

สารบัญ

| | หน้า |
|--|------|
| ใบรับรองโครงการ | ก |
| บทคัดย่อ | ข |
| Abstract | ค |
| กิตติกรรมประกาศ | ง |
| สารบัญ | จ |
| บทที่ 1 บทนำ | |
| 1.1 หลักการและเหตุผล | 1 |
| 1.2 วัตถุประสงค์ | 1 |
| 1.3 ขอบข่ายของงาน | 1 |
| 1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน | 2 |
| 1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ | 2 |
| บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี | |
| 2.1 การขนถ่ายวัสดุด้วยลม | 3 |
| 2.1.1 แบ่งตามลักษณะการไหลของวัสดุ | 4 |
| 2.1.1.1 การไหลแบบเบาบาง | 4 |
| 2.1.1.2 การไหลแบบหนาแน่น | 4 |
| 2.1.1.3 การไหลแบบผสมหรือแบบไม่คงตัว | 4 |
| 2.1.2 แบ่งตามความดันของระบบ | 4 |
| 2.1.2.1 ระบบสุญญากาศ (vacuum system) | 4 |
| 2.1.2.2 ระบบความดัน (pressure system) | 5 |
| 2.1.2.3 ระบบผสม | 5 |
| 2.2 พัดลมแรงเหวี่ยง (Centrifugal Fan) | 6 |
| 2.2.1 หน้าที่และชนิดของพัดลมแรงเหวี่ยง | 6 |
| 2.2.1.1 แบบใบพัดโค้งหน้า | 7 |

| | | |
|---------|--|----|
| 2.2.1.2 | แบบใบตรง | 8 |
| 2.2.1.3 | แบบใบพัดโค้งหลัง | 9 |
| 2.3 | วาล์วหมุนง่าย | 10 |
| 2.3.1 | ชนิดของวาล์วหมุนง่าย | 11 |
| 2.3.1.1 | วาล์วหมุนง่ายแบบปล่อย ให้วัสดุไหลตกผ่าน | 11 |
| 2.3.1.2 | วาล์วหมุนง่ายแบบอาศัยลมช่วยป้อน | 11 |
| 2.3.2 | การออกแบบและการสร้างวาล์วหมุนง่าย | 12 |
| 2.4 | หลักการการทำงานของเครื่อง | 15 |
| 2.5 | ระบบส่งกำลัง | 16 |
| 2.5.1 | การคำนวณหาขนาดเพลา | 16 |
| 2.5.1.1 | วัสดุเพลา | 16 |
| 2.5.1.2 | ขนาดของเพลา | 16 |
| 2.5.1.3 | การพิจารณาในการออกแบบเพลา | 17 |
| 2.5.1.4 | การออกแบบเพลาตามโค้ดของ ASME | 17 |
| 2.6 | สายพาน | 20 |
| 2.6.1 | ชนิดและวัสดุสายพาน | 20 |
| 2.6.2 | ลักษณะการจับด้วยสายพาน | 21 |
| 2.6.3 | การครีฟและการสลิป | 22 |
| 2.7 | โรลลิงแบร์ริง (ตลับลูกปืน) | 25 |
| 2.7.1 | ความเสียดทานและอายุการใช้งานของโรลลิงแบร์ริง | 26 |
| 2.7.2 | การประเมินค่าอายุใช้งานและแรง | 28 |
| 2.7.3 | แรงสมมูล | 29 |

บทที่ 3 การออกแบบและสร้าง

3.1 การออกแบบระบบขนถ่ายเมล็ดพืชและเปลือก

เข้าสู่ชุดแยก ด้วยการขนถ่ายวัสดุด้วยลม

31

3.1.1 อัตราการไหลของอากาศออกจาก blower

และ หาขนาดของท่อลมขนถ่ายเมล็ดพืช

31

| | |
|--|-------|
| 3.1.2 การออกแบบชุดแยกเมล็ด โดยอาศัยความ | |
| แตกค้างของความหนาแน่น | 33 |
| 3.2 การออกแบบวาล์วหมุนจ่ายเมล็ดพืช | 36 |
| 3.3 การวิเคราะห์ความเสียหายของโครงสร้างชุดส่งกำลัง | 37 |
| 3.3.1 การวิเคราะห์การเสียหายของคาน | 38 |
| 3.3.2 การเสียหายจากแรงเฉือนบริเวณรูเจาะ | 42 |
| 3.4 การคำนวณหาขนาดเพลลา | 43 |
| 3.5 การคำนวณแบร็ง | 44 |
| 3.5.1 การคำนวณแบร็งรองรับเพลลาพัคตมแรงเหวี่ยง | 44 |
| 3.5.2 การคำนวณแบร็งรองรับเพลลาครอบและเพลลาวาล์ว | |
| หมุนจ่ายเมล็ดพืช | 45 |
| 3.6 การคำนวณสายพานลิ้ม | 47 |
| 3.6.1 สายพานมอเตอร์ กับพู่เล่เพลลาพัคตมแรงเหวี่ยง | 47 |
| 3.6.2 สายพานจากพู่เล่พัคตมแรงเหวี่ยง ไปยังพู่เล่เพลลาครอบ | 48 |
| 3.6.3 สายพานจากพู่เล่เพลลาครอบ ไปยังเพลลาวาล์วหมุนจ่าย | 48 |
| บทที่ 4 วิธีการทดลอง ผลการทดสอบและวิเคราะห์ | 50 |
| บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ | 53 |
| บรรณานุกรม | 54 |
| ภาคผนวก | |
| ภาคผนวก ก ข้อมูลเกี่ยวกับเมล็ดพืชตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง | 56-62 |
| ภาคผนวก ข ผลการทดสอบการแยกเปลือกที่ปนมากับเมล็ดที่กะเทาะ | 63-64 |
| ภาคผนวก ค ผลการคำนวณหาระยะการตกของเมล็ด | 65-67 |
| ภาคผนวก ง ข้อมูลระบบส่งกำลัง การออกแบบ โครงสร้างระบบส่งกำลัง | 68-86 |
| ภาคผนวก จ อุปกรณ์ในชุดแยกเปลือกที่ปนมากับเมล็ดที่ผ่านการกะเทาะ | 87 |

สารบัญตาราง

| | หน้า |
|---|-------|
| ตาราง 2.1 ขนาดระบุของเพลตามาตรฐาน ISO/R 775-1969 | 17 |
| ตาราง 2.2 ตารางแสดงความถี่ | 19 |
| ตาราง 2.3 ค่าเฉลี่ยของสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน | 26 |
| ตาราง 2.4 แนวทางในการเลือกอายุใช้งานสำหรับเครื่องจักรกลชนิดต่างๆ | 30 |
| ตาราง ก.1 ตารางบันทึกผลการวัดขนาด และน้ำหนักของเมล็ดถั่วเขียว | 57 |
| ตาราง ก.2 ตารางบันทึกผลการวัดขนาด และน้ำหนักของเมล็ดถั่วเหลือง | 58 |
| ตาราง ก.3 ตารางบันทึกผลการวัดขนาด และน้ำหนักของเมล็ดถั่วแดงเล็ก | 59 |
| ตาราง ก.4 ผลการทดสอบหาค่า bulk density ของเมล็ดถั่วเขียว | 61 |
| ตาราง ก.5 ผลการทดสอบหาค่า bulk density ของเมล็ดถั่วเหลือง | 61 |
| ตาราง ก.6 ผลการทดสอบหาค่า bulk density ของเมล็ดถั่วแดงเล็ก | 62 |
| ตาราง ข.1 ตารางแสดงผลการคำนวณหาระยะการตกของเมล็ดตามแนวระดับ | 64 |
| ตาราง ค.1 ตารางบันทึกผลการทดลองถั่วลิสง | 65 |
| ตาราง ค.2 ตารางบันทึกผลการทดลองถั่วเหลือง | 65 |
| ตาราง ค.3 ตารางบันทึกผลการทดลองถั่วเขียว | 67 |
| ตาราง ง.1 คุณสมบัติหน้าตัดแบบ equal angle | 69-71 |
| ตาราง ง.2 คุณสมบัติทางกลของเหล็กกล้าคาร์บอนธรรมดาและเหล็กกล้าผสม | 72 |
| ตาราง ง.3 โมเมนต์และระยะโค้งของคาน | 73-74 |
| ตาราง ง.4 สมรรถนะในการส่งกำลังของสายพานลิมหน้าตัด B ต่อเส้น | 75-81 |
| ตาราง ง.5 ตัวประกอบแก้ไขส่วนโค้งสัมผัส N_s สำหรับสายพานลิม | 82 |
| ตาราง ง.6 มิติมาตรฐานและแรงประเมนของโรลลิงแบร์ริง | 83 |
| ตาราง ง.7 ตัวประกอบ X และ Y สำหรับบอลและโรลเลอร์เบร์ริง | 84-85 |
| ตาราง ง.8 ตัวประกอบการกระแทก N_s | 86 |
| ตาราง ง.9 ตัวประกอบของสายพาน | 86 |
| ตาราง ง.10 ตัวประกอบของเฟือง | 86 |
| ตาราง จ.1 รายชื่ออุปกรณ์ในชุดแยกเปลือกที่ปนมากับเมล็ดที่ผ่านการกะเทาะ | 87 |

สารบัญญรูปภาพ

| | หน้า |
|---|------|
| รูป 2.1 ลักษณะของใบพัดแบบพัดลมแรงเหวี่ยงแบบต่าง ๆ | 7 |
| รูป 2.2 กราฟแสดงสมรรถนะของพัดลมแบบใบพัดโค้งหน้า | 7 |
| รูป 2.3 กราฟแสดงสมรรถนะของพัดลมแบบใบตรง | 8 |
| รูป 2.4 กราฟแสดงสมรรถนะของพัดลมแบบใบพัดโค้งหลัง | 9 |
| รูป 2.5 ลักษณะการทำงาน และส่วนประกอบ วาล์วจ่ายแบบหมุน | 10 |
| รูป 2.6 วาล์วหมุนจ่ายแบบปล่อยให้วัสดุไหลตกผ่าน (drop – through valve) | 11 |
| รูป 2.7 ชุดใบพัด (rotary) และส่วนตัวเรือน (housing) | 12 |
| รูป 2.8 ชุดใบพัด (rotor) และลักษณะของชุดใบพัด | 13 |
| รูป 2.9 ลักษณะการจับด้วยสายพาน | 22 |
| รูป 2.10 แผนภูมิที่ใช้ในการเลือกขนาดหน้าตัดของสายพานลิ้ม | 24 |
| รูป 2.11 ส่วนต่างๆ ของบอลเบริง | 25 |
| รูป 2.12 ขอบเขตของมิติ สำหรับอนุกรมมิติของเบริงต่างๆ | 26 |
| รูป 3.1 พัดลมแรงเหวี่ยง | 31 |
| รูป 3.2 ท่อคัดแยกเมล็ดขนาด 5 x 6 เซนติเมตร | 32 |
| รูป 3.7 โครงสร้างเหล็กรองรับระบบส่งกำลังด้วยฟุ่และสายพาน | 37 |
| รูป 3.8 เบริงรองรับเพลลาพัดลมแรงเหวี่ยง ขนาดรูสวมเพลลา 6/8 นิ้ว | 44 |
| รูป 3.9 เบริงรองรับเพลลาครอบ และเพลลาวัล์วหมุนจ่ายเมล็ดพืช ขนาดรูสวมเพลลา 1 นิ้ว | 45 |
| รูป 3.10 การส่งกำลัง โดยใช้สายพานลิ้ม | 47 |
| รูป 3.11 ภาพชุดแยกเปลือกที่ป่นมากับเมล็ดที่ผ่านการกะเทาะ | 49 |

ตัวแปรและสัญลักษณ์

| สัญลักษณ์ | ความหมาย | หน่วย |
|------------|--|-----------------|
| μ | อัตราส่วนระหว่างวัสดุกับอากาศ | - |
| ρ_b | ความหนาแน่นของวัสดุ | kg/m^3 |
| V | ปริมาตรของแฉะร่องใบพัด | m^3 |
| τ_d | ความเค้นเฉือนใช้งาน | N/mm^2 |
| σ_y | ความต้านทานแรงดึงคราก | N/mm^2 |
| C_m | ตัวประกอบความล้าเนื่องจากการตัด | - |
| C_r | ตัวประกอบความล้าเนื่องจากการบิด | - |
| d | ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของวัสดุ | mm |
| d_b | ขนาดรูสวน (Bore) ของแบร็ง | m |
| d_i | เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน | mm |
| d_o | เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก | mm |
| D | ขนาดท่อขนถ่ายวัสดุ | m |
| f | ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน | - |
| F_a | แรงที่กระทำกับแบร็งในแนวแกน | N |
| F_r | แรงที่กระทำกับแบร็งในแนวรัศมี | N |
| m_r | อัตราการไหลของอากาศ | kg/s |
| m_s | อัตราการขนถ่ายวัสดุ | kg/s |
| M | โมเมนต์ที่เกิดขึ้นในเพลลา | N.m |
| n | จำนวนใบพัด | - |
| N | ความเร็วรอบ | rpm |
| N_1 | ตัวประกอบแก้ไขความยาวสายพาน (Belt length correction factor) | - |
| N_2 | ตัวประกอบแก้ไขส่วนโค้งสัมผัสหาได้จากรูป 2.10 | - |
| N_3 | ตัวประกอบใช้งานหาค่าได้จากตารางที่ 3.5 | - |

| สัญลักษณ์ | ความหมาย | หน่วย |
|-------------|--|-------|
| T | แรงบิดที่เกิดขึ้นในเพลา | N.m |
| | โมเมนต์บิดเนื่องจากความเสียดทาน | |
| vst | ความเร็วต่ำสุดที่จะขนถ่ายวัสดุในแนวนอน | m/s |
| $V_{วัสดุ}$ | ความเร็ววัสดุในท่อลม | m/s |
| V_t | ความเร็วลมในท่อลม | m/s |
| W_p | กำลังงานที่ต้องการส่ง | kW |
| x | ตัวประกอบสมการ | - |
| y | ตัวประกอบสมการ | - |
| z | จำนวนเส้นของสายพานลิ้ม | - |

