

สารบัญ

	หน้า
ใบรับรองโครงงาน	ก
บทคัดย่อ	ข
Abstract	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ
สารบัญรูปภาพ	ช
สารบัญตาราง	ญ
ลำดับและสัญลักษณ์	ฎ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน	2
1.3 ขอบข่ายของโครงงาน	2
1.4 ขั้นตอนการดำเนินงานของโครงงาน	2
1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.6 งบประมาณที่ใช้	3
บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี	5
2.1 ทฤษฎีกลไกการเคลื่อนที่แบบ Eccentric	5
2.2 ทฤษฎีการเคลื่อนที่แบบซิมเปิลฮาร์โมนิก	7
2.3 ทฤษฎีโรลลิงแบร์ริง	9
2.4 ทฤษฎีเพลลา	14
2.5 ทฤษฎีสายพาน	19
2.6 ทฤษฎีจุดวิกฤติความถี่ของสปริงขด	26
บทที่ 3 การออกแบบและสร้างเครื่องร่อนกระดุกปลา	29
3.1 ข้อมูลของเครื่องร่อนกระดุกที่มีการผลิตขึ้นมาแล้ว	29
3.2 หลักการทำงานของเครื่องร่อนกระดุกปลา	31
3.3 หลักการในการออกแบบ	32
3.4 การคำนวณเกี่ยวกับเครื่องร่อนกระดุกปลา	32

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
3.5 ขั้นตอนการเตรียมชิ้นงานและประกอบในแต่ละส่วน	44
3.6 วงจรไฟฟ้าและส่วนประกอบภายในตู้ไฟ	63
3.7 ขั้นตอนการประกอบเครื่องร่อนกระดูกปลา	65
3.8 ขั้นตอนการทดสอบ	68
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิเคราะห์ผล	72
4.1 คุณลักษณะของปลาป่น	72
4.2 ประสิทธิภาพของเครื่องร่อนกระดูกปลา	73
บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ	74
5.1 บทสรุป	74
5.2 ข้อเสนอแนะและแนวทางแก้ปัญหา	75
บรรณานุกรม	76
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก ตารางที่ใช้ในการคำนวณ	77
ภาคผนวก ข รูปภาพแผนภูมิ	95
ภาคผนวก ค ผลการทดสอบ	96
ภาคผนวก ง แบบ(Drawing) เครื่องร่อนกระดูกปลา	104
ประวัติผู้ทำโครงงาน	110

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 2.1 รูปแสดงกลไกแบบ Slider - crank	6
รูปที่ 2.2 รูปแสดงกลไกแบบ Eccentric	6
รูปที่ 2.3 รูปแสดงการกระจัด(X) ของอนุภาคที่มีการเคลื่อนที่แบบซิมเปิลฮาร์โมนิก	7
รูปที่ 2.4 รูปแสดงความเร็ว($\dot{x}$) ของอนุภาคที่มีการเคลื่อนที่แบบซิมเปิลฮาร์โมนิก	8
รูปที่ 2.5 รูปแสดงความเร่ง($\ddot{x}$) ของอนุภาคที่มีการเคลื่อนที่แบบซิมเปิลฮาร์โมนิก	8
รูปที่ 2.6 รูปแผนภาพเฟสเซอร์ X , $\dot{x}$ และ $\ddot{x}$ สำหรับการเคลื่อนที่แบบซิมเปิลฮาร์โมนิก	9
รูปที่ 2.7 รูปแสดงส่วนประกอบต่างๆ ของบอลแบริง	10
รูปที่ 2.8 รูปแสดงของเขตของมิติ สำหรับอนุกรมมิติของแบริงต่างๆ	11
รูปที่ 2.9 รูปแสดงลักษณะการขับเคลื่อนด้วยสายพาน (n) Open drive (๒) Crossed drive	21
รูปที่ 2.10 หน้าตัดสายพานวีและพลูลีย์	21
รูปที่ 2.11 รูปแสดงแรงบนสายพานวี	22
รูปที่ 2.12 รูปแสดงความเสียหายของสปริง	27
รูปที่ 3.1 เครื่องร่อนแบบตะแกรงม้วน	29
รูปที่ 3.2 รูปแสดงเครื่องร่อนในแนวแกน	30
รูปที่ 3.3 รูปแสดงส่วนประกอบที่สำคัญของเครื่องร่อน	31
รูปที่ 3.4 รูปแสดงตำแหน่งแรงที่กระทำบนโครงเครื่องร่อน	32
รูปที่ 3.5 รูปแสดงภาระที่เกิดขึ้นกับคานปลายทั้งสองด้านยึดติด	33
รูปที่ 3.6 รูปแสดงภาระที่เกิดขึ้นกับคานช่วง AC ของโครงเครื่องร่อน	34
รูปที่ 3.7 รูปแสดงแบริงพร้อมลวดสปริงรองรับเพลายึดศูนย์กลาง	38
รูปที่ 3.8 รูปแสดงแบริงพร้อมลวดสปริงที่ Eccentricยึดติดกับกระบะ	39
รูปที่ 3.9 รูปแสดงแรงที่กระทำบนเพลายึดศูนย์กลาง	42
รูปที่ 3.10 รูปแสดงแผนภาพแรงเฉือนและภาพโมเมนต์ที่เกิดในเพลายึดศูนย์กลาง	42
รูปที่ 3.11 รูปแสดงขนาดหลักตัว A เชื่อมด้านข้างเสากลางและหลัง จำนวน 2 ชั้น	44
รูปที่ 3.12 รูปแสดงขนาดหลักตัว B เชื่อมด้านข้างเสาด้านหน้าและกลาง จำนวน 1 ชั้น	44
รูปที่ 3.13 รูปแสดงขนาดหลักตัว C เชื่อมกลางระหว่างเสา จำนวน 3 ชั้น	44
รูปที่ 3.14 รูปแสดงขนาดหลักตัว D เสากลางและหลัง จำนวน 4 ชั้น	44
รูปที่ 3.15 รูปแสดงขนาดหลักตัว E เสาด้านหน้า ส่วนหัวตัด 45 องศา จำนวน 2 ชั้น	44

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 3.16 รูปแสดงขนาดเหล็กตัวยู F ด้านข้างส่วนบน ส่วนหัวตัด45 องศา จำนวน 2 ชิ้น	45
รูปที่ 3.17 รูปแสดงขนาดเหล็กตัวยู G ด้านท้าย ส่วนหัวและท้ายตัด45 องศา จำนวน 1 ชิ้น	45
รูปที่ 3.18 รูปแสดงการประกอบเหล็กในแต่ละชิ้นส่วน	45
รูปที่ 3.19 รูปแสดงขนาดครีบริ่องฐานมอเตอร์ จำนวน 1 ชิ้น	46
รูปที่ 3.20 รูปแสดงครีบริ่องเสาลังและเสากลาง จำนวน 3 ชิ้น	46
รูปที่ 3.21 รูปแสดงขนาดครีบริ่องใต้ขาของสปริงส่วนหน้า จำนวน 2 ชิ้น	46
รูปที่ 3.22 รูปแสดงขนาดครีบริ่อง จำนวน 19 ชิ้น	46
รูปที่ 3.23 รูปแสดงตำแหน่งการเชื่อมฐานมอเตอร์	47
รูปที่ 3.24 รูปแสดงการเจาะรูบนโครงเครื่องร่อนเพื่อใส่ตุ๊กตา	47
รูปที่ 3.25 รูปแสดงตำแหน่งการเจาะรู	48
รูปที่ 3.26 รูปแสดงการเชื่อมฐานรองเข้ากับโครงสร้าง	48
รูปที่ 3.27 รูปแสดงระยะที่เชื่อมท่อและระยะต่าง ๆ ของแขน	49
รูปที่ 3.28 รูปแขนหลังจากการเชื่อมเรียบร้อยแล้ว	49
รูปที่ 3.29 รูปแสดงโครงสร้างของเครื่องร่อนกระดุกปลา	50
รูปที่ 3.30 รูปแสดงขนาดด้านข้างของกระบะจำนวน 2 ชิ้น	50
รูปที่ 3.31 รูปแสดงขนาดด้านหน้าของกระบะ จำนวน 1 ชิ้น	51
รูปที่ 3.32 รูปแสดงขนาดด้านหลังของกระบะ จำนวน 1 ชิ้น	51
รูปที่ 3.33 รูปแสดงการพับแผ่นสแตนเลสขึ้นด้านข้างทั้งสองแผ่น	52
รูปที่ 3.34 รูปแสดงการพับแผ่นสแตนเลสขึ้นด้านหน้า	52
รูปที่ 3.35 รูปแสดงการพับแผ่นสแตนเลสขึ้นด้านหลัง	52
รูปที่ 3.36 รูปแสดงกระบะหลังการประกอบแผ่นสแตนเลสทั้ง 4 แผ่นเรียบร้อยแล้ว	53
รูปที่ 3.37 รูปแสดงขนาดแผ่นสแตนเลสทางออกของกระดุกแผ่นล่าง	53
รูปที่ 3.38 รูปแสดงขนาดแผ่นสแตนเลสทางออกของกระดุกแผ่นข้าง	53
รูปที่ 3.39 รูปแสดงตำแหน่งที่ติดกระบะทางด้านหน้าเพื่อใส่ปากทางออกกระดุก	54
รูปที่ 3.40 รูปแสดงหลังการเชื่อมปากทางออกกระดุกเรียบร้อยแล้ว	54
รูปที่ 3.41 รูปแสดงชิ้นส่วนของฐานใส่สปริงด้านหน้า	54
รูปที่ 3.42 รูปแสดงตำแหน่งการเชื่อมต่อของฐานใส่สปริงด้านหน้ากระบะ	55

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 3.43 รูปแสดงตำแหน่งการเชื่อมฐานใสสปริงติดกับตัวกระบะ	55
รูปที่ 3.44 รูปแสดงการเชื่อมติดกับกระบะ	55
รูปที่ 3.45 รูปแสดงชิ้นส่วนของฐานใสสปริงด้านหลัง	56
รูปที่ 3.46 รูปแสดงตำแหน่งการเชื่อมท่อของฐานใสสปริงด้านหลังกระบะ	56
รูปที่ 3.47 รูปแสดงตำแหน่งการเชื่อมฐานใสสปริงติดกับกระบะ	56
รูปที่ 3.48 รูปแสดงตำแหน่งการเชื่อมติดกับกระบะด้านหลังด้านซ้าย	57
รูปที่ 3.49 รูปแสดงตำแหน่งการเชื่อมติดกับกระบะด้านหลังด้านขวา	57
รูปที่ 3.50 รูปแสดงขนาดของแผ่นเสริมความแข็งแรงที่มุมด้านหน้ากระบะ	57
รูปที่ 3.51 รูปแสดงแผ่นสามเหลี่ยมด้านเท่าที่เชื่อมปิดด้านล่าง	58
รูปที่ 3.52 รูปแสดงการเชื่อมของแผ่นที่นำมาเสริม	58
รูปที่ 3.53 รูปแสดงขนาดของขากระบะ	58
รูปที่ 3.54 รูปแสดงขนาดของเหล็กแผ่นและตำแหน่งการเชื่อมติดกับเหล็กตัวยู	59
รูปที่ 3.55 รูปแสดงตำแหน่งการเชื่อมแผ่นเสริม	59
รูปที่ 3.56 รูปแสดงคานเหล็กระหว่างขาทั้งสอง	59
รูปที่ 3.57 รูปแสดงการเชื่อมคานเหล็กและขากระบะทั้งสอง	60
รูปที่ 3.58 รูปแสดงการป้องกันอันตรายจากสายพาน	60
รูปที่ 3.59 รูปขนาดของเพลายึดศูนย์	61
รูปที่ 3.60 รูปแสดงลิ้มที่ใส่ระหว่างเพลายึดศูนย์และพูล์เลย์ตาม	62
รูปที่ 3.61 รูปแสดงขนาดของสปริงรองกระบะที่ใช้ทั้ง 4 ตัว	62
รูปที่ 3.62 รูปแสดงการต่อวงจรไฟฟ้าของเครื่องร่อนกระดุกปลา	63
รูปที่ 3.63 รูปแสดงการต่อวงจรไฟฟ้าในตู้ไฟที่เสร็จเรียบร้อยแล้ว	64
รูปที่ 3.64 รูปแสดงการประกอบในส่วนเพลายึดศูนย์	65
รูปที่ 3.65 รูปแสดงการติดตั้งเพลายึดศูนย์	66
รูปที่ 3.66 รูปแสดงการประกอบกระบะกับโครงเครื่อง	66
รูปที่ 3.67 รูปแสดงการใส่ตุ้กตาส่วนของ Eccentric เข้ากับขากระบะ	67
รูปที่ 3.68 รูปแสดงการใส่พูล์เลย์ตามในส่วนของเพลายึดศูนย์	67
รูปที่ 3.69 รูปแสดงเครื่องร่อนหลังการประกอบเรียบร้อยแล้ว	68

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1.1 ตารางรายการชิ้นส่วนที่ใช้ในการสร้างเครื่องร่อนปลาปน	3
ตารางที่ 2.1 ตารางแสดงค่าเฉลี่ยของสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน	11
ตารางที่ 2.2 แสดงขนาดระบุของเพลามาตรฐาน ISO/R 775-1969	15
ตารางที่ 2.3 ตารางแสดงความล่า	16
ตารางที่ 2.4 ตารางแสดงขนาดเล็กลที่สุดที่ยอมให้ใช้ได้ของพลูเลย์ซ์	24
ตารางที่ 3.1 ตารางแสดงรายชื่ออุปกรณ์ภายในตู้ไฟ	64
ตารางที่ 3.2 ตารางแสดงรายชื่อชิ้นส่วนของเพลายี่งศูนย์	65
ตารางที่ 4.1 ตารางแสดงคุณลักษณะของปลาปนก่อนร่อน	72
ตารางที่ 4.2 ตารางแสดงการกระจายตัวขนาดของปลาปนที่ไม่ได้ทำการร่อน	72
ตารางที่ 4.3 ตารางแสดงผลต่างเฉลี่ยของอุณหภูมิเข้าออก, อัตราการทำงานเฉลี่ยและเปอร์เซ็นต์การปะปนของเนื้อปลาในกระดุกที่ความถี่ของกระบะต่างๆ	73
ตารางที่ 5.1 ตารางแสดงลักษณะของเครื่องร่อนกระดุกปลา	74

ลำดับและสัญลักษณ์

สัญลักษณ์	ความหมาย	หน่วย
A	พื้นที่รับแรง	m ²
A ₀	แอมพลิจูด	m
C	ระยะห่างระหว่างศูนย์กลางของพลูเลย์	mm
C _m	ตัวประกอบความล้าเนื่องจากการตัด	-
C _t	ตัวประกอบความล้าเนื่องจากการบิด	-
D _p	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางพิตช์ของพลูเลย์ตาม	mm
d _b	ขนาดรูสวมของแบร้ง	m
d _i	เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน	m
d _o	เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก	m
d _p	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางพิตช์ของพลูเลย์ขับ	mm
F _a	แรงที่กระทำกับแบร้งในแนวแกน	N
F _i	แรงดึงขึ้นต้นในสายพานขณะส่งกำลัง	N
F _r	แรงที่กระทำกับแบร้งในแนวรัศมี	N
F _n	แรงปฏิกิริยาในแนวตั้งฉากระหว่างผิวสัมผัสของสายพานกับร่องบนพลูเลย์	N
f	ความถี่	Hz
K	ค่าคงที่ของสปริง	-
K _L	ตัวประกอบแก้ไขความยาว	-
k	ตัวประกอบใช้งาน	-
L	ความยาวของชิ้นงาน	m
L _p	ความยาวพิตช์โดยประมาณของสายพานลิ้ม	mm
l	ความยาวของสปริง	mm
N	ความเร็วรอบของเพลลา	rpm
N _a	จำนวนชุดของสปริง	-
P	แรงสมมูล	N
T	โมเมนต์บิดเนื่องมาจากความเสียดทาน	N.m

ลำดับและสัญลักษณ์(ต่อ)

สัญลักษณ์	ความหมาย	หน่วย
v	ความเร็วสายพาน	m/s
W	น้ำหนักส่วนที่ทำงานของสปริง	kg
W_p	แรงปฏิกิริยารวมของแรง F_n ทั้งสองแรง	N
X	การกระจัด	m
x	ระยะตามแนวแกนของสปริง	mm
z	จำนวนสายพาน	-
α	มุมสัมผัส	-
γ	น้ำหนักจำเพาะ	kg
ϕ_0	มุมเฟสเริ่มต้น	s
μ	ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน	-
σ	ความเค้นอัด	N/m ²
σ_a	ความเค้นกด	N/m ²
σ_c	ความเค้นอัดบนลิ้มหรือเพลาหรือดุมล้อ	N/m ²
σ_n	ความเค้นตั้งฉาก	N/m ²
σ_t	ความเค้นดึง	N/m ²
τ	ความเค้นเฉือน	N/m ²
τ_d	ความเค้นเฉือนใช้งาน	N/m ²
τ_n	ความเค้นเฉือน	N/m ²
τ_o	คาบ	s
τ_{xy}	ความเค้นเฉือนในระนาบxy	N/m ²
ω	อัตราเร็วเชิงมุม	rad/s
$\dot{X}$	ความเร็ว	m/s
$\ddot{X}$	ความเร่ง	m/s ²
θ	มุมของโมเมนต์บิด	Radian