

สารบัญ

| | หน้า |
|---------------------------------|------|
| ใบรับรองโครงการ | ก |
| บทคัดย่อ | ข |
| Abstract | ค |
| กิตติกรรมประกาศ | ง |
| สารบัญ | จ |
| สารบัญตาราง | ช |
| สารบัญรูปภาพ | ซ |
| ลำดับสัญลักษณ์ | ฉ |
| บทที่ 1 บทนำ | 1 |
| 1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงการ | 1 |
| 1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ | 2 |
| 1.3 ขอบข่ายของโครงการ | 3 |
| 1.4 กิจกรรมการดำเนินงาน | 3 |
| 1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ | 3 |
| 1.6 งบประมาณของโครงการ | 4 |
| บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี | 5 |
| 2.1 ท่อ | 5 |
| 2.2 การเจียรระไน | 8 |
| 2.3 มอเตอร์ | 16 |
| 2.4 โซ่ | 18 |
| 2.5 ชุดเฟืองหนอน | 23 |
| 2.6 เพลา | 28 |
| 2.7 ร่องเพลา (Bearing) | 31 |
| 2.8 สปริง | 36 |
| 2.9 สลักเกลียว | 40 |
| 2.10 การเชื่อมต่อ | 48 |

สารบัญ (ต่อ)

| | หน้า |
|--|------|
| บทที่ 3 วิธีการดำเนินโครงการ | 50 |
| 3.1 สรุปรวบรวมข้อมูล | 50 |
| 3.2 ขั้นตอนการออกแบบ การคำนวณ และการดำเนินการสร้าง | 51 |
| 3.3 การทดสอบ | 83 |
| บทที่ 4 ผลการทดสอบและการวิเคราะห์ | 90 |
| 4.1 ลักษณะและข้อจำกัดในการปฏิบัติงาน | 90 |
| 4.2 ความสามารถในการปฏิบัติงาน | 92 |
| บทที่ 5 สรุปผลการทำโครงการ | 96 |
| 5.1 สรุปผลการทดสอบ | 96 |
| 5.2 ข้อเสนอแนะ | 96 |
| เอกสารอ้างอิง | 98 |
| ภาคผนวก | 99 |
| ภาคผนวก ก. ตาราง รูป แผนภูมิรูปภาพ | 100 |
| ภาคผนวก ข. ผลการทดสอบหาเวลาในการเจียร | 119 |
| ภาคผนวก ค. วิธีการใช้เครื่องเจียรปากท่อโลหะ | 121 |
| ภาคผนวก ง. Drawing | 124 |
| ประวัติผู้ทำโครงการ | 142 |

สารบัญตาราง

| | หน้า |
|---|------|
| ตารางที่ 1.1 แสดงเวลาที่ใช้เจียรปากท่อด้วยเครื่องเจียรระไนมือ โดยปฏิบัติในสภาพงานต่าง ๆ | 1 |
| ตารางที่ 1.2 กิจกรรมการดำเนินงาน | 3 |
| ตารางที่ 2.1 ข้อควรพิจารณาจากวัสดุที่ถูกเจียร | 10 |
| ตารางที่ 2.2 ข้อควรพิจารณาจากคุณสมบัติของหินเจียร | 10 |
| ตารางที่ 2.3 ข้อควรพิจารณาจากสภาพการทำงาน | 11 |
| ตารางที่ 2.4 ค่าแฟคเตอร์ใช้งานของมอเตอร์ใช้งานทั่วไป และมอเตอร์ที่มีอุณหภูมิ 40° C | 18 |
| ตารางที่ 2.5 ขนาดระบุเพลตามมาตรฐาน ISO/R775-1969 | 30 |
| ตารางที่ 3.1 ข้อมูลจำเพาะทางเทคนิคของเครื่องเจียรปากท่อ | 54 |
| ตารางที่ 4.1 ความเร็วรอบของหินเจียรขณะมีภาระและไม่มีภาระ | 92 |
| ตารางที่ 4.2 ความเร็วในการเคลื่อนที่ | 93 |
| ตารางที่ 4.3 จำนวนของการหมุนรอบท่อและระยะเวลาในการปฏิบัติงาน | 94 |
| ตารางที่ 4.4 มุมเฉียงของปากท่อ | 95 |

สารบัญรูปภาพ

| | หน้า |
|--|------|
| รูปที่ 2.1 วัฏจักรการทำงานที่แตกต่างกันเมื่อมอเตอร์มีอุณหภูมิสูงขึ้น | 17 |
| รูปที่ 2.2 การยึคบูชและโบลต์เข้าด้วยกัน | 19 |
| รูปที่ 2.3 โซ่ลูกกลิ้งและโซ่บูช | 19 |
| รูปที่ 2.4 โซ่โบลต์ | 20 |
| รูปที่ 2.5 ขนาดรูปร่างของล้อโซ่และขนาด โซ่ | 21 |
| รูปที่ 2.6 การจัด โซ่ให้ส่งกำลัง ได้ถูกต้อง | 21 |
| รูปที่ 2.7 ชุดเฟืองหนอน | 23 |
| รูปที่ 2.8 เกลียวตัวหนอนแบบตรง | 24 |
| รูปที่ 2.9 ขอบเฟืองหนอนชนิดต่าง ๆ | 24 |
| รูปที่ 2.10 ชุดเฟืองหนอนโอบหนึ่งด้าน | 25 |
| รูปที่ 2.11 เกลียวตัวหนอนแบบลำตัวโค้ง | 25 |
| รูปที่ 2.12 ชุดเฟืองหนอนโอบสองด้าน | 26 |
| รูปที่ 2.13 กราฟประสิทธิภาพ-มุมหลิศ | 27 |
| รูปที่ 2.14 สัมประสิทธิ์ความเสียดทานของชุดเฟืองหนอน | 28 |
| รูปที่ 2.15 รอยสัมผัสของลูกกลิ้งทรงกลม | 31 |
| รูปที่ 2.16 โครงสร้างของรองเพลาลูกกลิ้ง | 32 |
| รูปที่ 2.17 รองเพลาลูกกลิ้งทรงกระบอกที่มี โครงยึดลูกกลิ้งที่แข็งแรง | 32 |
| รูปที่ 2.18 ขนาดที่สำคัญ ๆ ของรองเพลาลูกกลิ้ง | 33 |
| รูปที่ 2.19 ขนาดแฉวของรองเพลาลูกกลิ้ง | 34 |
| รูปที่ 2.20 อุปกรณ์ที่ใช้ถอดรองเพลาลูกกลิ้งออกจากเพลา | 35 |
| รูปที่ 2.21 ความสัมพันธ์ของแรงสปริงและระยะทางเคลื่อนที่สปริง | 37 |
| รูปที่ 2.22 แผนภาพแสดงแนวเส้นโค้งของสปริงต่าง ๆ | 37 |
| รูปที่ 2.23 ความแข็งสปริงและเส้น โค้งแสดงคุณสมบัติสปริง | 38 |
| รูปที่ 2.24 สปริงขด | 39 |
| รูปที่ 2.25 การกำหนดขนาดของสปริง | 39 |
| รูปที่ 2.26 การเกิดเส้นสกรู | 40 |

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

| | หน้า |
|---|------|
| รูปที่ 2.27 รูปร่างภาคตัดเกลียวยอดแหลม | 41 |
| รูปที่ 2.28 เกลียวเมตริก ISO | 42 |
| รูปที่ 2.29 เกลียวทอวิตเวสต์ | 43 |
| รูปที่ 2.30 เกลียวสี่เหลี่ยมคางหมู | 43 |
| รูปที่ 2.31 เกลียวฟันเลื่อย | 44 |
| รูปที่ 2.32 เกลียวปากเคียวและเกลียว 2 ปาก | 45 |
| รูปที่ 2.33 ลักษณะการยึดด้วยสกรู | 46 |
| รูปที่ 2.34 สกรูแบบยึดตัว | 46 |
| รูปที่ 2.35 สกรูแบบสลักฝัง | 47 |
| รูปที่ 2.36 การกระจายแรงที่กระทำต่อเกลียวของนัต | 47 |
| รูปที่ 2.37 การบอกค่าความแข็งของนัต | 47 |
| รูปที่ 2.38 เกลียวชนิดสวม | 48 |
| รูปที่ 2.39 การเชื่อมต่อท่อ | 49 |
| รูปที่ 2.40 การวางท่อใน line ต่าง ๆ | 49 |
| รูปที่ 3.1 เครื่องตัดท่อด้วยแก๊ส | 50 |
| รูปที่ 3.2 เครื่องเจียร ณ ตำแหน่งที่มีโหลดสูงสุด | 52 |
| รูปที่ 3.3 ส่วนประกอบของเครื่องเจียรระโนมือ | 54 |
| รูปที่ 3.4 การกระจายตัวของประกายไฟจากการเจียรท่อที่ทำจากวัสดุต่าง ๆ | 56 |
| รูปที่ 3.5 หินเจียร | 57 |
| รูปที่ 3.6 สปริงตึงโซ่ | 58 |
| รูปที่ 3.7 คานรับแรงกดจากสปริง | 60 |
| รูปที่ 3.8 (A)เสาตึงโซ่ (B)เสาสไลด์ นัตและแหวน | 63 |
| รูปที่ 3.9 ตัวรถ (A) ที่รองรับเครื่องเจียรระโนมือ (B) | 67 |
| รูปที่ 3.10 ที่จับยึดเครื่องเจียรระโน | 70 |
| รูปที่ 3.11 สลัก(A) และสลักถ่าง (B) | 70 |
| รูปที่ 3.12 ล้อ(A) แบร็งค์(B) สลักเกลียว (C) นัต(D) และแหวน(E) | 71 |
| รูปที่ 3.13 ตัวยึดของชุดขับเคลื่อนสไลด์กับเสา | 73 |
| รูปที่ 3.14 ตัวจับยึดชุดขับเคลื่อน | 74 |

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

| | หน้า |
|---|------|
| รูปที่ 3.15 โฉและเฟือง | 76 |
| รูปที่ 3.16 ตำแหน่งของการทดลองหาแรงกดสปริง | 77 |
| รูปที่ 3.17 มอเตอร์ DC 24 V 150 rpm 1 แรงม้า พร้อมชุดทดเกียร์ | 78 |
| รูปที่ 3.18 ชุดเฟืองหนอน | 81 |
| รูปที่ 3.19 เครื่องเจียรปากท่อ | 81 |
| รูปที่ 3.20 การประกอบสปริงคิ่งหินเจียรกดติดกับปากท่อ | 82 |
| รูปที่ 3.21 การทดสอบขณะเครื่องทำงาน | 83 |
| รูปที่ 3.22 Protractor, Vernier, ฟุตเหล็ก และนาฬิกาจับเวลา | 84 |
| รูปที่ 3.23 ตาชั่งสปริง | 84 |
| รูปที่ 3.24 ตำแหน่งการจับยึดเครื่องเจียรระโนมือใช้กับท่อ 14 นิ้ว | 85 |
| รูปที่ 3.25 การวางแนวตาชั่งสปริงเพื่อทดสอบหาแรงกด | 86 |
| รูปที่ 3.26 ประกายไฟที่เหมาะสม | 86 |
| รูปที่ 4.1 ขนาดของเครื่องเจียรปากท่อโลหะ | 90 |
| รูปที่ 4.2 ความสูงของเครื่องเจียรปากท่อโลหะจากผิวท่อถึงส่วนที่อยู่บนสุดของชุดเครื่องเจียร | 91 |
| รูปที่ 4.3 ระยะห่างระหว่างผิวท่อ ณ ตำแหน่งต่าง ๆ ที่สามารถปฏิบัติงานได้ | 92 |
| รูปที่ 4.4 ตำแหน่งต่าง ๆ ขณะเจียร | 94 |
| รูปที่ 4.5 ปากท่อหลังจากเจียรเสร็จและการวัดมุม | 95 |

ลำดับสัญลักษณ์

| | | หน่วย |
|----------------|--------------------------------------|-------------------|
| A | พื้นที่ | mm ² |
| A _s | พื้นที่รับแรงเฉือน | mm ² |
| b | ความกว้าง | mm |
| c | ระยะแกนสะเทิน | mm |
| d | เส้นผ่านศูนย์กลาง | mm |
| d _g | เส้นผ่านศูนย์กลางเฟืองหนอน | mm |
| d _w | เส้นผ่านศูนย์กลางเกลียวตัวหนอน | mm |
| D _m | เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของสปริง | mm |
| E | โมดูลัสความยืดหยุ่น | GN/m ² |
| F | แรง | N |
| F _d | แรงพลวัต | N |
| F _b | แรงที่กระทำในแนวเส้นสัมผัสวงกลมพิตช์ | N |
| F _t | แรงส่งผ่าน | N |
| F _s | แรงกดสปริงสูงสุด | N |
| f | สัมประสิทธิ์ความเสียดทาน | - |
| G | โมดูลัสความแข็งแรง | GN/m ² |
| H | ความหนา | mm |
| I | โมเมนต์ความเฉื่อยของพื้นที่ | cm ⁴ |
| i | จำนวนขดสปริง | ขด |
| k | ค่าความแข็งดิ่งของสปริง | N/mm |

ลำดับสัญลักษณ์ (ต่อ)

| | | หน่วย |
|------------|------------------------------------|-------|
| L | ความยาว | mm |
| L_e | ความยาวสมมูล | mm |
| L_o | ความยาวของสปริง | mm |
| M | โมเมนต์ | Nm |
| m_ω | อัตราทด | - |
| N | แรงปฏิกิริยา | N |
| N_g | จำนวนฟันของเฟืองหนอน | ฟัน |
| N_s | ค่าความปลอดภัย | - |
| N_w | จำนวนฟันของเกลียวตัวหนอน | ฟัน |
| P | ระยะพิตช์ | mm |
| P_a | แเอ็กเซียพิตช์ | mm |
| P_n | นอมัล ไดอะมิทริลพิตช์ | mm |
| P_n | นอมัล เซอควิลลาพิตช์ | mm |
| T | แรงบิด | Nm |
| W_p | กำลัง | kW |
| V | ความเร็ว | m/s |
| V_s | ความเร็วเสียดสี (sliding velocity) | m/s |
| V | แรงเฉือน | N |
| x | ระยะทาง | m |
| y | ตัวประกอบของลูอิส | - |

ลำดับสัญลักษณ์ (ต่อ)

| | | หน่วย |
|----------------|----------------------------|----------|
| θ | มุมของแรงปฏิกิริยา | องศา |
| α | มุมระหว่างโซ่กับเฟืองโซ่ | องศา |
| σ | ความเค้น | N/mm^2 |
| σ_{max} | ความเค้นสูงสุด | N/mm^2 |
| σ_{td} | ความเค้นออกแบบ | N/mm^2 |
| σ_y | ความต้านแรงดึงคราก | N/mm^2 |
| τ | ความเค้นเฉือน | N/mm^2 |
| τ_y | ความต้านแรงเฉือนคราก | N/mm^2 |
| δ | ระยะหกดของสปริง | mm |
| V | แรงเฉือน | N |
| λ_g | มุมหัดคของเฟืองหนอน | องศา |
| λ_w | มุมหัดคของเกลียวตัวหนอน | องศา |
| ψ_w | มุมซีลิกซ์ของเกลียวตัวหนอน | องศา |
| ψ_g | มุมซีลิกซ์ของเฟืองหนอน | องศา |
| ϕ_n | มุมคนอมัต | องศา |
| η | ประสิทธิภาพ | - |