สารบัญ

	หน้า
ใบรับรองโครงงาน	ก
บทคัดย่อ	ข
Abstract	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญรูปภาพ	ฌ
ลำดับสัญลักษณ์	ฎ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 หลักการและเหตุผล	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบข่ายของปัญหา	1
1.4 กิจกรรมดำเนินการ	2
1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	3
1.6 งบประมาณ	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการทำงานของระบบทำความเย็น	
2.1 ขบวนการผลิตอาหารที่เกี่ยวข้องกับระบบทำความเย็น	4
2.2 วงจรการทำความเย็นขั้นพื้นฐาน	5
2.3 ระบบทำความเย็นแบบใช้แอมโมเนีย	9
2.4 ระบบทำความเย็นแบบใช้แอมโมเนียทำความเย็นให้แก่ผลิตภัณฑ์โดยตรง	12
2.4.1 ระบบทำความเย็นแบบไดเร็กเอกซ์แปนชั่น	13
2.4.2 ระบบทำความเย็นท่วม	14
2.4.3 ระบบทำความเย็นแบบใช้ปั๊มหมุนเวียน	15

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.4.4 ข้อมูลเทคนิคสำหรับการติดตั้งระบบท่อแอมโมเนีย	17
2.5 ระบบการทำความเย็นแบบใช้แอมโมเนียทำความเย็นให้แก่ผลิตภัณฑ์โดยอ้อม	21
2.5.1 วงจรน้ำยาแอมโมเนียในเครื่องทำความเย็น	23
2.5.2 วงจรโปรพิเลนไกลโคล	23
2.6 ข้อมูลเบื้องต้นของท่อแอมโมเนียและท่อโปรพิเลนไกลโคลที่ใช้ในระบบการทำความเย็น	25
2.6.1 รายละเอียดและวัสดุที่ใช้ทำท่อ	25
2.6.2 มาตรฐานและการเลือกใช้ท่อเหล็กกล้า	27
2.6.3 รหัสและมาตรฐานท่อ	27
2.6.4 ขนาดและนัมเบอร์ท่อ	28
2.6.5 การคำนวณหา Schedule number	29
2.6.6 ชนิดของท่อเหล็กกล้า แบ่งตามกรรมวิธีการผลิต	31
2.7 ข้อมูลเบื้องต้นของฉนวนที่ใช้ในระบบการทำความเย็น	32
2.7.1 คุณสมบัติวัสดุฉนวนที่ใช้กับระบบทำความเย็น	32
2.7.2 การเลือกฉนวนความร้อน	33
บทที่ 3 การติดตั้งท่อแอมโมเนียและท่อโปรพิเลนไกลโคลในระบบการทำความเย็น	
3.1 การยึดแขวนและหนุนรองท่อ (Hanger and Supports)	36
3.1.1 แท่นรองรับท่อ (Pipe shoes)	38
3.1.2 แซดเดิลส์ (Saddles)	39
3.1.3 การคำนวณเพื่อหาขนาดเหล็กสำหรับใช้ทำ Support และ Hanger	40
3.2 การติดตั้งท่อแอมโมเนียและท่อโปรพิเลนไกลโคล	47
3.2.1 การเก็บรักษาท่อก่อนการติดตั้ง	47
3.2.2 การต่อท่อ (Pipe Joints)	49
3.2.3 ข้อต่อและวาล์ว (Fitting and Valves)	54
3.2.4 หลักการทั่วไปในการติดตั้งท่อ	64

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.3 การตรวจสอบรอยรั่ว	66
3.6.1 การตรวจสอบรอยรั่วโดยใช้น้ำ (Hydrolic Leak Test)	66
3.6.2 การตรวจสอบรอยรั่วโดยใช้ลม (Pneumatic Leak Test)	66
3.6.3 การตรวจสอบรอยรั่วโดยใช้แอมโมเนีย	66
3.4 การหุ้มฉนวนท่อ	68
3.4.1 โฟมโพลียูรีเทน (Polyeurethane)	68
3.4.2 คุณสมบัติของโฟมโพลียูรีเทน	70
3.4.3 ขั้นตอนการติดตั้งฉนวนโฟมโพลียูรีเทน	71
บทที่ 4 สรุป วิจารณ์ และข้อเสนอแนะ	
4.1 สรุปการจัดทำโครงงาน	74
4.2 วิจารณ์และข้อเสนอแนะ	77
บรรณานุกรม	
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก. ตัวอย่างการคำนวณเพื่อหาขนาดเหล็กสำหรับใช้ Supports และ Hanger และตารางประกอบการคำนวณ	
ภาคผนวก ข. ตัวอย่างการคำนวณหา Schedule Number และตารางประกอบการคำนวณ	
ภาคผนวก ค. หลักการปฐมพยาบาลเมื่อได้รับบาดเจ็บจากแอมโมเนีย	
ภาคผนวก ง. หลักการและทฤษฎีเกี่ยวกับมาตรฐาน GMP และ HACCP	
ภาคผนวก จ. หน้าที่ความรับผิดชอบของ (PROJECT / SITE ENGINEERING) ของบริษัท ไอ.ที.ซี. (1993) จำกัด	

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1.1 แผนงานการดำเนินการ	2
ตารางที่ 2.1 ตารางแสดงคุณสมบัติของแอมโมเนีย	10
ตารางที่ 2.2 ตารางแสดงจุดเยือกแข็งของสารป้องกันการแข็งตัวที่ผสมกับน้ำ	22
ตารางที่ 2.3 การเปรียบเทียบคุณสมบัติของท่อเหล็กกล้ากับท่อทองแดง	26
ตารางที่ 2.4 ตารางท่อมาตรฐาน	26
ตารางที่ 2.5 มาตรฐานเหล็กกล้าไม่เป็นสนิม	30
ตารางที่ 3.1 ตารางแสดงระยะห่างระหว่างเหล็กยึดแขวนหรือหนุนรองท่อ	38
ตารางที่ 3.2 ตารางการเลือกใช้วิธีการต่อท่อ	53
ตารางที่ 3.3 แสดงขนาดท่อที่อนุญาตให้ต่อท่อแยกโดยวิธีเจาะเชื่อม ไม่ต้องใช้สามทาง	56
ตารางที่ 3.4 ตารางสรุปวิธีการทดสอบการรั่ว	67
ตารางที่ 3.5 ตารางเลือกใช้ฉนวนโฟมโพลียูรีเทนตามอุณหภูมิของท่อที่จะทำการหุ้ม	72
ตารางที่ 3.6 ข้อกำหนดสีต่าง ๆ สำหรับงานท่อและสี PVC เทป ของงานท่อที่หุ้มฉนวน	73

สารบัญรูป

		หน้า
รูปที่ 2.1	ผังแสดงตัวอย่างขบวนการผลิตอาหารที่เกี่ยวข้องกับระบบทำความเย็น	5
รูปที่ 2.2	ภาพแสดงวงจรพื้นฐานของระบบทำความเย็นแบบอัดไอที่ระบายความร้อนด้วยอากาศ	7
รูปที่ 2.3	ภาพแสดงระบบทำความเย็นแบบ DX	13
รูปที่ 2.4	ภาพแสดงระบบทำความเย็นแบบท่วม	15
รูปที่ 2.5	ภาพแสดงระบบทำความเย็นแบบใช้ปั๊มหมุนเวียน	16
รูปที่ 2.6	ภาพแสดงการทำ Slope จากอีแวปโพเรเตอร์ไปยังคอมเพรสเซอร์	18
รูปที่ 2.7	การทำ traps รูปตัวยูหงาย (∪) เพื่อดักน้ำมัน	19
รูปที่ 2.8	การทำ traps รูปตัวยูคว่ำ (∩) ด้านบนเพื่อป้องกันของเหลวไหลกลับเข้าคอยล์	19
รูปที่ 2.9	การทำ traps ในทุก ๆ ระยะ 6 เมตร	19
รูปที่ 2.10	การเดินท่อในกรณีมีอีแวปโพเรเตอร์หลายตัวในท่อเมนเดียวกัน	20
รูปที่ 2.11	การเดินท่อน้ำยาเหลว	21
รูปที่ 2.12	การต่อข้อต่อตัวที	21
รูปที่ 2.13	ภาพแสดงวงจร Glycol Chiller	24
รูปที่ 2.14	แผนภูมิการจัดเกรดและนัมเบอร์ท่อ	29
รูปที่ 2.15	ท่อเหล็กกล้า	31
รูปที่ 3.1	แผนที่แสดงที่ตั้งบริษัท ซี.เอฟ.พี. จำกัด	36
รูปที่ 3.2	รูปแสดงลักษณะ supports และ Hanger ที่ใช้ในงานก่อสร้างที่บริษัท ซี.เอฟ.พี	37
รูปที่ 3.3	แท่นรองรับท่อ (Pipe shoes) และแซดเดิลส์	39
รูปที่ 3.4	แซดเดิลส์	39
รูปที่ 3.5	รูปแสดงทิศทางของแรงที่กระทำต่อคาน Suports และ Hanger	40
รูปที่ 3.6	รูปแสดงท่อที่วางบนคาน Supports	40
รูปที่ 3.7	รูปแสดงน้ำหนักท่อที่กระทำต่อคาน	41
รูปที่ 3.8	ผังวัตถุอิสระแสดงแรงทั้งหมดที่กระทำต่อคาน	41
รูปที่ 3.9	รูปแสดงเหล็ก Channel ที่เลือกใช้	43
รูปที่ 3.10	รูปแสดงทิศทางของแรงที่กระทำต่อเหล็กรับแรงดึง	45
รูปที่ 3.11	ผังวัตถุอิสระแสดงแรงทั้งหมดที่กระทำต่อคานและเหล็กหิ้ว	45

สารบัญรูป (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 3.12 รูปแสดงเนื้อที่หน้าตัดสุทธิและเนื้อที่หน้าตัดทั้งหมด	46
รูปที่ 3.13 ตัวอักษรแสดงรายละเอียดท่อ	48
รูปที่ 3.14 การเก็บรักษาท่อบน Rack ก่อนติดตั้ง	48
รูปที่ 3.15 ท่อที่เจียลบมุมแล้ว	50
รูปที่ 3.16 การเชื่อมอาร์กอน	50
รูปที่ 3.17 การเชื่อมท่อต่อกัน	51
รูปที่ 3.18 รูปแสดงการใช้แผ่นไม้รองขณะเชื่อมทุกครั้ง	51
รูปที่ 3.19 การพันเทปกาวตามแนวที่ยังไม่ได้เชื่อม	52
รูปที่ 3.20 ข้อต่อเหล็กกล้าชนิดต่าง ๆ	54
รูปที่ 3.21 การต่อท่อแยก	55
รูปที่ 3.22 ยูเนียน	55
รูปที่ 3.23 สเตรนเนอร์	57
รูปที่ 3.24 โกล์บวาล์ว	57
รูปที่ 3.25 เกทวาล์ว	58
รูปที่ 3.26 วาล์วเข็ม	58
รูปที่ 3.27 เช็ควาล์ว	59
รูปที่ 3.28 โซลีนอยด์วาล์ว	60
รูปที่ 3.29 วาล์วผีเสื้อ	60
รูปที่ 3.30 ไดอะแกรมและรูปแสดงการติดตั้งอุปกรณ์ที่คอยล์แอมโมเนีย	61
รูปที่ 3.31 ไดอะแกรมและรูปแสดงการติดตั้งอุปกรณ์ที่คอยล์โปรพิเลนไกลโคล	62
รูปที่ 3.32 ไดอะแกรมและรูปแสดงการติดตั้งอุปกรณ์ที่เครื่องสูบน้ำในช่วง Water side	63
รูปที่ 3.33 แนวการเดินท่อ	64
รูปที่ 3.34 การเดินท่อที่คำนึงความสวยงามทางสถาปัตยกรรม	65
รูปที่ 3.35 รูปแสดงรอยรั่วที่พบในการทดสอบรอยรั่ว	67
รูปที่ 3.36 โฟมชนิดโพลียูรีเทน	69
รูปที่ 3.37 การเทน้ำยาโฟมให้ประกบกับท่อ	71
รูปที่ 3.38 โฟมที่ใช้ติดตั้งบริเวณข้องอ	71

ลำดับสัญลักษณ์

สัญลักษณ์	ความหมาย	หน่วย
A	พื้นที่หน้าตัด	cm^2
A_g	เนื้อที่หน้าตัดทั้งหมด	cm^2
A_n	เนื้อที่หน้าตัดสุทธิ	cm^2
E	Modulus of Elasticity	kg/cm^2
E	ตัวประกอบคุณภาพ	-
F_b	หน่วยแรงดัดสูงสุดที่เกิดขึ้น	kg/cm^2
F_t	หน่วยแรงดึงที่ยอมให้	kg/cm^2
f_v	แรงเฉือน	kg/cm^2
F_y	หน่วยแรงคราก	kg/cm^2
I	Moment of Inertia	cm^4
I_x	Moment of Inertia รอบแกน x	cm^4
K	สัมประสิทธิ์ความยาวประสิทธิผล	-
l	ความยาว	cm
M_{max}	โมเมนต์ดัดสูงสุด	kg.cm
P	ความดันภายในท่อ	lb/in^2
r	รัศมีไจเรชัน	cm
S	ความเค้นที่อนุญาตให้	lb/in^2
s	ระยะ Span	cm
T_n	แรงดึงที่ยอมให้	kg
w	น้ำหนักรวมทั้งหมด	kg
Z	โมดูลัสของหน้าตัด	cm^3
Z_x	โมดูลัสของหน้าตัดแกน x	cm^3
Δ_{max}	ระยะการโก่งตัวสูงสุด	cm