อ Stainless Steel : ASTM A312 Grade TP304(L), TP316(L)	9
2.3 ชนิดของท่อเหล็ก แบ่งตามกรรมวิธีการผลิต	9
2.3.1 ท่อมีตะเข็บ (Seam pipe)	9

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.3.2 ท่อไร้ตะเข็บ (Seamless pipe)	9
2.4 มาตรฐานและการเลือกใช้ท่อ	11
2.5 รหัสและมาตรฐานท่อ (Piping Standard and Codes)	11
รหัสท่อ (Piping codes)	11
มาตรฐานท่อ (Standard)	11
มิติมาตรฐาน (Dimensional Standard)	11
มาตรฐานความกดดัน (Pressure-integrity Standards)	12
ขนาดและหมายเลขท่อ (Schedule Number)	12
2.6 การเลือกใช้ท่ออุสาหกรรม	13
2.7 หาขนาดของท่อไอน้ำ	14
2.8 การคำนวณหาความหนาของท่อ	15
2.9 การคำนวณหาหมายเลขท่อ (Schedule number)	16
2.10 การคำนวณหาความดันที่สูญเสีย	17
2.11 หน้าแปลนและข้อต่อชนิดต่างๆ(Flange and Fittings)	17
2.11.1 หน้าแปลน (Flange)	18
2.11.2 วัสดุของหน้าแปลนที่ใช้ในการออกแบบ	18
2.11.3 ชนิดหน้าแปลน	18
2.11.3.1 หน้าแปลนเกลียว (Screwed flange)	18
2.11.3.2 หน้าแปลนปลายเชื่อมต่อ (Welding neck flange)	19
2.11.3.3 หน้าแปลนสวมเชื่อม (Sip-on welding flange)	19
2.11.3.4 หน้าแปลนที่มีบ่าสวมเชื่อม (Socket-weld flange)	20
2.11.3.5 หน้าแปลนเกย (Lap flange)	20
2.11.3.6 หน้าแปลนออริฟิซ (Orific flange)	21
2.11.3.7 หน้าแปลนปิดปลายท่อ (Blind flange)	21
2.12 ความกดดันประเมินของหน้าแปลนเหล็กกล้าตีขึ้นรูป (Pressure rating)	22

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.13 ข้อต่อและข้องอ	24
2.13.1 วัสดุของ Fitting ที่ใช้ในระบบท่อ	24
2.13.2 ข้อต่อสำหรับการต่อท่อ	24
- แบบเชื่อม (Butt welding fitting)	24
- แบบขันเกลียว (Threaded welding)	24
- แบบสวมปลอก (Socket welding fitting)	25
2.13.3 ข้อต่อ	25
2.13.4 ข้องอ	25
2.13.5 ท่อแยก	26
2.13.6 ท่อลดขนาด	27
2.14 อุปกรณ์ประกอบท่อ	27
2.14.1 แผ่นกั้นไอน้ำ	27
2.14.2 Spacer	29
2.14.3 Jump over	30
2.15 ข้อมูลเบื้องต้นของฉนวนที่ใช้ในระบบท่อ	31
2.15.1 คุณสมบัติวัสดุฉนวน	31
2.15.2 การเลือกฉนวนความร้อน	33
2.15.3 อุณหภูมิการใช้งานของฉนวน	34
- ฉนวนอุณหภูมิต่ำ	34
- ฉนวนอุณหภูมิปานกลาง	34
- ฉนวนอุณหภูมิสูง	35
ตัวอย่างการออกแบบ	36
บทที่ 3 แนวทางการติดตั้งท่อไอน้ำแจ็คเก็ต	44
3.1 การยึดแขวนและหนุนรองท่อ (Hanger and Supports)	44
3.1.1 แท่นรองรับท่อ (Pipe shoes)	46
3.1.2 แซดเดิลส์ (Saddles)	47

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.1.3 การคำนวณเพื่อหาขนาดเหล็กสำหรับใช้ทำ Support และ Hanger 48

3.1.3.1 การคำนวณหาขนาดของคานที่ยึดติดแน่นไว้ 2 ข้าง 48

3.1.3.2 การคำนวณหาขนาดเหล็กหิ้วหรือเหล็กรับแรงกด 53

3.2 การติดตั้งท่อแจ็คเก็ต (Fabrication and construction) 55

3.2.1 การเก็บรักษาท่อก่อนการติดตั้ง 55

3.2.2 การประกอบท่อ 56

3.2.2.1 ขั้นตอนการประกอบท่อไอน้ำแจ็คเก็ตแบบตรง 56

3.2.2.2 ขั้นตอนการประกอบท่อไอน้ำแจ็คเก็ตแบบโค้ง 59

3.2.2.3 ขั้นตอนการประกอบท่อไอน้ำแจ็คเก็ตแบบแยก 61

3.2.3 การต่อท่อ (Pipe Joints) 63

3.2.3.1 การต่อท่อโดยการเชื่อม 63

3.2.3.2 การต่อท่อด้วยเกลียว 67

3.2.3.3 การต่อท่อโดยการต่อด้วยหน้าแปลน 67

3.2.4 หลักการทั่วไปในการติดตั้งท่อ 68

3.3 การตรวจสอบรอยรั่ว 69

3.3.1 การตรวจสอบรอยรั่วโดยใช้น้ำ (Hydrolic Leak Test) 70

3.3.2 การตรวจสอบรอยรั่วโดยใช้ลม (Pneumatic Leak Test) 70

3.4 ขั้นตอนการติดตั้งฉนวน 71

บทที่ 4 สรุปการจัดทำโครงงานและข้อเสนอแนะ 73

4.1 สรุปการจัดทำโครงงาน 73

4.2 วิจารณ์และข้อเสนอแนะ 74

บรรณานุกรม 75

ภาคผนวก ก 76

ภาคผนวก ข 88

ภาคผนวก ค 94

ภาคผนวก ง 96

ภาคผนวก จ 101

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 1.1	แผนการดำเนินการ	2
ตารางที่ 2.1	ลักษณะท่อที่ใช้กับท่อในอุตสาหกรรม	8
ตารางที่ 2.2	ตารางท่อมาตรฐาน	10
ตารางที่ 2.3	ค่าสัมประสิทธิ์ Y (ASTM B31.1)	15
ตารางที่ 2.4	ค่าความเผื่อ A	16
ตารางที่ 2.5	การเลือกใช้งานของหน้าแปลนตามความดันและอุณหภูมิ และระดับความดันที่ใช้งาน	23
ตารางที่ 2.6	แสดงลักษณะของแผ่นกั้นไอน้ำ	28
ตารางที่ 2.7	ระยะห่างของ spacer	29
ตารางที่ 2.8	การเลือกขนาดท่อแจ็คเก็ต	37
ตารางที่ 2.9	แสดงการเปลี่ยนความยาวของอุปกรณ์ต่างๆ เทียบเท่ากับท่อตรง	39
ตารางที่ 2.10	การเลือกใช้วัสดุในการออกแบบท่อแจ็คเก็ต	40
ตารางที่ 3.1	ตารางแสดงระยะห่างระหว่างเหล็กยึดแขวนหรือหนุนรองท่อ	46
ตาราง ข.1	ตารางความเค้นที่อนุญาตให้ (S) ของท่อเจือไร้ตะเข็บ เหล็กกล้าคาร์บอนและเหล็กเหนียวอ่อน (1000 Psi)	89
ตาราง ข.2	ตารางตัวประกอบคุณภาพท่อหล่อขึ้นรูป E , ASME B 31.3 (1984)	90
ตาราง ข.3	ตารางตัวประกอบคุณภาพท่อแข็ง (pipes) เชื่อมท่อตามยาว ท่ออ่อน (tubes) และอุปกรณ์ท่อ , Ej	91
ตาราง ข.4	ตารางมาตรฐานท่อที่ผลิตจำหน่ายตามาตรฐาน ASME / ANSI B 36.10 (1985) และ B 36.19 (1985)	93
ตาราง ค.1	ตารางการเลือกความหนาของฉนวนที่แปรเปลี่ยนกับอุณหภูมิ	95
ตาราง ง.1	ตารางท่อ Carbon Steel : ASTM A53	97
ตาราง ง.2	ตารางท่อ Carbon Steel : ASTM A 106	97
ตาราง ง.3	ตารางท่อ Carbon Steel : ASTM A 106	98
ตาราง ง.4	ตารางท่อ Carbon Steel : API 5L	99
ตาราง ง.5	ตารางท่อ Stanless Steel : ASTM A312	100

สารบัญรูปภาพ

		หน้า
รูปที่ 2.1	**แผนผังกระบวนการการออกแบบ ติดตั้งและทดสอบระบบท่อ**	**4**
รูปที่ 2.2	**แสดงระบบไอน้ำที่จ่ายให้กับท่อแจ็คเก็ต**	**5**
รูปที่ 2.3	แสดงลักษณะของท่อไอน้ำแจ็คเก็ต (Jacketed Pipe)	5
รูปที่ 2.4	แสดงลักษณะ Full jacket	6
รูปที่ 2.5	แสดงลักษณะของ Semi jacket	7
รูปที่ 2.6	แผนภูมิการจัดเกรดและหมายเลขท่อ	12
รูปที่ 2.7	แผ่นภาพความเร็วของไอน้ำ (Steam Velocity Chart)	14
รูปที่ 2.8	ความต้านทางของวาล์วและข้อต่อ	17
รูปที่ 2.9	หน้าแปลนเกลียว	18
รูปที่ 2.10	หน้าแปลนปลายต่อเชื่อม	19
รูปที่ 2.11	หน้าแปลนลวดเชื่อม	20
รูปที่ 2.12	หน้าแปลนมีบ่าสวมเชื่อม	20
รูปที่ 2.13	หน้าแปลนเกย	21
รูปที่ 2.14	หน้าแปลนออริฟิซ (Orific flange)	21
รูปที่ 2.15	หน้าแปลนปิดปลายท่อ	22
รูปที่ 2.16	แสดงลักษณะของข้องอ	25
รูปที่ 2.17	แสดงลักษณะท่อแยก	26
รูปที่ 2.18	ลักษณะท่อลดขนาด	27
รูปที่ 2.19	แสดงลักษณะแผ่นกั้นไอน้ำ(Partition plate)	28
รูปที่ 2.20	แสดงลักษณะของ spacer	29
รูปที่ 2.21	การ Jump over แบบแนวดิ่ง (Vertical)	30
รูปที่ 2.22	การ Jump over แบบแนวขวาง (Horizontal)	31
รูปที่ 2.23	**ท่อแจ็คเก็ตกรณีศึกษา**	**41**
รูปที่ 3.1	**รูปแสดงลักษณะ supports และ Hanger**	**45**
รูปที่ 3.2	**แท่นรองรับท่อ (Pipe shoes) และแซดเดิลส์รูปที่ 3.3 แซดเดิลส์**	**47**
รูปที่ 3.3	**แซดเดิลส์**	**47**
รูปที่ 3.4	**รูปแสดงทิศทางของแรงที่กระทำต่อคาน Supports และ Hanger**	**48**

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

		หน้า
รูปที่ 3.5	รูปแสดงท่อที่วางบนคาน Supports	48
รูปที่ 3.6	รูปแสดงน้ำหนักท่อที่กระทำต่อคาน	49
รูปที่ 3.7	ผังวัตถุอิสระแสดงแรงทั้งหมดที่กระทำต่อคาน	49
รูปที่ 3.8	รูปแสดงเหล็ก Channel ที่เลือกใช้	51
รูปที่ 3.9	รูปแสดงทิศทางของแรงที่กระทำต่อเหล็กรับแรงดึง	53
รูปที่ 3.10	ผังวัตถุอิสระแสดงแรงทั้งหมดที่กระทำต่อคานและเหล็กหิ้ว	53
รูปที่ 3.11	รูปแสดงเนื้อที่หน้าตัดสุทธิและเนื้อที่หน้าดัดทั้งหมด	54
รูปที่ 3.12	ตัวอักษรแสดงรายละเอียดท่อ	55
รูปที่ 3.13	การเก็บรักษาบน Rack ท่อก่อนติดตั้ง	55
รูปที่ 3.14	รูปแสดงวิธีการประกอบท่อแจ็คเก็ตไอน้ำแบบตรง	56
รูปที่ 3.15	รูปแสดงการเชื่อมหน้าแปลน (flange) และ (Spacer) เข้ากับท่อด้านใน	56
รูปที่ 3.16	รูปแสดงการประกอบท่อด้านนอก	57
รูปที่ 3.17	รูปแสดงการจัดท่อด้านในและด้านนอกให้ถูกตำแหน่ง	57
รูปที่ 3.18	รูปแสดงการเชื่อมหน้าแปลน (flange) ด้านที่เหลือเข้ากับท่อด้านใน	57
รูปที่ 3.19	รูปแสดงการเชื่อมท่อด้านนอกกับหน้าแปลน (flange)	58
รูปที่ 3.20	รูปแสดงการประกอบ split	58
รูปที่ 3.21	รูปแสดงการเชื่อม split เข้ากับท่อด้านนอก	58
รูปที่ 3.22	รูปแสดงการเชื่อม jump over เข้ากับท่อด้านนอก	59
รูปที่ 3.23	รูปแสดงวิธีการประกอบท่อไอน้ำแจ็คเก็ตแบบโค้ง	59
รูปที่ 3.24	รูปแสดงการปรับ ข้องอ (elbow) ด้านนอกและด้านใน	59
รูปที่ 3.25	รูปแสดงการปรับ ข้องอ (elbow) ด้านนอกและด้านใน	60
รูปที่ 3.26	รูปแสดงการประกอบท่อด้านนอกอีกด้านหนึ่งเข้ากับท่อด้านใน	60
รูปที่ 3.27	รูปแสดงการเชื่อมหน้าแปลน (flange) เข้ากับท่อด้านในทั้งสองด้าน	60
รูปที่ 3.28	รูปแสดงวิธีการประกอบท่อไอน้ำแจ็คเก็ตแบบแยก	61
รูปที่ 3.29	รูปแสดงวิธีการเชื่อมท่อด้านในทั้งสามด้านเข้ากับสามทาง (tee)	61
รูปที่ 3.30	รูปแสดงวิธีการประกอบท่อด้านนอกเข้ากับท่อด้านใน	61
รูปที่ 3.31	รูปแสดงวิธีการเชื่อมหน้าแปลน (flange) เข้าท่อด้านใน	62
รูปที่ 3.32	รูปแสดงวิธีการประกอบท่อผ่า(split) แบบสามทาง(tee) เข้ากับท่อด้านใน	62

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

		หน้า
รูปที่ 3.33	รูปแสดงวิธีการเชื่อมท่อผ่า(split) เข้ากับท่อด้านนอก	62
รูปที่ 3.34	รูปแสดงวิธีการเชื่อม jump over เข้ากับท่อด้านนอก	63
รูปที่ 3.35	ท่อที่เจียลบมุมแล้ว	64
รูปที่ 3.36	การเชื่อมอาร์กอน	65
รูปที่ 3.37	การเชื่อมท่อต่อกัน	65
รูปที่ 3.38	รูปแสดงการใช้แผ่นไม้รองขณะเชื่อมทุกครั้ง	66
รูปที่ 3.39	การพันเทปกาวตามแนวที่ยังไม่ได้เชื่อม	67
รูปที่ 3.40	แนวการเดินท่อ	68
รูปที่ 3.41	รูปแสดงรอยรั่วที่พบในการทดสอบรอยรั่ว	70
รูปที่ 3.42	ลักษณะเมื่อเทโฟม	71
รูปที่ 3.43	การเทน้ำยาโฟมให้ประกบกับท่อ	71
รูปที่ 3.44	โฟมที่ใช้ติดตั้งบริเวณข้องอ	72