

## สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก.
บทคัดย่อ	ข.
Abstract	ค.
สารบัญรูปภาพ	ง-ช.
สารบัญตาราง	ฉ-ญ
<b>บทที่ 1 บทนำ</b>	
1.1 บทนำทั่วไป	1
1.2 หลักการทั่วไปของเครื่องดูดเสมหะแรงดันสูง	1
1.3 ข้อมูลเบื้องต้นของเครื่องอัดอากาศ	1
1.4 การเลือกเครื่องอัดลม	1
1.5 ระบบการส่งจ่ายลมอัด	2
1.6 จุดมุ่งหมายของโครงการ	5
1.7 ขอบเขตของโครงการ	5
1.8 ขั้นตอนการทำงาน	5
1.9 ประโยชน์ของโครงการ	6
1.10 ตารางเวลาทำงาน	6
<b>บทที่ 2 ทฤษฎีการออกแบบ</b>	
2.1 หลักการของเครื่องอัด	7
2.2 การจำแนกประเภทเครื่องอัด	12
2.3 วิธีหาค่าความดันลดในระบบท่อลมอัด	13
2.4 การออกแบบท่อลมอัด	15
2.5 คุณสมบัติทางกายภาพของอากาศ	35
2.6 ทฤษฎีการอัด	43
2.7 การอัดก๊าซ	43
2.8 ประสิทธิภาพของเครื่องอัด	49
2.9 กำลังที่ต้องใช้สำหรับเครื่องอัด	55
2.10 ประเภทของเครื่องดันกำลังและวิธีการต่อกับเครื่องดันกำลัง	56
2.11 การเตรียมข้อกำหนดของเครื่องอัด	58

	หน้า
2.12 การเลือกใช้วัสดุ	62
<b>บทที่ 3</b>	
3.1 เครื่องอัดที่นิยมมาใช้กับเครื่องดูดเสมหะ	63
3.2 โครงสร้างของวัสดุ	68
3.3 การปั๊มของที่แห้ง	69
3.4 ชีตจำกัดของโคอะแฟรมปั๊มที่ขับด้วยอากาศ	69
3.5 ปั๊มโรตารี	71
3.6 การเลือกมอเตอร์ของเครื่องอัดอากาศ	77
3.7 สมบัติแรงบิดของเครื่องอัด	80
3.8 การคำนวณกำลังงานที่ต้องการใช้	81
3.9 ลักษณะการสร้างของเครื่องอัด	82
3.10 ข้อมูลทางด้านแมคคานิค	108
3.11 แบบจำลองเครื่องดูดเสมหะแรงดันสูง	117
3.12 การนำเครื่องอัดอากาศรถยนต์มาดัดแปลงทำเครื่องดูดเสมหะ	120
3.13 การยืดอายุการใช้งานของปั๊มสูญญากาศ และเครื่องอัด (ว่าด้วยการวางแผนบำรุงรักษา)	123
<b>บทที่ 4 การรวบรวมข้อมูล</b>	
4.1 การรวบรวมข้อมูลทางสถิติ	126
4.2 ข้อมูลจากโรงพยาบาลสรรพสิทธิประสงค์	126
4.3 ข้อมูลจากโรงพยาบาลสมเด็จพระยุพราชเดชอุดม	130
4.4 ข้อมูลจากโรงพยาบาลสิรินธร	131
4.5 ข้อมูลจากศูนย์ช่างซ่อมบำรุงที่ 5 (อุบลราชธานี)	131
4.6 การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ	132
4.7 เปรียบเทียบข้อมูลจากหน่วยราชการทั้ง 4 แห่ง	133
<b>บทที่ 5 บทสรุปและวิจารณ์</b>	
5.1 ข้อมูลราคาเครื่อง Suction ของแต่ละยี่ห้อ	135
5.2 ข้อมูลของคอมพิวเตอร์ในปัจจุบัน	136
5.3 ราคาโดยประเมินของเครื่องดูดเสมหะแรงดันสูงที่นำมาดัดแปลง	139
5.4 สรุปและวิจารณ์	139
<b>เอกสารอ้างอิง</b>	140

## สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 1.1 ข้อมูลทางด้านเทคนิคและการใช้งานของเครื่องอัดลม	2
รูปที่ 1.2 โค้ดอะแกรมการติดตั้งเครื่องอัดอากาศและส่วนประกอบ	2
รูปที่ 1.3 รายละเอียดการติดตั้งถังเก็บลม	3
รูปที่ 1.4 รายละเอียดของเครื่องแยกความชื้น(น้ำ)	4
รูปที่ 2.1 การอัดของแข็ง	7
รูปที่ 2.2 พลังงานเนื่องจากการยืดหยุ่น	7
รูปที่ 2.3 การอัดของไหล	8
รูปที่ 2.4 เครื่องสูบลมจักรยาน	10
รูปที่ 2.5 หลักการทำงานของเครื่องอัดคล้ายกับเครื่องสูบลม	10
รูปที่ 2.6 ส่วนประกอบของเครื่องอัด	11
รูปที่ 2.7 มีการอัดภายใน	11
รูปที่ 2.8 ไม่มีการอัดภายใน	12
รูปที่ 2.9 การจำแนกประเภทเครื่องอัด	12
รูปที่ 2.10 แสดงกราฟการหาค่าความดันลด	14
รูปที่ 2.11 ถังเก็บลมอัดแนวตั้ง	21
รูปที่ 2.12 การติดตั้งกับคัตอากาศ	21
รูปที่ 2.13 ถังเก็บลมอัดตามแนวนอน	22
รูปที่ 2.14 การเคลื่อนลมที่อเนกเป็นรูปวงแหวน	25
รูปที่ 2.15 โนโมกราฟหาปริมาณลมอัด (หน่วยเมตริก)	28
รูปที่ 2.16 โนโมกราฟหาปริมาณลมอัด (หน่วยอังกฤษ)	29
รูปที่ 2.17 โนโมกราฟหาค่าความดันลด (หน่วยเมตริก)	30
รูปที่ 2.18 โนโมกราฟหาค่าความดันลด (หน่วยอังกฤษ)	31
รูปที่ 2.19 กราฟสำหรับหาขนาดของท่อลมอัด	32
รูปที่ 2.20 ความร้อนจำเพาะที่ความดันคงที่	37
รูปที่ 2.21 ความร้อนจำเพาะที่ปริมาตรคงที่	37
รูปที่ 2.22 ความชื้น (ปริมาณน้ำ) ที่อุณหภูมิต่างๆ	40

	หน้า
รูปที่ 2.23 โมเลกุลและความดันของก๊าซ	41
รูปที่ 2.24 ความดันสัมบูรณ์และความดันเกจ	42
รูปที่ 2.25 การอัด	43
รูปที่ 2.26 ความสัมพันธ์ของอุณหภูมิ	44
รูปที่ 2.27 อัตราส่วนความดันและอุณหภูมิที่เกิดจากการอัด	49
รูปที่ 2.28 การกวาดของลูกสูบ	50
รูปที่ 2.29 รูป P-V ของเครื่องอัด	52
รูปที่ 2.30 ประสิทธิภาพเชิงปริมาตรและอัตราส่วนความดัน	52
รูปที่ 2.31 กำล้าง(ทางทฤษฎี)ที่ใช้กรณีไม่มีการถ่ายเทความร้อน	54
รูปที่ 2.32 เส้นโค้งแสดงสมรรถนะ	61
รูปที่ 3.1 หน้าตัดของโคอะแฟรมบีบแบบโคอะแฟรมเดี่ยวที่กลไกเป็นเมคคานิค	64
รูปที่ 3.2 โคอะแฟรมบีบแบบโคอะแฟรมเดี่ยวที่ขับเคลื่อนด้วยเครื่องยนต์	64
รูปที่ 3.3 หน้าตัดของโคอะแฟรมบีบแบบคู่	65
รูปที่ 3.4 โคอะแฟรมบีบแบบคู่ที่ขับเคลื่อนด้วยลม	66
รูปที่ 3.5 ภาพตัดของโคอะแฟรมบีบแบบคู่ที่ขับเคลื่อนด้วยลมมีเซควาล์ว แบบกระพือ	66
รูปที่ 3.6 โคอะแฟรมบีบแบบคู่ที่ขับเคลื่อนด้วยลมเป็นแบบนิวแมติก	67
รูปที่ 3.7 เส้นกราฟแสดงสมรรถนะของโคอะแฟรมบีบแบบคู่	68
รูปที่ 3.8 ลักษณะของเซควาล์วชนิดต่างๆ	69
รูปที่ 3.9 บีบแบบเกียร์ฟันนอก	72
รูปที่ 3.10 บีบแบบเกียร์ 3 ตัว	72
รูปที่ 3.11 บีบแบบเกียร์ฟันใน	72
รูปที่ 3.12 บีบแบบเกียร์ฟันใน	72
รูปที่ 3.13 โลนูลาบีบแบบ 2 โหลบ	74
รูปที่ 3.14 โลนูลาบีบแบบ 3 โหลบ	74
รูปที่ 3.15 โลนูลาบีบแบบ 4 โหลบ	74
รูปที่ 3.16 เวนบีบแบบเวนเคลื่อนที่เข้าออก	74
รูปที่ 3.17 เวนบีบอีกแบบหนึ่ง	75
รูปที่ 3.18 เวนบีบ-เวนแบบเหวี่ยง	75
รูปที่ 3.19 เวนบีบ-เวนแบบยึดหยุน	75

	หน้า
รูปที่ 3.20 ปัมแบบลูกเบี้ยวและลูกสูบ	75
รูปที่ 3.21 ปัมแบบ Squeegee	76
รูปที่ 3.22 ปัมแบบสกรูเดี่ยว	76
รูปที่ 3.23 ปัมแบบสกรูคู่	76
รูปที่ 3.24 ปัมแบบสกรู 3 ตัว	76
รูปที่ 3.25 หลักการของเครื่องอัดอากาศ	80
รูปที่ 3.26 ตารางสมบัติแรงบิดคอมเพลสเซอร์	80
รูปที่ 3.27 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบ	81
รูปที่ 3.28 (a) เครื่องอัดคอนเดียวทำงาน 2 ค้าน	83
รูปที่ 3.28 (b) เครื่องอัด 2 คอนทำงาน 2 ค้าน	83
รูปที่ 3.29 เครื่องอัดคอนเดียวทำงานค้านเดียว (หล่อเย็นด้วยอากาศ)	84
รูปที่ 3.30 เครื่องอัดคอนเดียวทำงานค้านเดียว (หล่อเย็นด้วยน้ำ)	84
รูปที่ 3.31 ลูกสูบเครื่องอัดที่ไม่ใช้น้ำมันหล่อลื่น	85
รูปที่ 3.32 วาล์วแหวน	86
รูปที่ 3.33 ส่วนประกอบของวาล์ว flapper	87
รูปที่ 3.34 การทำงานของวาล์วคู่ใช้ในการปลดภาระ	89
รูปที่ 3.35 วิธีหล่อลื่นแบบสาคน้ำมัน	90
รูปที่ 3.36 วิธีหล่อลื่นแบบป้อนน้ำมัน	90
รูปที่ 3.37 ระบบการหล่อลื่นจากภายนอก	91
รูปที่ 3.38 ที่กรองอากาศชนิดมีอ่างน้ำมันเป็นเครื่องดักฝุ่น	92
รูปที่ 3.39 ภาพตัดของวาล์วรักษาความปลอดภัย	92
รูปที่ 3.40 รูปแสดงกระบวนการอัดของเครื่องอัดแบบเกลียว	93
รูปที่ 3.41 ส่วนประกอบของเครื่องอัดแบบเกลียวชนิดป้อนน้ำมัน	94
รูปที่ 3.42 รูปแบบระบบของเครื่องอัดแบบเกลียวชนิดป้อนน้ำมัน	94
รูปที่ 3.43 ส่วนประกอบของที่แยกน้ำมัน	95
รูปที่ 3.44 ที่ลัดอัตราชนิดวาล์วหรือขาเข้า	96
รูปที่ 3.45 วาล์วลัดอัตราอัดชนิดเลื่อน	97
รูปที่ 3.46 ลักษณะและผลของการลัดอัตราอัดวิธีต่างๆ	97
รูปที่ 3.47 เครื่องแบบเกลียวขนาดเล็กชนิดป้อนน้ำมัน	98

	หน้า
รูปที่ 3.48 ภาพเชิงระบบของเครื่องอัดในรูปที่ 3.47	98
รูปที่ 3.49 ภาพเชิงระบบของเครื่องอัดเกลือกก็ยวชนิดไม่ใช้น้ำมัน	99
รูปที่ 3.50 หลักการทำงานของเครื่องชนิดแผ่นกวาด	100
รูปที่ 3.51 เครื่องอัดชนิดแผ่นกวาด 2 ตอน	101
รูปที่ 3.52 การควบคุมอัตราของเครื่องอัดแผ่นกวาดเล็กขนาดหัวไปใช้	102
รูปที่ 3.53 เครื่องอัดชนิดแผ่นกวาดที่ไม่ใช้น้ำมันหล่อลื่น	103
รูปที่ 3.54 เครื่องเป่า Roots	103
รูปที่ 3.55 งานที่ต้องใช้ในการอัดสำหรับที่เป่า Roots	104
รูปที่ 3.56 รูปตัดทางยาวของเครื่องเป่า Roots	104
รูปที่ 3.57 ที่หล่อเย็นหลังการอัดหล่อเย็นด้วยน้ำ	106
รูปที่ 3.58 ที่หล่อเย็นหลังการอัดหล่อเย็นด้วยลม	106
รูปที่ 3.59 ระบบทำให้อากาศแห้ง	107
รูปที่ 3.60 แสดงโคอะแกรมการทำงานของ Suction	108
รูปที่ 3.61 Singtrip หรือ Three way	109
รูปที่ 3.62 ขวด Suction	110
รูปที่ 3.63 แสดงระบบของถังเก็บลมที่ใช้กับเครื่องดูดเสมหะแบบ pipeline	110
รูปที่ 3.64 ปัมโรตารี แบบแผ่นกวาด	111
รูปที่ 3.65 ปัมโรตารีแบบแผ่นกวาด	111
รูปที่ 3.66 แสดงลักษณะภายในปัมโรตารี	112
รูปที่ 3.67 แสดงลักษณะภายในปัมโรตารี	112
รูปที่ 3.68 แสดงร่องสำหรับไล่แผ่นกวาดและแผ่นกวาด	113
รูปที่ 3.69 แสดงก้านเหวี่ยงของปัมแบบโคอะแฟรม	114
รูปที่ 3.70 แสดงด้านที่ต่อกับแผ่นโคอะแฟรม	115
รูปที่ 3.71 แสดงฝาครอบที่เป็นทางออกของลมออก	115
รูปที่ 3.72 แสดงรูปเครื่องดูดเสมหะ ที่พร้อมใช้งาน(ด้านหน้า)	115
รูปที่ 3.73 แสดงรูปเครื่องดูดเสมหะ ที่พร้อมใช้งาน(ด้านข้าง)	116
รูปที่ 3.74 แสดงรูปเครื่องดูดเสมหะ ที่พร้อมใช้งาน(ด้านข้าง)	116
รูปที่ 3.75 แสดงหลักการของแบบจำลองเครื่องดูดเสมหะแรงดันสูง	117
รูปที่ 3.76 ลักษณะการทำงานของแบบจำลองเครื่องดูดเสมหะ	118

	หน้า
รูปที่ 3.77 ลักษณะของขวดซักชั้น	119
รูปที่ 3.78 ลูกกลอยกันน้ำสั่นของแบบจำลองเครื่องดูดเสมหะ	120
รูปที่ 3.79 คอมเพรสเซอร์รถยนต์ที่นำมาดัดแปลง	121
รูปที่ 3.80 ตำแหน่งของคอมเพรสเซอร์รถยนต์	121
รูปที่ 3.81 ลูกกลอยที่ดัดแปลงมาใช้	122

## สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1.1 ข้อมูลทางด้านเทคนิคและการใช้เครื่องอัดลม	2
ตารางที่ 2.1 พลังงานที่เก็บไว้ได้โดยการอัด	9
ตารางที่ 2.2 ค่าอัตราส่วนการอัดระบบเมตริก	17
ตารางที่ 2.3 ค่าอัตราส่วนการอัดระบบอังกฤษ	17
ตารางที่ 2.4 ปริมาตรของอากาศอัดที่สภาวะมาตรฐานหน่วยเมตริก	18
ตารางที่ 2.5 ปริมาตรของอากาศอัดที่สภาวะมาตรฐานหน่วยอังกฤษ	18
ตารางที่ 2.6 กราฟแสดงค่าปริมาณความชื้นของอากาศ	19
ตารางที่ 2.7 ปริมาณความต้องการลมอัดของอุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆ	23
ตารางที่ 2.8 มาตรฐานของท่อต่างๆ หน่วยเมตริก	24
ตารางที่ 2.9 มาตรฐานของท่อต่างๆ หน่วยอังกฤษ	25
ตารางที่ 2.10 ปริมาณของลมอัดที่ท่อเหล็กเกรดปานกลาง (หน่วยเมตริก)	25
ตารางที่ 2.11 ปริมาณของลมอัดที่ท่อเหล็กเกรดปานกลาง (หน่วยอังกฤษ)	26
ตารางที่ 2.12 หน่วยเมตริกค่าความต้านทานของข้อต่อต่างๆของท่อ (เมตร)	27
ตารางที่ 2.13 หน่วยเมตริกค่าความต้านทานของข้อต่อต่างๆของท่อ (ฟุต)	27
ตารางที่ 2.14 ค่ากำหนดเพื่อใช้คูณลดปริมาณลมในท่อเมน	33
ตารางที่ 2.15 องค์ประกอบของอากาศ	35
ตารางที่ 2.16 ความร้อนจำเพาะของก๊าซ	37
ตารางที่ 2.17 ปริมาณไอน้ำอิ่มตัวและความดันอิ่มตัวที่อุณหภูมิต่างๆ	38
ตารางที่ 2.18 การเปลี่ยนหน่วยของความดัน	42
ตารางที่ 2.19 ค่าคงที่ของก๊าซ	45
ตารางที่ 2.20 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรและความดัน	47
ตารางที่ 2.21 คุณลักษณะการเริ่มเดินของมอเตอร์	57
ตารางที่ 2.22 ก๊าซกักครอบอนวัสดุได้ง่าย	62
ตารางที่ 4.1 แสดงปริมาณของผู้ใช้บริการเครื่องคูคเสมอ	126
ตารางที่ 4.2 แสดงจำนวนการใช้(ครั้ง)ของผู้ป่วยในเดือนมค.-เมย. 39	127
ตารางที่ 4.3 ตารางเปรียบเทียบข้อมูลจากส่วนราชการทั้ง 4 แห่ง	133
ตารางที่ 5.1 ภาพรวมการส่งเสริมการลงทุนอุตสาหกรรมเครื่องใช้ไฟฟ้า	136

	หน้า
ตารางที่ 5.2 การส่งออกเครื่องใช้ไฟฟ้า	136
ตารางที่ 5.3 การนำเข้าเครื่องใช้ไฟฟ้า	137
ตารางที่ 5.4 อากรเข้าเครื่องใช้ไฟฟ้า	138