สารบัญ

	หน้า
ใบรับรองโครงงาน	ก
บทคัดย่อ	ข
Abstract	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญรูปภาพ	ญ
ลำดับสัญลักษณ์	ฐ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 หลักการและเหตุผล	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบข่ายของปัญหา	2
1.4 กิจกรรมดำเนินการ	2
1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	3
1.6 งบประมาณ	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการออกแบบถังความดันเบื้องต้น	
2.1 วัสดุ (Material)	4
2.2 การออกแบบ (Design)	6
2.2.1 อุณหภูมิการออกแบบ(Design Temperature)	6
2.2.2 ความดันการออกแบบ(Design Pressure)	7
2.2.3 ค่าความเค้นสูงสุดที่ยอมรับได้(Maximum Allowable Stress Value)	7
2.2.4 การออกแบบความหนาของถังความดันภายใต้แรงดันภายใน (Thickness of Shell under Internal Pressure)	7
2.2.5 การออกแบบส่วนหัวของถังความดันภายใต้แรงดันภายใน	9
2.2.6 รูเจาะและแผ่นเสริมแรง (Opening And Reinforcement)	11

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.2.7 ความหนาของผนังหัวฉีด(Nozzle neck thickness)	24
2.2.8 การทดสอบและการตรวจสอบถังความดัน	25
บทที่ 3 การคำนวณและการออกแบบถังความดันตามมาตรฐาน American Society of Mechanical Engineering	
3.1 การคำนวณหาความหนาของผนังถังความดันแบบ Cylindrical Shell Ellipsoidal Head ภายใต้แรงดันภายใน	30
3.1.1 การคำนวณความหนาของผนังถังความดันที่ Shell 1	31
3.1.2 การคำนวณความหนาของผนังถังความดันที่ Shell 2	34
3.1.3 การคำนวณความหนาของส่วนหัวด้านบน (TOP HEAD) ของถังหัวถังความดันแบบEllipsoidal	37
3.1.4 การคำนวณความหนาของส่วนหัวด้านล้าง (BOTTOM HEAD) ของถังหัวถังความดันแบบEllipsoidal	40
3.2 การออกแบบหัวฉีดที่ส่วนต่างๆของถังความดัน	44
3.2.1 หัวฉีดที่ผนังถังความดัน (Nozzle in shell)	
3.2.1.1 Nozzle M-1(Man Hole)	46
3.2.1.2 Nozzle N-1 (Air feed from dryer package)	53
3.2.1.3 Nozzle N-4 (Pressure gauge)	61
3.2.2 หัวฉีดที่ติดอยู่ที่ส่วนหัวของถังความดัน (Nozzle in Top & Bottom)	
3.2.2.1 Nozzle N-2(Nozzle for RV connection)	68
3.2.2.2 Nozzle N-3 (Air outlet to IA header)	75
3.2.2.3 Nozzle N-6(spare)	82
3.2.3 หัวฉีดที่ Bottom Head	
3.2.3.1 Nozzle N-5(Drain)	89
สรุปการคำนวณ Shell	96
สรุปการคำนวณ Nozzle	96

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 สรุป วิจารณ์ และข้อเสนอแนะ

4.1 สรุปการจัดทำโครงงาน 100

4.2 วิจารณ์และข้อเสนอแนะ 101

บรรณานุกรม 102

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก. Vessel standard 103

ภาคผนวก ข. Detail Drawing 107

ภาคผนวก ค. American Society of Mechanic Engineers STD Section II Part D 119

ภาคผนวก ง. ตาราง Material 131

ภาคผนวก จ. Pipe schedule 133

ภาคผนวก ฉ. Gasket 136

ภาคผนวก ช. Weld symbol 139

ภาคผนวก ซ. Type of Flange 142

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1.1 แผนงานการดำเนินการ	2
ตารางที่ 2.1 ค่าสัมประสิทธิ์ (Factor) K	10
ตารางที่ 3.1 แสดง Data Sheet ของถังความดันบรรจุอากาศความดันสูง ตามความต้องการของ บริษัท TOC Glycol Co., ltd.	27
ตารางที่ 3.2 แสดง Skeleton Drawing และ รายละเอียด Nozzle ตามความต้องการของ บริษัท TOC Glycol Co., ltd.	28
ตารางที่ 3.3 ความดันการออกแบบและStatic head ของหัวฉีด	45
ตารางที่ 3.4 สรุปการคำนวณถังความดันตามมาตรฐาน ASME	96
ตารางที่ 3.5 สรุปการคำนวณการเสริมแรงของหัวฉีด M-1	96
ตารางที่ 3.6 สรุปการคำนวณความแข็งแรงของรอยเชื่อมของหัวฉีด M-1	96
ตารางที่ 3.7 สรุปการคำนวณการเสริมแรงของหัวฉีด N-1	96
ตารางที่ 3.8 สรุปการคำนวณความแข็งแรงของรอยเชื่อมของหัวฉีด N-1	97
ตารางที่ 3.9 สรุปการคำนวณการเสริมแรงของหัวฉีด N-2	97
ตารางที่ 3.10 สรุปการคำนวณความแข็งแรงของรอยเชื่อมของหัวฉีด N-2	97
ตารางที่ 3.11 สรุปการคำนวณการเสริมแรงของหัวฉีด N-3	97
ตารางที่ 3.12 สรุปการคำนวณความแข็งแรงของรอยเชื่อมของหัวฉีด N-3	98
ตารางที่ 3.13 สรุปการคำนวณการเสริมแรงของหัวฉีด N-4	98
ตารางที่ 3.14 สรุปการคำนวณความแข็งแรงของรอยเชื่อมของหัวฉีด N-4	98
ตารางที่ 3.15 สรุปการคำนวณการเสริมแรงของหัวฉีด N-5	98
ตารางที่ 3.16 สรุปการคำนวณความแข็งแรงของรอยเชื่อมของหัวฉีด N-5	99
ตารางที่ 3.17 สรุปการคำนวณการเสริมแรงของหัวฉีด N-6	99
ตารางที่ 3.18 สรุปการคำนวณความแข็งแรงของรอยเชื่อมของหัวฉีด N-6	99
ตารางที่ ก.1 ขนาดอ้างอิงต่างๆของ Man Hole Flange Class 150#	105
ตารางที่ ก.2 ขนาดที่ใช้อ้างอิงในการออกแบบ Lifting Lug	106
ตารางที่ ง.1 รายละเอียดของวัสดุที่ใช้ในการออกแบบถังความดัน	132
ตารางที่ จ.1 ตารางท่อ (Pipe Schedules)	134
ตารางที่ จ.2 ตารางท่อ (Pipe Schedules) (ต่อ)	135

สารบัญตาราง (ต่อ)

	หน้า
ตาราง ฉ.1 ตารางคุณสมบัติของ Gasket แต่ละประเภท	137
ตารางที่ ฉ.2 ตารางคุณสมบัติของ Gasket แต่ละประเภท (ต่อ)	138
ตารางที่ ช.1 สัญลักษณ์ของรอยเชื่อมแบบต่างๆ	140
ตารางที่ ช.1 สัญลักษณ์ของรอยเชื่อมแบบต่างๆ (ต่อ)	141
ตารางที่ ซ.1 Standard ANSI B.16.5 SO	143
ตารางที่ ซ.2 Standard ANSI B.16.5 LWN	144

สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 2.1 ขนาดที่ใช้อ้างอิงของหัวถังความดันแต่ละชนิด	**9**
รูปที่ 2.2 รายละเอียดรูเจาะที่ไม่มีแผ่นเสริมแรง	13
รูปที่ 2.3 รายละเอียดรูเจาะที่มีแผ่นเสริมแรง	14
รูปที่ 2.4 รูเจาะและขอบเขตการเสริมแรงของรูเจาะถังความดัน	15
รูปที่ 2.5 ขอบเขตของการวัดขนาดในการเสริมแรงรูเจาะ	18
รูปที่ 2.6 การเชื่อมประสานในรูเจาะของถังความดันโดยไม่มีแผ่นเสริมแรง	19
รูปที่ 2.7 การเชื่อมประสานในรูเจาะของถังความดันโดยมีแผ่นเสริมแรง	20
รูปที่2.8 พื้นที่ภาพตัดขวางเพื่อหาความแข็งแรงของรอยเชื่อมที่หัวฉีดสอดทะลุรูเจาะเข้าไปในถังความดัน	21
รูปที่2.9 พื้นที่ภาพตัดขวางเพื่อหาความแข็งแรงของรอยเชื่อมที่หัวฉีดวางอยู่บนผนังหรือหัวฉีดของถังความดัน	22
รูปที่ 3.1 Piping and Instrument Diagram ของถังบรรจุอากาศความดันสูงของบริษัท TOC Glycol Co., Ltd.	29
รูปที่ 3.2 แสดงการแบ่งถังความดันในการออกแบบ	30
รูปที่ 3.3 ส่วนหัวของถังความดันแบบ Ellipsoidal (Top Head)	37
รูปที่ 3.4 ส่วนหัวของถังความดันแบบ Ellipsoidal (Bottom Head)	40
รูปที่ 3.5 แสดงหัวฉีดที่ส่วนต่างๆของถังความดัน	44
รูปที่ 3.6 แสดงตำแหน่งของหัวฉีดที่ผนังถังความดัน	46
รูปที่ 3.7 รายละเอียดของ Manhole ขนาด 24 นิ้ว	46
รูปที่ 3.8 แสดงพื้นที่ในการเสริมแรงของหัวฉีด	49
รูปที่ 3.9 แสดงตำแหน่งที่ใช้คำนวณความแข็งแรงของหัวฉีดและรอยเชื่อม	51
รูปที่ 3.10 รายละเอียดของหัวฉีด N-1 (Air feed from dryer package)	**53**
รูปที่ 3.11 แสดงพื้นที่ในการเสริมแรงของหัวฉีด	**57**
รูปที่ 3.12 แสดงตำแหน่งที่ใช้คำนวณความแข็งแรงของหัวฉีดและรอยเชื่อม	**59**
รูปที่ 3.13 รายละเอียดของหัวฉีด N-4 (Pressure gauge)	**61**
รูปที่ 3.14 แสดงพื้นที่ในการเสริมแรงของหัวฉีด	**64**

สารบัญรูป (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 3.15แสดงตำแหน่งที่ใช้คำนวณความแข็งแรงของหัวฉีดและรอยเชื่อม	66
รูปที่ 3.16 แสดงตำแหน่งของหัวฉีดที่ติดตั้งอยู่ที่ส่วนหัวของถังความดัน	68
รูปที่ 3.17 แสดงรายละเอียดของหัวฉีด N-2 (Nozzle for RV connection)	68
รูปที่ 3.17 แสดงพื้นที่ในการเสริมแรงของหัวฉีด	71
รูปที่ 3.9 แสดงตำแหน่งที่ใช้คำนวณความแข็งแรงของหัวฉีดและรอยเชื่อม	73
รูปที่ 3.18 แสดงรายละเอียดของหัวฉีด N-3 (Air outlet to AI header)	75
รูปที่ 3.19 แสดงพื้นที่ในการเสริมแรงของหัวฉีด	78
รูปที่ 3.9 แสดงตำแหน่งที่ใช้คำนวณความแข็งแรงของหัวฉีดและรอยเชื่อม	80
รูปที่ 3.20 แสดงรายละเอียดของหัวฉีด N-6 (Spare)	82
รูปที่ 3.21 แสดงพื้นที่ในการเสริมแรงของหัวฉีด	85
รูปที่ 3.9 แสดงตำแหน่งที่ใช้คำนวณความแข็งแรงของหัวฉีดและรอยเชื่อม	87
รูปที่ 3.22 แสดงตำแหน่งของหัวฉีดที่ติดตั้งอยู่ที่ส่วนหัวของถังความดัน	89
รูปที่ 3.23 รายละเอียดของหัวฉีด N-5 (Drain)	89
รูปที่ 3.24 แสดงพื้นที่ในการเสริมแรงของหัวฉีด	92
รูปที่ 3.9 แสดงตำแหน่งที่ใช้คำนวณความแข็งแรงของหัวฉีดและรอยเชื่อม	94
รูปที่ ก.1 ขนาดของ Name Plate ตามมาตรฐาน Vessel Standard ของบริษัทโตโย-ไทย คอร์ปอร์เรชั่น	104
รูปที่ ข.1 แบบรายละเอียดของถังความดัน	108
รูปที่ ข.2 แบบรายละเอียด Name plate	109
รูปที่ ข.3 แบบรายละเอียดของ Lifting Lug และ Pipe support clips	110
รูปที่ ข.4 แบบรายละเอียดของ M-1 Manhole	**111**
รูปที่ ข.5 แบบรายละเอียดของ Internal Ladder	**112**
รูปที่ ข.6 แบบรายละเอียดของหัวฉีด N-1 (Air feed from dryer package)	**113**
รูปที่ ข.7 แบบรายละเอียดของหัวฉีด N-2 (RV Connection)	**114**
รูปที่ ข.8 แบบรายละเอียดของหัวฉีด N-3 (Air outlet to AI header)	**115**
รูปที่ ข.9 แบบรายละเอียดของหัวฉีด N-4 (Pressure Gauge)	**116**

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ ข.10 แบบรายละเอียดของหัวฉีด N-5 (Drain) 117
รูปที่ ข.11 แบบรายละเอียดของหัวฉีด N-6 (Spare) 118
รูปที่ ค.1 American Society of Mechanical Engineers Section II Part D 119
รูปที่ ค.2 American Society of Mechanical Engineers Section II Part D 120
รูปที่ ค.3 American Society of Mechanical Engineers Section II Part D 121
รูปที่ ค.4 American Society of Mechanical Engineers Section II Part D 122
รูปที่ ค.5 American Society of Mechanical Engineers Section II Part D 123
รูปที่ ค.6 American Society of Mechanical Engineers Section II Part D 124
รูปที่ ค.7 American Society of Mechanical Engineers Section II Part D 125
รูปที่ ค.8 American Society of Mechanical Engineers Section II Part D 126
รูปที่ ค.9 American Society of Mechanical Engineers Section II Part D 127
รูปที่ ค.10 American Society of Mechanical Engineers Section II Part D 128
รูปที่ ค.11 American Society of Mechanical Engineers Section II Part D 129

ลำดับสัญลักษณ์

A	=	พื้นที่ภาพตัดขวางของพื้นที่เสริมแรงรวมทั้งหมดที่ต้องการสำหรับรูเจาะที่ผนังหรือหัวของถังความดัน (mm^2)
A_1	=	พื้นที่ภาพตัดขวางของผนังถังความดันที่มีผลต่อการเสริมแรง (mm^2)
A_2	=	พื้นที่ภาพตัดขวางของหัวฉีดที่มีผลต่อการเสริมแรง (mm^2)
A_3	=	พื้นที่ภาพตัดขวางของหัวฉีดภายในถังความดันซึ่งมีผลต่อการเสริมแรง (mm^2)
A_{41}	=	พื้นที่ภาพตัดขวางรวมของรอยเชื่อมของหัวฉีดภายนอก (mm^2)
A_{42}	=	พื้นที่ภาพตัดขวางรวมของรอยเชื่อมของแผ่นเสริมแรง (mm^2)
A_{43}	=	พื้นที่ภาพตัดขวางรวมของรอยเชื่อมของหัวฉีดภายใน (mm^2)
A_5	=	พื้นที่ภาพตัดขวางของแผ่นเสริมแรงที่ต้องการสำหรับรูเจาะของถังความดัน (mm^2)
C	=	ค่าการกัดกร่อนที่ยอมรับได้ (mm)
D	=	เส้นผ่านศูนย์กลางภายในของถังความดัน (mm)
D_o	=	เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกของถังความดัน (mm)
D_p	=	เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกของแผ่นเสริมแรง (mm)
d	=	เส้นผ่านศูนย์กลางรูเจาะของถังความดัน (mm)
E	=	Joint Efficiency
F	=	Corrosion factor มีค่าเท่ากับ 1
f_r	=	Strength reduction factor จะต้องไม่มากกว่า 1
K	=	สัมประสิทธิ์ในการออกแบบความหนาของส่วนหัวถังความดัน
P	=	ความดันการออกแบบภายใน (design Pressure + Static Head) (MPa)
R	=	รัศมีภายในของถังความดัน (มิลลิเมตร) (mm)
R_n	=	รัศมีของหัวฉีด (mm)
r	=	รัศมีภายใน (mm)
S	=	ค่าความเค้นสูงสุดที่ยอมรับได้ (Maximum Allowable Stress Value) (MPa)
S_n	=	ความเค้นของผนังหัวฉีด (MPa)
S_v	=	ความเค้นของผนังถังความดัน (MPa)
S_p	=	ความเค้นของแผ่นเสริมแรง (MPa)

ลำดับสัญลักษณ์ (ต่อ)

S_t	=	ความเค้นของวัสดุถังความดันที่อุณหภูมิทดสอบ (MPa)
S_d	=	ความเค้นของวัสดุถังความดันที่อุณหภูมิออกแบบ (MPa)
t	=	ความหนาของผนังถังความดันน้อยที่สุดที่ยอมรับได้ (mm)
t_e	=	ความหนาของแผ่นเสริมแรง (mm)
t_i	=	ความหนาของผนังหัวฉีดที่ยื่นเข้าไปในถังความดัน (mm)
t_{min}	=	ความหนาของรอยเชื่อมน้อยที่สุด (mm)
t_n	=	ความหนาโดยทั่วไปของผนังหัวฉีด (mm)
t_p	=	ความหนาของ flange แต่ละชนิด (mm)
t_r	=	ความหนาโดยทั่วไปของผนังหัวฉีดหลังการขึ้นรูปแล้ว (mm)
t_m	=	ความหนาของหัวฉีดไรตะเข็บหลังจากขึ้นรูปแล้ว (mm)
t_w	=	ความหนาของรอยเชื่อมน้อยที่สุดที่ต้องการตามมาตรฐาน ASME (mm)
X	=	ขอบเขตการวัดขนาดขนานกับผนังถังความดันเพื่อเสริมแรง (mm)
Y	=	ขอบเขตการวัดขนาดขนานกับผนังหัวฉีดเพื่อเสริมแรง (mm)
α	=	มุมบากก่อนทำการเชื่อมประสาน
SF	=	Straight Flange
SO	=	Slip on
LWN	=	Long welding neck
RF	=	Reis face