สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ
สารบัญรูป	ช
สารบัญตาราง	ฌ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 หัวข้อโครงงาน	1
1.2 หลักการและเหตุผล	1
1.3 วัตถุประสงค์ของโครงการ	1
1.4 เกณฑ์ชี้วัดผลงาน (Output)	1
1.5 เกณฑ์ชี้วัดผลสำเร็จ (Outcome)	2
1.6 ขอบเขต	2
1.7 สถานที่ในการดำเนินงานวิจัย	2
1.8 ระยะเวลาในการดำเนินงานวิจัย	2
1.9 ขั้นตอน และแผนการดำเนินการ	3
บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี	4
2.1 หน้ากากแอร์ (Air Grille)	4
2.2 คุณสมบัติทั่วไปของอะลูมิเนียม	8
2.3 ชนิดของฟิกเจอร์	11
2.4 หลักการสร้างจิ๊กและฟิกซ์เจอร์ขั้นพื้นฐาน	18
2.5 หลักการจับยึดชิ้นงาน	33
2.6 คุณสมบัติทางโลหะวิทยา	56
2.7 การวิเคราะห์จุดคุ้มทุน	66
บทที่ 3 การดำเนินการวิจัย	71
3.1 ศึกษากระบวนการผลิตใบลมกลับและค้นคว้าหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการจัดสร้างแบบฟิกซ์เจอร์และเครื่องเหลา	71

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.2 ออกแบบโครงสร้างของฟิกซ์เจอร์และระบบการทำงานของเครื่องเหลา 71

3.3 จัดหาวัสดุสำหรับทำฟิกซ์เจอร์ และเครื่องเหลา 71

3.4 ลงมือปฏิบัติสร้างฟิกซ์เจอร์และเครื่องเหลาและประกอบฟิกซ์เจอร์และเครื่องเหลา 71

3.5 ทำการทดลองและทดสอบฟิกซ์เจอร์และเครื่องเหลา 71

3.6 แก้ไขและปรับปรุงฟิกซ์เจอร์และเครื่องเหลา 72

3.7 วิเคราะห์ข้อมูลทางเศรษฐศาสตร์ 72

3.8 สรุปผลการแก้ไขและปรับปรุงฟิกซ์เจอร์และเครื่องเหลา การวิเคราะห์ข้อมูลทางเศรษฐศาสตร์และจัดทำรูปเล่มรายงาน 72

บทที่ 4 ผลการดำเนินงานวิจัย 73

4.1 ศึกษากระบวนการผลิตใบลมกลับ 73

4.1.1 เครื่องปั๊ม 73

4.1.2 เครื่องเหลา (สว่านแท่น) 73

4.2 Performance Specifications 74

4.3 จัดหาวัสดุสำหรับทำฟิกซ์เจอร์ และเครื่องเหลา 76

4.4 การสร้างฟิกเจอร์และเครื่องเหลา 77

4.4.1 การสร้างฟิกเจอร์ 77

4.4.2 การสร้างเครื่องเหลา 79

4.5 การทดสอบฟิกเจอร์และเครื่องเหลา 82

4.5.1 ผลการทดสอบฟิกเจอร์ 82

4.5.2 ผลการทดสอบเครื่องเหลา 86

4.6 แก้ไขและปรับปรุงฟิกซ์เจอร์และเครื่องเหลา 89

4.7 ติดตามผลการทดสอบฟิกเจอร์และเครื่องเหลา 90

4.8 การวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์ 91

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินการและข้อเสนอแนะ	94
5.1 สรุปผลการดำเนินงานวิจัย	94
5.2 ข้อจำกัดการใช้งานของฟิกเจอร์และเครื่องเหลา	95
5.3 ปัญหาและอุปสรรคที่พบในการดำเนินงานและแก้ไข	95
5.4 ข้อเสนอแนะ	95
บรรณานุกรม	96
ภาคผนวก	97
ภาคผนวก ก. การหาขนาด ชนิดของอุปกรณ์ และอุปกรณ์ทดสอบชิ้นงาน	97
ภาคผนวก ข. คู่มือการใช้งานและการบำรุงรักษา	101
ภาคผนวก ค. รายการอุปกรณ์ มอเตอร์ สายพาน และมู่เล่	114
ภาคผนวก ง. แบบเครื่องเหลา	124
ภาคผนวก จ. แบบฟิกเจอร์	140
ประวัติของผู้ศึกษา	151

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 Ceiling Diffuser (WCD - 4)	5
2.2 Ceiling Diffuser (SCD - 4)	5
2.3 Round Diffuser	5
2.4 Ceiling Diffuser (VWCD - 4)	5
2.5 Return Air Grille (RAG - 1)	5
2.6 Removable return air grille (Hinge Type)	5
2.7 Fresh Air Grilledouble	5
2.8 Deflection & Single deflection Air Grille	5
2.9 Linear Slot	6
2.10 Egg Crate Air Grille	6
2.11 ความสัมพันธ์กันของเครื่องมือตัดกับฟิกเจอร์	12
2.12 ฟิกเจอร์แบบแผ่น (Plate Fixture)	13
2.13 ฟิกเจอร์แบบแผ่นตั้งฉาก (Angle-plate fixture)	13
2.14 ฟิกเจอร์แบบแผ่นปรับมุม (Modified Angle-plate fixture)	14
2.15 ฟิกเจอร์แบบปากกา (Vise-Jaw fixture)	14
2.16 ฟิกเจอร์แบบหัวแบ่ง (Indexing Fixture)	15
2.17 ชิ้นงานที่ถูกกระทำโดยใช้ฟิกเจอร์แบบหัวแบ่ง	15
2.18 ฟิกเจอร์แบบหลายตำแหน่ง (Duplex Fixture)	16
2.19 ฟิกเจอร์แบบโปรไฟล์ (Profiling Fixture)	17
2.20 สกรูหัวรูปหมวก	20
2.21 ลักษณะต่าง ๆ ของสกรูหัวรูปหมวก	20
2.22 สกรูสำหรับตั้งระยะ	20
2.23 รูปแบบต่าง ๆ ของสกรูสำหรับตั้งระยะ	21
2.24 สกรูแบบมีเกลียวสอดใส่	21
2.25 แป้นเกลียวและแหวนรองแบบต่าง ๆ	22
2.26 สลักเกลียวและแป้นเกลียวแบบใช้งานพิเศษ	22

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
2.27 วงแหวนกักงาน	23
2.28 การติดตั้งลิ่มซองฟิกซ์เจอร์	24
2.29 ลิ่มซองฟิกซ์เจอร์แบบเปลี่ยนได้	24
2.30 สลักเดือยแบบธรรมดา	25
2.31สลักเดือยแบบมุมเอียง	25
2.32 การถอดสลักเดือย	25
2.33 สลักเกลียวและแป้นเกลียว	27
2.34 หมุดเกลียว	28
2.35 สลักเกลียวสตัด	28
2.36 หมุนเกลียวจักรกล	29
2.37 หมุดเกลียวปรับ	30
2.38 อุปกรณ์ล็อคโดยอาศัยความเสียดทาน	31
2.39 อุปกรณ์ล็อคการเคลื่อนที่โดยตรง	31
2.40 การยึดชิ้นงานที่ผิด	34
2.41 การยึดชิ้นงานที่ถูก	34
2.42 แรงในการเจาะช่วยยึดชิ้นงานให้อยู่กับที่	35
2.43 การจับยึดชิ้นงานรูปวงแหวน	36
2.44 การจับยึดชิ้นงานแบบแผ่น	37
2.45 การทำงานของการยึดชิ้นงานระบบคานงัด	37
2.46 ชนิดต่าง ๆของตัวยึดชิ้นงานแบบแผ่น	38
2.47 แป้นเกลียวแบบกลมและแหวนรอง	38
2.48 ตัวส่งกำลังแบบใช้แรงกล	39
2.49 ระบบการจับยึดชิ้นงานโดยใช้ไฮดรอลิคหรือลมอัด	39
2.50 การใช้เกลียวจับยึดชิ้นงานทางอ้อม	40
2.51 ตัวยึดจับแบบสวิง	41
2.52 ตัวยึดจับแบบตะขอ	42

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
2.53 ตัวยึดจับแบบตะขอแบบพิเศษ	42
2.54 ตัวยึดจับแบบใช้ลูกบิดเร็วพิเศษ	42
2.55 การทำงานของลูกเบี้ยวแบบส่งแรงโดยตรง	43
2.56 การทำงานของลูกเบี้ยวแบบส่งแรงโดยอ้อม	44
2.57 ลูกเบี้ยวแบบแผ่นเยื้องศูนย์	44
2.58 ลูกเบี้ยวแบบแผ่นสไปรัล	45
2.59 ลูกเบี้ยวแบบทรงกระบอก	45
2.60 ลูกเบี้ยวแบบทำงานเร็วพิเศษ	46
2.61 ลิ่มแบบยึดด้วยตัวเอง	46
2.62 ลิ่มแบบใช้สกรูยึด	47
2.63 ลิ่มแบบรูปกรวย	47
2.64 ตัวยึดจับชิ้นงานแบบท็อกเกิล	48
2.65 การทำงานของทอกเกิล	49
2.66 ตัวยึดจับชิ้นงานแบบใช้กำลัง	49
2.67 ปากกาจับงานแบบพิเศษ	50
2.68 ปากกาจับงานแบบที่เป็นวงกลม	51
2.69 ปากกาจับงานแบบปรับปรุงให้จับชิ้นงานได้	51
2.70 การจับชิ้นงานที่ไม่มีอำนาจแม่เหล็ก	52
2.71 ตัวจับยึดแบบปืนแม่เหล็กและอุปกรณ์ประกอบ	52
2.72 ปากกาจับชิ้นงานแบบหล่อที่ใช้อีอีป็อกซี	53
2.73 การใช้โลหะผสมจุดละลายต่ำ	55
2.74 การยึดจับชิ้นงานครั้งละหลายๆชิ้น	67
2.75 ค่าใช้จ่ายคงที่รวม ณ ปริมาณการผลิตต่างๆ	67
2.76 ค่าใช้จ่ายแปรผันรวม ณ ปริมาณการผลิตต่างๆ	67
2.77 ค่าใช้จ่ายรวม ณ ปริมาณการผลิตต่างๆ	68
2.78 รายรับรวม ณ ปริมาณการผลิตต่างๆ	68

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
2.79 แสดงจุดคุ้มทุนเชิงเส้นตรง	69
4.1 เครื่องปั๊ม	73
4.2 เครื่องเหลา (สว่านแท่น)	73
4.3 โครงสร้างของฟิกซ์เจอร์ในส่วนแรก	74
4.4 ฟิกเจอร์ก่อนการตัดที่มีการเปลี่ยนแปลง	74
4.5 โครงสร้างของฟิกซ์เจอร์ในส่วนสอง	75
4.6 ฟิกเจอร์หลังการจัดที่มีการเปลี่ยนแปลง	75
4.7 โครงสร้างของเครื่องเหลา	75
4.8 เครื่องเหลาที่มีการเปลี่ยนแปลงหลังการจัดสร้าง	75
4.9 ส่วนฟิกเจอร์จับยึดก่อนการตัด	77
4.10 ส่วนฟิกเจอร์จับยึดหลังการตัด	78
4.11 ส่วนของโครงสร้าง	79
4.12 ส่วนของหัวเหลา	81
4.13 ส่วนของจิ๊ก	81
4.14 ส่วนของตัวเหลา	82
4.15 แผนผังก้างปลาแสดงปัญหาเกี่ยวที่พบเกี่ยวกับความเรียบผิวของเดือยใบลมกลับ	86
4.16 หัวเหลาก่อนการแก้ไข	89
4.17 หัวเหลาหลังการแก้ไข	89
4.18 ใบลมกลับ	90
ก.1 ตารางการเลือกมอเตอร์เหนี่ยวนำเฟสเดียว	98
ก.2 อุปกรณ์ทดสอบชิ้นงานเกี่ยวกับความตรงของเดือย	100
ก.3 อุปกรณ์ทดสอบชิ้นงานเกี่ยวกับความยาวใบลมกลับ	100
ข.1 เดือยในลักษณะแนวตั้ง	102
ข.2 เดือยแนวนอน	102
ข.3 ที่ปรับตั้งความตึง-หย่อนของสายพาน	103
ข.4 ที่ครอบสายพาน	103

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
ข.5 ตัวล็อคเพลา	104
ข.6 การถอดปลอกครอบลูกปืน	104
ข.7 ถอดหัวเหลาออก	105
ข.8 ถอดหัวจับออก	105
ข.9 ร่องสำหรับปรับตั้งจิ๊ก	105
ข.10 ลักษณะวางใบลมกลับตามแนวตั้งเพื่อเหลา	106
ข.11 ลักษณะวางใบลมกลับตามแนวนอนเพื่อเหลา	106
ข.12 ลักษณะวางใบลมกลับตามแนวตั้งเพื่อเหลา	107
ข.13 ปุ่มเปิดสวิทช์	107
ข.14 ลำดับที่ 1 วางใบลมกลับเพื่อเหลาเดือยที่หนึ่ง	108
ข.15 ลำดับที่ 2 เลื่อนใบลมกลับเข้าหาหัวเหลาเพื่อเหลาเดือยที่หนึ่ง	108
ข.16 ลำดับที่ 3 เลื่อนใบลมกลับออกจากหัวเหลาเหลาเดือยที่หนึ่ง	108
ข.17 ลำดับที่ 4 วางใบลมกลับเหลาเดือยที่หนึ่ง	109
ข.18 ลำดับที่ 1 วางใบลมกลับเพื่อเหลาเดือยที่หนึ่ง	109
ข.19 ลำดับที่ 2 เลื่อนใบลมกลับเข้าหาหัวเหลาเพื่อเหลาเดือยที่หนึ่ง	109
ข.20 ลำดับที่ 3 เลื่อนใบลมกลับออกจากหัวเหลาเหลาเดือยที่หนึ่ง	110
ข.21 ลำดับที่ 4 วางใบลมกลับเหลาเดือยที่สอง	110
ข.22 ลำดับที่ 1 วางใบลมกลับเพื่อเหลาเดือยที่หนึ่ง	110
ข.23 ลำดับที่ 2 เลื่อนใบลมกลับเข้าหาหัวเหลาเพื่อเหลาเดือยที่หนึ่ง	111
ข.24 ลำดับที่ 3 เลื่อนใบลมกลับออกจากหัวเหลาเหลาเดือยที่หนึ่ง	111
ข.25 ลำดับที่ 4 วางใบลมกลับเหลาเดือยสุดท้าย	112
ข.26 ปุ่มปิดสวิทช์	112
ข.27 เอาประแจออกจากหัวจับ	113
ค.1 รายการมอเตอร์ไฟฟ้าชนิดคาปาซิเตอร์สตาร์ท	115
ค.2 ค่าเส้นผ่านศูนย์กลางต่ำสุดของมู่เล่สายพานตัววี (ด้านมอเตอร์)และรายละเอียดสมบัติสายพาน (แบบมาตรฐานธรรมดา)	116

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
ค.3 ค่าเส้นผ่านศูนย์กลางต่ำสุดของมู่เล่สายพานตัววี (ด้านมอเตอร์)และรายละเอียดสมบัติ	
สายพาน (แบบมาตรฐานธรรมดา)	117
ค.4 ค่าเส้นผ่านศูนย์กลางต่ำสุดของมู่เล่สายพานตัววี (ด้านมอเตอร์)และรายละเอียดสมบัติ	
สายพาน (แบบมาตรฐานธรรมดา)	118
ค.5 ค่าเส้นผ่านศูนย์กลางต่ำสุดของมู่เล่สายพานตัววี (ด้านมอเตอร์)และรายละเอียดสมบัติ	
สายพาน (แบบมาตรฐานธรรมดา)	119
ค.6 ค่าเส้นผ่านศูนย์กลางต่ำสุดของมู่เล่สายพานตัววี (แบบสายพานวีแคบ)	120
ค.7 ค่าเส้นผ่านศูนย์กลางต่ำสุดของมู่เล่สายพานตัววี (แบบสายพานวีแคบ)	121
ค.8 ค่าเส้นผ่านศูนย์กลางต่ำสุดของมู่เล่สายพานตัววี (แบบสายพานวีแคบ)	122
ค.9 ค่าเส้นผ่านศูนย์กลางต่ำสุดของมู่เล่สายพานตัววี (แบบสายพานวีแคบ)	123

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 กลุ่มโลหะผสม Wrought aluminium	9
2.2 คุณสมบัติทางกลของสลักเกลียว หมุดเกลียว และสตัด	32
2.3 ความเค้นวิสูจน์ของแป้นเกลียว	33
2.4 คุณสมบัติทางกลของเหล็กเหนียวแล้วเหล็กเหนียวผสมนิกเกิล	56
2.5 การให้ชื่อเหล็กกล้าไร้สนิมของ AISI และ SAE	62
2.6 ตัวอย่างความต้านแรงดึงของเหล็กกล้าความต้านแรงสูงมาก	66
4.1 ปัญหาเกี่ยวข้องกับความสามารถของเครื่องเหลา	84
4.2 ตารางแสดงข้อมูลที่ได้จากการทดสอบฟิกเจอร์ ความยาวขนาด 17 เซนติเมตร	85
4.3 ตารางแสดงข้อมูลที่ได้จากการทดสอบฟิกเจอร์ ความยาวขนาด 22.5 เซนติเมตร	86
4.4 ตารางแสดงข้อมูลที่ได้จากการทดสอบฟิกเจอร์ ความยาวขนาด 27.5 เซนติเมตร	87
4.5 ตารางแสดงข้อมูลจากการทดสอบเครื่องเหลา	88
4.6 ผลลัพธ์ที่ได้ทดสอบ	89
4.7 ค่าใช้จ่ายต่อหน่วย	92