36

สถาบันวิทยบริการ

รายงานผลการวิจัยสิ่งประดิษฐ์

เรื่อง

เครื่องบีบอัดน้ำมันจากเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์แบบเกลียวอัด

CASHEW NUT SHELL LIQUID EXPELLER

ลงทะเบียนวันที่ 18 ธ.ค. 2549
เลขทะเบียน 071410
เลขหมู่ วพ ร ๔๗๑ ด ๑๕๖๓
หัวเรื่อง เครื่องใช้กลการเกษตร -- วิจัย

คมสันติ เม่ากลาง

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องจักรกลเกษตร
คณะวิศวกรรมและเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล

งบประมาณ ประจำปี 2546

เครื่องบีบอัดน้ำมันจากเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์แบบเกลียวอัด

Cashew Nut Shell Liquid Expeller

คมสันติ เม่ากลาง*

Komsanti Maoklang*

บทคัดย่อ

เครื่องบีบอัดน้ำมันจากเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์แบบเกลียวอัด เป็นเครื่องที่พัฒนามาจากเครื่องบีบอัดน้ำมันจากเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์แบบเกลียวอัดต้นแบบ โดยขนาดของเครื่องมีความกว้าง 1.2 เมตร ยาว 1.5 เมตร สูงประมาณ 1.5 เมตร ใช้มอเตอร์ขนาด 10 แรงม้าเป็นต้นกำลังในการบีบอัด กระบอกบีบอัดมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 117 มิลลิเมตร เกลียวอัดมีลักษณะเป็นเกลียวแกนเรียวประมาณ 3 องศา โดยในช่วงปลายเกลียวจะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโตกว่าช่วงต้นเกลียว ความยาวของช่วงเกลียวอัด 710 มิลลิเมตร โดยมีหลักการทำงานเริ่มจากการป้อนเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ผ่านชุดป้อน เข้าไปยังกระบอกอัด หลังจากนั้น เปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์จะถูกเกลียวอัดลำเลียงเข้าไปในกระบอกอัด และในขณะเดียวกันนั้น เกลียวอัดก็จะทำหน้าที่บีบอัดเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ไปด้วย เนื่องจากแกนเกลียวมีความเรียว การบีบอัดจะเกิดขึ้นตั้งแต่ต้นเกลียวจนถึงปลายเกลียว ซึ่งบริเวณปลายเกลียวจะมีการบีบอัดมากที่สุด และมีน้ำมัน CNSL ออกมากในช่วงนี้ เนื่องจากช่องคายกากเป็นช่องแคบ (5 มิลลิเมตร) กากจะถูกคายออกผ่านช่องแคบดังกล่าว และน้ำมัน CNSL จะไหลออกจากกระบอกอัดตามรูระบายรอบๆ กระบอกอัด โดยเครื่องบีบอัดฯจะมีสมรรถนะในการบีบอัดน้ำมัน CNSL สูงสุดที่ความเร็วรอบเกลียวอัด 35 รอบ/นาที มีอัตราการป้อนเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ 75 กิโลกรัม / ชั่วโมง ซึ่งสามารถบีบอัดน้ำมัน CNSL ได้ในอัตรา 14.37 กิโลกรัม / ชั่วโมง ประสิทธิภาพในการบีบอัด 71.85 เปอร์เซ็นต์

คำสำคัญ : CNSL, Cashew Nut Shell Liquid Expeller

---

* อาจารย์, คณะวิศวกรรมและเทคโนโลยีการเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล

ABSTRACT

A screw type of expeller for pressing oil from cashew nut is a machine developed from a prototype of the same machine. It has dimensions of width of 1.2 m , length of 1.5 m and height of 1.5 m , used the power from a 10 hp motor. A pressed cylinder has inside diameter of 117 mm . An expelled screw is a taper axle screw about 3°. With the top end of the screw has a larger diameter than the base end. The pitch of the pressed screw is 710 mm. The principle woke is starting with feeding the cashew nut into feed unit through the pressed cylinder then the material is pressed by pressed screw and carried into pressed cylinder at the same time the pressed screw is also pressed because screw axle is taper. The pressing is occurred from the base end of the screw through the top end. The top end of the screw is a location most pressed and the CNSL oil is percolated from this zone. Since the port for releasing lees is a strait (5 mm). The lees is released through that strait end the CNSL oil is percolated from the pressed cylinder via the holes around the cylinder. The machine has performance of pressing the maximum CNSL oil at the pressed screw speed is 35 rpm, feed rate is 75 kg/hr, which can expelled the CNSL oil 14.37 kg/hr, and the efficiency is 7.85 %

Key words : CNSL, Cashew Nut Shell Liquid Expeller

บทนำ

มะม่วงหิมพานต์เป็นพืชสวนยืนต้นและเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย ได้รับการส่งเสริมให้เป็นพืชอุตสาหกรรมในช่วงแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 6 ที่ทั้งภาครัฐและเอกชนให้การสนับสนุนเพื่อบริโภคในประเทศและการส่งออก มะม่วงหิมพานต์สามารถปลูกได้ดีในทุกภูมิภาคของประเทศไทย พื้นที่ปลูกส่วนใหญ่จะอยู่ที่ภาคใต้

ปัจจุบันการปลูกมะม่วงหิมพานต์ของประเทศไทยในปี พ.ศ. 2544 มีพื้นที่เพาะปลูกรวมทั้งสิ้น 205,584 ไร่ โดยมีผลผลิตรวมทั้งประเทศ 36,998.4 ตัน ผลผลิตเฉลี่ย 238 กก./ไร่/ ปี (กองแผนงานกรมส่งเสริมการเกษตร, 2545) ปริมาณที่ใช้ในประเทศ 35,971.4 ตัน และมีปริมาณการส่งออกในปี 2545 ทั้งสิ้น 1,027 ตัน คิดเป็นมูลค่า 42 ล้านบาท

เปลือกเมล็ดจะเป็นส่วนที่เหลือทิ้งหลังจากกะเทาะเอาเมล็ดเนื้อในออกแล้ว ซึ่งมีจำนวนมากและเป็นปัญหาที่สำคัญปัญหาหนึ่งที่สร้างความยุ่งยากและลำบากแก่เกษตรกร และโรงงานขนาดย่อมในการจัดการ นอกจากนี้ยังมีผลกระทบต่อสภาวะแวดล้อมอีกด้วย อย่างไรก็ตามเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์เป็นส่วนสำคัญรองจากเมล็ดเนื้อใน ที่สามารถนำมาสกัดน้ำมันจากเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ (Cashew Nut Shell Liquid) หรือ CNSL ได้ประมาณ 25 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีลักษณะเป็นของเหลวข้นเหนียวสีน้ำตาลแดงแกมดำ ไม่ละลายน้ำแต่ละลายได้ดีในตัวทำละลายอินทรีย์แทบทุกชนิด สกัดได้ด้วยวิธีการต่าง ๆ คือ การสกัดด้วยความร้อน (hot-oil bath) การสกัดด้วยตัวทำละลาย (solvent extraction) และการสกัดด้วยการบีบหรืออัด (hydraulic press หรือ screw press) น้ำมัน CNSL สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างมากในทางการแพทย์และอุตสาหกรรม กล่าวคือ ในทางการแพทย์ใช้แก้โรคเหน็บชา เลือดคั่ง โรคเรื้อน โรคเท้าช้าง โรคผิวหนัง หูด ตาปลา และโรคเท้าแตก ส่วนในทางอุตสาหกรรมใช้ทำเรซิน พลาสติก แลคเกอร์ เป็นส่วนผสมในการทำผ้าเบรค คลัช รถยนต์ เพราะมีคุณสมบัติทนต่อความร้อนที่เกิดจากแรงเสียดสีได้ดี เคลือบหรือนำไปผสมกับวัตถุอื่นเป็นน้ำมันทาวัสดุต่าง ๆ ที่ต้องการให้มีความคงทนต่อกรด ด่าง น้ำ หรือน้ำมัน เช่น ทำสีทาโลหะกันการกัดกร่อน เคลือบแห อวน เป็นต้น ใช้ทำสีทาป้องกันเชื้อรา ทำลูกกลิ้งพิมพ์ดีด ทำกาว และกระเบื้องยางปูพื้น นอกจากนี้ยังมีผู้นำไปใช้ในรูปแบบต่างๆ ทั้งทางการแพทย์ และอุตสาหกรรม และทางด้านการเกษตร กองเกษตรเคมีกำลังศึกษานำไปใช้ประโยชน์ในด้านปราบศัตรูพืชและผลิตผลเกษตร

จากเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่าน้ำมัน CNSL สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้อย่างกว้างขวาง น่าที่จะได้รับการส่งเสริมและสนับสนุนอย่างจริงจัง ดังนั้นการประดิษฐ์เครื่องบีบอัดน้ำมัน CNSL จากเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์แบบเกลียวอัด จึงเป็นโครงการหนึ่งที่สามารถช่วยพัฒนาการใช้ประโยชน์จากสิ่งที่เหลือทิ้งและเพื่อช่วยลดปัญหาสิ่งแวดล้อมลงด้วยอีกทางหนึ่ง

งานวิจัยสิ่งประดิษฐ์นี้มีวัตถุประสงค์และเป้าหมายดังนี้

1. เพื่อออกแบบพัฒนาเครื่องบีบอัดน้ำมันจากเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์แบบเกลียวอัด

2. เพื่อทดสอบประเมินผลการทำงานของเครื่องบีบอัดน้ำมันจากเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์แบบเกลียวอัด

วิธีการวิจัย

วิธีการวิจัยที่ใช้ คือ การออกแบบสร้าง และทดสอบประเมินผลเครื่องบีบอัดน้ำมันจากเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์แบบเกลียวอัด โดยมีรายละเอียดต่างๆ ดังนี้

1. ขั้นตอนการดำเนินการออกแบบสร้าง

เครื่องบีบอัดน้ำมันจากเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์แบบเกลียวอัดนั้น ดำเนินการออกแบบ และเขียนแบบโดยพิจารณาจากหลักการออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกลทางการเกษตร ส่วนการเขียนแบบกระทำโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป ซึ่งสามารถอธิบายขั้นตอนและวิธีการสร้างชุดชิ้นส่วนที่สำคัญได้ดังนี้

1) **โครงเครื่อง** เป็นชิ้นส่วนหลักของเครื่องเป็นชิ้นส่วนรองรับน้ำหนักและเป็นชิ้นส่วนที่จับยึดชิ้นส่วนที่สำคัญอื่นๆเข้าด้วยกัน โครงเครื่องทำจากเหล็กฉากขนาด 4 นิ้ว หนา 5 มิลลิเมตร เป็นส่วนใหญ่ประกอบโดยการเชื่อมไฟฟ้า

2) **ชุดเกียร์ทด** ทำหน้าที่ลดความเร็วรอบของมอเตอร์เพื่อเพิ่มแรงบิดเพื่อส่งต่อไปยังเกลียวอัดเกียร์ทดทำมาจากเหล็กหัวแดง และผ่านการชุบแข็งด้วยกระแส ไฟฟ้า ภายใต้ความร้อนสูงเพื่อให้เกียร์มีความแข็งตามคุณสมบัติของเกียร์

3) **ชุดบีบอัดน้ำมัน** ทำหน้าที่แยกน้ำมัน CNSL ออกจากเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ โดยมีส่วนประกอบที่สำคัญภายในชุด 2 ส่วน ดังนี้

ก. **กระบอกอัด** ทำหน้าที่รับแรงอัดที่จะเกิดจากเกลียวอัดถ่ายทอดผ่านเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์มายังผนังภายในกระบอกอัด วัสดุที่ใช้เป็นเหล็กหัวแดง เพลากลวง ผ่านการกลึงและการไสเป็นส่วนใหญ่ลักษณะของชิ้นส่วนดังแสดงไว้ในแบบ

ข. **เกลียวอัด** ทำหน้าที่ลำเลียงเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ให้เกิดการเคลื่อนที่ภายในกระบอกอัดในขณะเดียวกันนั้น เนื่องจากแกนเกลียวมีลักษณะเรียวปลายก็จะทำหน้าที่อัดเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ไปด้วย

4) **ชุดป้อนเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์** ทำมาจากเหล็กแผ่นบางขนาดความหนา 2 มิลลิเมตร ผ่านขั้นตอนการพับและเชื่อมปิด

5) **ถาดรองรับน้ำมัน CNSL และกาก** โครงถาดทำมาจากเหล็กฉากขนาด 1 นิ้วหนา 2 มิลลิเมตร และถาดทำมาจากสังกะสีหนา 1 มิลลิเมตร โดยผ่านการพับ การเจาะดัดให้เข้ากับโครงถาดและการบัดกรีปิดรอยต่อรอยรั่วต่าง ๆ

2. ขั้นตอนการทดสอบ

2.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

1) เครื่องบีบอัดน้ำมันจากเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์แบบเกลียวอัด

2) เครื่องวัดความเร็วรอบ

3) เครื่องปรับความเร็วรอบมอเตอร์ (INVERTOR)

4) ตาชั่ง

5) นาฬิกาจับเวลา

6) เครื่องอบแห้ง

7) เปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์

8) อุปกรณ์สำหรับเก็บตัวอย่าง เช่น ถุงพลาสติก หนังยาง เป็นต้น

9) กล้องบันทึกภาพ

2.2 ค่าชี้ผลในการทดสอบ

1) ประสิทธิภาพการบีบอัดทางทฤษฎี

$$= \frac{\text{น้ำหนักเปลือกก่อนอบ - น้ำหนักเปลือกหลังอบ}}{\text{น้ำหนักเปลือกก่อนอบ}} \times 100 \qquad (1.14)$$

2) ประสิทธิภาพการบีบอัดจริง

$$= \frac{\text{อัตราน้ำมัน CNSL ที่บีบอัดได้}}{\text{อัตราการป้อนเปลือก}} \times 100 \qquad (1.15)$$

3) ประสิทธิภาพการบีบอัดของเครื่องบีบอัดน้ำมันเมล็ดมะม่วงหิมพานต์

$$= \frac{\text{ประสิทธิภาพจริง(จุดทศนิยม)}}{\text{ประสิทธิภาพทางทฤษฎี(จุดทศนิยม)}} \times 100 \qquad (1.16)$$

4) สมรรถนะในการทำงานของเครื่องบีบอัดน้ำมันเมล็ดมะม่วงหิมพานต์

$$= \frac{\text{ปริมาณการป้อนโดยน้ำหนัก(กรัม)}}{\text{เวลาที่ใช้บีบอัด(วินาที)}} \qquad (1.17)$$

2.3 **วิธีการทดสอบ**

ดำเนินการทดสอบ ณ คณะวิศวกรรมและเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ตำบลคลองหก อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี โดยมรรายละเอียดดังนี้

1) การเตรียมการทดสอบ

ก. สุ่มตัวอย่างเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์หนัก 400 กรัม นำไปอบในตู้อบโดยใช้เวลา 72 ชั่วโมง เพื่อเปรียบเทียบหา w_b และ d_b

ข. ชั่งน้ำหนักเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ถุงละ 5 กิโลกรัม จำนวน 3 ถุง สำหรับการทดสอบที่ 1 ความเร็ว

ค. ตรวจเช็ดความพร้อมของภาชนะรองน้ำมันและกากให้อยู่ในตำแหน่ง

ง. เดินเครื่องตัวเปล่า ทดสอบปรับความเร็วรอบของมอเตอร์ พร้อมวัด ความเร็วรอบเกลียวอัดโดยใช้เครื่องวัดความเร็วรอบเพื่อหาค่าความเร็ว รอบเกลียวอัดที่เหมาะสมซึ่งได้ค่าดังนี้ 25, 30, 35, 42 และ 48 รอบต่อนาที

2) การทดสอบ

ก. เดินเครื่องตัวเปล่าปรับความเร็วรอบมอเตอร์ เพื่อให้ได้ความเร็วรอบเกลียวอัด 25 รอบต่อนาที

ข. เทเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ที่ชั่งไว้ 5 กิโลกรัม ลงในถังป้อนขณะที่ช่องป้อนยังปิดอยู่

ค. เปิดช่องป้อนเพื่อให้เปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ไหลเข้าในกระบอกอัด พร้อมจับเวลาเมื่อเริ่มเปิดช่องป้อน

ง. หยุดเวลาเมื่อเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ถูกป้อนจนหมดถัง แล้วจดบันทึกเวลาเพื่อหาอัตราการป้อน

จ. เมื่อเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ถูกบีบอัดและลำเลียงออกมาบริเวณปลายเกลียวจนหมด นำน้ำมัน CNSL และกากมาชั่งน้ำหนักแล้วจดบันทึก

ฉ. ทำการทดสอบจากข้อ ข. ถึง จ. ซ้ำอีก 2 ครั้ง โดยใช้ความเร็วรอบเกลียวอัดเท่าเดิม (ทำการทดสอบ 3 ครั้งต่อ 1 ความเร็ว)

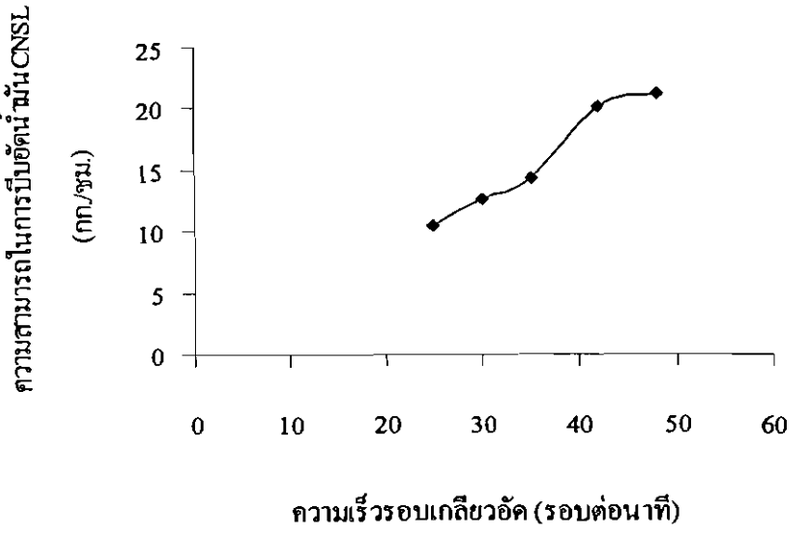
ช. ทำการทดสอบจากข้อ ก. ถึง ฉ. ใหม่โดยปรับเปลี่ยนความเร็วรอบเกลียวอัดไปที่ 30, 35, 42 และ 48 รอบต่อนาที ตามลำดับ

ผลการวิจัย

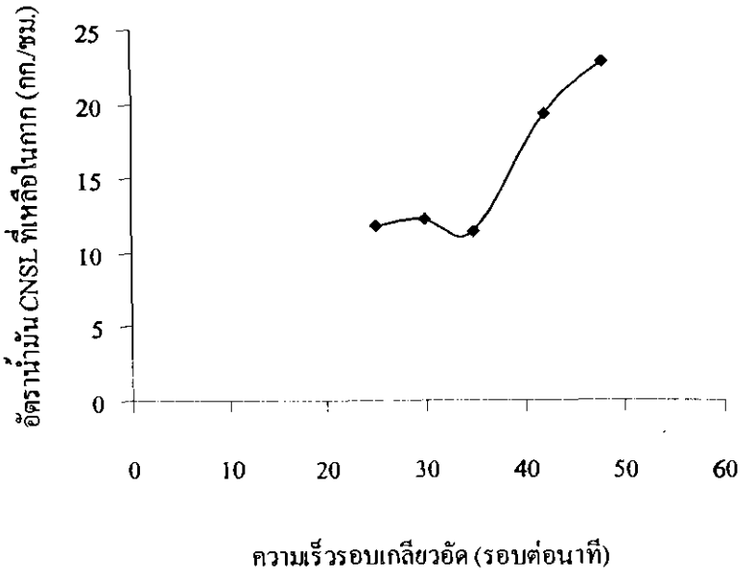
ผลการทดสอบและประเมินผล เครื่องบีบอัดน้ำมันจากเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์แบบเกลียวอัด เพื่อหาค่าสมรรถนะและประสิทธิภาพในการทำงานของเครื่องบีบอัดน้ำมันจากเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ จะเห็นได้ว่าที่ความเร็วรอบเกลียวอัด 35 รอบ/นาที เครื่องจะมีประสิทธิภาพการบีบอัดสูงสุดคือ 71.85 % แต่เมื่อความเร็วรอบเกลียวอัดต่ำกว่าหรือสูงกว่า 35 รอบ/นาที ทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องลดลงซึ่งสามารถสรุปสาเหตุได้ดังนี้

ที่ความเร็วต่ำกว่า 35 รอบ/นาที (30 และ 25 รอบ/นาที) ประสิทธิภาพจะลดลงเรื่อยๆ ตามลำดับ สาเหตุเพราะว่า ในการบีบอัดที่ความเร็วรอบเกลียวอัดต่ำ ทำให้ความร้อนที่เกิดขึ้นจากการอัดต่ำไปด้วย ประกอบกับน้ำมัน CNSL มีความหนืดสูงจึงทำให้การระบายของน้ำมัน CNSL ออกจากกระบอกอัดต่ำไปด้วย และสาเหตุหลัก คือรูระบายน้ำมัน CNSL รอบ ๆ กระบอกอัดมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กเกินไป (ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 มิลลิเมตร) ไม่เหมาะสมต่อการระบายน้ำมัน CNSL ที่มีความหนืดสูงจึงทำให้น้ำมัน CNSL ส่วนหนึ่งถูกระบายปนกับกาก

ที่ความเร็วสูงกว่า 35 รอบ/นาที (42 และ 48 รอบ/นาที) ประสิทธิภาพจะลดลงเรื่อยๆ เช่นเดียวกันตามลำดับ สาเหตุเพราะว่าในการบีบอัดที่ความเร็วรอบเกลียวอัดสูงๆ ทำให้ปริมาณน้ำมัน CNSL ที่อัดได้ภายในกระบอกอัดมีปริมาณมากทำให้การระบายออกทางรูระบายไม่ทัน เนื่องจากรูมีขนาดเล็กน้ำมัน CNSL จึงตกค้างภายในกระบอกอัดและอีกส่วนหนึ่งปนออกมากับกากที่ออกบริเวณปลายเกลียว

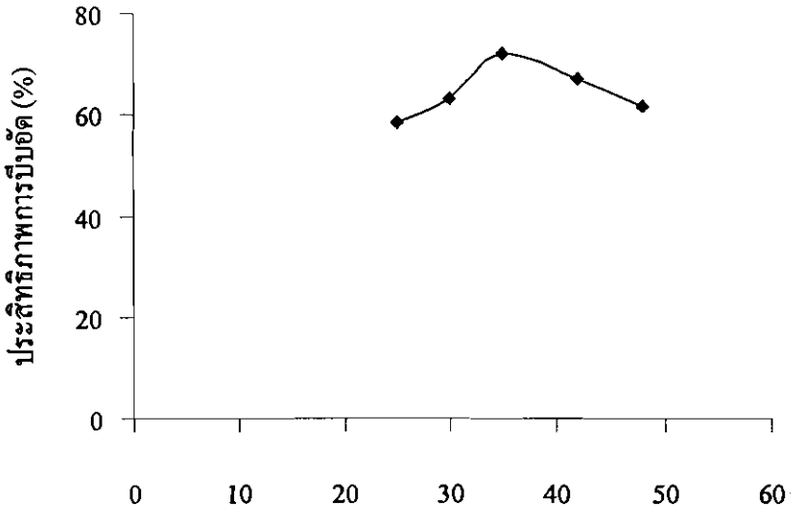


ภาพที่ 4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ความเร็วรอบเกลียวอัด และความสามารถในการบีบอัดน้ำมัน CNSL ซึ่งจากกราฟจะเห็นได้ว่าที่ช่วงความเร็วรอบเกลียวอัด 35–42 รอบ/นาที เส้นกราฟมีความชันมาก แสดงให้เห็นว่าช่วงความเร็วรอบเกลียวอัดดังกล่าว มีความสามารถในการบีบอัดน้ำมัน CNSL สูง



ภาพที่ 5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบเกลียวอัด และอัตราน้ำมัน CNSL ที่เหลือในกากหลังการบีบอัด ซึ่งจากกราฟจะเห็นได้ว่า ที่ช่วงความเร็วรอบเกลียวอัด 30–35 รอบ/

นาที เส้นกราฟในแนวแกนตั้งจะขึ้นลงและหลังจากนั้น เส้นกราฟในแนวแกนตั้งนี้ได้ขึ้นตั้งขึ้น ซึ่งช่วงที่เส้นกราฟขึ้นลงนี้แสดงให้เห็นว่า อัตราน้ำมันที่ติดมากับกากมีอัตราต่ำ ซึ่งตรงกันข้ามกับเส้นกราฟที่ขึ้นขึ้น



ภาพที่ 6 กราฟแสดงประสิทธิภาพการบีบอัดน้ำมัน CNSL ที่ความเร็วรอบเกลียวอัดใดๆ ซึ่งจากกราฟ หากพิจารณาให้จุดสูงสุดของเส้นกราฟเป็นจุดศูนย์จะเห็นว่าปลายของเส้นกราฟทั้งสองด้าน มีแนวโน้มที่จะขึ้นลงต่ำกว่าจุดศูนย์ลงไปเรื่อยๆ แสดงว่าจุดที่ความเร็วรอบเกลียวอัด 35 รอบ/นาที มีประสิทธิภาพการบีบอัดสูงสุด และที่ความเร็วสูงหรือต่ำกว่านี้ มีประสิทธิภาพลดลง

สรุปและข้อเสนอแนะ

เครื่องบีบอัดน้ำมันจากเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์แบบเกลียวอัด มีความเหมาะสมในการทำงานที่มีประสิทธิผลมากที่สุด คือ ที่ความเร็วรอบเกลียวอัด 35 รอบ/นาที โดยมีอัตราป้อนเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ 75 กิโลกรัม/ชั่วโมง สามารถบีบอัดน้ำมัน CNSL ได้ในอัตรา 14.37 กิโลกรัม/ชั่วโมง และมีประสิทธิภาพในการบีบอัดน้ำมัน CNSL 71.85 เปอร์เซ็นต์ ผลโดยสรุปของงานวิจัยสิ่งประดิษฐ์นี้อยู่ในขอบข่ายที่น่าพอใจ

สำหรับข้อเสนอแนะควรจะปรับปรุงในส่วนของความเรียวของแกนเกลียวอัดให้มากขึ้น และพื้นผิวภายในกระบอกอัดควรออกแบบให้เป็นร่อง เพื่อเพิ่มความเสียดทานระหว่างผิวภายในกระบอกอัดกับผิวเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ ซึ่งจะทำให้เกิดการแตกหักฉีกขาดของเปลือกก่อนบีบอัดและช่วยให้การลำเลียงได้ดีขึ้น

เอกสารอ้างอิง

กองแผนงาน กรมส่งเสริมการเกษตร. 2543. **สถิติการปลูกไม้ผลยืนต้น** . กรุงเทพฯ.

กองส่งเสริมพืชสวน กรมส่งเสริมการเกษตร. **คู่มือพืชสวนเศรษฐกิจ** . โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ.

คมสันติ เม่ากลาง. 2545. **การออกแบบและพัฒนาเครื่องบีบอัดน้ำมันจากเปลือกเมล็ดมะม่วง หิมพานต์** . วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

บรรเลง ศรนิล และประเสริฐ ก๊วยสมบูรณ์. 2524. **ตารางงานโลหะ**. สถาบันเทคโนโลยีพระ จอมเกล้าพระนครเหนือ, กรุงเทพฯ

ปานมนัส ศิริสมบูรณ์. 2540. **วิศวกรรมการขนถ่ายวัสดุ**. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง, กรุงเทพฯ

มานพ ตันตระบัณฑิตย์. 2545. **การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกล** 1. สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), กรุงเทพฯ.

มงคล ชินโชติกร. **การทำงานและวิธีการบีบอัดน้ำมันจากเปลือกมะม่วงหิมพานต์** [สัมภาษณ์]. หัวหน้าช่าง บริษัท มาบุญครองศิริชัย 25 จำกัด; 22 กันยายน 2543.

สัมฤทธิ์ เฟื่องจันทร์ และธำรงค์ เปรมปรีดิ์. 2532. **การผลิตมะม่วงหิมพานต์**. สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

สุวิทย์ ชัยเกียรติยศ. 2540. **ผลงานวิจัยมะม่วงหิมพานต์**. ศูนย์วิจัยพืชสวนศรีสะเกษ สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ข้อมูลพื้นที่เพาะปลูก ปริมาณผลผลิต ปริมาณการส่งออกประเทศไทย

ตารางที่ ก.1 พื้นที่ปลูกมะม่วงหิมพานต์ทั้งหมดในประเทศไทย

พื้นที่ปลูก			
ปี	พื้นที่ให้ผล	พื้นที่ยังไม่ให้ผล	พื้นที่ปลูกรวม
2541	189,302	61,417	250,719
2542	170,151	56,394	226,545
2543	173,819	53,060	226,879
2544	155,370	50,214	205,584

ที่มา : กองแผนงาน กรมส่งเสริมการเกษตร (2545)

ตารางที่ ก.2 ปริมาณผลผลิต (เมล็ดมะม่วงหิมพานต์) ในประเทศไทย

ผลผลิต		
ปี	ผลผลิตรวม (ตัน)	ผลผลิตเฉลี่ย (กก. / ไร่ / ปี)
2541	51,889	274
2542	47,847	281
2543	44,789	256
2544	36,998	238

ที่มา : กองแผนงาน กรมส่งเสริมการเกษตร (2545)

ตารางที่ ก.3 ปริมาณการส่งออกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ของไทย (2541-2545)

	การส่งออก				
รวมทั้งสิ้น	2541	2542	2543	2544	2545
ปริมาณ (ตัน)	760	771	239	75	1,027
มูลค่า (ล้านบาท)	71	42	31	14	42
ทั้งเปลือก					
ปริมาณ (ตัน)	535	544	63	1	259
มูลค่า (ล้านบาท)	36.8	15.2	1.9	0.1	3.2
กะเทาะเปลือก					
ปริมาณ (ตัน)	225	227	176	74	768
มูลค่า (ล้านบาท)	34.3	27.3	29.6	13.9	38.7

ที่มา : กรมศุลกากร (2545)

ตารางที่ ก.4 ประเทศผู้นำเข้าเมล็ดมะม่วงหิมพานต์จากไทย

ประเทศผู้นำเข้ามะม่วงหิมพานต์จากไทย (ปี 2545)	
อินเดีย	35%
สิงค์โปร	28%
อังกฤษ	9%
กัมพูชา	7%
อื่นๆ	21%

ที่มา : กรมศุลกากร (2545)

ตารางที่ ก 5 สถิติการปลูกมะม่วงหิมพานต์ (Cashew Nut) รายภาค ปีการเพาะปลูก 2543

ภาค Region	พื้นที่ปลูก(ไร่) Planted Area (Rai)			ผลผลิตเฉลี่ย (กก./ไร่) Average Yield (Kgs./Rai)	ผลผลิตรวม (ตัน) Total Product (Tons)	ราคา (บาท/กก.) Price (Bath/Kgs.)
	ให้ผลแล้ว Baring	ยังไม่ให้ผล Non Bearing	รวม Total			
เหนือ	2,427	2,202	4,629	211	513	19.78
ตะวันออกเฉียงเหนือ	24,667	4,333	26,000	212	5,232	20.14
ตะวันออก	34,623	9,999	44,622	301	10,413	23.66
ตะวันตก	6,811	819	7,630	243	1,654	19.26
ใต้	105,291	35,707	140,998	256	26,976	19.19
รวม	**173,819**	**53,060**	**226,879**	**258**	**44,789**	**20.11**

ที่มา : กองแผนงาน กรมส่งเสริมการเกษตร (2545)

ภาคผนวก ข

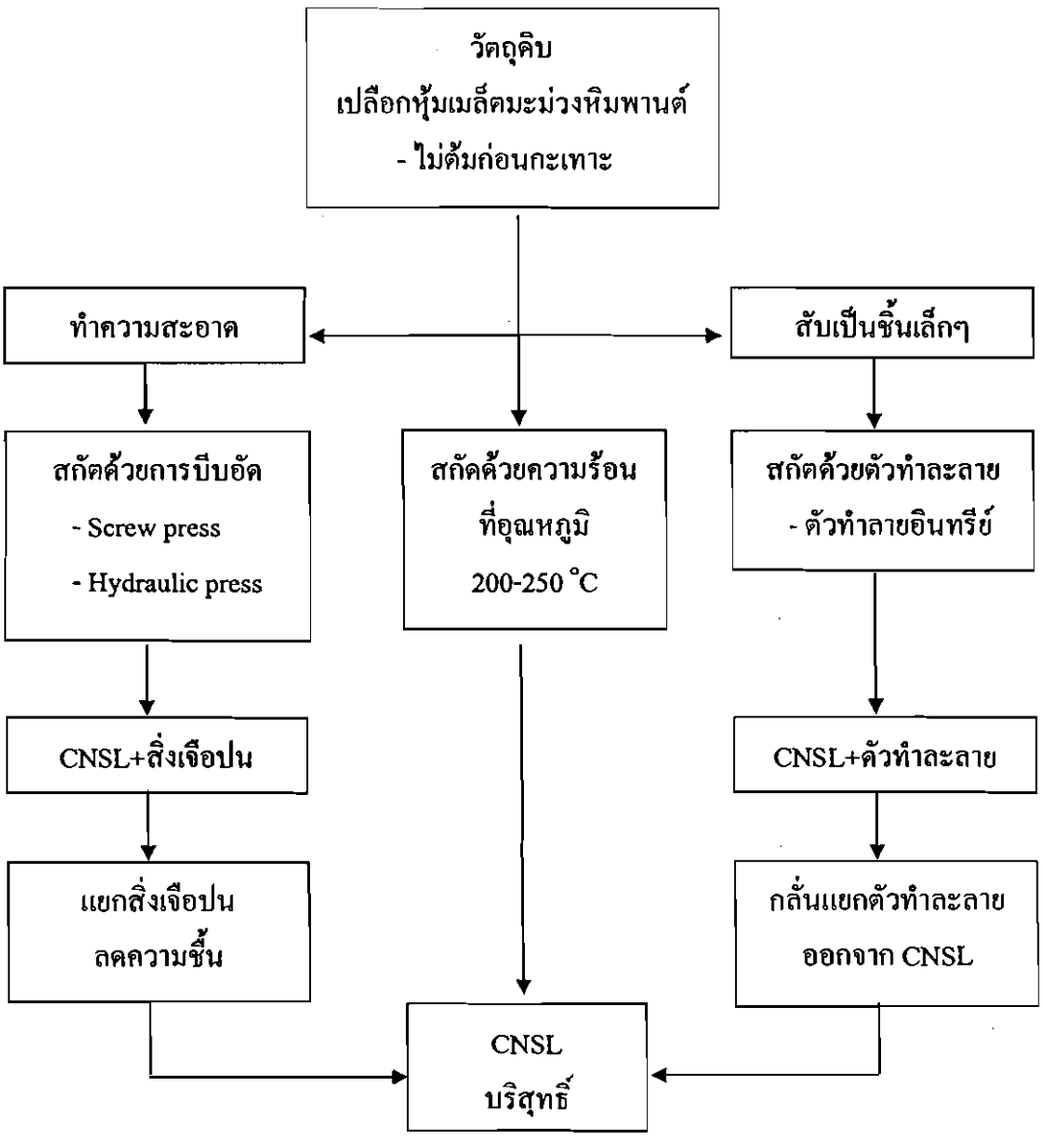
ผลการทดสอบ การหาความสัมพันธ์ระหว่าง อัตราการป้อน และความเร็วรอบเกลียวอัดที่มีผลต่อความสามารถในการบีบอัดของเครื่องบีบอัดน้ำมันจากเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์แบบเกลียวอัด

ตารางที่ ข 1 ข้อมูลผลการศึกษาอัตราการป้อน และความเร็วรอบเกลียวอัดที่มีผลต่อความสามารถในการบีบอัดของเครื่องบีบอัดน้ำมันจากเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์แบบเกลียวอัด

ความเร็วรอบเกลียวอัด (รอบต่อนาที)	อัตราป้อน (กก./ชม.)	ความสามารถในการบีบอัดน้ำมัน CNSL (กก./ชม.)	อัตราน้ำมัน CNSL ที่เหลือในกาก (กก./ชม.)	ประสิทธิภาพการบีบอัด (%)
25	70.27 62.42 67.24	10.56 9.87 11.05	11.81	58.53
เฉลี่ย	66.64	10.49		
30	72.90 75.00 73.86	11.96 12.88 12.95	12.28	63.11
เฉลี่ย	73.92	12.59		
35	76.21 79.00 70.13	14.09 15.11 14.45	11.42	71.85 *
เฉลี่ย	75.00	14.37		
42	110.35 122.04 104.39	19.98 20.23 20.55	19.34	66.82
เฉลี่ย	112.26	20.25		
48	139.25 121.28 123.10	20.88 21.52 21.36	22.88	61.55
เฉลี่ย	127.88	21.25		

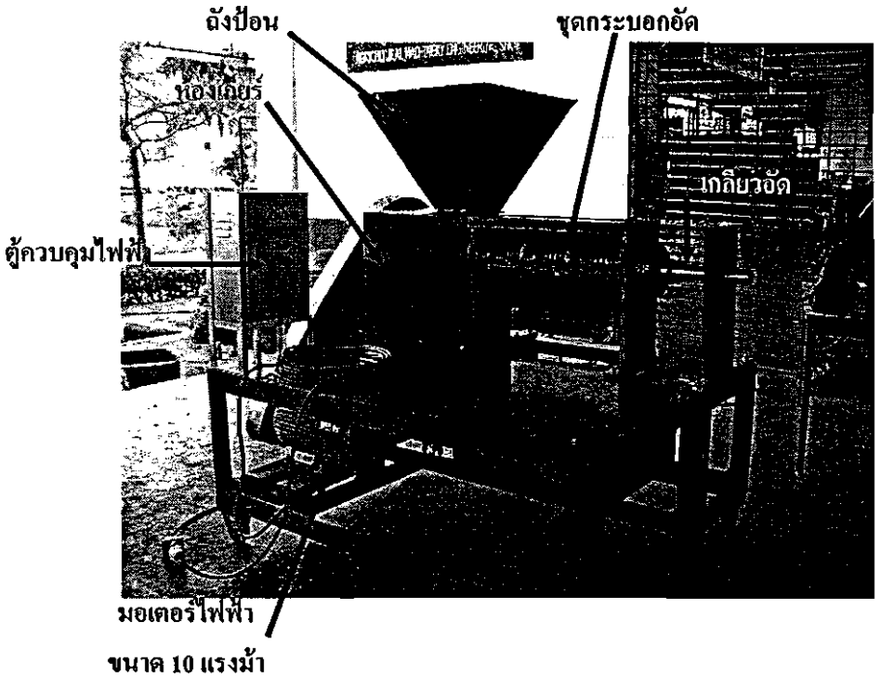
ภาคผนวก ค

ภาพแสดงกระบวนการสกัดน้ำมันจากเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ และการทำงานของเครื่องฯ ขณะทำการทดสอบ

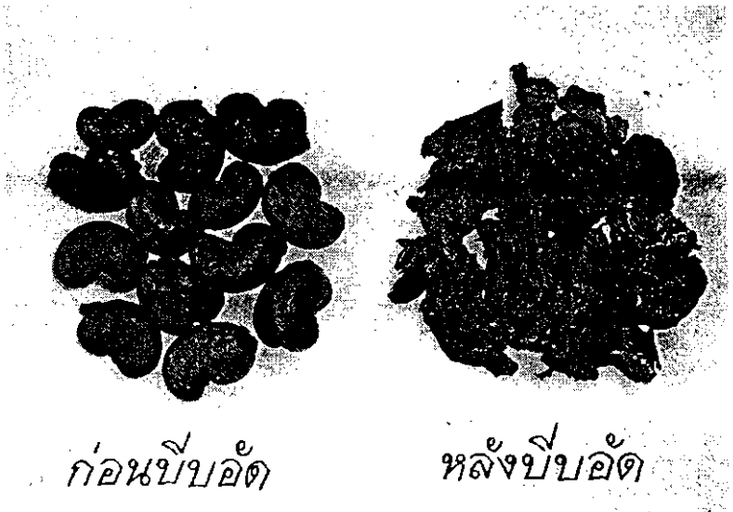


ภาพที่ ค.1 แสดงกระบวนการสกัดน้ำมันจากเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์

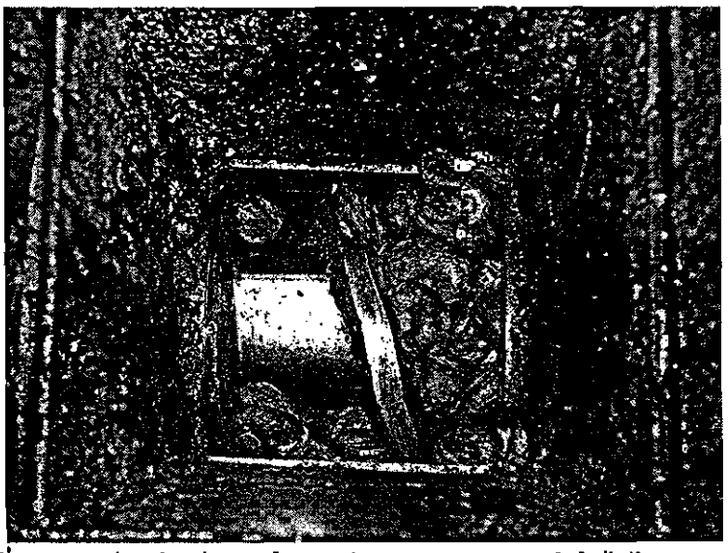
ที่มา : มงคล (2543)



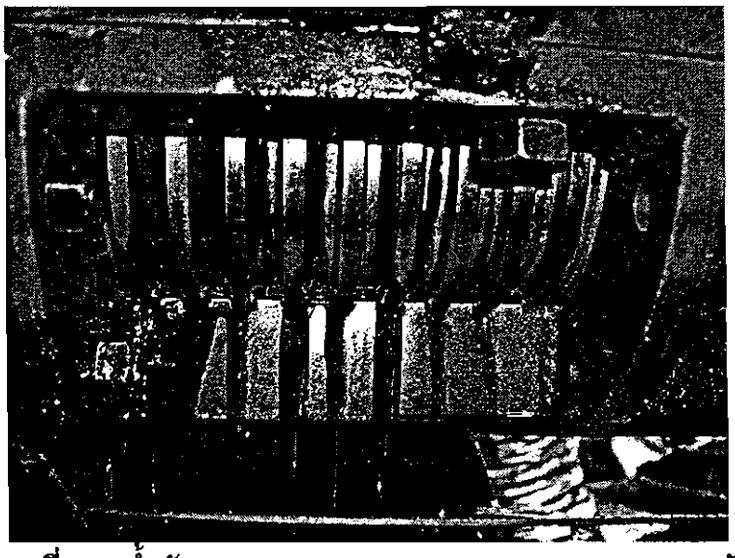
ภาพที่ ค 2 เครื่องบีบอัดน้ำมันจากเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์แบบเกลียวอัด



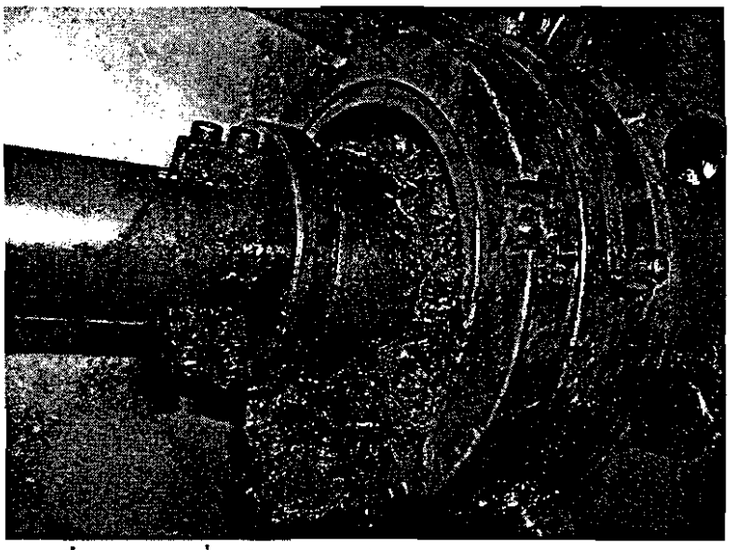
ภาพที่ ค 3 ลักษณะของเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ก่อนบีบอัดและหลังบีบอัด
โดยเครื่องบีบอัดน้ำมันจากเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์



ภาพที่ ค.4 เกลียวลำเลียงเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ เข้าไปในกระบอกอัด



ภาพที่ ค.5 น้ำมัน CNSL ระบายออกจากรูระบาย รอบๆ กระบอกอัด



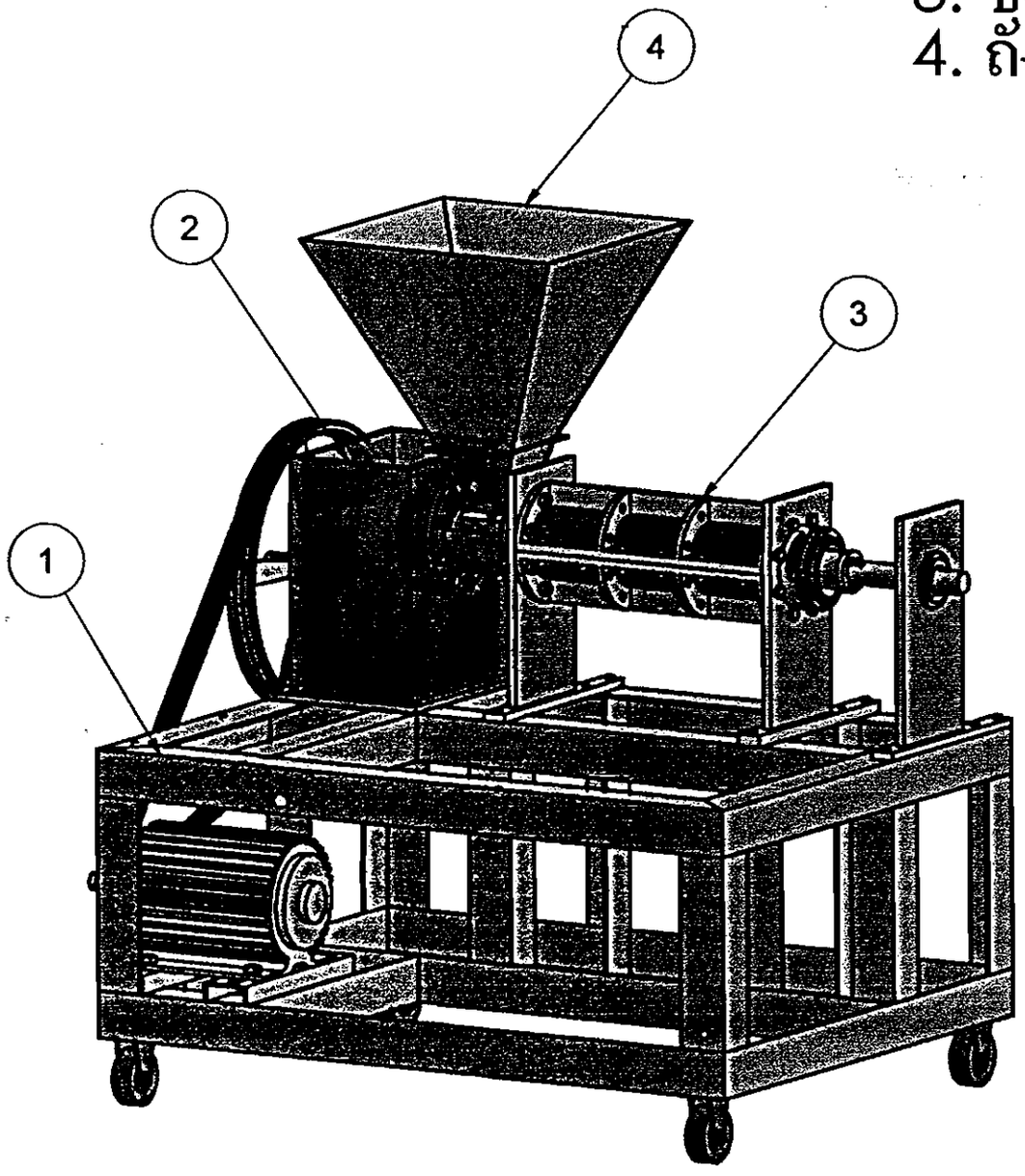
ภาพที่ ค.6 กากที่เหลือจากการบีบอัด ถูกคายออกทางปลายเกลียว

ภาพที่ ค.7 น้ำมัน CNSL ที่บีบอัดและรองได้โดยถาดรอง

ภาคผนวก ง

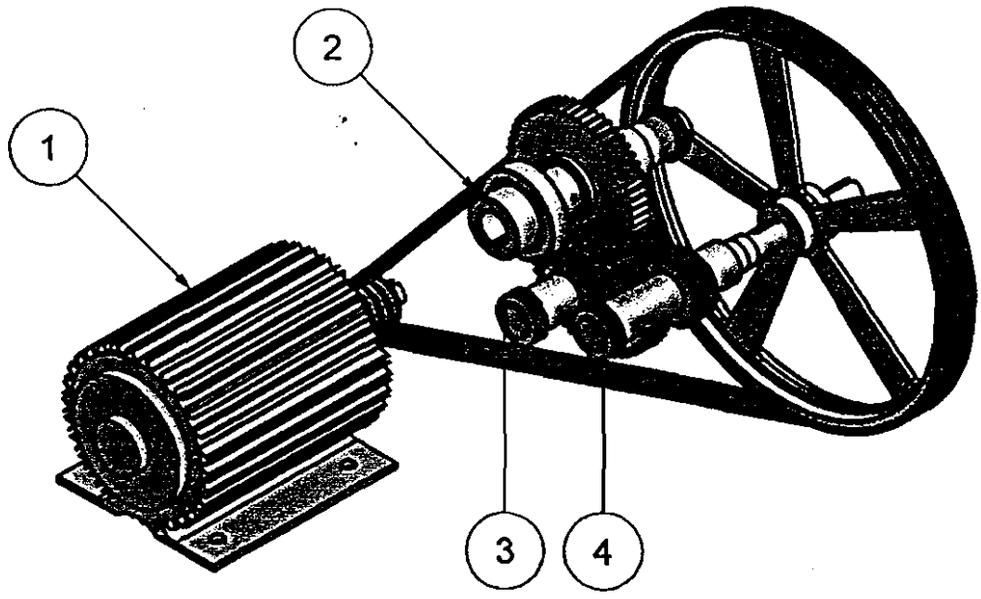
แสดงแบบของเครื่องบีบอัดน้ำมันจากเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์แบบเกลียวอัด

1. โครงเครื่อง
2. ชุดส่งกำลัง
3. ชุดบีบอัด
4. ถังป้อน



ชิ้นที่	รายการ	ขนาดวัสดุ	วัสดุ	หมายเลขแบบ	จำนวน

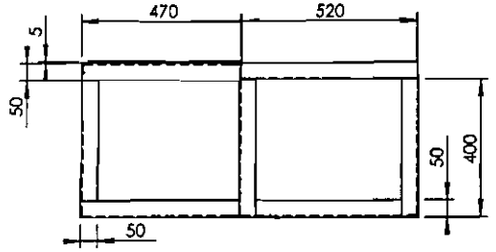
ผู้เขียน	นายคมสันติ เม่ากลาง		สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล
ผู้ตรวจ			
ผู้ตรวจ ม.ช.			
ผู้ออกแบบ	นายคมสันติ เม่ากลาง		
มาตราส่วน	ชื่อชิ้นงาน		หมายเลขแบบ
	เครื่องบีบอัดน้ำมันจากเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพ์แบบใช้เกลียว		AE46-000-00

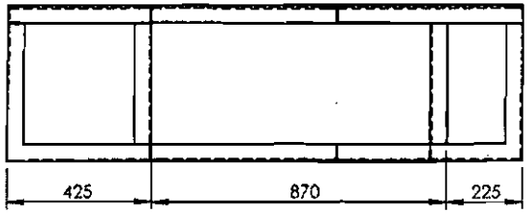


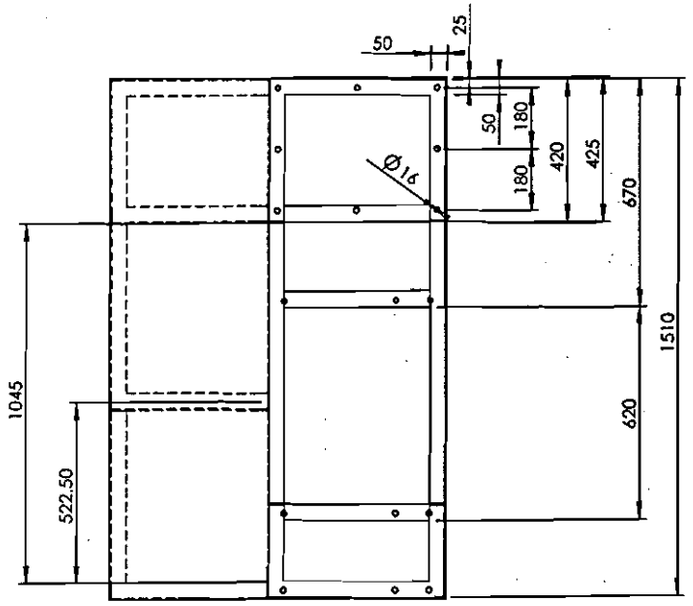
1. มอเตอร์ ขนาด 10 แรงม้า
2. เพลาส่งกำลังเกลียวอัด
3. เพลาทดกำลัง
4. เพลาขับ

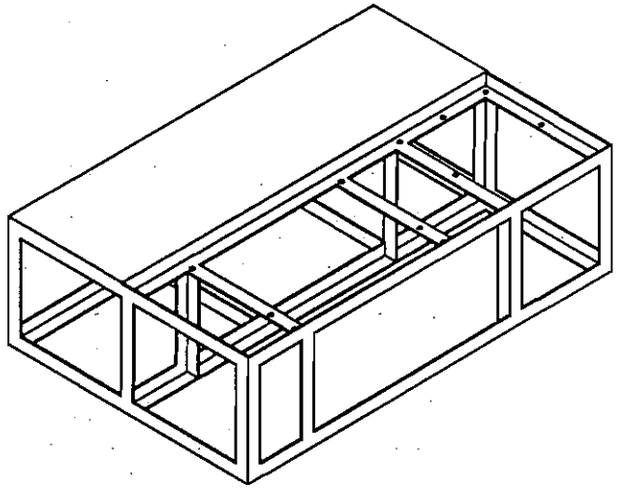
ชิ้นที่	รายการ	ขนาดวัสดุ	วัสดุ	หมายเลขแบบ	จำนวน

ผู้เขียน	นายคมสันติ เม่ากลาง		สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล
ผู้ตรวจ			
ผู้ตรวจ ม.ช.			
ผู้ออกแบบ	นายคมสันติ เม่ากลาง		
มาตราส่วน	ชื่อชิ้นงาน การถ่ายทอดกำลัง		หมายเลขแบบ AE46-000-01



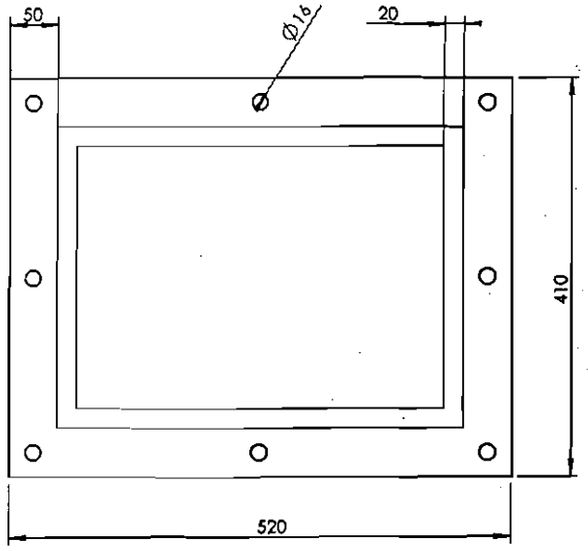


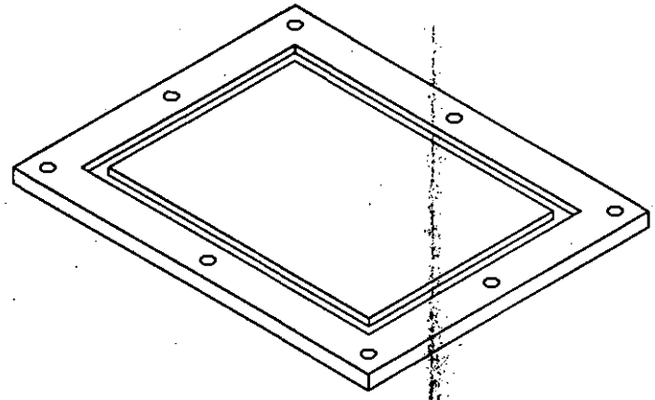




ชิ้นที่	รายการ	ขนาดวัสดุ	วัสดุ	หมายเลขแบบ	จำนวน

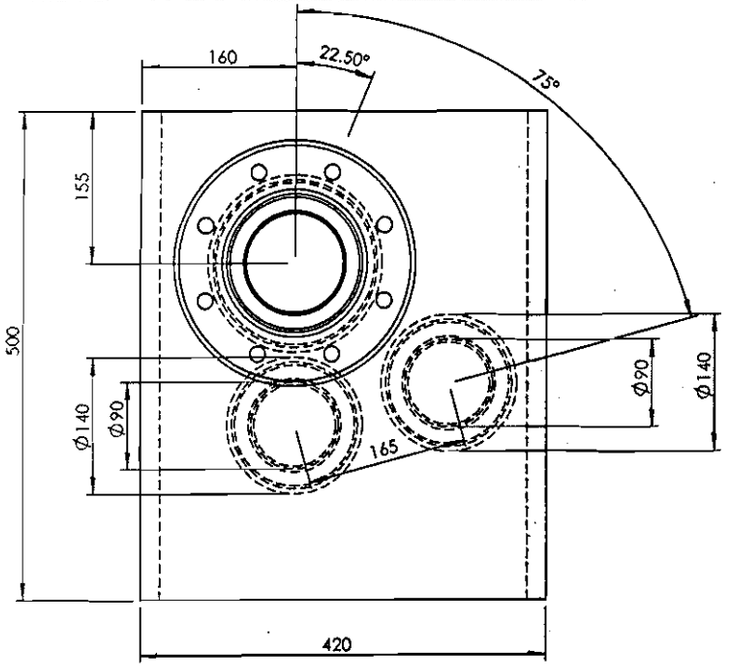
ผู้เขียน	นายคมสันติ เม่ากลาง		**สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล**
ผู้ตรวจ			
ผู้ตรวจ ม.ช.			
ผู้ออกแบบ	นายคมสันติ เม่ากลาง		
มาตราส่วน 1:20	ชื่อชิ้นงาน โครงเครื่อง		หมายเลขแบบ AE46-001-01

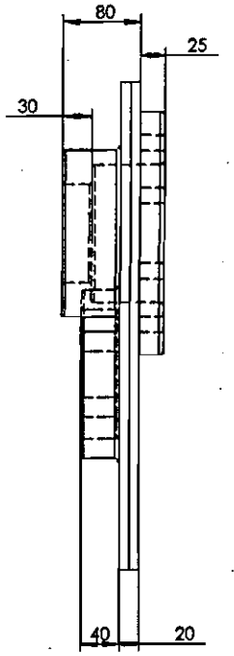


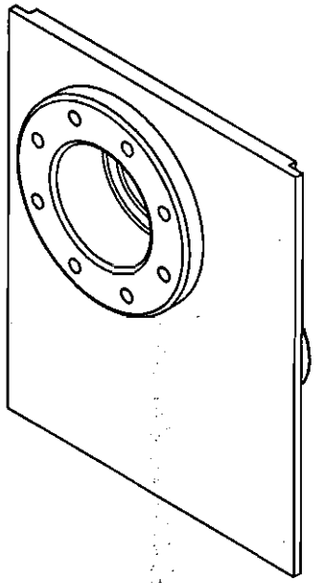


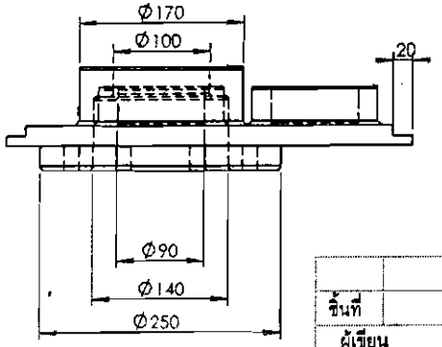
ชิ้นที่	รายการ	ขนาดวัสดุ	วัสดุ	หมายเลขแบบ	จำนวน

ผู้เขียน	นายคมสันติ เม่ากลาง		**สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล**
ผู้ตรวจ			
ผู้ตรวจ ม.ช.			
ผู้ออกแบบ	นายคมสันติ เม่ากลาง		
มาตราส่วน 1:7	ชื่อชิ้นงาน ชุดส่งกำลัง - แผ่นประกอบฐานล่าง		หมายเลขแบบ AE46-002-01



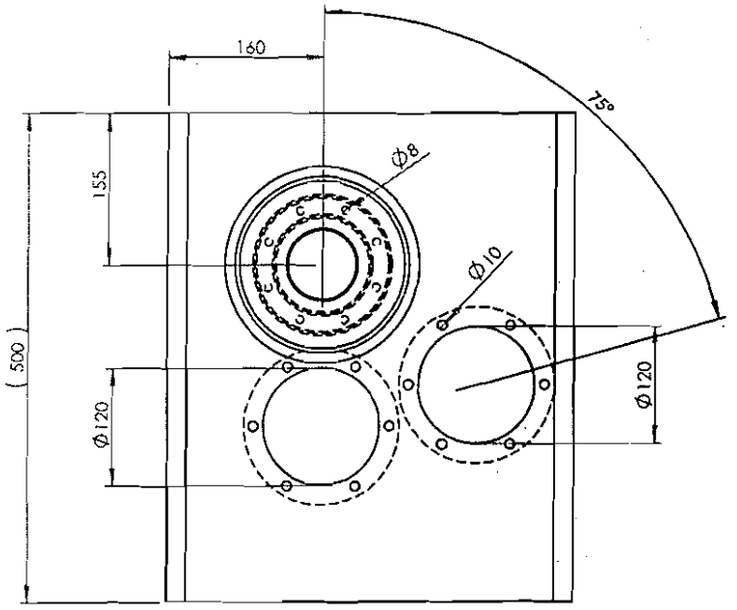


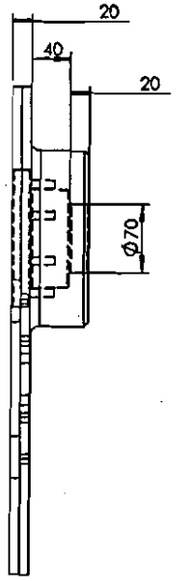


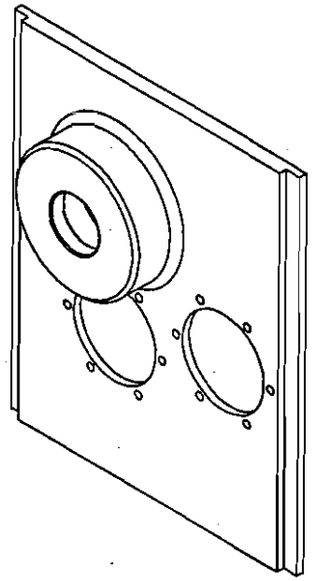


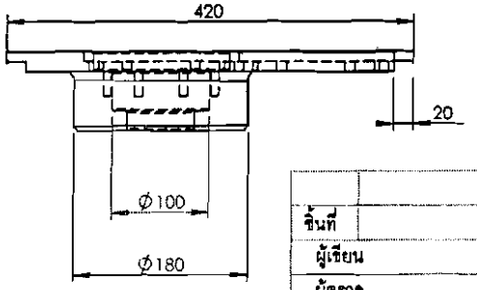
ชิ้นที่	รายการ	ขนาดวัสดุ	วัสดุ	หมายเลขแบบ	จำนวน

ผู้เขียน	นายคมสันติ เม่ากลาง		**สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล**
ผู้ตรวจ			
ผู้ตรวจ ม.ข.			
ผู้ออกแบบ	นายคมสันติ เม่ากลาง		
มาตราส่วน 1:7	ชื่อชิ้นงาน ชุดส่งกำลัง - แผ่นประกอบหน้า		หมายเลขแบบ AE46-002-02









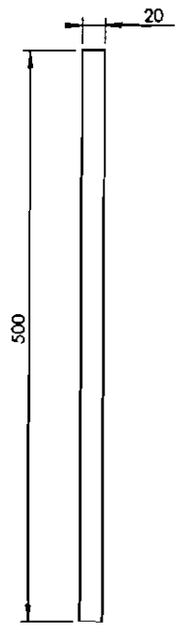
ชิ้นที่	รายการ	ขนาดวัสดุ	วัสดุ	หมายเลขแบบ	จำนวน

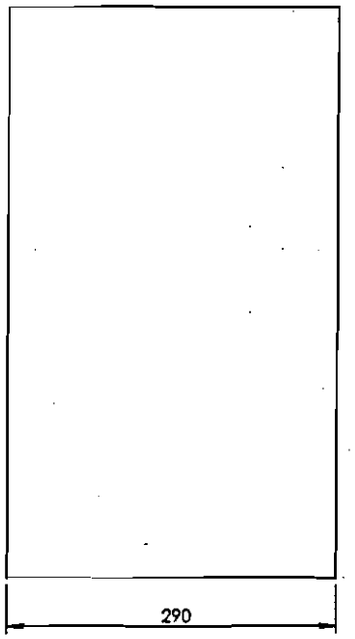
ผู้เขียน	นายคมสันติ เม่ากลาง		สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล
ผู้ตรวจ			
ผู้ตรวจ ม.ข.			
ผู้ออกแบบ	นายคมสันติ เม่ากลาง		
มาตราส่วน 1:7	ชื่อชิ้นงาน ชุดส่งกำลัง - แผ่นประกอบหลัง		หมายเลขแบบ AE46-002-03

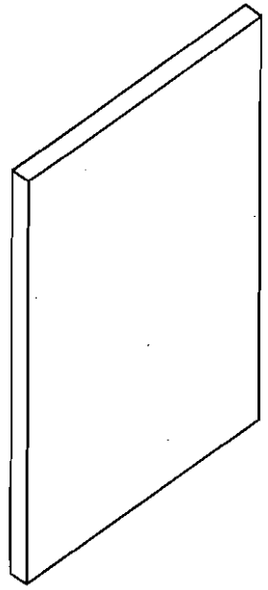
สถาบันวิทยบริการ

29

071410



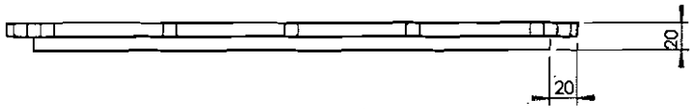


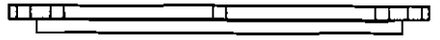


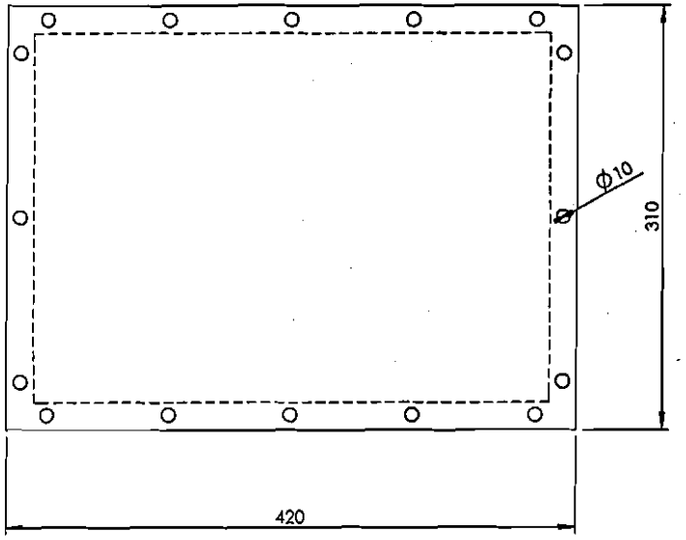
					2
ชิ้นที่	รายการ	ขนาดวัสดุ	วัสดุ	หมายเลขแบบ	จำนวน

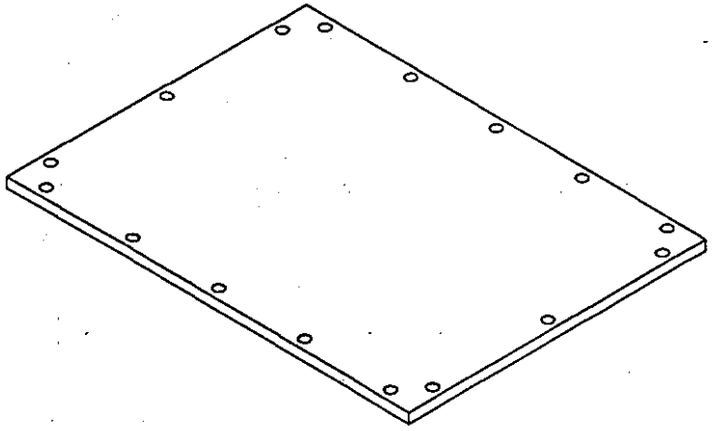
ผู้เขียน	นายคมสันติ เม่ากลาง		**สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล**
ผู้ตรวจ			
ผู้ตรวจ ม.ข.			
ผู้ออกแบบ	นายคมสันติ เม่ากลาง		
มาตราส่วน 1:6	ชื่อชิ้นงาน ชุดส่งกำลัง - แผ่นประกอบข้าง		หมายเลขแบบ AE46-002-04

30



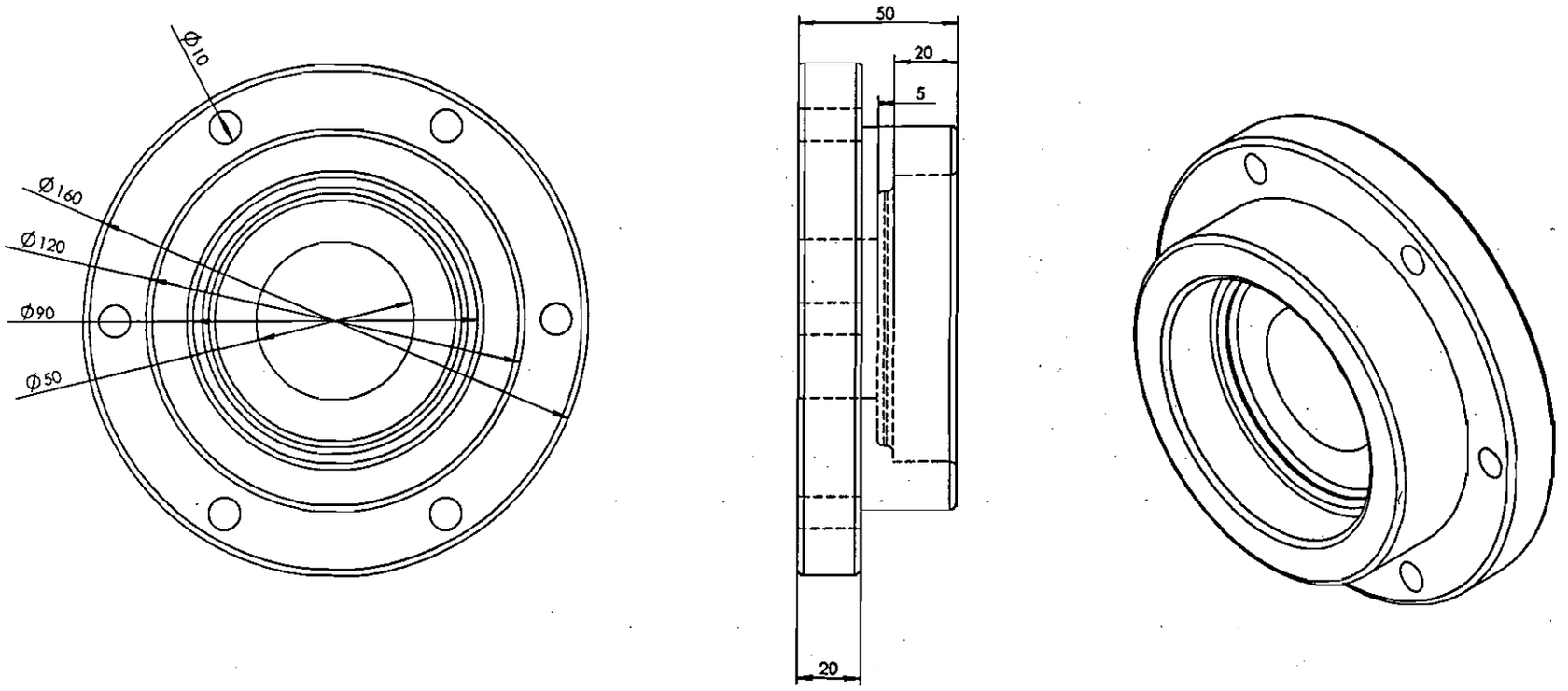






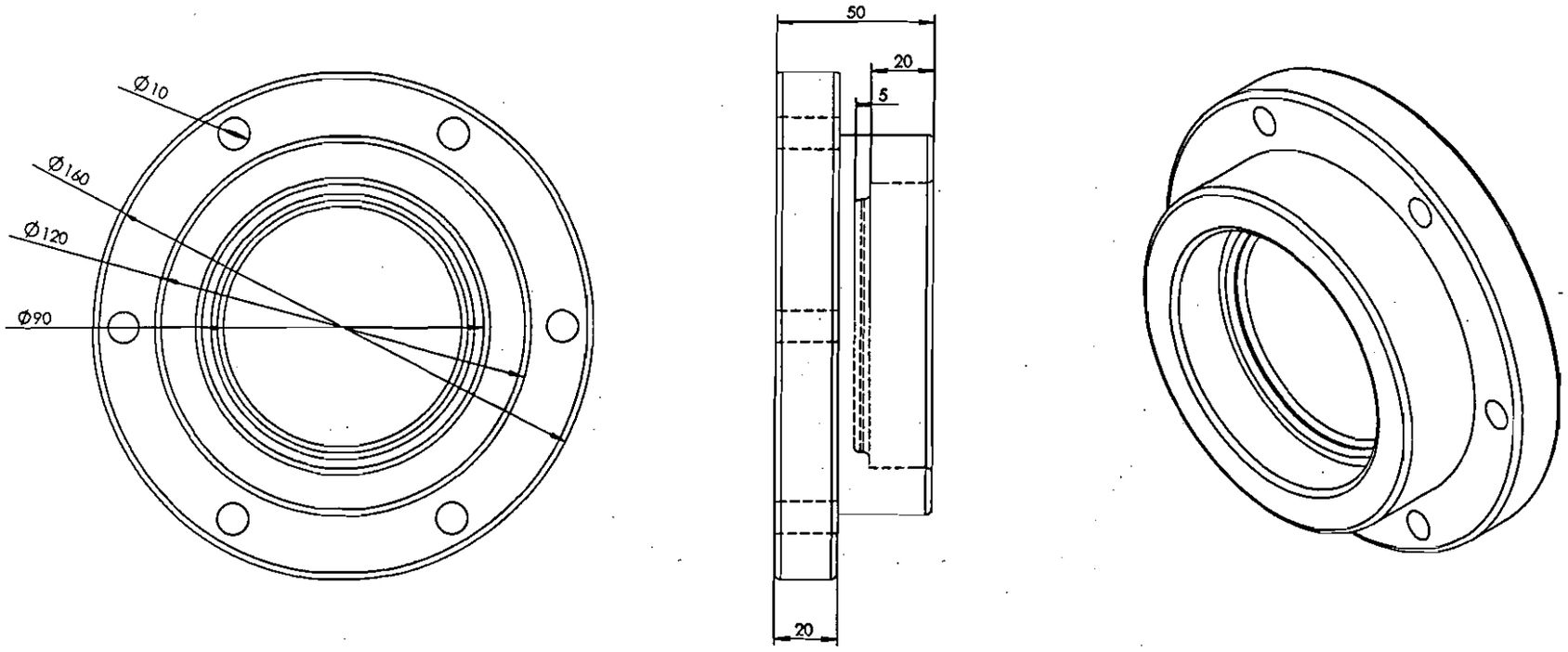
ชิ้นที่	รายการ	ขนาดวัสดุ	วัสดุ	หมายเลขแบบ	จำนวน

ผู้เขียน	นายคมสันติ เม่ากลาง		**สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล**
ผู้ตรวจ			
ผู้ตรวจ ม.ช.			
ผู้ออกแบบ	นายคมสันติ เม่ากลาง		
มาตราส่วน 1:5	ชื่อชิ้นงาน ชุดส่งกำลัง - แผ่นประกอบบน		หมายเลขแบบ AE46-002-05



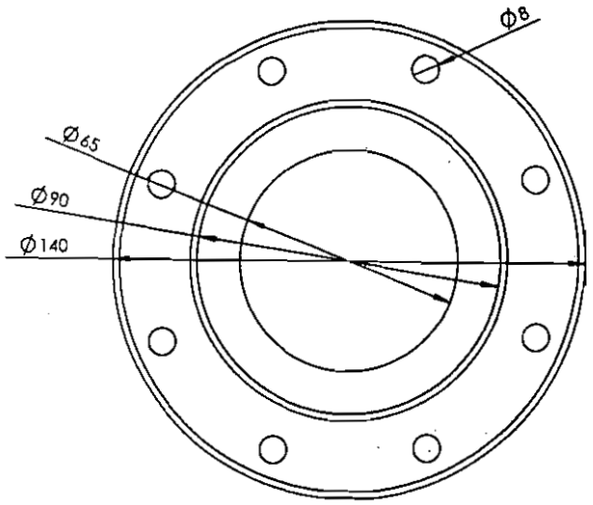
ชิ้นที่	รายการ	ขนาดวัสดุ	วัสดุ	หมายเลขแบบ	จำนวน

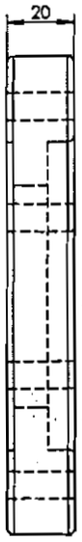
ผู้เขียน	นายคมสันติ เม่ากลาง		**สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล**
ผู้ตรวจ			
ผู้ตรวจ ม.ช.			
ผู้ออกแบบ	นายคมสันติ เม่ากลาง		
มาตราส่วน 1:2	ชื่อชิ้นงาน ชุดส่งกำลัง -ฝาครอบแบริ่งปลายเพลากำลัง		หมายเลขแบบ AE46-002-06

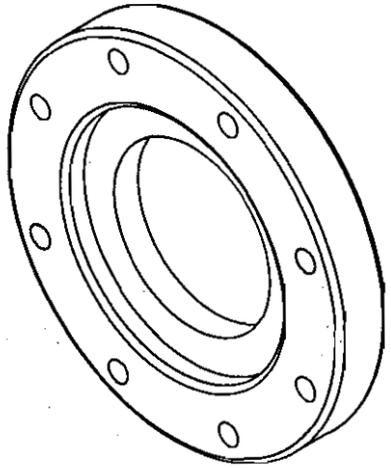


ชิ้นที่	รายการ	ขนาดวัสดุ	วัสดุ	หมายเลขแบบ	จำนวน

ผู้เขียน	นายคมสันติ เม่ากลาง		**สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล**
ผู้ตรวจ			
ผู้ตรวจ ม.ข.			
ผู้ออกแบบ	นายคมสันติ เม่ากลาง		
มาตราส่วน 1:2	ชื่อชิ้นงาน ชุดส่งกำลัง - ฝาครอบแบริ่งปลายเพลาสะพาน		หมายเลขแบบ AE46-002-07

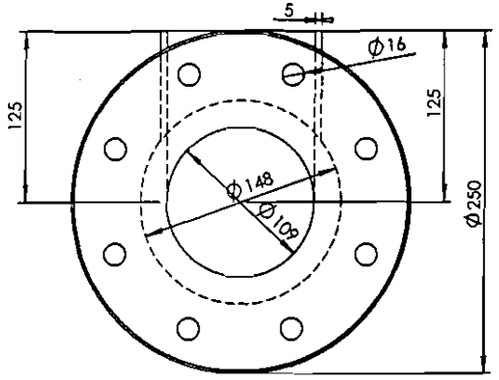


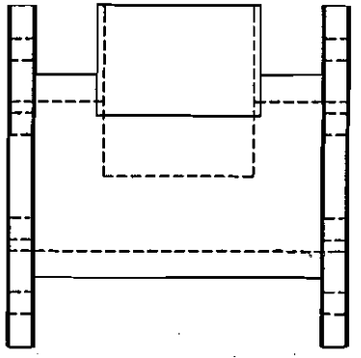


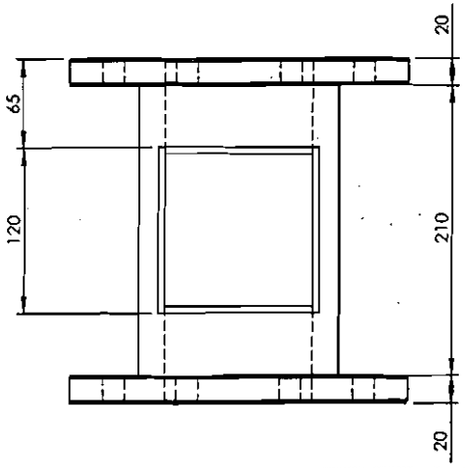


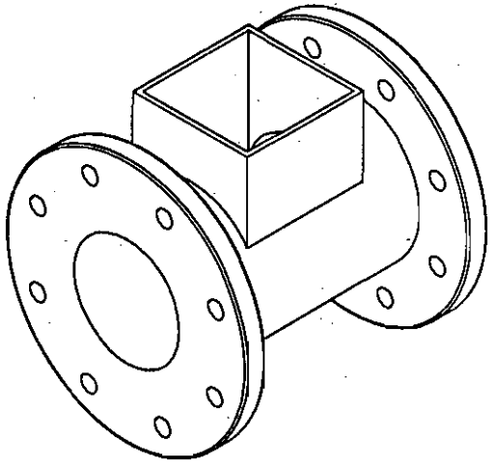
ชิ้นที่	รายการ	ขนาดวัสดุ	วัสดุ	หมายเลขแบบ	จำนวน

ผู้เขียน	นายคมสันติ เม่ากลาง		สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล
ผู้ตรวจ			
ผู้ตรวจ ม.ช.			
ผู้ออกแบบ	นายคมสันติ เม่ากลาง		
มาตราส่วน 1:2	ชื่อชิ้นงาน ชุดส่งกำลัง - ฝาครอบแบริ่งปลายเพลารับ		หมายเลขแบบ AE46-002-08



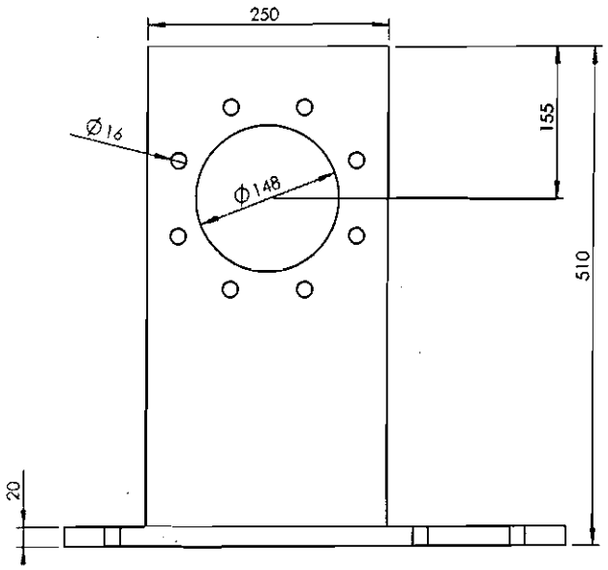


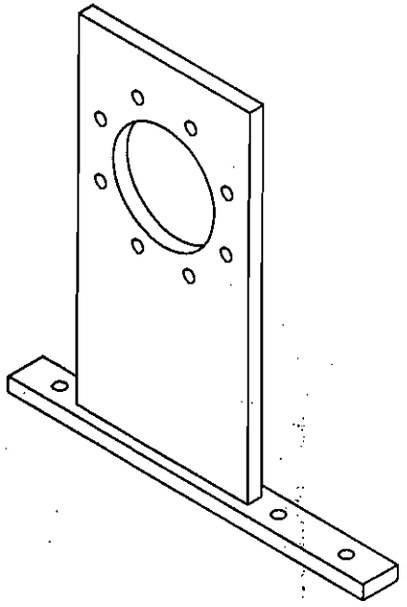


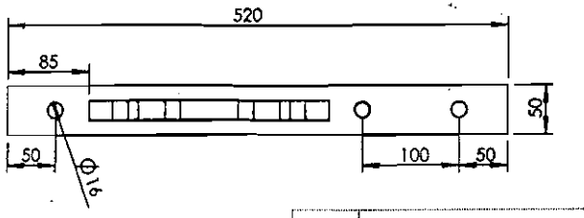


ชิ้นที่	รายการ	ขนาดวัสดุ	วัสดุ	หมายเลขแบบ	จำนวน

ผู้เขียน	นายคมสันติ เม่ากลาง		สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล
ผู้ตรวจ			
ผู้ตรวจ ม.ช.			
ผู้ออกแบบ	นายคมสันติ เม่ากลาง		
มาตราส่วน 1:5	ชื่อชิ้นงาน ชุดกระบอกอัด - กระบอกบ่อน		หมายเลขแบบ AE46-003-01

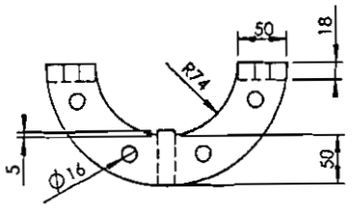


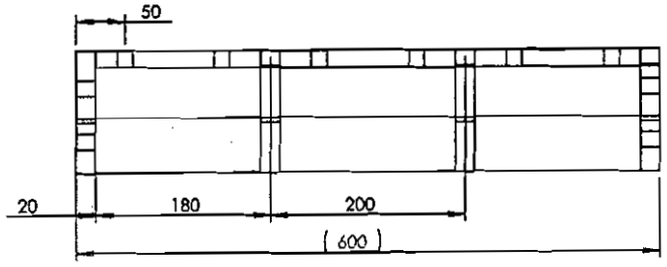


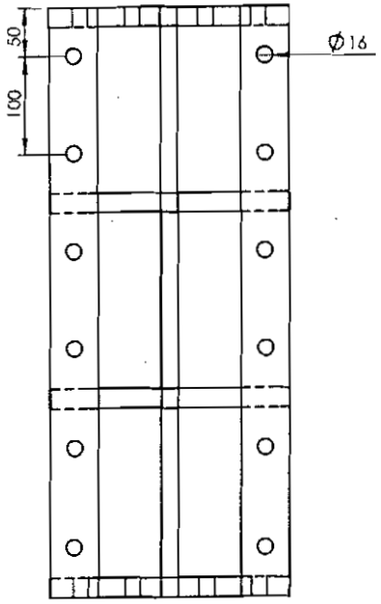


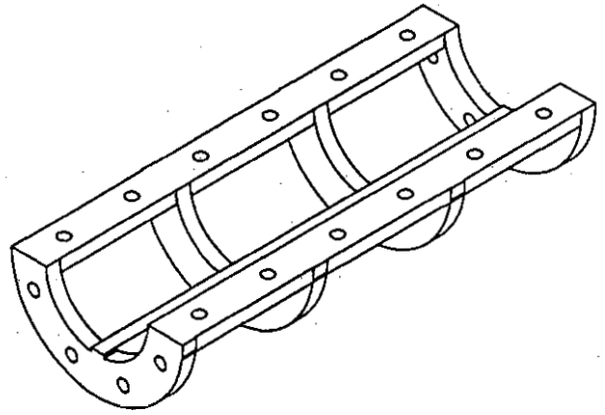
ชิ้นที่	รายการ	ขนาดวัสดุ	วัสดุ	หมายเลขแบบ	จำนวน
ผู้เขียน	นายคมสันติ เม่ากลาง				
ผู้ตรวจ					
ผู้ตรวจ ม.ข.					
ผู้ออกแบบ	นายคมสันติ เม่ากลาง				
มาตราส่วน 1:7	ชื่อชิ้นงาน ชุดกระบอกยึด - แผ่นยึดกลางโครงแหวนกระบอกยึด			หมายเลขแบบ AE46-003-02	

สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล



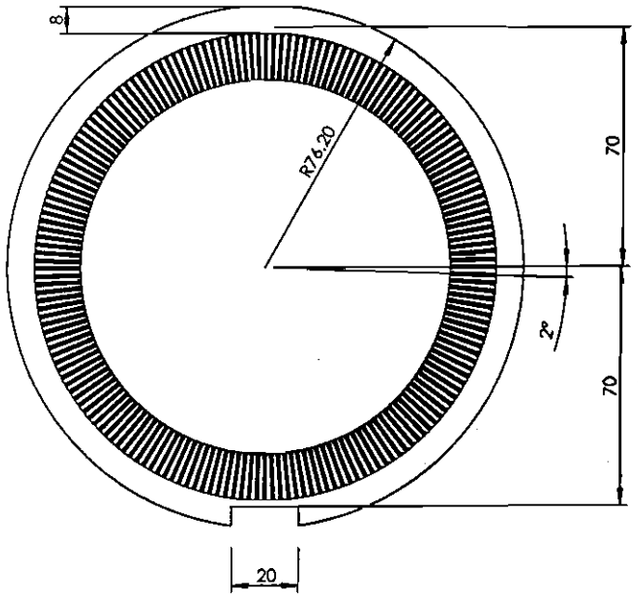


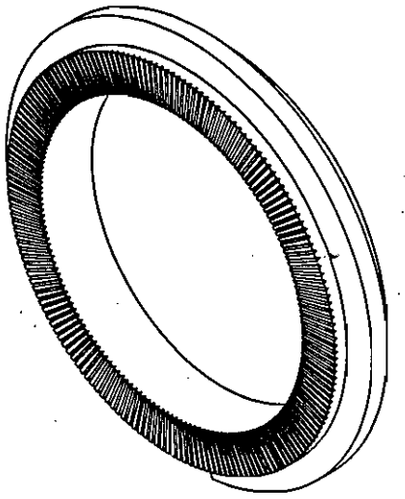


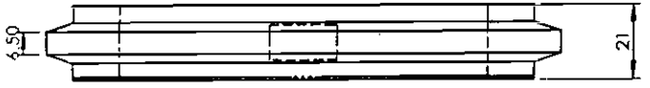


ชิ้นที่	รายการ	ขนาดวัสดุ	วัสดุ	หมายเลขแบบ	จำนวน
ผู้เขียน	นายคมสันติ เม่ากลาง				
ผู้ตรวจ					
ผู้ตรวจ ม.ช.					
ผู้ออกแบบ	นายคมสันติ เม่ากลาง				
มาตราส่วน 1:7	ชื่อชิ้นงาน ชุดกระบอกยัด - โครงแนวนกระบอกยัด			หมายเลขแบบ AE46-003-03	

สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล

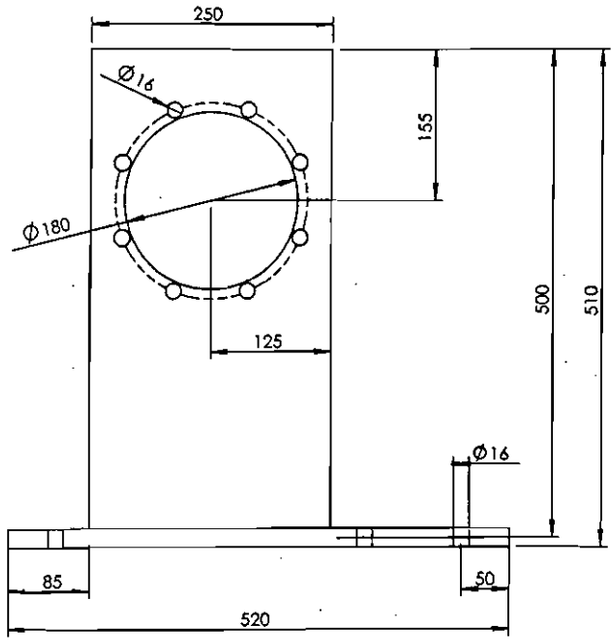


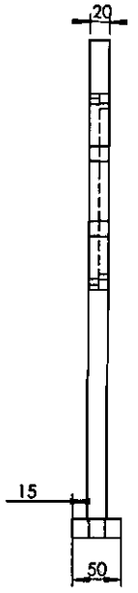


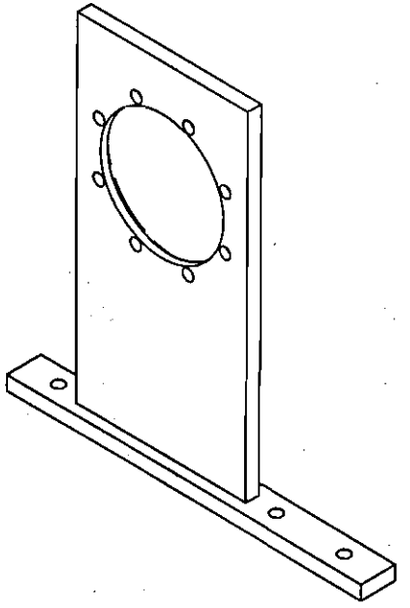


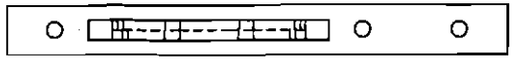
ชิ้นที่	รายการ	ขนาดวัสดุ	วัสดุ	หมายเลขแบบ	จำนวน
ผู้เขียน	นายคมสันติ เม่ากลาง				
ผู้ตรวจ					
ผู้ตรวจ ม.ช.					
ผู้ออกแบบ	นายคมสันติ เม่ากลาง				
มาตราส่วน 1:2	ชื่อชิ้นงาน ชุดกระบอกอัด - แหวนกระบอกอัด			หมายเลขแบบ AE46-003-04	

สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล



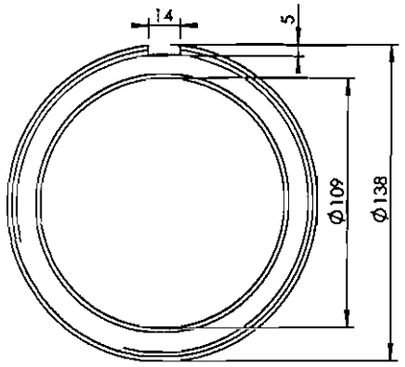


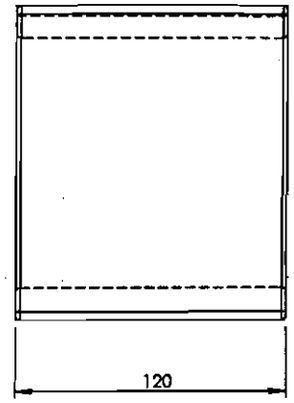


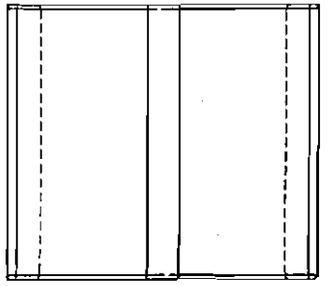


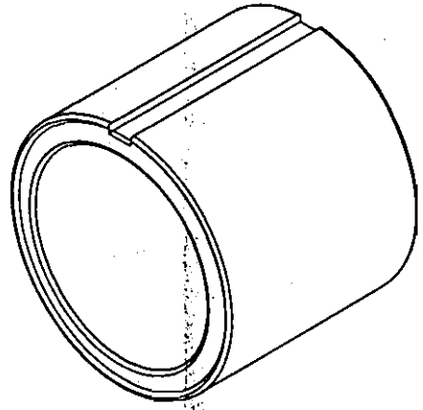
ชิ้นที่	รายการ	ขนาดวัสดุ	วัสดุ	หมายเลขแบบ	จำนวน

ผู้เขียน	นายคมสันติ เม่ากลาง		สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล
ผู้ตรวจ			
ผู้ตรวจ ม.ช.			
ผู้ออกแบบ	นายคมสันติ เม่ากลาง		
มาตราส่วน 1:7	ชื่อชิ้นงาน ชุดกระบอกอัด - แผ่นยึดปลายโครงแหวนกระบอกอัด		หมายเลขแบบ AE46-003-05



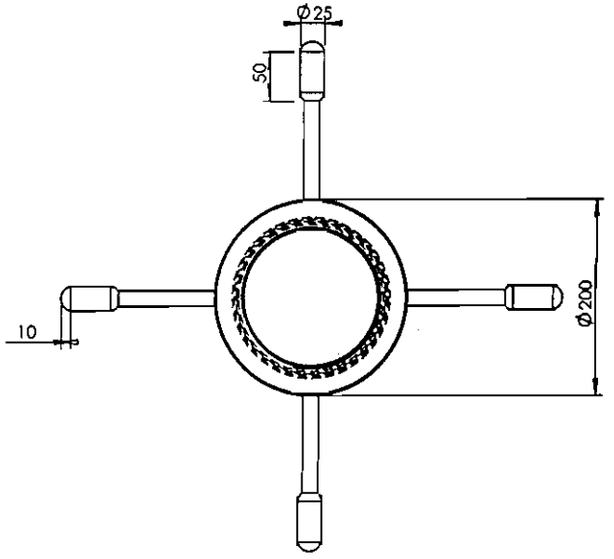


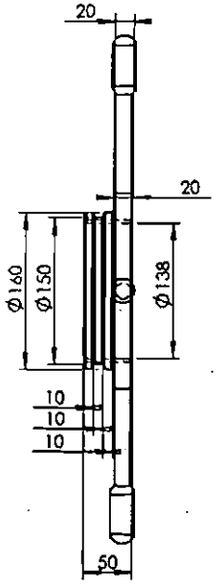


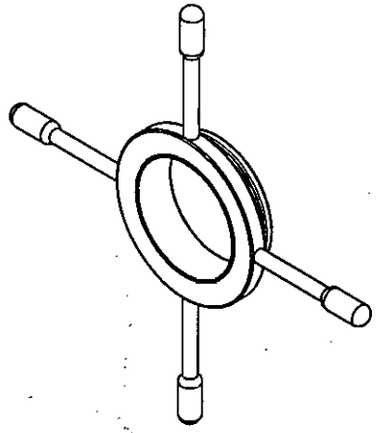


ชิ้นที่	รายการ	ขนาดวัสดุ	วัสดุ	หมายเลขแบบ	จำนวน

ผู้เขียน	นายคมสันติ เม่ากลาง		สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล
ผู้ตรวจ			
ผู้ตรวจ ม.ช.			
ผู้ออกแบบ	นายคมสันติ เม่ากลาง		
มาตราส่วน 1:3	ชื่อชิ้นงาน ชุดกระบอกอัด -กระบอกเลื่อนอัดแหวน		หมายเลขแบบ AE46-003-07

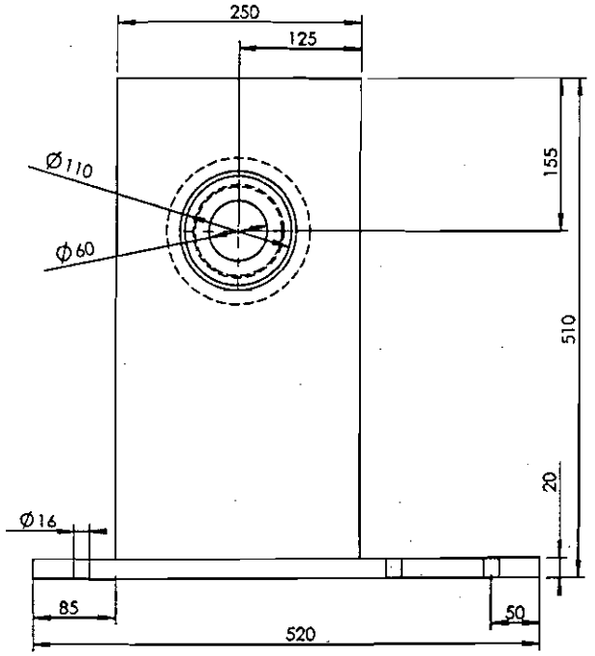


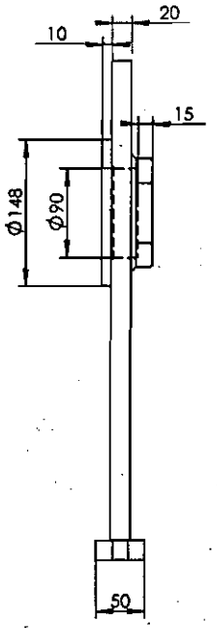


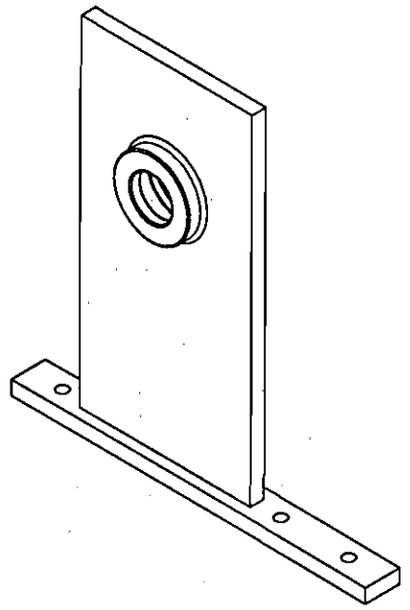


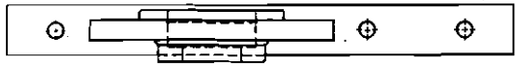
ชิ้นที่	รายการ	ขนาดวัสดุ	วัสดุ	หมายเลขแบบ	จำนวน

ผู้เขียน	นายคมสันติ เม่ากลาง		**สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล**
ผู้ตรวจ			
ผู้ตรวจ ม.ข.			
ผู้ออกแบบ	นายคมสันติ เม่ากลาง		
มาตราส่วน 1:7	ชื่อชิ้นงาน ชุดกระบอกอัด -ตัวควบคุมการเคลื่อนที่ของกระบอกเลื่อน		หมายเลขแบบ AE46-003-08



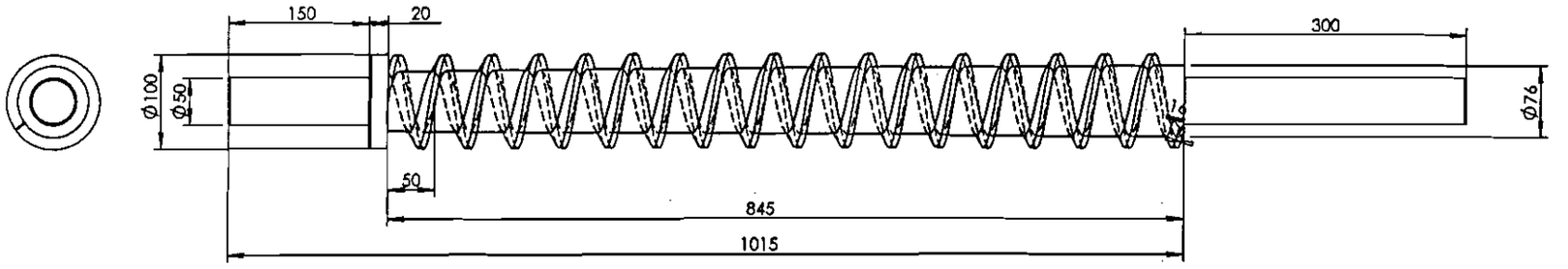


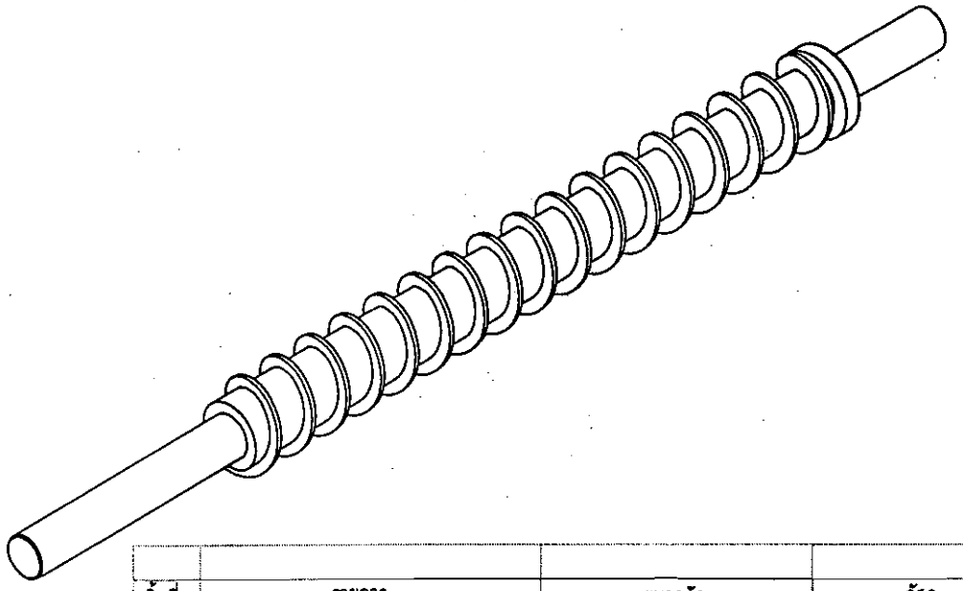




ชิ้นที่	รายการ	ขนาดวัสดุ	วัสดุ	หมายเลขแบบ	จำนวน
ผู้เขียน	นายคมสันติ เม่ากลาง				
ผู้ตรวจ					
ผู้ตรวจ ม.ข.					
ผู้ออกแบบ	นายคมสันติ เม่ากลาง				
นาตราส่วน 1:2	ชื่อชิ้นงาน แผ่นยึดปลายเกลียวอัด			หมายเลขแบบ AE46-004-01	

สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล





ชิ้นที่	รายการ	ขนาดวัสดุ	วัสดุ	หมายเลขแบบ	จำนวน

ผู้เขียน	นายคมสันติ เม่ากลาง		สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล
ผู้ตรวจ			
ผู้ตรวจ ม.ข.			
ผู้ออกแบบ	นายคมสันติ เม่ากลาง		
มาตราส่วน 1:7	ชื่อชิ้นงาน เกลียวอัด		หมายเลขแบบ AE46-005-01