



รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

ออกแบบและสร้างเครื่องขัดชิ้นงานแบบจานคู่
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
วิทยาเขตหาดใหญ่

ผู้วิจัย ดร.สุชาติ จันทรมณีย์
 นายธนากร เกียรติชวัลญบุตร
ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธวัชชัย ปลูกผล

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัย จากเงินรายได้
คณะวิศวกรรมศาสตร์ ประจำปีงบประมาณ 2554

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องขัดชิ้นงานแบบจานคู่ โดยได้ออกแบบและสร้างเครื่องขัดชิ้นงานแบบจานคู่ที่มีกำลังขับ 0.55 kW ความเร็วรอบสามารถปรับได้สูงสุดจากชุดควบคุม 500 rpm และศึกษาความน่าเชื่อถือของเครื่องขัดชิ้นงานแบบจานคู่ คือความได้ระนาบของงานขัด ความเร็วรอบของงานขัด และการเตรียมชิ้นงานตัวอย่างศึกษาโครงสร้างจุลภาค ผลจากการศึกษาพบว่าความได้ระนาบของงานขัดและความเร็วรอบของงานขัดนั้นได้ค่าที่ใกล้เคียงกับเครื่องที่ซื้อมาจากต่างประเทศ สำหรับผลของผิวชิ้นตัวอย่างที่ได้จากการใช้เครื่องขัดจานคู่ จากงานวิจัยนี้มีคุณภาพเพียงพอที่จะนำไปศึกษาโครงสร้างจุลภาคด้วยเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ได้ นอกจากนี้ยังสามารถที่จะสร้างเครื่องขัดที่มีราคาที่ไม่แพงไว้ใช้งานได้

ABSTRACT

This research aims to design and build the double disc polishing machine. This machine is designed with a motor output power of 0.55 kW, the maximum speed can be adjusted from the control box at 500 rpm. In the reliable study of the double disc polishing machine which consists of plane of the disc, the rotating speed of the disc and preparing specimens for metallographical test. It can be found that the plane and speed of the disc is similar to machines purchased from abroad. The surface of specimens at polishing by this machine can be used to study the microstructure by scientific equipment. Moreover, it is possible to build the double disc polishing machine in the saving cost for use.

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยเล่มนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธวัชชัย ปลุกผล ที่ได้เสียสละเวลาอันมีค่ายิ่งในการให้คำปรึกษาแนะนำพร้อมให้ข้อเสนอแนะต่างๆ ในการจัดทำงานวิจัยนี้ เพื่อเป็นประโยชน์แก่ภาควิชาวิศวกรรมเหมืองแร่และวัสดุและคณะวิศวกรรมศาสตร์ จนสำเร็จตามวัตถุประสงค์ด้วยดี

ขอขอบคุณอาจารย์ บุคลากร ภาควิชาวิศวกรรมเหมืองแร่และวัสดุ ที่ให้การสนับสนุนช่วยเหลือทางด้าน อุปกรณ์ เครื่องมือ และสถานที่ในการทำงานวิจัย

สุดท้ายนี้ผู้เขียนขอขอบคุณ ที่ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากเงินกองทุนวิจัย คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ปีงบประมาณ 2554 เลขที่สัญญา ENG-54-2-7-20-0130-S ทำให้ผู้เขียนประสบความสำเร็จ

สุชาติ จันทรมณีย์
ธนากร เกียรติขวัญบุตร

คำนำ

การเรียนการสอนทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ โดยเฉพาะทางด้านวิศวกรรมวัสดุ วิศวกรรมโลหการ และสาขาวิชาอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง จำเป็นต้องใช้เครื่องมือในการเตรียมชิ้นงาน ทดสอบในการทำโครงการ การวิจัย และการนำไปใช้ในภาคอุตสาหกรรม ดังนั้นในงานวิจัยชิ้นนี้ ผู้เขียนได้เห็นถึงความสำคัญของการออกแบบและสร้างเครื่องขัดชิ้นงานแบบจานคู่ เพื่อใช้สำหรับการศึกษาด้านโครงสร้างจุลภาคของชิ้นทดสอบในรายวิชาปฏิบัติของภาควิชาวิศวกรรมเหมืองแร่ และวัสดุ และเครื่องที่ซื้อมาจากต่างประเทศยังมีราคาแพง บำรุงรักษายากเมื่อเกิดความเสียหาย จึงได้ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องเบื้องต้น เช่น โครงการนักศึกษา งานประดิษฐ์ สิทธิบัตร และข้อมูลอื่นๆ และได้ทำการออกแบบและสร้างเครื่องขัดชิ้นงานแบบจานคู่ขึ้น ได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพ ความเชื่อถือ และสรุปผล ผลจากการวิจัยสามารถสร้างเครื่องขัดจานคู่ เพื่อใช้งานได้และลดการนำเข้าจากต่างประเทศตามวัตถุประสงค์

สารบัญ

| | หน้า |
|--|------|
| บทคัดย่อ | (2) |
| กิตติกรรมประกาศ | (4) |
| สารบัญ | (6) |
| รายการตาราง | (8) |
| รายการภาพประกอบ | (9) |
| บทที่ | |
| 1. บทนำ | 1 |
| 1.1 ความสำคัญและที่มาของการวิจัย | 1 |
| 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย | 3 |
| 1.3 ขอบเขตของการวิจัย | 3 |
| 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ | 4 |
| 1.5 สถานที่ทำการวิจัย | 4 |
| 2. ทฤษฎีและการวิจัยที่เกี่ยวข้อง | 5 |
| 2.1 ทฤษฎีการวิจัยที่เกี่ยวข้อง | 5 |
| 2.1.1 เพลา (Shaft) | 5 |
| 2.1.2 ลิ่ม (Key) | 7 |
| 2.1.3 การออกแบบสายพานและล้อสายพานลิ่ม | 9 |
| 2.1.3.1 สายพาน | 9 |
| 2.1.3.2 การส่งกำลังด้วยสายพานลิ่ม (V-Belt Drives) | 9 |
| 2.1.3.3 ขนาดมาตรฐานของล้อสายพาน | 10 |
| 2.1.3.4 การคำนวณระบบส่งกำลังด้วยสายพานลิ่ม | 12 |
| 2.1.3.5 การคำนวณหาอัตราทดและขนาดมู่เล่ | 13 |
| 2.1.3.6 การคำนวณค่าความยาวของสายพานที่ใช้ | 13 |
| 2.1.4 มอเตอร์ (Motor) | 13 |
| 2.1.5 ตลับลูกปืน | 15 |
| 2.1.5.1 ขนาดของตลับลูกปืน | 15 |
| 2.1.5.2 การคำนวณเพื่อเลือกขนาดตลับลูกปืนที่เหมาะสม | 16 |
| 2.2 การวิจัยที่เกี่ยวข้อง | 17 |
| 3. ระเบียบวิธีการวิจัย | 20 |
| 3.1 การออกแบบ คำนวณและเลือกใช้ชิ้นส่วนตามมาตรฐาน | 20 |
| 3.1.1 โครงสร้างเครื่อง | 20 |
| 3.1.2 การเลือกมอเตอร์ | 21 |

สารบัญ (ต่อ)

| บทที่ | หน้า |
|--------------------|------|
| 3.1.3 | 23 |
| 3.1.4 | 24 |
| 3.1.5 | 24 |
| 3.1.6 | 25 |
| 3.1.7 | 26 |
| 3.2 | 27 |
| 3.3 | 30 |
| 3.3.1 | 30 |
| 3.3.2 | 30 |
| 3.3.3 | 31 |
| 4. | 32 |
| 4.1 | 32 |
| 4.1.1 | 32 |
| 4.1.2 | 32 |
| 4.1.3 | 33 |
| 4.1.3.1 | 33 |
| 4.1.3.2 | 36 |
| 5. | 38 |
| 5.1 | 38 |
| 5.2 | 38 |
| เอกสารอ้างอิง | 39 |
| ภาคผนวก | 41 |
| ภาคผนวก ก | 42 |
| ภาคผนวก ข | 61 |
| ภาคผนวก ค | 63 |
| ประวัติคณะผู้วิจัย | 65 |

รายการตาราง

| ตารางที่ | หน้า | |
|----------|---|----|
| 2.1 | ค่าความเค้นบิด σ_{ball} และความเค้นดัด τ_{tall} | 6 |
| 2.2 | ตัวอย่างบางส่วนการเลือกขนาดมาตรฐานของลิมที่ใช้กับเพลลาขนาดต่างๆ | 8 |
| 2.3 | ขนาดมาตรฐานของสายพานแบบ A ถึงแบบ D | 10 |
| 2.4 | แสดงขนาดมาตรฐานของล้อสายพานสำหรับสายพานลิมแบบมาตรฐาน | 11 |
| 2.5 | แสดงค่ามาตรฐานของร่องล้อสายพานสำหรับสายพานลิมแบบมาตรฐาน | 12 |
| 2.6 | ตัวอย่างขนาดของตลับลูกปืนชนิดลูกกลิ้งกลม ตาม DIN 625 | 16 |
| 4.1 | ผลการทดสอบความได้ระนาบของงานขัด | 32 |
| 4.2 | ผลการทดสอบความเร็รรอบของงานขัดจากงานวิจัย | 33 |
| 4.3 | การทดสอบความเร็รรอบของงานขัดจากการซื้อจากต่างประเทศ | 33 |

รายการภาพประกอบ

| รูปที่ | หน้า |
|---|------|
| 1.1 เครื่องขัดผิวชิ้นงานชนิดจานคู่ JEAN WIRTZ BUEHLER GmbH รุ่น PHOENIX BETA/2 ครุภัณฑ์ปี 2540 | 2 |
| 1.2 เครื่องขัดผิวชิ้นงานชนิดจานคู่อัตโนมัติ METKON DIGISET 2V and DIGIMAT ครุภัณฑ์ปี 2545 | 2 |
| 1.3 เครื่องขัดผิวชิ้นงานชนิดจานเดี่ยว NANO 1000T/2000T ครุภัณฑ์ปี 2556 | 3 |
| 2.1 แสดงการบอกขนาดและส่วนประกอบของเส้นใยต่างๆ ในสายพานลิ้มมาตรฐาน | 9 |
| 2.2 ลักษณะของร่องล้อสายพานสำหรับสายพานลิ้มแบบมาตรฐาน | 10 |
| 2.3 มอเตอร์ 3 เฟส | 14 |
| 2.4 (ก) เนมเพลทมอเตอร์ 1 เฟส (220 V) (ข) เนมเพลทมอเตอร์ 3 เฟส (220/380 V) | 14 |
| 2.5 ตลับลูกปืนและส่วนประกอบ | 15 |
| 2.6 การบอกขนาดของตลับลูกปืน | 16 |
| 2.7 เครื่องขัดผิวชิ้นงานทดสอบ | 17 |
| 2.8 เครื่องขัดผิวชิ้นงานทดสอบแบบกึ่งอัตโนมัติ | 18 |
| 2.9 สร้างและพัฒนาเครื่องขัดกระดาษทราย | 19 |
| 3.1 โครงสร้างภายในของเครื่องขัดจานคู่ | 20 |
| 3.2 โครงสร้างภายนอกของเครื่องขัดจานคู่ (ก) ฝาครอบด้านบน (ข) ฝาครอบด้านล่าง | 21 |
| 3.3 ชิ้นส่วนต่างๆ ของเครื่องขัด | 27 |
| 3.4 แสดงระบบขับเคลื่อนของเครื่องขัด (ก) ด้านบน (ข) ด้านล่าง | 28 |
| 3.5 แสดงชุดควบคุมความเร็วของมอเตอร์เครื่องขัด | 29 |
| 3.6 แสดงระบบหล่อเย็นเครื่องขัด | 29 |
| 3.7 แสดงเครื่องขัดจานคู่ | 29 |
| 3.8 การทดสอบหาความได้ระนาบของงานขัดด้วยวิธีการวัดด้วย Dial Gage จากเส้นผ่านศูนย์กลางห่างจากศูนย์กลาง | 30 |
| 3.9 การทดสอบความเร็วรอบของงานขัด | 30 |
| 3.10 (ก) ชิ้นงานที่นำไปทำการตรวจสอบโครงสร้างจุลภาค (ข) กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (Optical Microscope) | 31 |
| 4.1 แสดงโครงสร้างจุลภาคของชิ้นงานหล่อ (a) 0wt%; SSM (b) 0wt%; CLC (c) 0.08wt%Sr; SSM (d) 0.08wt%Sr; CLC (e) 0.2wt%Sr; SSM (f) 0.2wt%Sr; CLC | 34 |
| 4.2 โครงสร้างจุลภาคของอินกอต (a) Al-10%Sr และ (b) Al-10%Zr | 35 |
| 4.3 โครงสร้างจุลภาคของชิ้นทดสอบที่ผ่านกระบวนการทางความร้อนแบบ T6 | 35 |

รายการภาพประกอบ (ต่อ)

| รูปที่ | หน้า |
|---|------|
| 4.4 แสดงโครงสร้างจุลภาคของชิ้นงานหล่อ (a) 0wt%Zr; SSM (b) 0wt%Zr; CLC (c) 0.19wt%Zr; SSM (d) 0.19wt%Zr; CLC (e) 0.27wt%Zr; SSM (f) 0.27wt%Zr; CLC | 36 |
| 4.5 SEM ของ (ก) SAC305 และ (ข) SAC305-0.2 wt% SWCNTs วัสดุผสมนาโน | 37 |
| 4.6 ภาพ SEM แสดงโลหะบัดกรีไร้สารตะกั่วชนิด SAC305 บนวัสดุฐานทองแดง Reflow ที่อุณหภูมิ 250 °C | 37 |

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของการวิจัย

ในการเรียนการสอนทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ในสาขาวิชาวิศวกรรมวัสดุของภาควิชาวิศวกรรมเหมืองแร่และวัสดุ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์นั้น ได้จัดการเรียนการสอนในหลายๆ ด้านด้วยกัน ดังนี้เช่น ทางด้านโลหะ (Metal) พอลิเมอร์ (Polymer) เซรามิก (Ceramic) และวัสดุผสม (Composite) ซึ่งในแต่ละด้านต้องอาศัยวัสดุ เครื่องมือและอุปกรณ์ที่แตกต่างกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการศึกษาทางด้านวัสดุที่เป็นกลุ่มโลหะ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของสาขาวิชาวิศวกรรมวัสดุ ที่ต้องอาศัย เครื่องมือ อุปกรณ์ที่จำเป็นสำหรับการเรียนการสอน โครงการงานวิจัย ด้วยเช่นกัน เครื่องขัดผิวชิ้นงานเป็นเครื่องมือชนิดหนึ่งที่มีความจำเป็นต้องใช้ในการศึกษาทางด้านโลหะวิทยาเป็นอย่างมาก เนื่องจากเครื่องขัดผิวชิ้นงานนำมาใช้สำหรับขัดเตรียมผิวของชิ้นงานให้ราบเรียบก่อนนำชิ้นงานไปทำการวิเคราะห์โครงสร้างจุลภาคด้วยกล้องจุลทรรศน์ในขั้นตอนต่อไป ปัจจุบันภาควิชาวิศวกรรมเหมืองแร่และวัสดุมีจำนวนนักศึกษาที่เพิ่มมากขึ้นซึ่งประกอบด้วย การศึกษาระดับปริญญาตรี ปริญญาโท และปริญญาเอก โดยมีการเรียนในรายวิชานิพนธ์ งานวิจัย การบริการวิชาการ และการเรียนการสอน จำเป็นต้องใช้เครื่องขัดผิวชิ้นงาน เช่น หัวข้อเรื่อง อิทธิพลของตัวแปรในกระบวนการทางความร้อนที่มีผลต่อสมบัติเชิงกลและโครงสร้างจุลภาคของอลูมิเนียมผสม 6061 ที่ได้จากการขึ้นรูปกึ่งของแข็งโดยใช้แก๊ส หัวข้อเรื่อง Microstructure and Properties of Semisolid 7075 Al Alloy of for Heat Treatment เป็นต้น อีกทั้งยังมีรายวิชา โครงงานวิศวกรรมวัสดุ รหัสวิชา 237-371 รายวิชา Materials Engineering Lab I รหัสวิชา 237-301 (จำนวนนักศึกษาที่ลงทะเบียนเทอมละ 40-50 คน) และรายวิชา Materials Engineering Lab II รหัสวิชา 237-201 ทำให้เครื่องขัดผิวชิ้นงานภายในภาควิชาวิศวกรรมเหมืองแร่และวัสดุ ที่มีอยู่มีจำนวนไม่เพียงพอต่อการใช้งาน ชำรุดและค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษามีราคาสูง จึงส่งผลกระทบต่อ งานวิจัย การเรียนการสอน นิพนธ์ ทำให้งานที่สร้างความล่าช้าขึ้น ดังนั้นทางคณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะออกแบบและสร้างเครื่องขัดผิวชิ้นงานขึ้นมาเพื่อเป็นสิ่งประดิษฐ์พื้นฐานในการนำไปใช้ ประโยชน์สำหรับการเตรียมตัวอย่างก่อนที่จะนำไปศึกษาโครงสร้างจุลภาคของชิ้นตัวอย่าง เพื่อให้ได้คุณภาพของชิ้นงานที่เตรียมที่ดีมีคุณภาพและยังสามารถให้นักศึกษาเข้าใจถึงขั้นตอนการเตรียม ชิ้นงานที่ถูกต้อง เครื่องขัดผิวชิ้นงานในปัจจุบันที่มีอยู่หลายแบบหลายชนิด เช่น เครื่องขัดผิวชิ้นงาน ชนิดจานคู่ ดังแสดงในรูปที่ 1.1 และรูปที่ 1.2 และเครื่องขัดผิวชิ้นงานชนิดจานเดี่ยว ดังแสดงในรูปที่ 1.3 แต่ที่นิยมใช้กันมากคือ เครื่องขัดผิวชิ้นงานแบบจานคู่ ซึ่งหากคณะวิศวกรรมศาสตร์ให้ทุน สนับสนุนในการสร้างเครื่องขัดผิวชิ้นงานแบบจานคู่ในครั้งนี้ทางภาควิชาวิศวกรรมเหมืองแร่และวัสดุ จะได้เครื่องขัดผิวชิ้นงานแบบจานคู่ที่พัฒนาขึ้นได้โดยนักวิจัยของคณะวิศวกรรมศาสตร์เอง โดยไม่ต้อง

สั่งซื้อจากต่างประเทศที่มีราคาของเครื่อง ค่าบำรุงรักษา ชิ้นส่วนอะไหล่แพงและเป็นการ
ประหยัดเวลา



รูปที่ 1.1 เครื่องขัดผิวชิ้นงานชนิดจานคู่ JEAN WIRTZ BUEHLER GmbH รุ่น PHOENIX BETA/2
ครุภัณฑ์ปี 2540



รูปที่ 1.2 เครื่องขัดผิวชิ้นงานชนิดจานคู่อัตโนมัติ METKON DIGISET 2V and DIGIMAT
ครุภัณฑ์ปี 2545



รูปที่ 1.3 เครื่องขัดผิวชิ้นงานชนิดงานเดี่ยว NANO 1000T/2000T ครุภัณฑ์ปี 2556

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องขัดผิวชิ้นงานแบบจานคู่ เพื่อใช้เตรียมตัวอย่างชิ้นงานสำหรับวิเคราะห์โครงสร้างจุลภาคได้
2. เพื่อให้ภาควิชาวิศวกรรมเหมืองแร่และวัสดุ มีเครื่องขัดผิวชิ้นงาน ในการใช้เตรียมตัวอย่างชิ้นงานสำหรับวิเคราะห์โครงสร้างจุลภาค สำหรับรายวิชาโครงการงานนักศึกษาระดับปริญญาตรี วิชาวิทยานิพนธ์นักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา งานวิจัย การบริการวิชาการและการเรียนการสอน

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

การออกแบบและสร้างเครื่องขัดผิวชิ้นงานแบบจานคู่ ประกอบด้วยองค์ประกอบหลักดังนี้

1. เครื่องขัดผิวชิ้นงานแบบจานคู่ สามารถปรับความเร็วรอบของงานขัดที่ควบคุมด้วยชุดควบคุมได้หลายระดับ โดยความเร็วรอบสูงสุด 500 rpm
2. งานขัดของเครื่องขัดผิวชิ้นงานแบบจานคู่ มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 200 mm
3. โครงสร้างเครื่องขัดผิวชิ้นงานแบบจานคู่ ภายนอกเป็นเหล็กกล้าไร้สนิม (Stainless Steel)
4. เครื่องขัดผิวชิ้นงานแบบจานคู่ ใช้กระแสไฟฟ้าขนาด 220 Volt 50 Hz 1 Phase

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้เครื่องตัดผิวชิ้นงานแบบจานคู่ สำหรับเพื่อใช้เตรียมตัวอย่างชิ้นงานสำหรับวิเคราะห์โครงสร้างจุลภาค ในรายวิชาโครงงานนักศึกษาระดับปริญญาตรี วิชาวิทยานิพนธ์สำหรับนักศึกษาบัณฑิตศึกษา งานวิจัย การบริการวิชาการและการเรียนการสอนภายในภาควิชาวิศวกรรมเหมืองแร่และวัสดุ
2. ลดการนำเข้าเครื่องมือจากต่างประเทศ ที่มีราคาแพงได้
3. บุคลากรสามารถนำความรู้ ทักษะทางวิศวกรรมศาสตร์มาประยุกต์ในการสร้างเครื่องมือที่เหมาะสมกับหน่วยงานได้

1.5 สถานที่ทำการวิจัย

ภาควิชาวิศวกรรมเหมืองแร่และวัสดุ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

บทที่ 2

ทฤษฎีและการวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การออกแบบเครื่องจักร เครื่องมือ อุปกรณ์ ที่ใช้ในงานอุตสาหกรรมหรือในการเรียนการสอนในสถานศึกษาสำหรับงานโครงการนักศึกษา งานวิจัย และการบริการวิชาการนั้นนอกจากจะออกแบบให้เป็นไปได้ในทางวิศวกรรมแล้วยังมีสิ่งที่สำคัญอีกหลายประการ เช่น ใช้งานและบำรุงรักษาได้ง่าย แล้วยังมีความแข็งแรงเพียงพอกับภาระแรงที่กระทำจะต้องออกแบบให้เหมาะสม ถอดประกอบได้ง่ายเมื่อหมดอายุการใช้งาน ดังนั้นต้องทราบถึงหลักการออกแบบของชิ้นส่วนที่จำเป็นดังนี้

2.1 ทฤษฎีการวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 เพลา (Shaft)

เพลาเป็นชิ้นส่วนสำคัญเพื่อส่งถ่ายกำลังจากต้นกำเนิดกำลังของเครื่องจักรผ่านชุดอุปกรณ์ต่างๆ ที่ติดตั้งอยู่บนเพลา ในการวิเคราะห์ลักษณะการรับภาระ (Load) ของเพลาจะต้องดูส่วนประกอบต่างๆ ที่ถูกติดตั้งบนเพลาวามีชิ้นส่วนอะไรบ้าง ดังเช่น เฟือง ตลับลูกปืน ล้อสายพาน เป็นต้น เพราะส่วนประกอบเหล่านี้จะส่งผลให้เกิดการรับภาระในแบบต่างๆ ที่แตกต่างกันไปตามชนิดของการใช้งาน

การออกแบบและการคำนวณหาขนาดเพลา จะต้องพิจารณาถึงสิ่งเหล่านี้

1. กำลังงานและภาระที่ใช้ส่งกำลังให้กับชิ้นส่วนต่างๆ
2. ความเค้นที่เกิดขึ้นกับเพลา ประกอบด้วย ขนาด รูปร่าง และผิวสำเร็จภายหลังการผลิต สิ่งเหล่านี้เป็นปัจจัยหลักที่ทำให้เกิดความเค้นตกค้าง (Stress Concentration) ที่เกิดขึ้นบนเพลา
3. ความแกร่ง ของเพลาขณะใช้งานหรือมีแรงกระทำอาจเกิดการบิดตัวหรือการแอ่นตัวขึ้น
4. เกิดการสั่นขึ้นผลกระทบจากการแอ่นตัวของเพลา

สภาวะที่เพลารับภาระสถิตแบบแรงดัดและแรงบิดที่เป็นภาระ 2 แบบพร้อมๆ กัน นั้น คือการรับแรงดัดหรือแรงกดจากภายนอกที่กระทำบริเวณขอบนอกของเพลาและเกิดการบิดบนเพลาไปพร้อมๆ กันด้วย แต่ไม่มีแรงดัดหรือแรงกดที่กระทำในแนวแกนเพลาหรือมีเพียงเล็กน้อยเท่านั้น จนสามารถคิดได้ว่าค่า $F = 0$ สำหรับการคำนวณหาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเพลาส่งกำลังสามารถใช้ทฤษฎีความเค้นเฉือนสูงสุดได้ เมื่อทราบตัวประกอบความปลอดภัย (n) ดังแสดงสมการที่ 1 [1]

$$d = \left[\frac{32n}{\pi S_y} (M^2 + T^2)^{\frac{1}{2}} \right]^{\frac{1}{3}} \quad (1)$$

หรือการคำนวณหาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพลลาโดยใช้ทฤษฎีพลังงานบิดเบี้ยว (Distortion Energy Theory) เมื่อทราบตัวประกอบความปลอดภัย (n) คือ

$$d = \left[\frac{16n}{\pi S_y} (4M^2 + 3T^2)^{\frac{1}{2}} \right]^{\frac{1}{3}} \quad (2)$$

โดยที่

- d = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเพลลา
- T = โมเมนต์บิดที่หน้าตัดวิกฤต
- M = โมเมนต์ดัดที่หน้าตัดวิกฤต (Critical Section)
- S_y = กำลังคราก (Yield Strength) ของวัสดุเพลลา
- n = ตัวประกอบความปลอดภัย

การคำนวณหาขนาดของเพลลาโดยประมาณ สามารถหาได้ใกล้เคียงจากข้อมูลจากความเค้นบิดและความเค้นดัด

$$d = \sqrt[3]{\frac{32Mb}{\pi\sigma_{ball}}} \quad (3)$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{16T}{\pi\tau_{ball}}} \quad (4)$$

ค่า σ_{ball} และ τ_{ball} ได้จากตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ค่าความเค้นบิด σ_{ball} และความเค้นดัด τ_{ball} [2]

| เพลลาทำจากวัสดุ | τ_{ball} (N/mm ²) | σ_{ball} (N/mm ²) |
|-----------------|------------------------------------|--------------------------------------|
| St 42 | 12-18 | 30-60 |
| St 50 | 20-40 | 40-60 |
| St 60 | 40-60 | 60-100 |
| St 70 | 60-80 | 100-150 |

2.1.2 ลิ่ม (Key)

ลิ่มเป็นชิ้นส่วนเครื่องจักร มีลักษณะเป็นแท่งที่ประกอบไว้ในร่องลิ่มระหว่างเพลาส่งกำลังกับชิ้นส่วนเครื่องจักรกลชนิดอื่นๆ เช่น ใบพัด ลูกเบี้ยว เฟือง ล้อสายพาน หรือชิ้นส่วนอื่นๆ เพื่อทำหน้าที่ในการส่งถ่ายแรงบิดจากเพลามาไปยังชิ้นส่วนที่ประกอบอยู่บนเพลานี้เพื่อไม่ให้เกิดการหมุนสัมพัทธ์ขึ้นในขณะที่ส่งกำลังหรือป้องกันการเลื่อนหรือเคลื่อนที่ของชิ้นส่วนที่ประกอบบนเพลานี้ในแนวแกน

ลิ่มแบ่งออกเป็นชนิดต่างๆ ดังนี้

1. **ลิ่มสี่เหลี่ยมผืนผ้าและลิ่มสี่เหลี่ยมจัตุรัส** ตามมาตรฐาน ISO/R773 และมาตรฐาน ISO/R774 การประกอบจะฝังอยู่ในเนื้อเพลาค้างหนึ่งและล้อสายพานอีกค้างหนึ่ง ส่วนใหญ่ใช้ในงานอุตสาหกรรมทั่วไป

2. **ลิ่มแบน** ตามมาตรฐาน ISO 2491 และมาตรฐาน ISO 2492 เป็นลิ่มที่มีความหนาน้อยกว่าลิ่มสี่เหลี่ยมผืนผ้าและลิ่มสี่เหลี่ยมจัตุรัส ทำให้เพลามีความแข็งแรงมากขึ้น เหมาะกับต้องการให้เพลาล้อสายพานตื้นขึ้น

3. **แซดเดิลคีย์** ลิ่มชนิดนี้ใช้กับงานเบาและต้องการให้เพลากับดุมล้อหมุนสัมพัทธ์ หรือกรณีที่ไม่สามารถทำร่องลิ่มได้ทั้งบนเพลากับดุมล้ออาศัยความเสียดทานเมื่อต้องการส่งกำลังสูงๆ ต้องทำให้ผิวเพลาล้อมและแซดเดิลคีย์แบนราบด้วย

4. **ลิ่มวงเดือน** เป็นลิ่มที่มีลักษณะครึ่งวงกลมมีขนาดตามมาตรฐาน ISO 9312 ต้องกัดให้เพลามีร่องที่ลึกทำให้ความแข็งแรงลดลงแต่ลิ่มชนิดนี้สามารถปรับตัวเองได้เล็กน้อย

5. **แทนเจนเชียลคีย์** เป็นลิ่มที่มีลักษณะประกอบด้วยสองชิ้นมีขนาดตามมาตรฐาน ISO 3117 แต่ละชิ้นมีความเรียบทำให้มีความอัดแน่นมากขึ้นเพื่อส่งแรงในทิศทางเดียว

6. **สปายน์** มีลักษณะเหมือนลิ่มหลายๆ ชิ้นติดอยู่รอบเพลามีข้อดีช่วยในการรักษาศูนย์กลางของเพลากับดุมล้อด้วยตัวเอง มีทั้งที่เป็นแบบพื้นตรงและแบบที่มีพื้นเป็นแบบผิวโค้ง ตามมาตรฐาน ISO/R14

7. **ลิ่มกลมหรือสลัก** ลิ่มชนิดนี้ทำให้ Stress Concentration เกิดขึ้นที่เพลาดำมาก แต่จะให้ความแข็งแรงของเพลาลดลงหากต้องเจาะรูเพื่อใส่สลัก

การเลือกใช้ลิ่มต้องเลือกตามมาตรฐานซึ่งต้องให้สอดคล้องกับขนาดของเพลาดำด้วย ดังแสดงในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ตัวอย่างบางส่วนการเลือกขนาดมาตรฐานของลิ้มที่ใช้กับเพลลาขนาดต่างๆ [4]

| ขนาดเพลลา (d) mm | ลิ้มสี่เหลี่ยมผืนผ้าและลิ้มสี่เหลี่ยมจัตุรัส | ลิ้มแบน |
|------------------|--|---------|
| 3-4 | | |
| 4-5 | | |
| 5-6 | | |
| 6-7 | 2x2 | |
| 7-8 | 2x2 | |
| 8-10 | 3x3 | |
| 10-12 | 4x4 | |
| 12-14 | 5x5 | 5x3 |
| 14-16 | 5x5 | 5x3 |
| 16-18 | 5x5 | 6x4 |
| 18-20 | 6x6 | 6x4 |
| 20-22 | 6x6 | 6x4 |
| 22-25 | 8x7 | 8x5 |
| 25-28 | 8x7 | 8x5 |
| 28-32 | 8x7 | 8x5 |
| 32-38 | 10x8 | 10x6 |
| 38-44 | 12x8 | 12x6 |
| 44-50 | 14x9 | 14x6 |
| 50-58 | 16x10 | 16x7 |
| 58-65 | 18x11 | 18x7 |
| 65-75 | 20x12 | 20x8 |
| 78-85 | 22x14 | 22x9 |

เมื่อประกอบเพลลาเข้ากับล้อสายพานจะเกิดความเค้นขึ้น ความเค้นที่เกิดขึ้นนั้นเป็นผลมาจากแรง 2 แรง คือ แรงจากการสวมลิ้มลงในร่องลิ้มและแรงจากการส่งโมเมนต์บิด ทำให้ลิ้มเกิดความเค้นอัดและและ ความเค้นเฉือนดังนั้นสามารถที่จะเลือกลิ้มให้เหมาะสมได้จากตารางเป็นเบื้องต้นหรือจากการคำนวณแต่ในทางปฏิบัติการคำนวณหาขนาดลิ้มนั้นมักจะคำนวณหาขนาดความยาวเท่านั้น เนื่องจากมีขนาดมาตรฐานอยู่แล้ว เช่นในการทำเพลลาและลิ้มจากวัสดุชนิดเดียวกัน โดยเสมือนว่าเพลลาและลิ้มรับโมเมนต์บิดเท่ากัน ดังนั้น

$$T = \frac{bl\tau d}{2} = \frac{\pi d^3}{16} \tau \quad (5)$$

เพราะฉะนั้น

$$l = \frac{\pi d^2}{8b} \quad (6)$$

โดยที่

l = ความยาวของลิ่ม

d = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพลลา

b = ความกว้างของลิ่ม

2.1.3 การออกแบบสายพานและล้อสายพานลิ่ม

2.1.3.1 สายพาน

การส่งกำลังด้วยสายพานเป็นการส่งกำลังแบบอ่อนตัวได้ ข้อดีในการส่งกำลังด้วยวิธีนี้ทำให้รับแรงกระตุกและการสั่นสะเทือนได้ดี เหมาะกับการส่งกำลังที่เพลามีระยะห่างกันมาก

ชนิดของสายพาน สามารถแบ่งออกตามพื้นที่หน้าตัด เช่นสายพานแบบ สายพานรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า สายพานกลม และสายพานลิ่ม เป็นต้น



รูปที่ 2.1 แสดงการบอกขนาดและส่วนประกอบของเส้นใยต่างๆ ในสายพานลิ่มมาตรฐาน [4]

2.1.3.2 การส่งกำลังด้วยสายพานลิ่ม (V-Belt Drives)

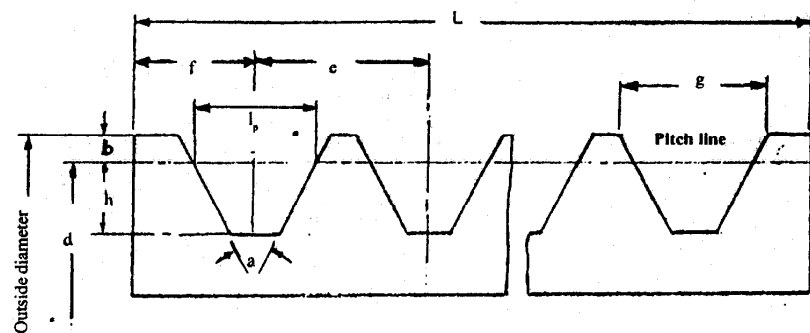
สายพานลิ่มแบบมาตรฐาน (Standard V-Belt) ซึ่งจะมีขนาดพื้นที่หน้าตัดให้เลือก 5 ขนาดแต่ละขนาดจะกำกับด้วยตัวอักษร A, B, C, D และ E ขนาดที่กำหนดด้วยตัวอักษร E เป็นขนาดที่โตสุดแต่การใช้งานไม่แพร่หลายมากนัก ตัวอย่างขนาดมาตรฐานของสายพานมาตรฐานของแบบ A จนถึง D บางส่วนดังแสดงในรูปที่ 2.1 และตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 ขนาดมาตรฐานของสายพานแบบ A ถึงแบบ D [4]

| Cross section symbol | Pitch Width (W_p) mm | Nominal Top Width (W) mm | Nominal height (T) mm | Nominal included angle (A) ° |
|----------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------------------|---------------------------------|
| A | 11 | 13 | 8 | 40 |
| B | 14 | 17 | 11 | 40 |
| C | 19 | 22 | 14 | 40 |
| D | 27 | 19 | 19 | 40 |

2.1.3.3 ขนาดมาตรฐานของล้อสายพาน

ลักษณะของร่องล้อสายพานที่ใช้กับสายพานลิ้มแบบมาตรฐานแสดงอยู่ในรูปที่ 2.2 ค่ามาตรฐานที่ใช้ในการทำร่องล้อสายพานตารางที่ 2.4 และ ตารางที่ 2.5 แสดงค่ามาตรฐานของร่องล้อสายพานสำหรับสายพานลิ้มแบบมาตรฐาน



รูปที่ 2.2 ลักษณะของร่องล้อสายพานสำหรับสายพานลิ้มแบบมาตรฐาน [4]

ตารางที่ 2.4 แสดงขนาดมาตรฐานของล้อยายพานสำหรับสายพานลิ้มแบบมาตรฐาน [4]

| 'A' SECTION | | 'B' SECTION | | 'C' SECTION | | 'D' SECTION | |
|------------------------|----------------------|------------------------|----------------------|------------------------|----------------------|------------------------|----------------------|
| Outside diameter mm | Pitch diameter mm | Outside diameter mm | Pitch diameter mm | Outside diameter mm | Pitch diameter mm | Outside diameter mm | Pitch diameter mm |
| 81.6 | 75 | 133.4 | 125 | 210.4 | 200 | 371.2 | 355 |
| 86.6 | 80 | 140.4 | 132 | 223.2 | 212 | 391.2 | 375 |
| 91.6 | 85 | 148.4 | 140 | 235.4 | 224 | 416.2 | 400 |
| 96.6 | 90 | 158.4 | 150 | 247.4 | 238 | 441.2 | 425 |
| 101.6 | 95 | 168.4 | 160 | 261.4 | 250 | 461.2 | 450 |
| 106.6 | 100 | 178.4 | 170 | 276.4 | 260 | 491.2 | 475 |
| 112.6 | 106 | 188.4 | 180 | 291.4 | 280 | 516.2 | 500 |
| 118.6 | 112 | 198.4 | 190 | 310.4 | 300 | 546.2 | 530 |
| 124.6 | 118 | 208.4 | 200 | 326.4 | 315 | 576.2 | 580 |
| 131.6 | 125 | 237.4 | 220 | 366.4 | 355 | 616.2 | 600 |
| 138.6 | 132 | 258.4 | 250 | 386.4 | 375 | 646.2 | 630 |
| 148.6 | 140 | 288.4 | 280 | 410.4 | 400 | 726.2 | 710 |
| 156.6 | 150 | 308.4 | 300 | 461.4 | 450 | 766.2 | 750 |
| 166.6 | 160 | 323.4 | 315 | 510.4 | 500 | 816.2 | 800 |
| 176.6 | 170 | 363.4 | 355 | 541.4 | 530 | 916.2 | 900 |
| 186.6 | 180 | 338.4 | 375 | 571.4 | 560 | 1016 | 1000 |
| 196.6 | 190 | 408.4 | 400 | 610.4 | 600 | 1076 | 1080 |
| 206.6 | 200 | 458.4 | 450 | 641.4 | 630 | 1138 | 1120 |
| 236.6 | 224 | 508.4 | 500 | 721.4 | 710 | 1256 | 1250 |
| 256.6 | 250 | 538.4 | 530 | 751.4 | 750 | 1416 | 1400 |
| 286.6 | 280 | 568.4 | 560 | 810.4 | 800 | 1516 | 1500 |
| 306.6 | 300 | 608.4 | 600 | 910.4 | 900 | 1616 | 1600 |
| 321.6 | 315 | 638.4 | 630 | 1011 | 1000 | 1816 | 1800 |
| 361.6 | 355 | 718.4 | 710 | 1131 | 1120 | 2018 | 2000 |
| 406.6 | 400 | 758.4 | 750 | 1211 | 1250 | - | - |
| 456.6 | 450 | 808.4 | 800 | 1411 | 1400 | - | - |
| 516.6 | 500 | 908.4 | 900 | 1611 | 1600 | - | - |
| 566.6 | 560 | 1008 | 1000 | - | - | - | - |
| 636.6 | 630 | 1128 | 1120 | - | - | - | - |
| 716.6 | 710 | - | - | - | - | - | - |
| 806.6 | 800 | - | - | - | - | - | - |

ตารางที่ 2.5 แสดงค่ามาตรฐานของร่องล้อสายพานสำหรับสายพานลิมแบบมาตรฐาน [4]

| Groove Cross Section symbol | Pitch diameter of the pulley (d) mm | Groove Angle (a) degree | Minimum Top Width of Groove (g) mm | Minimum Groove depth below pitch diameter (h) mm | Centre to centre of grooves (see note 2) (e) mm | Edge of pulley to first groove centre (see note 3) (f) mm | Minimum distance from outside diameter to pitch diameter (b) mm | Groove pitch width (p) mm |
|-----------------------------|---|-------------------------------|--|--|--|--|---|---------------------------------|
| A | 75(Recommended minimum)and up to 118 | 34 ± 0.25 | 13.1 | 11 | 15 ± 0.3 | 10 ± 1.0 | 3.3 | 11.0 |
| | Over 118 | 38 ± 0.25 | 13.3 | | | | | |
| B | 125(Recommended minimum)and up to 190 | 34 ± 0.25 | 16.6 | 14 | 19 ± 0.4 | $12.5+2.0$ - 1.0 | 4.2 | 14.0 |
| | Over 190 | 38 ± 0.25 | 16.9 | | | | | |
| C | 200(Recommended minimum)and up to 315 | 34 ± 0.25 | 22.6 | 19 | 25.5 ± 0.5 | $17+2.0$ - 1.0 | 5.7 | 19.0 |
| | Over 315 | 38 ± 0.5 | 22.9 | | | | | |
| D | 355(Recommended minimum)and up to 500 | 36 ± 0.5 | 32.3 | 28 | 37 ± 0.6 | $24+3.0$ - 1.0 | 8.1 | 27.0 |
| | 500 and over | 38 ± 0.5 | 32.6 | | | | | |

2.1.3.4 การคำนวณระบบส่งกำลังด้วยสายพานลิม

การคำนวณระบบส่งกำลังด้วยสายพานลิมจะอ้างอิงจากขั้นตอนการคำนวณเพื่อเลือกสายพานลิมที่เหมาะสมจากแคตตาล็อกของบริษัทผู้ผลิตโดยมีขั้นตอนดังนี้

$$P = P_p C_B \quad (7)$$

โดยที่

P = ค่ากำลังจากการออกแบบ

P_p = ค่ากำลังของเครื่องจักรต้นกำลังที่ใช้ในระบบ

C_B = ค่าตัวประกอบการใช้งานหาค่าได้จากตาราง

2.1.3.5 การคำนวณหาอัตราทดและขนาดมู่เล่

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{d_1} \quad (8)$$

โดยที่

i = อัตราทด

n_1 = ความเร็วรอบของตัวขับ

n_2 = ความเร็วรอบของตัวตาม

d_1 = เส้นผ่านศูนย์กลางพิตช์ของล้อสายพานตัวขับ

d_2 = เส้นผ่านศูนย์กลางพิตช์ของล้อสายพานตัวตาม

ระยะห่างระหว่างศูนย์กลางล้อสายพานที่เหมาะสม ซึ่งในกรณีที่มีการส่งกำลังด้วยสายพานลิ้มโดยค่าระยะห่างระหว่างศูนย์กลางล้อสายพานควรอยู่ในช่วง $0.7(d_1+d_2)$ และ $2(d_1+d_2)$

2.1.3.6 การคำนวณค่าความยาวของสายพานที่ใช้

$$l = 2c \cos \alpha + \frac{\pi}{360} (d_1 \beta_1 + d_2 \beta_2) \quad (9)$$

โดยที่

α = มุมที่สายพานทำกับเส้นตรงที่ลากเชื่อมต่อดูศูนย์กลาง (Included Angle)

β = มุมที่รองรับสายพานส่วนที่สายพานสัมผัสล้อสายพาน เรียกว่า มุมสัมผัส

(Contact Angle)

l = ค่าความยาวพิตช์ (Pitch Length) ของสายพาน

2.1.4 มอเตอร์ (Motor)

มอเตอร์หมายถึงอุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกลในรูปของการหมุนสามารถแบ่งออกเป็น 2 ชนิดดังนี้ คือ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (D.C motor) และไฟฟ้ากระแสสลับ (A.C motor) ดังแสดงในรูปที่ 2.3

การเลือกใช้มอเตอร์

มอเตอร์ไฟฟ้าที่ได้รับการออกแบบสร้างที่พิกัด (Rated) ซึ่งจะกำหนดจากสภาวะการทำงานมาตรฐานซึ่งได้ระบุค่าตัวแปรต่างๆ ไว้บนแผ่นข้อมูลบนเนมเพลท (Nameplate) ดังแสดงในรูปที่ 2.4 (ก-ข) ซึ่งเป็นแผ่นป้ายติดอยู่บนตัวมอเตอร์แต่ละตัว โดยทั้งนี้เนมเพลทจะแจ้งถึงพารามิเตอร์การทำงานของมอเตอร์และแจ้งข้อมูลที่สำคัญต่อผู้ใช้งาน เพื่อให้เลือกใช้งานมอเตอร์ได้เหมาะสมกับภาระที่ต้องขับเคลื่อน เช่น หากต้องการใช้มอเตอร์ขนาด 30 แรงม้า (Horse Power –

HP) นำไปใช้งานชั่วคราวที่เกิน หรือถูกใช้งานในระดับแรงดันไฟฟ้าที่ต่ำกว่าพิกัด จะส่งผลให้มอเตอร์กินกระแสไฟฟ้าสูงกว่าปกติ เพื่อที่จะสามารถชั่วคราวเกินนี้ได้ จะส่งผลให้เกิดความร้อนในขดลวดทองแดงมาก และเมื่อทำงานอยู่ในสภาวะนั้นเกินกว่าที่ระบุไว้ในเนมเพลท ก็จะส่งผลให้มอเตอร์มีอายุการใช้งานที่สั้นลง



รูปที่ 2.3 มอเตอร์ 3 เฟส

| TOSHIBA 1 PHASE INDUCTION MOTOR SPLIT-PHASE-START | | TYPE-FORM SIK-DBK3 | | CONNECTIONS FROM LOAD SIDE | |
|--|------------------|--------------------|------------------|-------------------------------|--|
| 1/3 HP 4 POLES | BODY JP22 JCO | INS. E | SPEC. JIS C 4004 | | |
| VOLTS 220 V | BRG. L.S. 6202ZZ | O.S. 6202ZZ | | | |
| Hz 50 Hz | | | | | |
| AMP. 3.3 A | | | | | |
| R.P.M. 1430 min ⁻¹ | | | | | |
| RATING CONT. | | | | | |
| SERIAL NO. | | | | | |
| THAI TOSHIBA ELECTRIC INDUSTRIES CO., LTD. | | | | | |

(ก)

| SUPER LINE THREE PHASE INDUCTION MOTOR | | | | | | |
|--|------------|------|------|------------|----------|--------|
| 1/2 HP (0.4 kW) | 4 POLE | | | TYPE | SF-JR | |
| Hz 50 | 50 | 50 | 60 | 60 | FRAME | 71M |
| V 220 | 380 | 415 | 220 | 440 | RATING | S1 |
| A 2.0 | 1.15 | 1.2 | 1.8 | 1.0 | TH CLASS | F |
| r/min 1410 | 1410 | 1430 | 1700 | 1730 | AMB TEMP | 40 °C |
| PF 0.74 | 0.74 | 0.68 | 0.79 | 0.71 | BEARING | 6202ZZ |
| IEC 60034-1 | JIS C 4210 | | | 6201ZZ | | |
| IP 55 | IC 411 | | | SERIAL 502 | | |
| MITSUBISHI ELECTRIC AUTOMATION (THAILAND) CO., LTD. 744407-02 | | | | | | |

(ข)

รูปที่ 2.4 (ก) เนมเพลทมอเตอร์ 1 เฟส (220 V) (ข) เนมเพลทมอเตอร์ 3 เฟส (220/380 V) [5]

ตัวแปรที่ส่งผลต่ออายุการใช้งานมอเตอร์ได้แก่

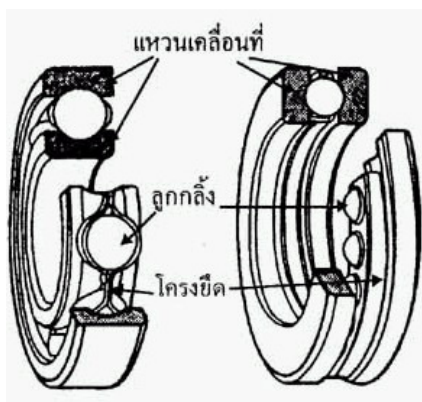
1. อุณหภูมิของอากาศโดยรอบ
2. ความสูงจากระดับน้ำทะเล
3. การระบายความร้อน
4. ค่า Service Factor
5. แรงดันไฟฟ้า

การเลือกใช้มอเตอร์ไฟฟ้าที่ถูกต้องควรคำนึงถึงปัจจัยเบื้องต้นดังนี้

1. แรงม้าที่ต้องการใช้สามารถดูจากรายละเอียดของเครื่องจักรที่มอเตอร์ไฟฟ้านำไปต่อพวง แรงม้านั้นห้ามเลือกต่ำกว่าที่เครื่องนั้นต้องการ
2. แรงดันไฟฟ้าควรตรวจสอบจุดที่จะนำมอเตอร์ไปใช้งานว่ามีแรงดันไฟฟ้าเท่าไร เช่น 380 โวลต์ 3 เฟส หรือ 220 โวลต์ 1 เฟส ในกรณี 3 เฟส ควรตรวจสอบว่าเป็นชนิด แรงดัน 220/380 โวลต์ (แรงดันต่ำ) หรือ 380/660 โวลต์ (แรงดันสูง)
3. รอบในการใช้งาน มอเตอร์ไฟฟ้าทั่วไปจะเป็นชนิด 1,450-1,500 รอบต่อนาที กรณีที่เป็นมอเตอร์สำหรับไฟฟ้า 3 เฟส สามารถเลือกชนิด 2,900-3,000 รอบต่อนาที หรือ 960-1,000 รอบต่อนาที

2.1.5 ตลับลูกปืน

ตลับลูกปืนมีหลายชนิดแต่ละชนิดจะมีความแตกต่างกันตามรูปร่างของลูกปืนหรือลูกกลิ้งที่อยู่ภายในโดยทั่วไปลูกปืนหนึ่งตัวจะประกอบไปด้วยส่วนต่างๆ ดังแสดงในรูปที่ 2.5



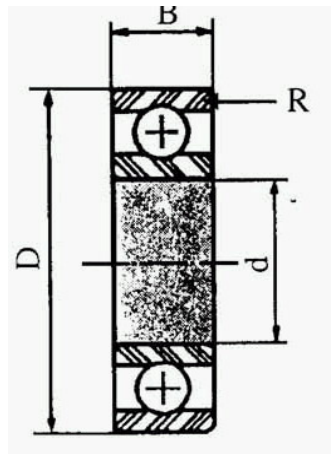
รูปที่ 2.5 ตลับลูกปืนและส่วนประกอบ [6]

2.1.5.1 ขนาดของตลับลูกปืน

ขนาดของลูกปืนได้มีการกำหนดไว้เป็นมาตรฐาน ดังนั้นในทางปฏิบัติ ขนาดของตลับลูกปืนจะต้องเลือกมาจากคู่มือของตลับลูกปืนนั้นๆ ดังนี้

สิ่งที่สำคัญของตลับลูกปืน คือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรูภายใน (ID) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก (OD) ความกว้าง และมุมต่างๆ โดยทั่วไปมักจะใช้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรูภายในเป็นหลัก และพิจารณาร่วมกับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก และความหนาที่ต่างกันออกไป

ขนาดที่ระบุตลับลูกปืนจะประกอบไปด้วยตัวเลขหลักสัญลักษณ์ ได้แก่ สัญลักษณ์ของชนิด สัญลักษณ์ของขนาด สัญลักษณ์ของหมุน ดังรูปที่ 2.6 และตารางที่ 2.6



รูปที่ 2.6 การบอกขนาดของตลับลูกปืน [6]

ตารางที่ 2.6 ตัวอย่างขนาดของตลับลูกปืนชนิดลูกกลิ้งกลม ตาม DIN 625 [6]

| นัมเบอร์ (No.) | ขนาดโตนอก (D) | ขนาดรูใน (d) | ความหนา (B) | รัศมีรอบมุม (R) |
|----------------|---------------|--------------|-------------|-----------------|
| 6206 | 62 | 30 | 16 | 1.5 |
| 6207 | 72 | 35 | 17 | 2 |
| 6208 | 80 | 40 | 18 | 2 |
| 6209 | 85 | 45 | 19 | 2 |
| 6210 | 90 | 50 | 20 | 2 |
| 6250 | 52 | 25 | 15 | 1.5 |

1.5.2 การคำนวณเพื่อเลือกขนาดตลับลูกปืนที่เหมาะสม

$$C_D = K_a P_D \left(\frac{L_D}{K_r} \right)^{1/a} \quad (10)$$

โดยที่

C_D = ค่าภาระที่ต้องการให้ตลับลูกปืนสามารถรับได้ (Required Design Rating)

P_D = ค่าภาระสมมูลที่ต้องการให้กระทำต่อตลับลูกปืน (Required Equivalent Design Load)

L_D = ค่าอายุการใช้งานที่ต้องการของตลับลูกปืน (ล้านรอบ) (Required Design Bearing Life)

K_r = ค่าตัวประกอบความน่าเชื่อถือ

K_a = ค่าตัวประกอบภาระ (Load Factor)

$$\text{เมื่อค่า} \quad L_D = \frac{60L_h S_D}{1,000,000} \quad (11)$$

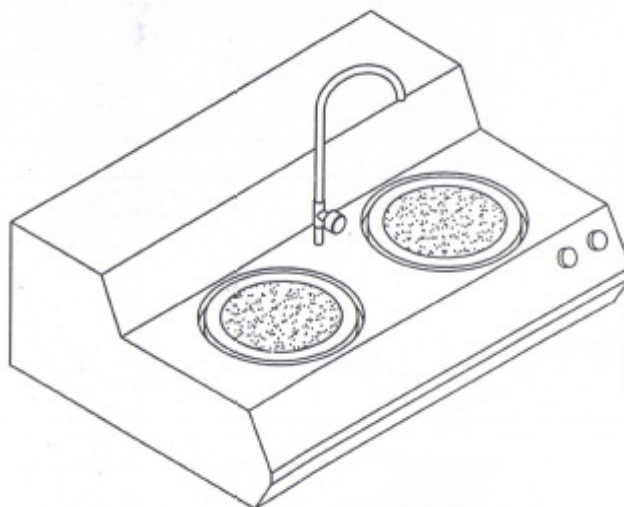
โดยที่

L_h = ค่าอายุการใช้งานที่ต้องการของตลับลูกปืน (คิดเป็นชั่วโมงการใช้งาน)

S_D = ค่าความเร็วรอบที่ต้องการใช้ในการหมุนของตลับลูกปืน (รอบต่อนาที)

2.2 การวิจัยที่เกี่ยวข้อง

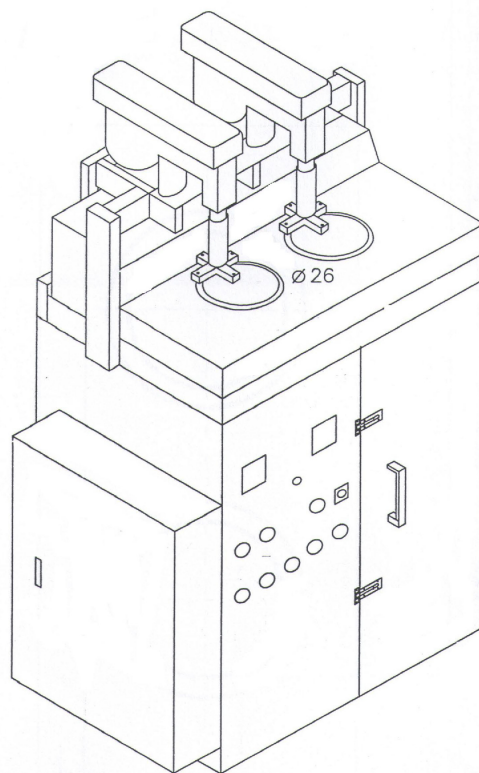
ปี พ.ศ. 2542 กฤตกร โสภา ทวีกิจ พรถ้ำฟ้า และ ศุภลักษณ์ มีนุชนารถ [7] ได้สร้างเครื่องขัดผิวชิ้นงานทดสอบเพื่อใช้สำหรับตรวจสอบโครงสร้างของโลหะ มีขนาดความกว้าง 500 mm ความยาว 750 mm และสูง 250 mm มีจานขัดชิ้นงาน 2 จาน ทำมาจากวัสดุอะลูมิเนียม มีความเร็วรอบประมาณ 150 rpm และ 300 rpm ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 1/4 Hp แรงดันกระแสไฟฟ้า 380 V เครื่องขัดผิวชิ้นงานทดสอบสามารถขัดผิวชิ้นงานได้ทั้งโลหะและอโลหะโดยแต่ละชิ้นใช้เวลาขัดประมาณ 10-15 min ต่อกระดาษทรายหนึ่งเบอร์และต้องขึ้นอยู่กับความชำนาญของผู้ขัดด้วย ดังแสดงในรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 เครื่องขัดผิวชิ้นงานทดสอบ [7]

ต่อมาในปี พ.ศ. 2546 คณะของ ยงศักดิ์ เซตวรณณ์ พินิจ สุริยะเย็น ปิยะกมล เค้ากล้า และ อติเทพ เกิดสมจิตต์ [8] ได้สร้างเครื่องขัดผิวชิ้นงานทดสอบแบบกึ่งอัตโนมัติมีระบบการทำงานแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนแรกชุดขัดด้านบนประกอบด้วยหัวขัดชิ้นงาน 2 หัว โดยแต่ละหัวขัดสามารถจับยึดชิ้นงานได้เป็นจำนวน 4 ชิ้น ควบคุมการทำงานด้วยมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับขนาด 1/4 Hp ส่วนที่สองชุดขัดด้านล่างควบคุมการทำงานด้วยแผงคอนโทรล ซึ่งจะควบคุมการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 1 Hp โดยสามารถ ที่จะปรับความเร็วรอบได้ต่ำสุด 180 rpm สูงสุด 450 rpm ตั้งเวลาในการขัดชิ้นงานได้ 60 min โดยที่งานขัดจะมีระบบน้ำหล่อเย็น ซึ่งในการขัด

ชิ้นงานที่ได้จะมีผิวที่ละเอียดและได้ระนาบ ซึ่งง่ายต่อการนำไปตรวจสอบและวิเคราะห์ถึงโครงสร้าง ด้วยกล้องจุลทรรศน์ต่อไป ดังแสดงในรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 เครื่องตัดผิวชิ้นงานทดสอบแบบกึ่งอัตโนมัติ [8]

จากนั้นในปี พ.ศ. 2548 ก็ได้มีนักศึกษาอีกกลุ่มคือกลุ่มของ วีรวัฒน์ ทองงาม และ จ่านงชูด้วง [9] ได้พัฒนาเครื่องตัดผิวชิ้นงานทดสอบเพื่อใช้สำหรับตรวจสอบโครงสร้างของโลหะ มีขนาดความกว้าง 347 มม ความยาว 600 มม และสูง 750 มม มีจานตัดชิ้นงาน 1 จาน ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 200 mm ทำมาจากวัสดุอะลูมิเนียม มีความเร็วรอบปรับระดับได้ 4 ระดับ คือ 280, 350, 430 และ 495 rpm ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 0.3 Hp แรงดันกระไฟฟ้า 230 V/50 Hz 1 เฟส ดังแสดงในรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 สร้างและพัฒนาเครื่องขุดกระดาษทราย [9]

และล่าสุดในปี พ.ศ. 2551 โชคลิขิต สมบูรณ์ อำพล โสมาบุตร และ รักพงษ์ มั่นยืน [10] ได้ออกแบบและสร้างเครื่องขุดชิ้นงานทดสอบโครงสร้างจุลภาคแบบจานคู่ การออกแบบหลัก โดยมีแกนจับชิ้นงานได้จำนวน 2 ชิ้น มีงานขุดชิ้นงาน 2 งาน ใช้มอเตอร์ 1 Hp สามารถปรับความเร็วรอบได้ตั้งแต่ 7-300 rpm

บทที่ 3

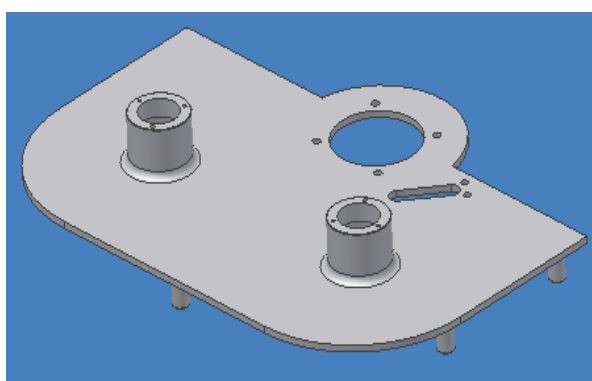
ระเบียบวิธีการวิจัย

เนื้อหาในบทนี้กล่าวถึงหลักการออกแบบและการเลือกชิ้นส่วนต่างๆ ที่เหมาะสมเพื่อประกอบขึ้นเป็นเครื่องขัดจานคู่ โดยมีโครงสร้างหลักที่แข็งแรงซึ่งเป็นหัวใจของเครื่องขณะเดียวกัน โครงสร้างภายนอกของเครื่องดูแล้วต้องมีความสวยงาม ทันสมัย มีความปลอดภัยขณะใช้งาน นอกจากนี้ระบบต่างๆ ของเครื่อง เช่น ระบบควบคุมการทำงาน ระบบขับเคลื่อนจานขัด และระบบน้ำหล่อเย็น จะต้องใช้งานได้ดี สะดวก บำรุงรักษาได้ง่าย ดังนั้นในขั้นตอนการสร้างเครื่องขัดจานคู่ จึงต้องติดตั้งหรือประกอบชิ้นส่วนต่างๆ ที่ออกแบบไว้ตามขั้นตอนที่เหมาะสมและสุดท้ายการทดสอบความเชื่อถือ (Reliability) ของเครื่องซึ่งเป็นสิ่งสำคัญมาก โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.1 การออกแบบ คำนวณและเลือกใช้ชิ้นส่วนตามมาตรฐาน

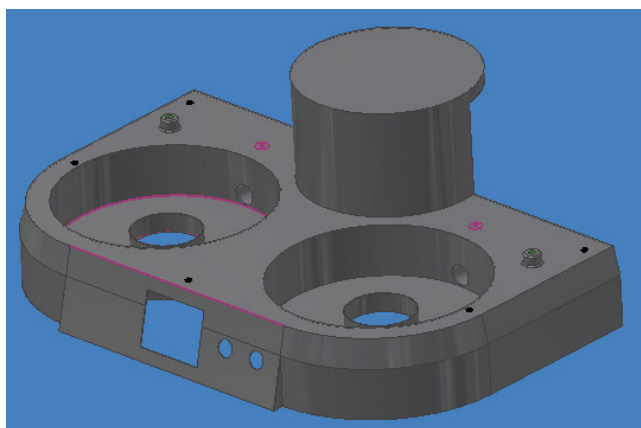
3.1.1 โครงสร้างเครื่อง

โครงสร้างภายในของเครื่องขัดจานคู่ที่ออกแบบนี้ ได้ทำการออกแบบเป็นโครงสร้างเหล็กคาร์บอนต่ำชนิดแผ่น ความหนา 9.5 mm มีการเชื่อมตุมสำหรับติดตั้งชุดจานขัดจำนวน 2 ชุด พร้อมเจาะรูเพื่อติดตั้งมอเตอร์และชุดปรับความตึงสายพาน ด้านล่างเชื่อมต่อขา 5 ขา สำหรับวางเครื่องขัด ดังแสดงในรูป 3.1

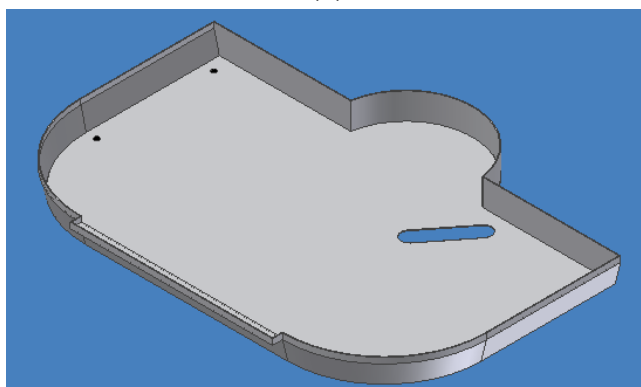


รูปที่ 3.1 โครงสร้างภายในของเครื่องขัดจานคู่

รูปที่ 3.2 แสดงโครงสร้างภายนอกได้ออกแบบเป็นชิ้นส่วน 2 ชั้น ประกอบด้วย ฝาครอบด้านบนและฝาครอบด้านล่าง ทำด้วยเหล็กกล้าสแตนเลส (Stainless Steel) เพื่อความสวยงามและไม่เกิดเป็นสนิม



(ก)



(ข)

รูปที่ 3.2 โครงสร้างภายนอกของเครื่องขัดจานคู่ (ก) ฝาครอบด้านบน (ข) ฝาครอบด้านล่าง

3.1.2 การเลือกมอเตอร์

จากคู่มือการเตรียมผิวชิ้นงานโครงสร้างจุลภาคภาคตัดขวาง [11] แรงกด (Force) ในการขัด (Grinding) และการขัดมัน (Polishing) ที่ได้แสดงไว้ระหว่าง 50-300 N จากจำนวนตัวอย่างขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 mm 6 ตัวอย่าง

มอเตอร์ที่ใช้เป็นตัวขับของเครื่องขัดคำนวณจากคู่มือมอเตอร์

ค่าโมเมนต์บิดของมอเตอร์

$$Wp = 2\pi nT$$

$$T = \frac{Wp}{2\pi n}$$

$$T = \frac{550}{2\pi 23.5}$$

ค่าโมเมนต์บิดของมอเตอร์จากการคำนวณ $T = 3.83 \text{ N.m}$

ค่าโมเมนต์บิดของมอเตอร์จากคู่มือ $T = 0.38 \text{ Kg.m}$

คำนวณหาแรงดึงของล้อยายพานขับเมื่อล้อยายพานขับมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 80 mm

$$T = F \times R$$

$$F = \frac{T}{R}$$

$$F = \frac{3.83 \text{ N.m}}{0.04 \text{ m}}$$

$$F = 95.75 \text{ N}$$

ดังนั้น หากต้องการหาขนาดของมอเตอร์ที่จะใช้เป็นตัวกำลังของเครื่องขัด ทำได้โดยสมมุติแรงกดขึ้นงานให้ค่าสูงสุดเท่ากับ 50 N สามารถคำนวณหาค่าโมเมนต์บิดที่เกิดขึ้นขณะกดขึ้นงาน เมื่อขนาดของจานขัดมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 205 mm

หาค่าแรงบิดของเพลาชัดโดยกำหนดขนาดของจานขัดมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 205 mm หรือ 0.205 in.

$$T = F \times R$$

เพราะฉะนั้นโมเมนต์บิดของเพลาชัดขณะใช้งาน

$$T = 50 \times 0.1025$$

$$T = 5.125 \text{ N.m}$$

คำนวณแรงของเพลาล้อยายพานตัวตาม $F = \frac{5.125 \text{ N.m}}{0.117 \text{ m}}$

$$F = 43.80 \text{ N}$$

คำนวณแรงของเพลาล้อสายพานตัวขับ $T = F \times R$

$$T = 43.80 \times 0.04$$

ค่าโมเมนต์บิดของมอเตอร์จากการคำนวณ $T = 1.75$ N.m

ค่าโมเมนต์บิดของมอเตอร์จากคู่มือ $T = 3.83$ N.m

เพราะฉะนั้น กำลังของมอเตอร์ที่เลือกใช้คือมอเตอร์ ABB M2QA 3 Phase motor Power 0.55 Kw, Type 4 Pole Flange mount สามารถนำมาใช้งานได้

3.1.3 คำนวณหาอัตราทดและความเร็วรอบของล้อสายพาน

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{d_1}$$

$$n_1 \times d_1 = n_2 \times d_2$$

โดยที่

i = อัตราทด

n_1 = ความเร็วรอบของตัวขับ

n_2 = ความเร็วรอบของตัวตาม

d_1 = เส้นผ่านศูนย์กลางพิตซ์ของล้อสายพานตัวขับ

d_2 = เส้นผ่านศูนย์กลางพิตซ์ของล้อสายพานตัวตาม

จากสูตรคำนวณหาความเร็วล้อสายพานตัวตาม $n_2 = \frac{n_1 \times d_1}{d_2}$

$$n_2 = \frac{1,410 \times 80}{234}$$

$$n_2 = 482.00 \text{ rpm}$$

สำหรับอัตราส่วนระหว่างล้อสายพานตัวตามต่อล้อสายพานตัวขับ

จากสมการ

$$i = \frac{n_1}{n_2}$$

แทนค่า

$$i = \frac{1,410}{482} = \frac{2.9}{1}$$

ความเร็วจากการออกแบบได้ความเร็วรอบ (n) ของจานชุดเท่ากับ 482.00 rpm แต่ในการใช้งานจริงจะทำการควบคุมความเร็วด้วยอุปกรณ์ควบคุมความเร็ว

3.1.4 การคำนวณหาขนาดเพลาจานชุด

จากสมการ

$$d = \sqrt[3]{\frac{16T}{\pi\tau_{ball}}}$$

โดยที่

d = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเพล่า

T = โมเมนต์บิดที่หน้าตัดวิกฤต

τ_{ball} = ความเค้นดัด จากตารางที่ 2.1

เมื่อกำหนดให้ วัสดุทำเพล่าชนิดเหล็กเหนียว (Steel) เกรด U St 42-1 ความแข็งแรงสูงสุด (σ_{UTS}) 490 N/mm² กำลังคราก (Yield Strength, σ_y) 255 N/mm² [12]

τ_{ball} = ความเค้นดัด จากตารางที่ 2.1 เท่ากับ 18 N/mm²

แทนค่า

$$d = \sqrt[3]{\frac{16 \times 5.125 \text{ N.m} \times 1000}{\pi \times 18 \text{ N/mm}^2}}$$

ขนาดของเพล่าจานชุดเล็กสุดที่สามารถทนได้ $d = 11.3 \text{ mm}$

แต่จากการเลือกใช้ตามขนาดของเพล่ามอเตอร์ $d = 19.0 \text{ mm}$

3.1.5 การเลือกขนาดของลิ้ม

ดังนั้นการเลือกขนาดของลิ้มจากความโตของเพล่าสามารถเลือกได้จากตารางที่ 2.2 ถ้าหากขนาดของเพล่าเส้นผ่านศูนย์กลาง 18-20 mm โดยใช้เลือกใช้ลิ้มสี่เหลี่ยมผืนผ้าและลิ้มสี่เหลี่ยมจัตุรัส ตามมาตรฐาน ISO/R773 และมาตรฐาน ISO/R774 มีขนาด 6x6 mm การประกอบจะฝังอยู่ในเนื้อเพล่าครึ่งหนึ่งและล้อยาวพานอีกครั้งหนึ่ง ส่วนใหญ่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมทั่วไป แต่สำหรับความยาวที่เหมาะสมสามารถคำนวณได้ดังนี้

จากสมการ

$$l = \frac{\pi d^2}{8b}$$

โดยที่

l = ความยาวของลิม

d = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพลลา

b = ความกว้างของลิม

แทนค่า

$$l = \frac{\pi(19)^2}{8(6)}$$

ความยาวของลิมอย่างน้อย

$$l = 23.63mm$$

แต่ที่ได้ออกแบบไว้ใช้ความยาว 30 mm

3.1.6 การเลือกขนาดของล้อยายพานและสายพาน

อัตราทดของล้อยายพานที่คำนวณได้มีค่า ≤ 6 สามารถใช้สายพานตรงธรรมดาได้ แต่เนื่องจากลักษณะการใช้งานของสายพานขนาดกะทัดรัดกับโครงสร้างหลักเครื่องขัด

จากการต้องการใช้งานที่กำลัง

$$W_p = 0.55kW$$

ตัวประกอบการใช้งานจากตารางที่ 10.20 [13]

$$N_s = 1.1$$

ดังนั้น

$$W_p = 0.55kW \times 1.1$$

$$W_p = 0.61kW$$

ในการออกแบบเลือกสายพานลิมมาตรฐานของแบบ A

อัตราทด

$$i = \frac{1,410}{482} = \frac{2.9}{1}$$

กำหนดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางล้อยายพานขับ 80 mm

ดังนั้น

$$D_p = m_w \times d_p$$

$$D_p = 2.9 \times 80$$

$$D_p = 232mm$$

แต่จากการออกแบบลักษณะของการขับเคลื่อนด้วยสายพานทำให้การเลือกความยาวของสายพานคำนวณจากแบบเป็นส่วนใหญ่โดยได้ความยาวเท่ากับ 1,761 mm เป็นอย่างน้อย

3.1.7 การเลือกใช้บอลเบริง (Deep Groove Ball Bearing)

การเลือกเบริงในการออกแบบเป็น Single-Row Deep Groove ID = 20 mm OD = 45 mm t = 15 mm ค่าคงที่จากตารางที่ 7.2 [13] อนุกรมมิติ 02 ค่า $C_0 = 6.18 \text{ kN}$, $C = 9.83 \text{ kN}$ โดยเพลามีความเร็วรอบ 1410 rpm

เมื่อต้องการอายุใช้งานที่ L_{10} เป็นจำนวนรอบ ซึ่งกำหนด $C = 9.83 \text{ kN}$ ถ้าต้องการใช้เบริงที่แรง 0.55 kW และค่า $K = 3$ (ค่าคงที่ของบอลเบริง)

จากสมการ
$$L_{10} = \left(\frac{C}{P} \right)^k$$

แทนค่า
$$L_{10} = \left(\frac{9.83 \text{ kN}}{0.55 \text{ kW}} \right)^3$$

$$L_{10} = 5,709.16 \text{ mr}$$

ถ้าความเร็วรอบของเพล่า = $1410 \times 60 = 84,600 \text{ rph}$

เพราะฉะนั้น
$$L_{10} = \left(\frac{5,709.16 \text{ mr} \times 60^6}{84,600} \right)$$

$$L_{10} = 67,484.16 \text{ hr}$$

หาอายุงานเฉลี่ยที่

$$L_{50} = 5L_{10}$$

$$L_{50} = 5 \times 5,709.16$$

$$L_{50} = 28,545.8 \text{ mr}$$

ถ้าต้องการให้ L_{50} เท่ากับ 5,709.16 mr

$$L_{10} = 5,709.16 \text{ mr} / 5$$

$$L_{10} = 1,141.8 \text{ mr}$$

ดังนั้น

เมื่อต้องการหาแรงแนวรัศมีที่เบริงรับได้
$$L_{10} = \left(\frac{C}{P} \right)^k$$

แทนค่า

$$1,141.8 = \left(\frac{9.83}{P} \right)^3$$

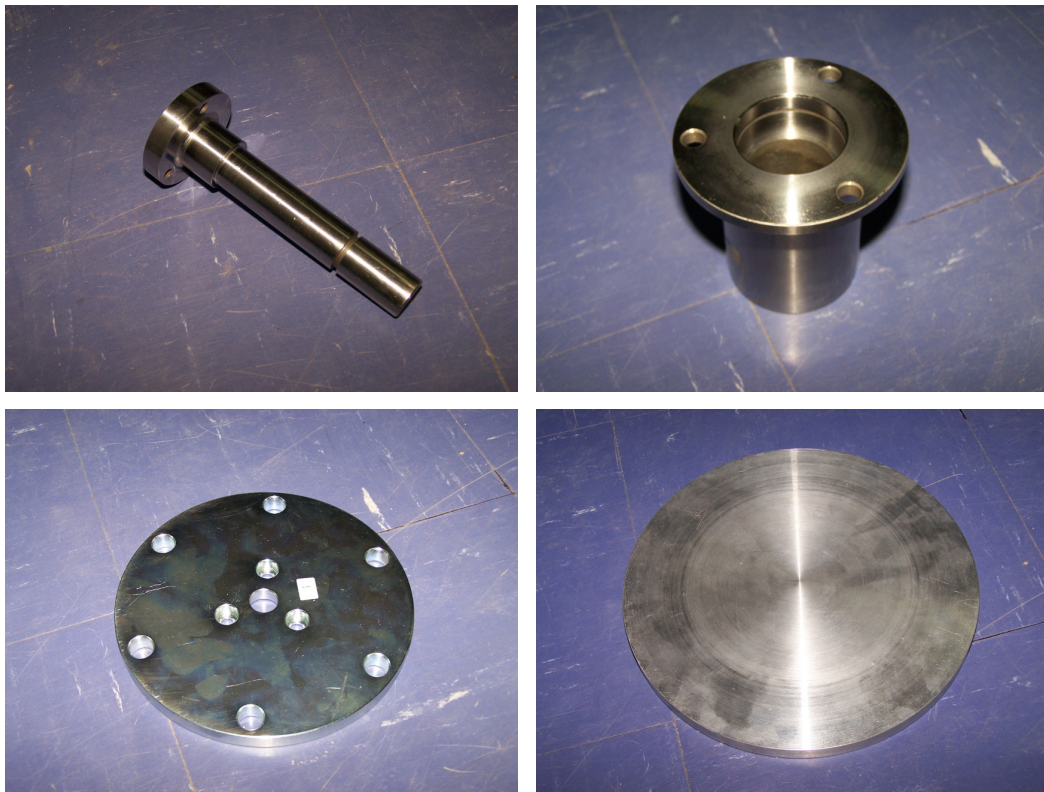
$$P = 940.5N$$

สรุปได้ว่า จากการกำหนดแรงกดบนจานขัดเท่ากับ 50N/จานขัดนั้น หากเมื่อใช้ขัดพร้อมกันก็สามารถทำได้

3.2 การสร้างเครื่องขัดจานคู่

จากการคำนวณหาค่าที่จำเป็นของชิ้นส่วนต่างๆ แล้ว นำชิ้นส่วนมาประกอบเข้าด้วยกันโดยมีขั้นตอน ดังนี้

1. นำชิ้นส่วนต่างๆ ที่ทำเรียบร้อยแล้วมาประกอบเข้าด้วยกัน

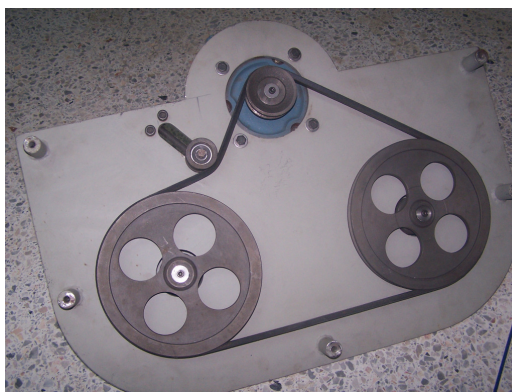


รูปที่ 3.3 ชิ้นส่วนต่างๆ ของเครื่องขัด

2. ประกอบชิ้นส่วนเข้าด้วยกันเป็นระบบส่งกำลังและงานขัดบนโครงสร้างหลักของเครื่อง



(ก)

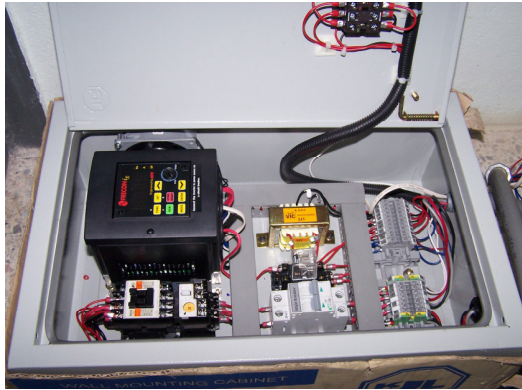


(ข)

รูปที่ 3.4 แสดงระบบขับเคลื่อนของเครื่องขัด (ก) ด้านบน (ข) ด้านล่าง

3. ประกอบระบบควบคุมการหมุนงานขัด

ในการออกแบบครั้งนี้เป็นการออกแบบโดยใช้มอเตอร์ 3 เฟส ในการควบคุมความเร็วรอบของงานขัดดังนั้นจึงต้องมีชุดควบคุมความเร็วของมอเตอร์เครื่องขัดโดยชุดควบคุมความเร็วของมอเตอร์เครื่องขัดที่ใช้ เป็น INVERTOR “FRECON-IX” 1HP Input: 1 Phase 220VAC Output 3 Phase 220VAC และแสดงผลที่หน้าปัดเครื่องขัด แบบ Keypad สามารถสวิตช์เลือกการหมุนมอเตอร์ได้ทั้งแบบ Forward/Reverse มีชุดฟิวส์ป้องกันไฟฟ้าลัดวงจรควบคุมแยกออกจากวงจรหลัก มีระบบพัดลมระบายความร้อนของผู้ควบคุม



รูปที่ 3.5 แสดงชุดควบคุมความเร็วของมอเตอร์เครื่องขัด



รูปที่ 3.6 แสดงระบบหล่อเย็นเครื่องขัด

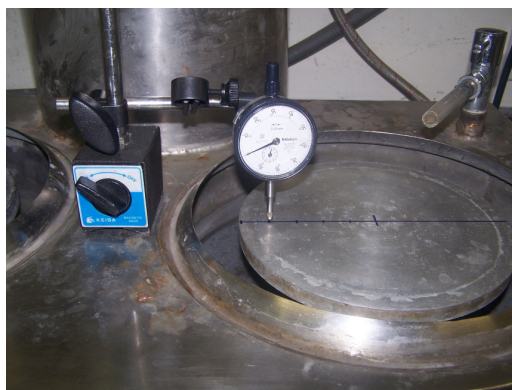


รูปที่ 3.7 แสดงเครื่องขัดจานคู่

3.3 การทดสอบความน่าเชื่อถือ (Reliability) ของเครื่องขัดจานคู่

3.3.1 การทดสอบความได้ระนาบของจานขัด

การทดสอบหาความได้ระนาบของจานขัดด้วยวิธีการวัดด้วย Dial Gage จากเส้นผ่านศูนย์กลางห่างจากศูนย์กลางเท่ากับ 20, 40, 60, 80 และ 100 mm ที่ความเร็ว 300 rpm



รูปที่ 3.8 การทดสอบหาความได้ระนาบของจานขัดด้วยวิธีการวัดด้วย Dial Gage จากเส้นผ่านศูนย์กลางห่างจากศูนย์กลาง

3.3.2 การทดสอบความเร็วรอบจานขัด (Rotational Speed, rpm)

การทดสอบความเร็วรอบของจานขัดเพื่อให้เหมาะสมกับการปฏิบัติงานจริง ด้วยเครื่องวัดความเร็วรอบ DIGICON DT-250TP โดยวิธีการวัดด้วยเครื่องวัดความเร็วที่จานขัดโดยตั้งความเร็วรอบจากชุดควบคุมการปรับความเร็วที่ความเร็วดังนี้ 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450 และ 500 rpm



รูปที่ 3.9 การทดสอบความเร็วรอบของจานขัด

3.3.3 โครงสร้างจุลภาคขึ้นตัวอย่าง

การเตรียมชิ้นงานเพื่อวิเคราะห์โครงสร้างจุลภาคด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (Optical Microscope, OM) และกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope, SEM)

การตรวจสอบโครงสร้างจุลภาคแบ่งเป็น 2 กลุ่มย่อยคือ กลุ่มโครงสร้างจุลภาคของชิ้นงานตัวอย่างก่อนผ่านกระบวนการทางความร้อนแบบ T6 (As-Cast) และกลุ่มที่สองคือชิ้นงานที่ผ่านกระบวนการทางความร้อนแบบ T6 โดยผ่านการอบละลายที่อุณหภูมิ 540 °C เป็นเวลา 4 ชั่วโมง และทำการบ่มแข็งที่อุณหภูมิ 165 °C เป็นเวลา 18 ชั่วโมง โดยตัดชิ้นทดสอบตามแนวขวางให้มีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยมลูกบาศก์ และนำชิ้นทดสอบไปขัดหยาบด้วยกระดาษทรายเบอร์ 180, 320, 600, 800, 1200 และ 2,400 ตามลำดับ และขัดละเอียดด้วยผงอะลูมินาขนาด 5 μm , 1 μm และกัดกรดด้วย Keller's Reagent ซึ่งมีส่วนประกอบของน้ำกลั่น 95 มิลลิลิตร กรดไฮโดรคลอริก (HCl) 1.5 มิลลิลิตร กรดไนตริก (HNO₃) 2.5 มิลลิลิตร และกรดไฮโดรฟลูออริก (HF) 1.0 มิลลิลิตร ตรวจสอบโครงสร้างจุลภาคด้วยกล้องจุลทรรศน์ [14]



(ก)



(ข)

รูปที่ 3.10 (ก) ชิ้นงานที่นำไปทำการตรวจสอบโครงสร้างจุลภาค (ข) กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (Optical Microscope) [14]

บทที่ 4

ผลการวิจัยและการอภิปรายผลการวิจัย

จากการออกแบบและสร้างเครื่องขัดงานคู่ ได้สร้างเครื่องขัดและทำการทดสอบความน่าเชื่อถือของเครื่องโดยมีรายละเอียด ดังนี้

4.1 ผลการทดสอบความน่าเชื่อถือ (Reliability) ของเครื่องขัดงานคู่

4.1.1 ผลการทดสอบความได้ระนาบของงานขัด

การทดสอบหาความได้ระนาบของงานขัดด้วยวิธีการวัดด้วย Dial Gage จากเส้นผ่านศูนย์กลางห่างจากศูนย์กลางเท่ากับ 20, 40, 60 และ 80 mm ที่ความเร็วคงที่ 250 rpm โดยเปรียบเทียบระหว่างเครื่องที่ออกแบบและสร้างจากงานวิจัยนี้และเครื่องขัดที่ซื้อจากต่างประเทศชื่อ Pace Technologies Nano 2000T Grinder-Polisher

ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบความได้ระนาบของงานขัด

| ความเร็วรอบจาก ชุดควบคุม rpm | ค่าความได้ระนาบของงานขัดที่วัด จากระยะห่างศูนย์กลาง, mm งานวิจัย | | | | ค่าความได้ระนาบของงานขัดที่วัดขัด จากระยะห่างศูนย์กลาง, mm เครื่องต่างประเทศ | | | |
|------------------------------------|--|-------|-------|-------|--|-------|-------|-------|
| | 20 | 40 | 60 | 80 | 20 | 40 | 60 | 80 |
| 250 | ±0.10 | ±0.15 | ±0.22 | ±0.27 | ±0.10 | ±0.12 | ±0.10 | ±0.16 |

ผลจากตารางที่ 4.1 พบว่าค่าความได้ระนาบของงานขัดของเครื่องขัดงานคู่ ที่ได้ออกแบบและสร้างจากงานวิจัยเปรียบเทียบกับที่ซื้อจากต่างประเทศมีค่าใกล้เคียงกัน

4.1.2 ผลการทดสอบความเร็วรอบงานขัด (Rotational Speed, rpm)

การทดสอบความเร็วรอบของงานขัดจากงานวิจัย เพื่อให้เหมาะสมกับการปฏิบัติงานจริง โดยวิธีการวัดด้วยเครื่องวัดความเร็วที่งานขัดโดยตั้งความเร็วรอบจากชุดควบคุมการปรับความเร็วที่ความเร็วดังนี้ 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450 และ 500 rpm ดังแสดงในตารางที่ 4.2 และเปรียบเทียบการทดสอบความเร็วรอบของงานขัดของเครื่องที่ซื้อจากต่างประเทศ โดยตั้งความเร็วรอบจากชุดควบคุมการปรับความเร็วที่ความเร็ว ดังนี้ คือ 179, 269, 336, 403 และ 493 rpm ดังแสดงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบความเร็วรอบของงานขัดจากงานวิจัย

| ความเร็วรอบจากชุดควบคุม rpm | ความเร็วรอบงานขัดด้านซ้าย rpm | ความเร็วรอบงานขัดด้านขวา rpm |
|--------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|
| 150 | 140.2 | 139.8 |
| 200 | 187.7 | 187.4 |
| 250 | 235.3 | 234.4 |
| 300 | 282.6 | 281.8 |
| 350 | 330.2 | 329.1 |
| 400 | 377.2 | 376.6 |
| 450 | 425.2 | 423.8 |
| 500 | 472.9 | 471.5 |

ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบความเร็วรอบของงานขัดจากการซื้อจากต่างประเทศ

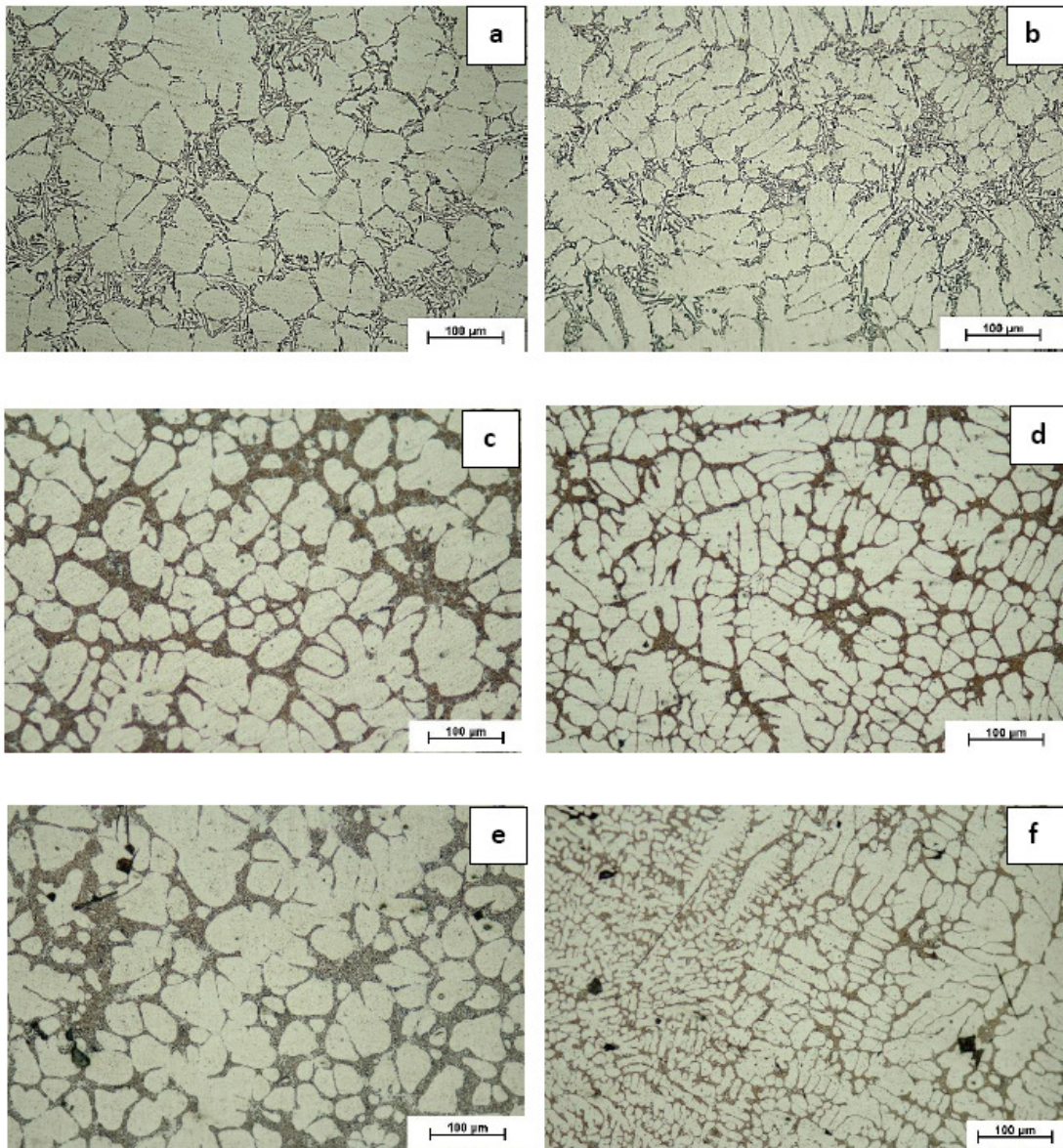
| ความเร็วรอบจากชุดควบคุม rpm | ความเร็วรอบงานขัดด้านซ้าย rpm | ความเร็วรอบงานขัดด้านขวา rpm |
|--------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|
| 179 | 165.5 | 165.8 |
| 269 | 250.0 | 249.6 |
| 336 | 312.9 | 321.9 |
| 403 | 375.9 | 376.1 |
| 493 | 460.2 | 460.1 |

ผลจากการทดสอบความเร็วรอบของเครื่องขัด ในตารางที่ 4.2 และตารางที่ 4.3 แสดงผลของการทดสอบความเร็วรอบของงานขัดทั้งงานขัดทางด้านซ้าย และงานขัดทางด้านขวา จากการวัดด้วยเครื่องวัดความเร็วรอบมีค่าใกล้เคียงกัน ดังนั้นเมื่อต้องการให้ได้ความเร็วรอบที่ถูกต้องตามคู่มือ [11] ต้องทำการสอบเทียบข้อมูลความเร็วรอบจริงเพื่อให้ใช้งานได้สะดวกมากยิ่งขึ้น ในภาคผนวก ก

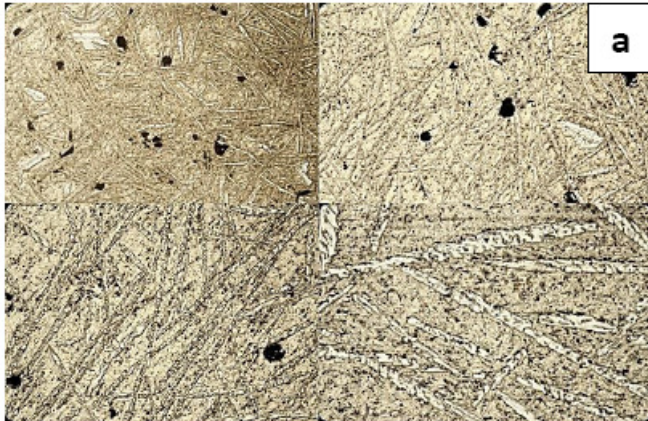
4.1.3 ผลโครงสร้างจุลภาค

4.1.3.1 ผลโครงสร้างจุลภาคชิ้นตัวอย่างจากเครื่องขัดจากงานวิจัย

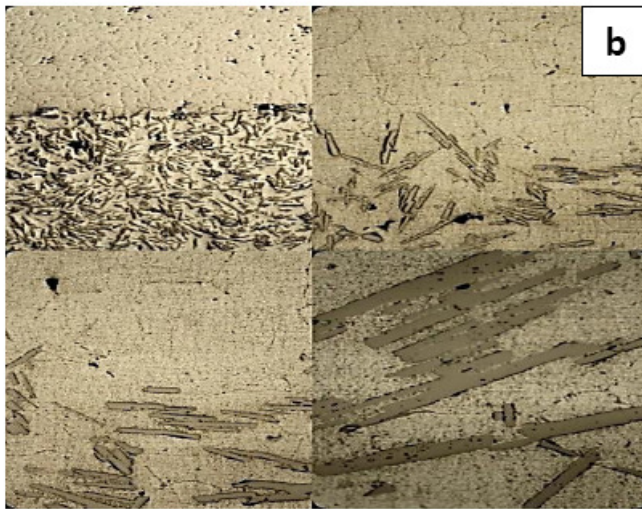
ผลของโครงสร้างจุลภาคที่แสดงเป็นผลจากการนำเครื่องขัดงานคู่ ที่ได้จากการวิจัยนี้ไปใช้เป็นเครื่องมือ เพื่อเตรียมตัวอย่างในการศึกษาโครงสร้างจุลภาค ซึ่งเป็นตัวอย่างในส่วนของงานวิจัยของนักศึกษาในระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมวัสดุ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ในหัวข้อวิจัยเรื่องอิทธิพลของสตรอนเทียม เซอร์โคเนียม และ สแกนเดียมที่มีต่อโครงสร้างจุลภาคและสมบัติอะลูมิเนียมหล่อแบบกึ่งแข็ง A356 [14]



รูปที่ 4.1 แสดงโครงสร้างจุลภาคของชิ้นงานหล่อ (a) 0wt% SSM (b) 0wt% CLC (c) 0.08wt% Sr; SSM (d) 0.08wt% Sr; CLC (e) 0.2wt% Sr; SSM (f) 0.2wt% Sr; CLC

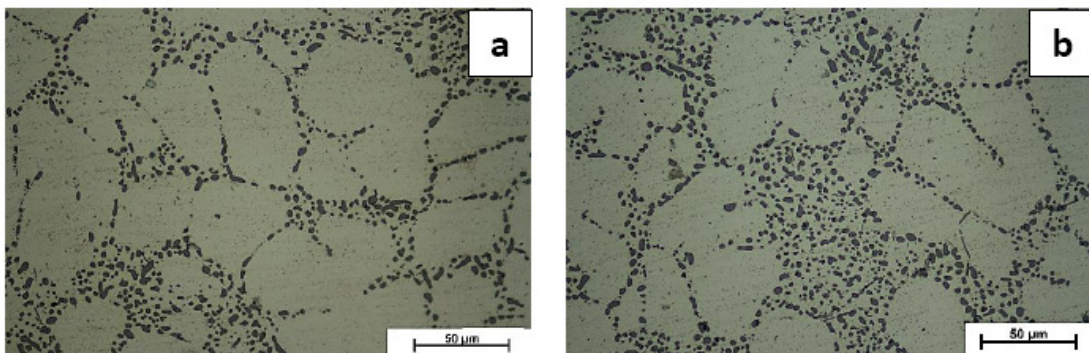


(a) โครงสร้างจุลภาคของอินกอตธาตุเติม Al-10%Sr

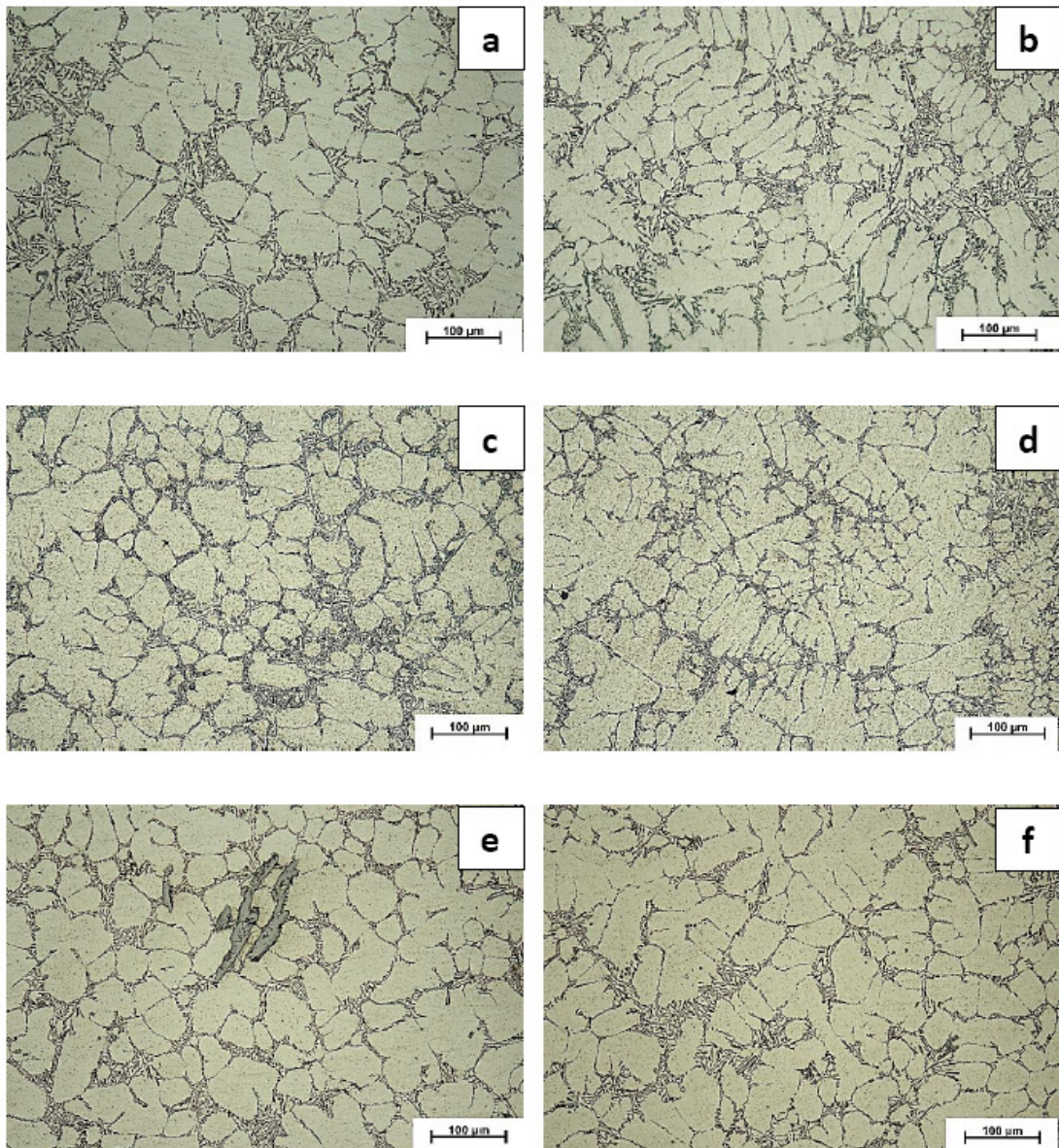


(b) โครงสร้างจุลภาคของอินกอตธาตุเติม Al-10%Zr

รูปที่ 4.2 โครงสร้างจุลภาคของอินกอต (a) Al-10%Sr และ (b) Al-10%Zr



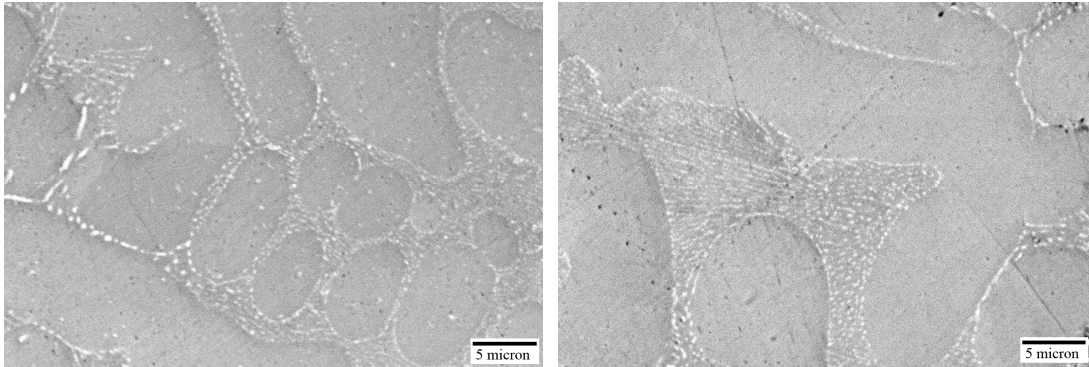
รูปที่ 4.3 โครงสร้างจุลภาคของชิ้นทดสอบที่ผ่านกระบวนการทางความร้อนแบบ T6



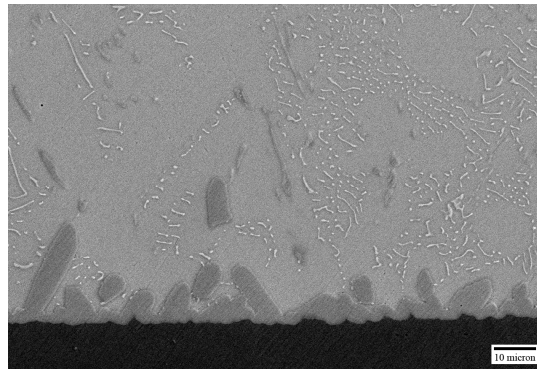
รูปที่ 4.4 แสดงโครงสร้างจุลภาคของชิ้นงานหล่อ (a) 0wt%Zr; SSM (b) 0wt%Zr; CLC (c) 0.19wt%Zr; SSM (d) 0.19wt%Zr; CLC (e) 0.27wt%Zr; SSM (f) 0.27wt%Zr; CLC

4.1.3.2 ผลโครงสร้างจุลภาคชิ้นตัวอย่างจากเครื่องขัดที่ซื้อจากต่างประเทศ

ผลของโครงสร้างจุลภาคที่แสดงเป็นผลจากการนำเครื่องขัดจานคู่ ที่ซื้อจากต่างประเทศใช้เป็นเครื่องมือ เพื่อเตรียมตัวอย่างในการศึกษาโครงสร้างจุลภาค ซึ่งเป็นตัวอย่างในส่วนหนึ่งของงานวิจัยของนักศึกษาในระดับปริญญาเอก สาขาวิชาวิศวกรรมวัสดุ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ในหัวข้อวิจัยเรื่องการสังเคราะห์วัสดุผสมโลหะบัดกรีไร้สารตะกั่วกับท่อนาโนคาร์บอนด้วยวิธีอัลตราโซนิก [15]



รูปที่ 4.5 SEM ของ (ก) SAC305 และ (ข) SAC305-0.2 wt% SWCNTs วัสดุผสมนาโน



รูปที่ 4.6 ภาพ SEM แสดงโลหะบัดกรีไร้สารตะกั่วชนิด SAC305 บนวัสดุฐานทองแดง Reflow ที่ อุณหภูมิ 250 °C

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการรายงานผลการวิจัยโครงการวิจัยการออกแบบและสร้างเครื่องขัดจานคู่ สามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. ได้เครื่องขัดแบบจานคู่สำหรับใช้เตรียมตัวอย่างชิ้นงานสำหรับวิเคราะห์โครงสร้างจุลภาค ในรายวิชาโครงการงานนักศึกษาระดับปริญญาตรี วิชาวิทยานิพนธ์สำหรับนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษางานวิจัย การบริการวิชาการและการเรียนการสอนภายในภาควิชาวิศวกรรมเหมืองแร่และวัสดุ
2. สามารถลดค่าใช้จ่ายในการซื้อเครื่องขัดใช้เตรียมตัวอย่างชิ้นงานจากต่างประเทศ
3. ค่าความได้ระนาบ ความเร็วรอบของจานขัดและผิวของชิ้นงานของเครื่องขัดจากงานวิจัยมีค่าใกล้เคียงกับเครื่องขัดที่ซื้อจากต่างประเทศ

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ความหนาของโครงสร้างภายนอกของเหล็กกล้าสแตนเลสควรให้ความหนาเพิ่มมากขึ้นเพื่อลดปัญหาการบิดตัวเมื่อเชื่อมประกอบ
2. ระบบควบคุมการทำงานของจานขัดในอนาคตให้ประกอบอยู่กับเครื่องขัดในเครื่องเดียวกัน เพื่อการเคลื่อนย้ายและติดตั้งได้สะดวก
3. ชุดปรับความตึงสายพานจานขัดเปลี่ยนจากการติดตั้งด้านหลังเป็นติดตั้งด้านหน้าได้เพิ่มความคมเพื่อให้ง่ายต่อการทำงาน
4. ควรเพิ่มเติมชุดจับชิ้นงานแทนมือจับในกรณีชิ้นงานมีจำนวนมากเพื่อลดเวลาในการขัดชิ้นงาน

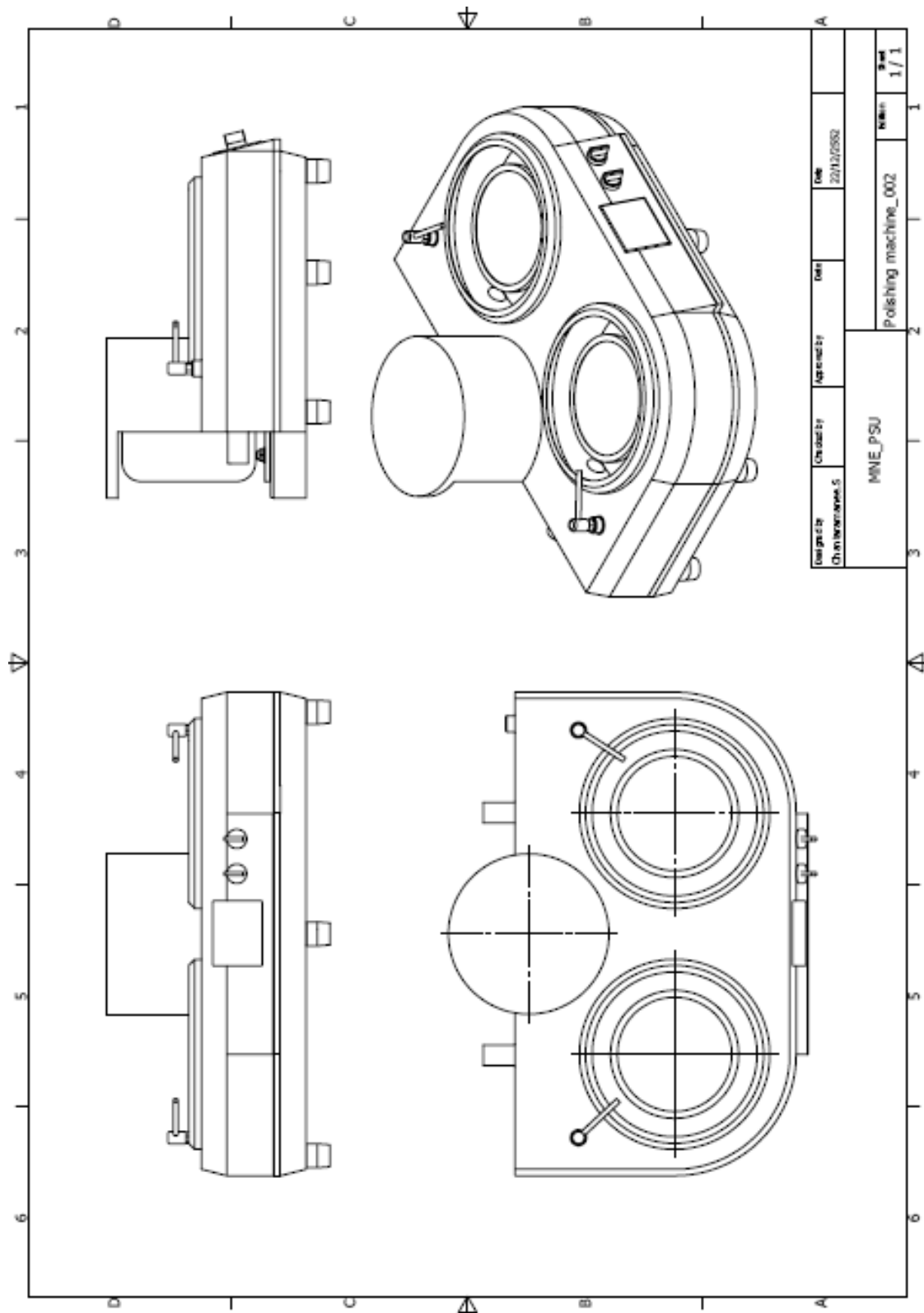
เอกสารอ้างอิง

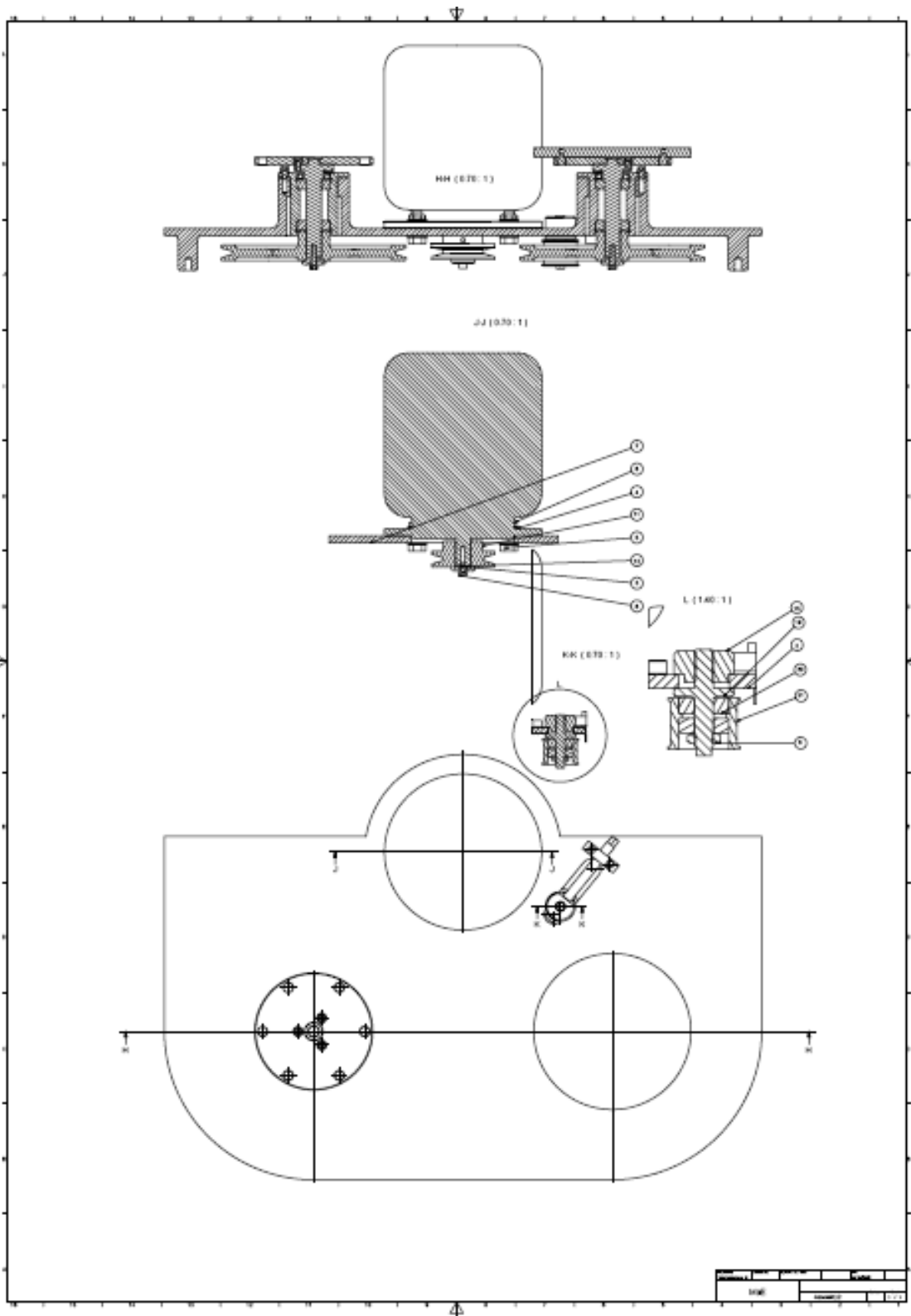
- [1] อนันต์ วงศ์กระจ่าง การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกล กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ โอ. เอส. พรินต์ติ้ง เฮ้าส์ 2533.
- [2] บรรเลง ศรีนิลและกิตติ นิงสานนท์ การคำนวณและออกแบบชิ้นส่วนเครื่องกล กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. มปป.
- [3] วรวิทย์ อึ้งภากรณ์และชาญ ภู่นัดงาน การออกแบบเครื่องจักรกล เล่ม 1 กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2522.
- [4] พิเชฐ ตระการชัยศิริ การออกแบบเครื่องจักรกล (Machine design). ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ 2547.
- [5] <http://www.se-fan.com/tips2.php> ออนไลน์เมื่อ 20 ตุลาคม 2557.
- [6] <http://www.saneengineer.com/index.php?lay=show&ac=article&id=538964117&Ntype=68> ออนไลน์เมื่อ 20 ตุลาคม 2557.
- [7] กฤตกร โสภา ทวีกิจ พรล้าฟ้าและศุภลักษณ์ มินุชนารถ. 2542. เครื่องขัดผิวชิ้นงานทดสอบ. ปรินญาณิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล, คณะครุศาสตร์-อุตสาหกรรม, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- [8] ยงศักดิ์ เซตวรณณ์ พินิจ สุริยะเย็น ปิยะกมล เค้ากล้าและอดิเทพ เกิดสมจิตต์. 2546. เครื่องขัดผิวชิ้นงานทดสอบแบบกึ่งอัตโนมัติ. ปรินญาณิพนธ์อุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต, สาขาวิชาเทคโนโลยีการเชื่อม, วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- [9] วีรวัฒน์ ทองงามและจำนง ชูด้วง. 2548. สร้างและพัฒนาเครื่องขัดกระดาษทราย. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ลำปาง.
- [10] โชคลิขิต สมบูรณ์ อำพล โสมาบุตรและรักพงษ์ มั่นยืน. 2551. เครื่องขัดชิ้นงานทดสอบ โครงสร้างจุลภาคแบบจานคู่. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ, คณะวิศวกรรมอุตสาหการ, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- [11] กุญแจสู่ความสำเร็จในการเตรียมผิวชิ้นงานโครงสร้างจุลภาคภาคตัดขวาง. 2536. บริษัท เทสติ้ง อินสทรูเมนต์ จำกัด.
- [12] บรรเลง ศรีนิลและประเสริฐ ก้วยสมบูรณ์ ตารางงานโลหะ กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. 2530.
- [13] วรวิทย์ อึ้งภากรณ์และชาญ ภู่นัดงาน การออกแบบเครื่องจักรกล เล่ม 2 กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2523.
- [14] อัจฉรา แสงจันทร์ ศิริกุล วิสุทธิ์เมธางกูร ธวัชชัย ปลูกผลและเจษฎา วรรณสินธุ์. 2556. อิทธิพลของสตรอนเทียม เซอร์โคเนียม และสแกนเดียมที่มีต่อโครงสร้างจุลภาคและสมบัติอะลูมิเนียมหล่อแบบกึ่งแข็ง A356. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมวัสดุ, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

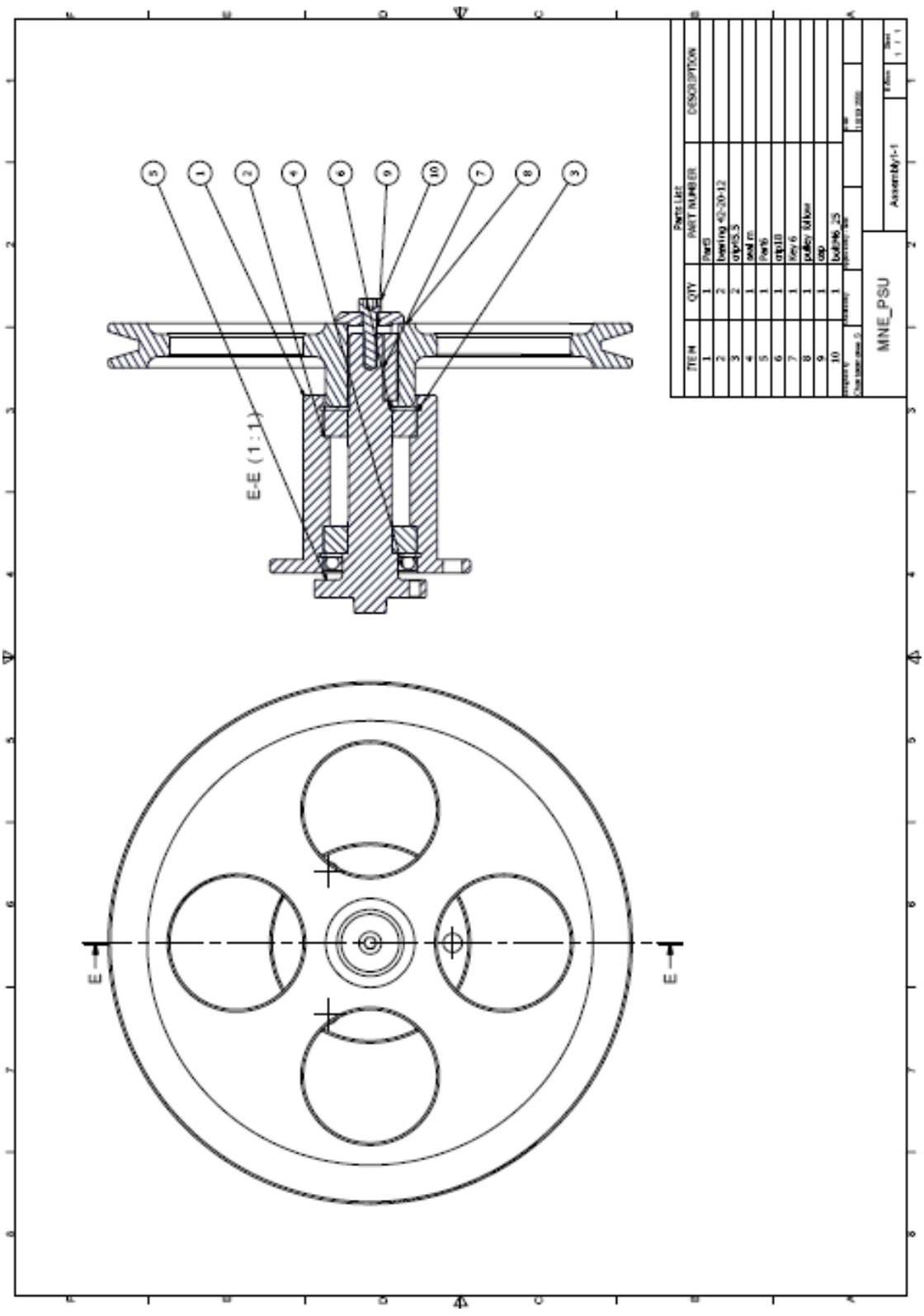
- [15] สุชาติ จันทรมณีย์ ธวัชชัย ปลุกผล ศิริกุล วิสุทธิ์เมธางกูรและเล็ก สีคง. 2556. การสังเคราะห์วัสดุผสมโลหะบัดกรีไร้สารตะกั่วกับท่อนาโนคาร์บอนด้วยวิธีอัลตราโซนิก. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรดุษฎีบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมวัสดุ, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
แบบเครื่องตัดจันคู่

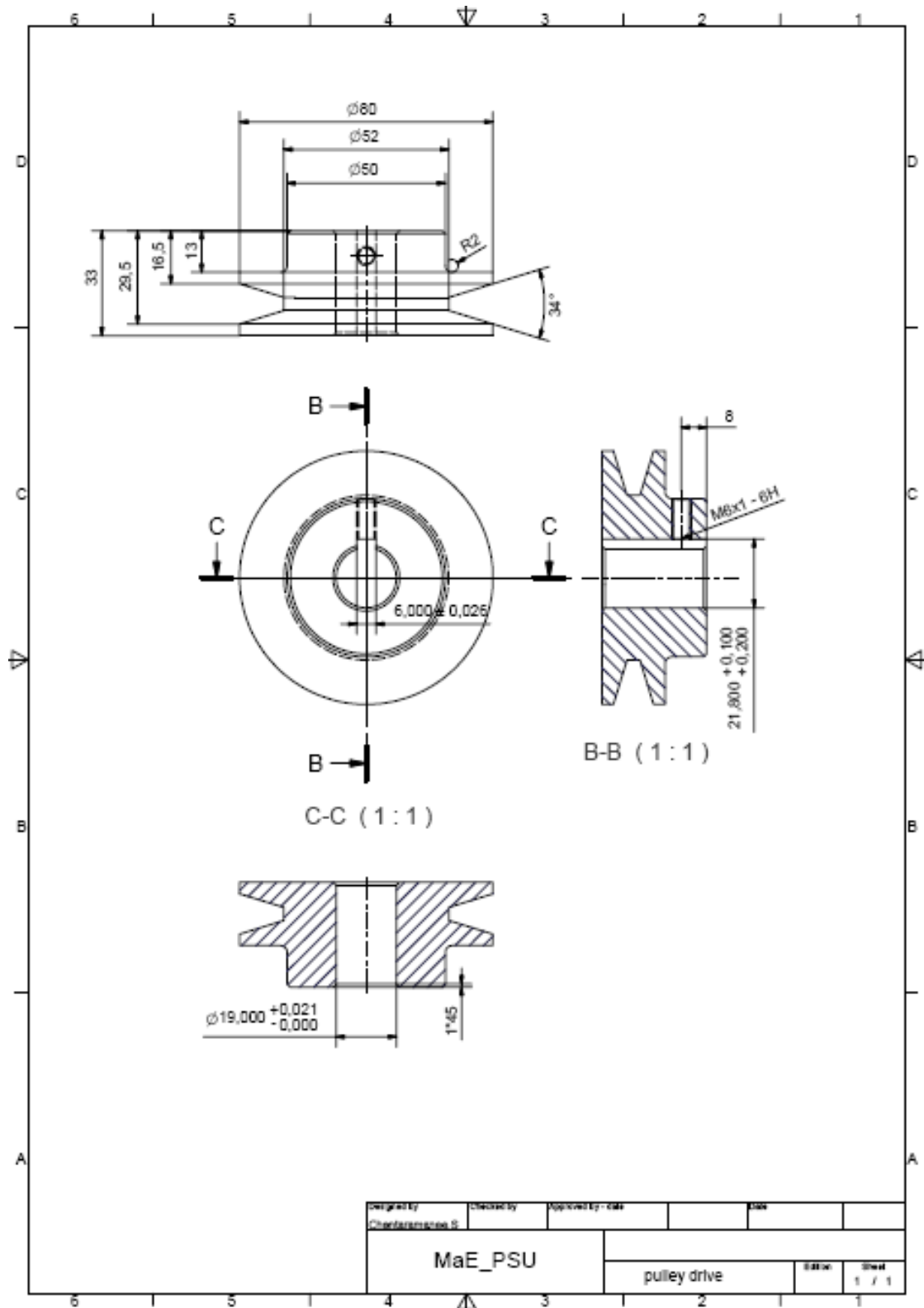


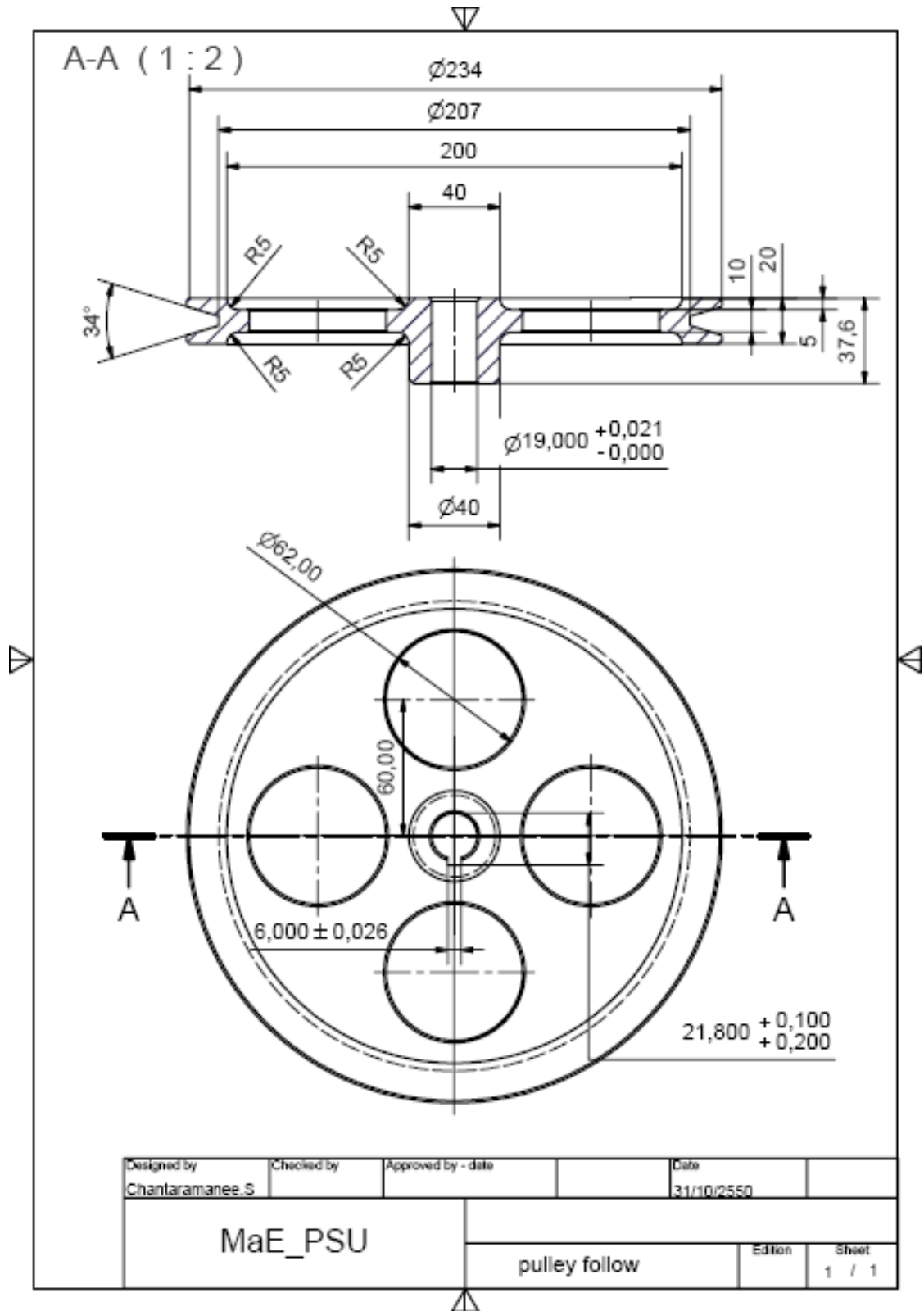


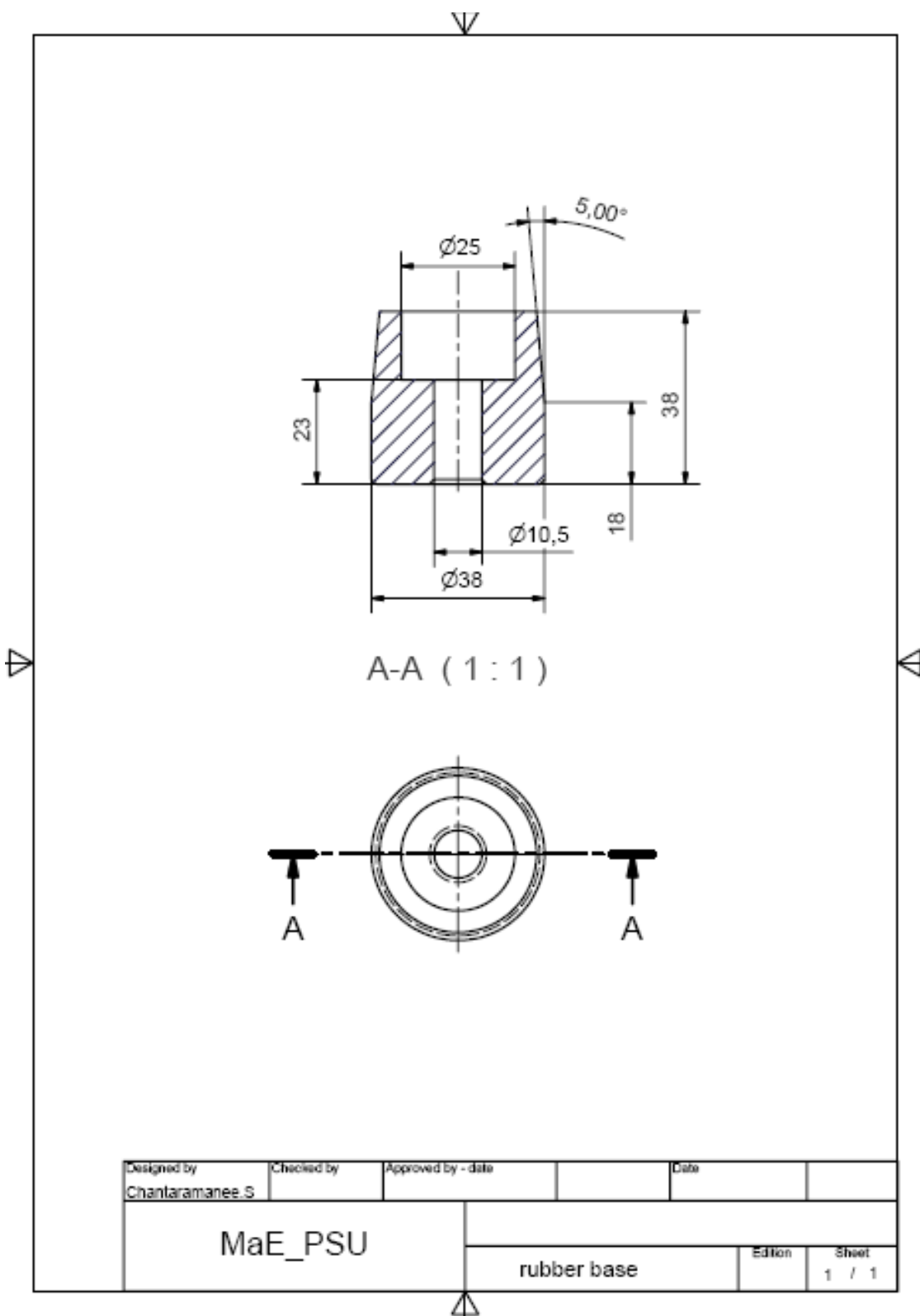


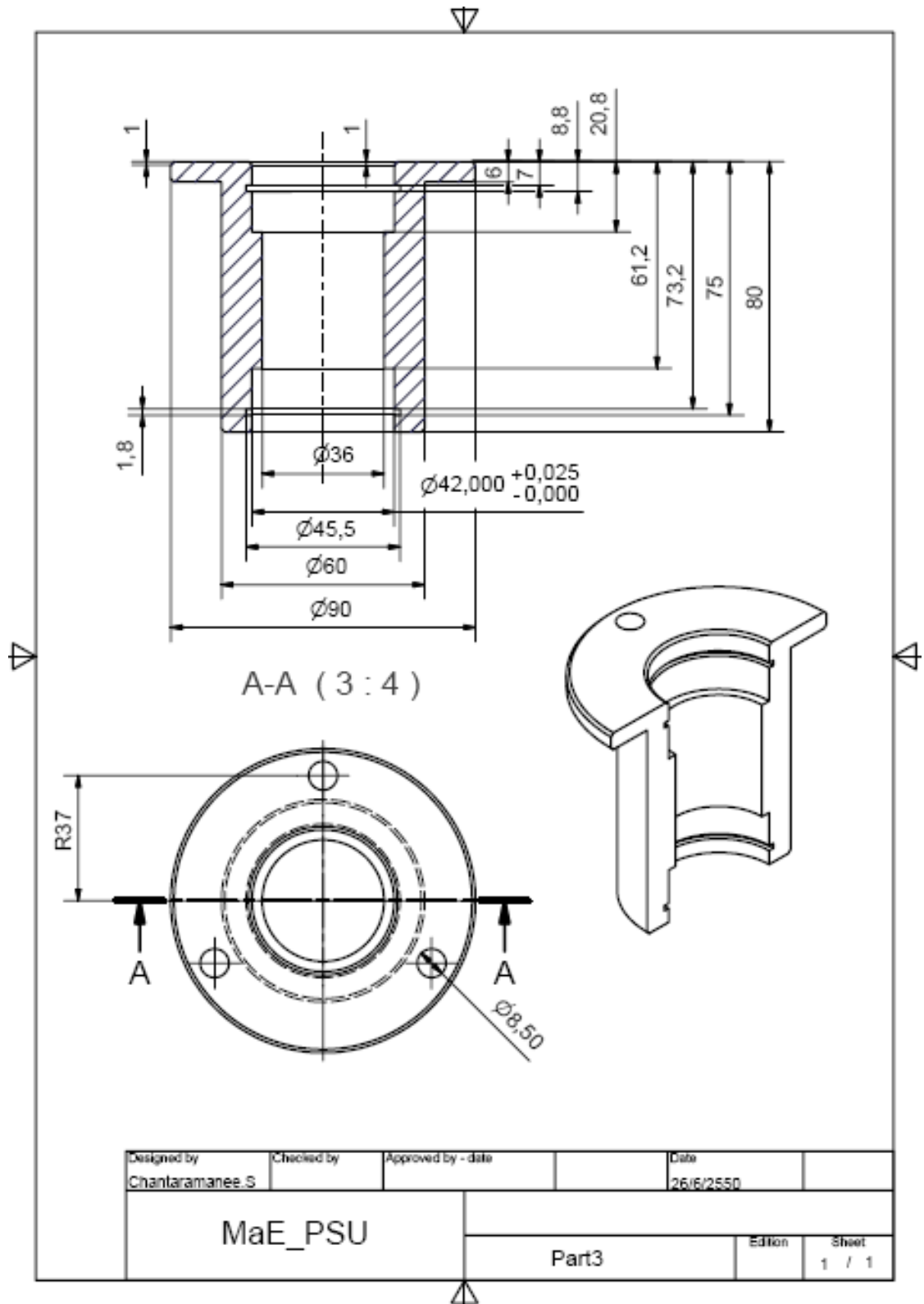
| ITEM | QTY | Part List | Part Number | Description |
|------|-----|--------------|-------------|-------------|
| 1 | 1 | Shaft | | |
| 2 | 2 | Bearing | 62-20-12 | |
| 3 | 2 | CapScrew | | |
| 4 | 1 | Washer | | |
| 5 | 1 | Pin | | |
| 6 | 1 | Block | | |
| 7 | 1 | Key | 6 | |
| 8 | 1 | Pulley Block | | |
| 9 | 1 | Cap | | |
| 10 | 1 | Block | 25 | |

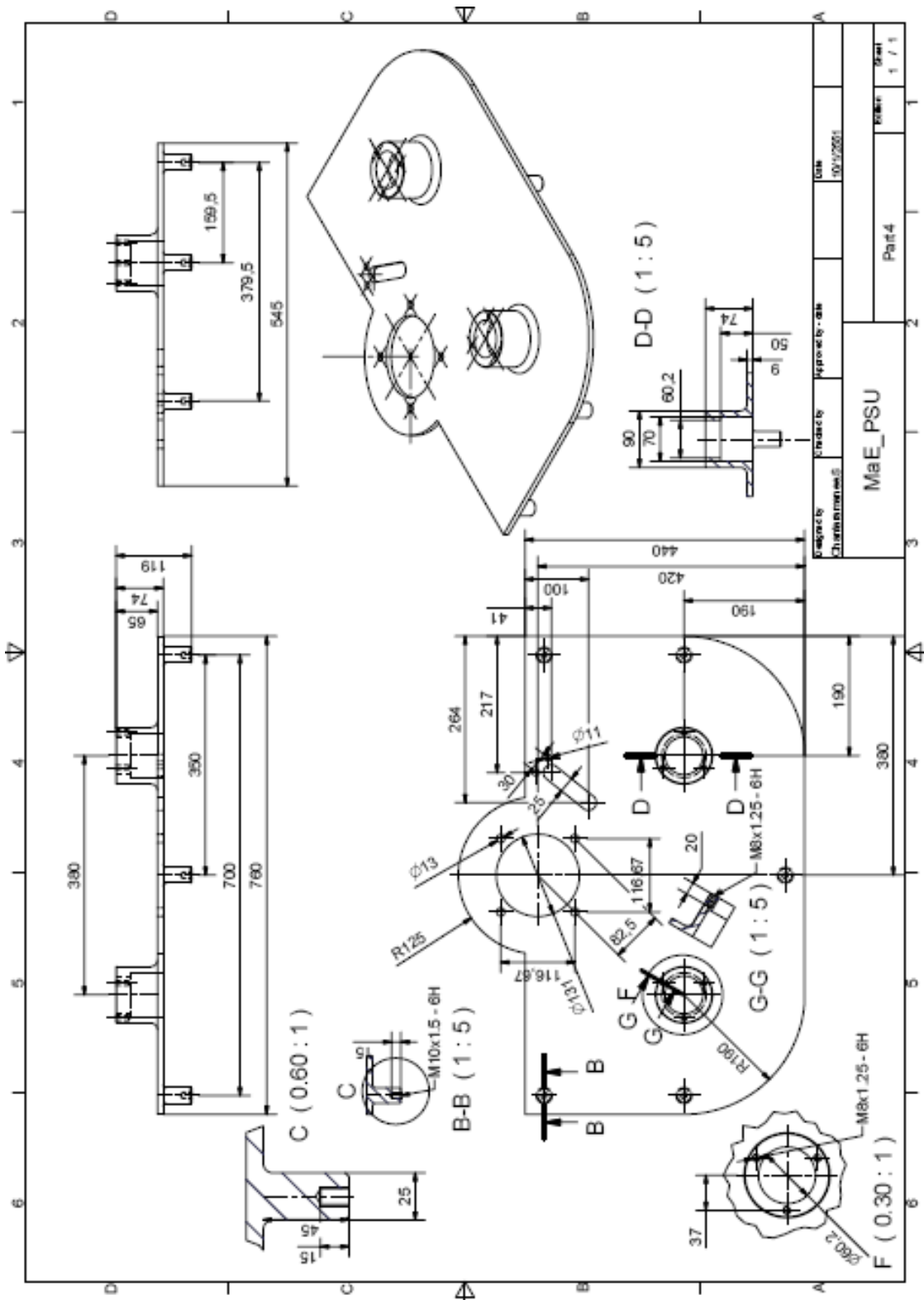
Assembly: MNE_PSU
 Assembly: 1-1
 Part: 1 1 1



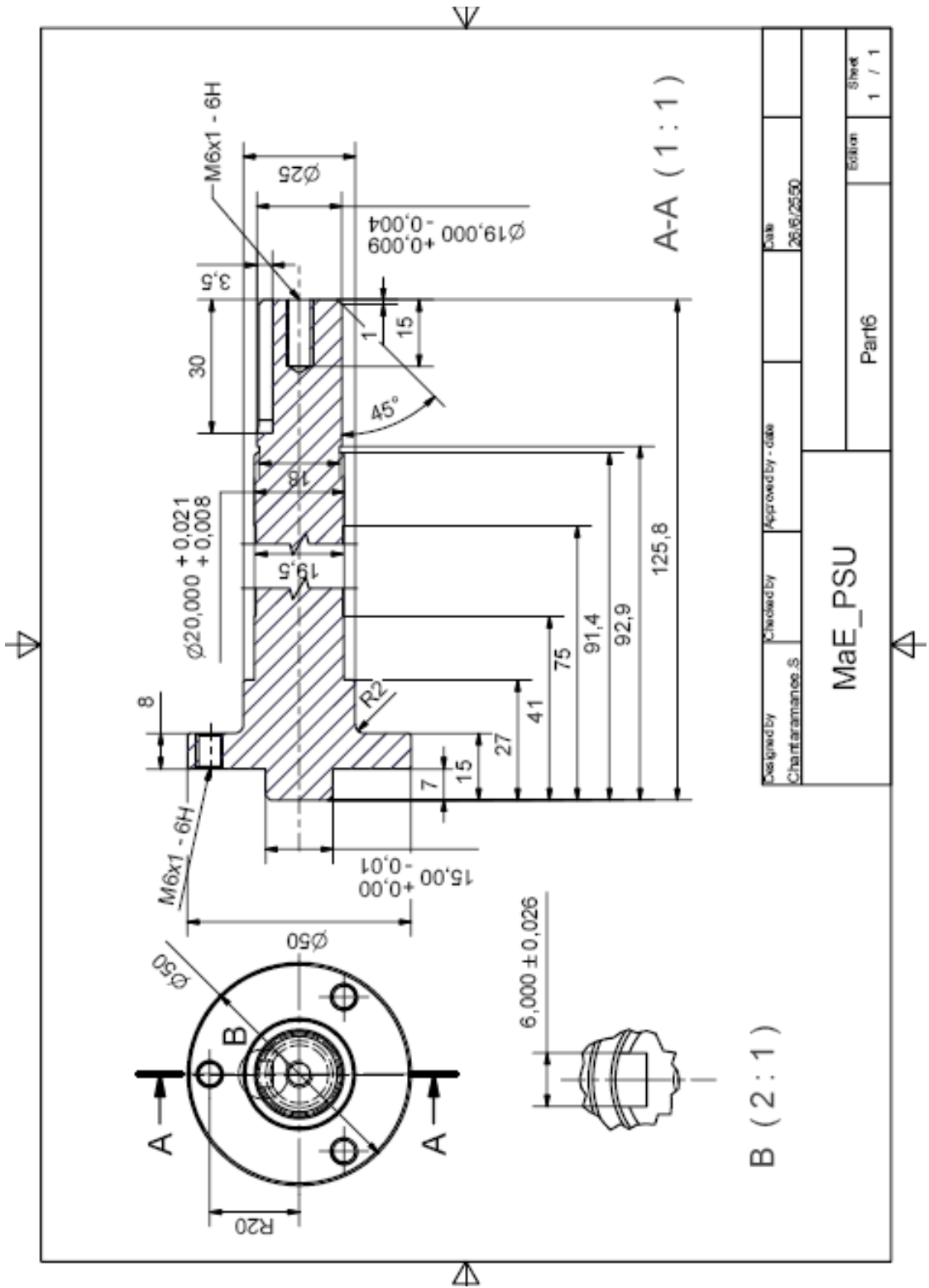


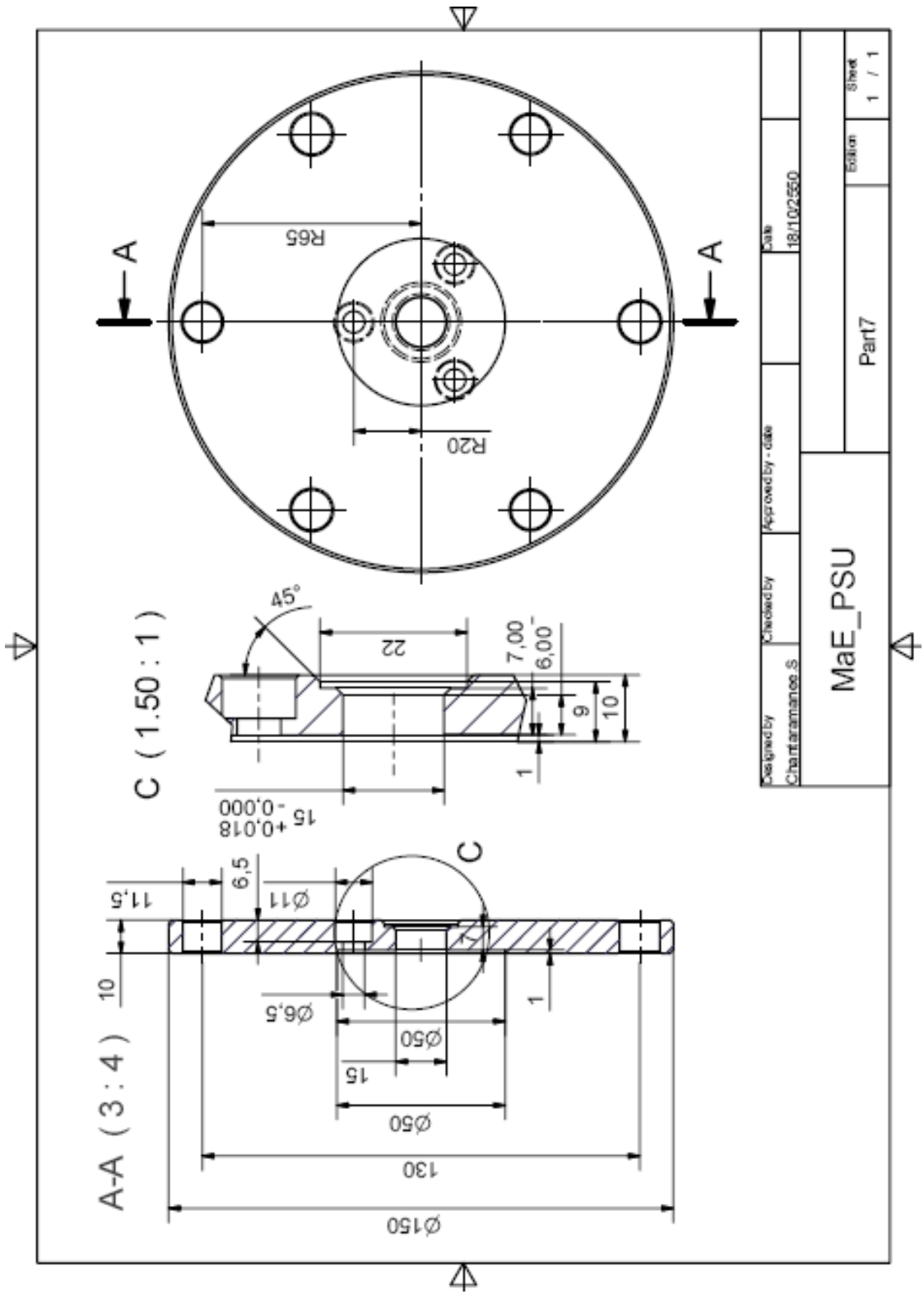




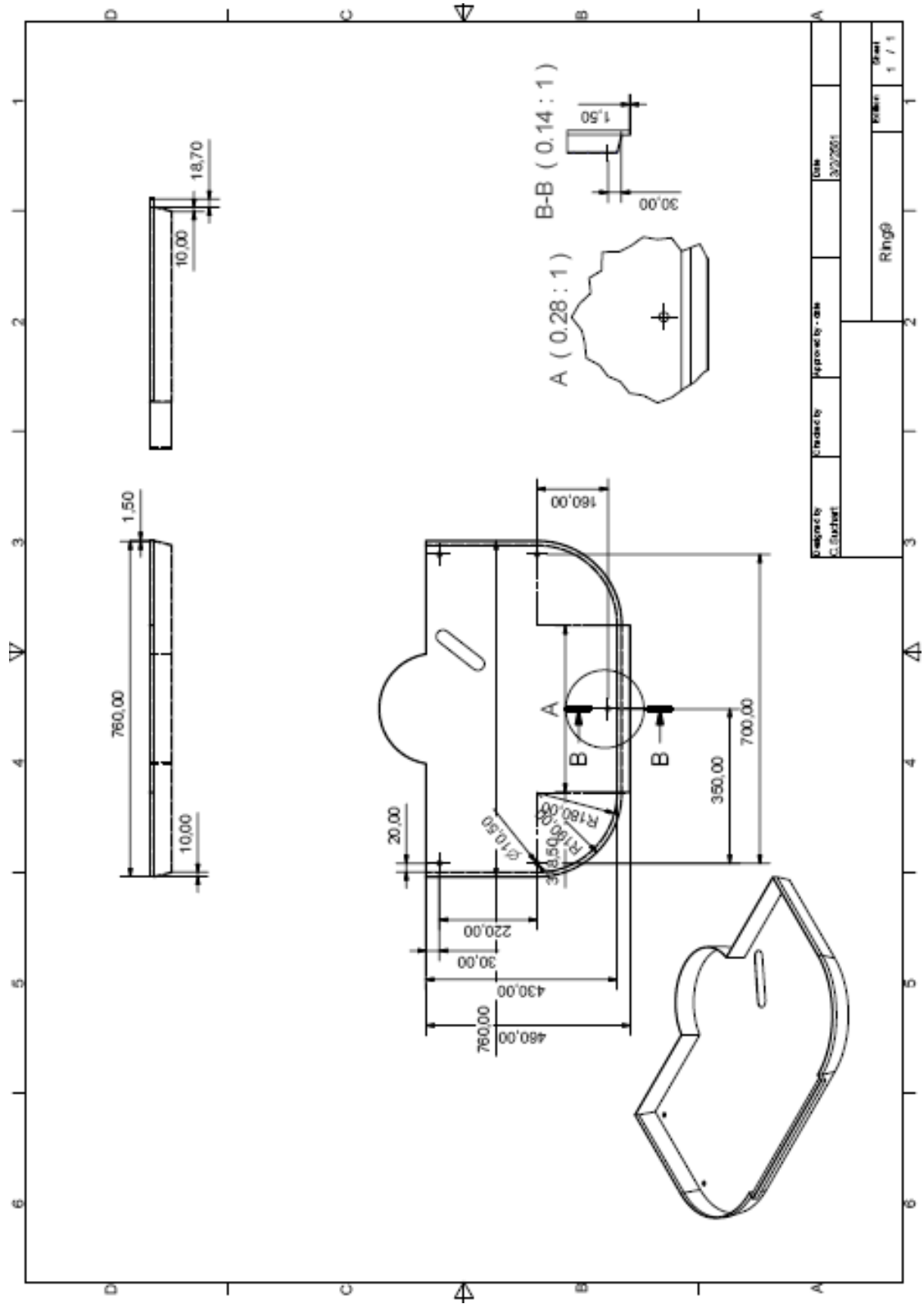


| | | | |
|-----------------|------------|--------------------|-------------|
| Designed by | Checked by | Approved by - date | Date |
| Charalatharan S | | | 10/1/2015 |
| MaE_PSU | | | Part 4 |
| | | | Sheet 1 / 1 |

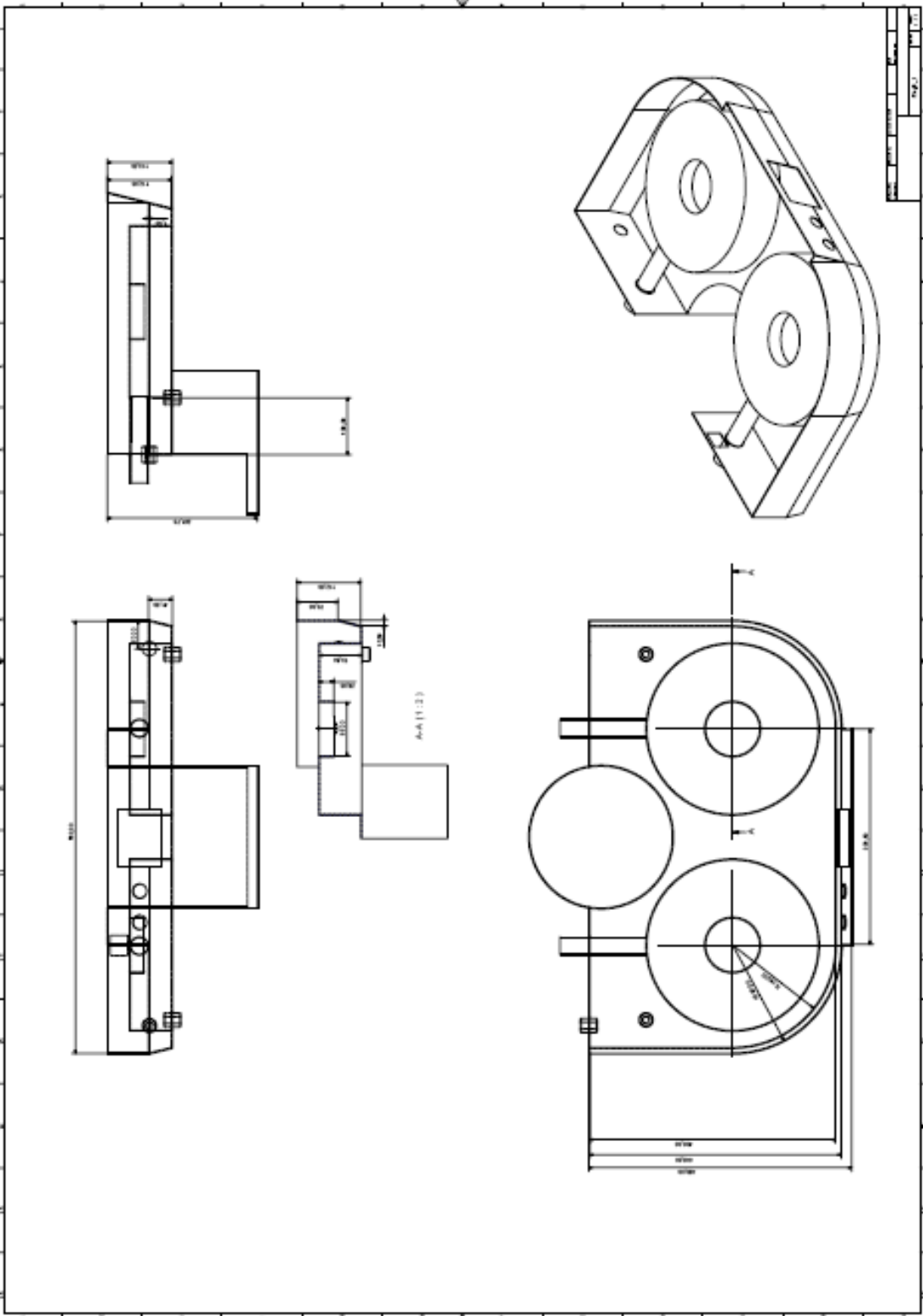


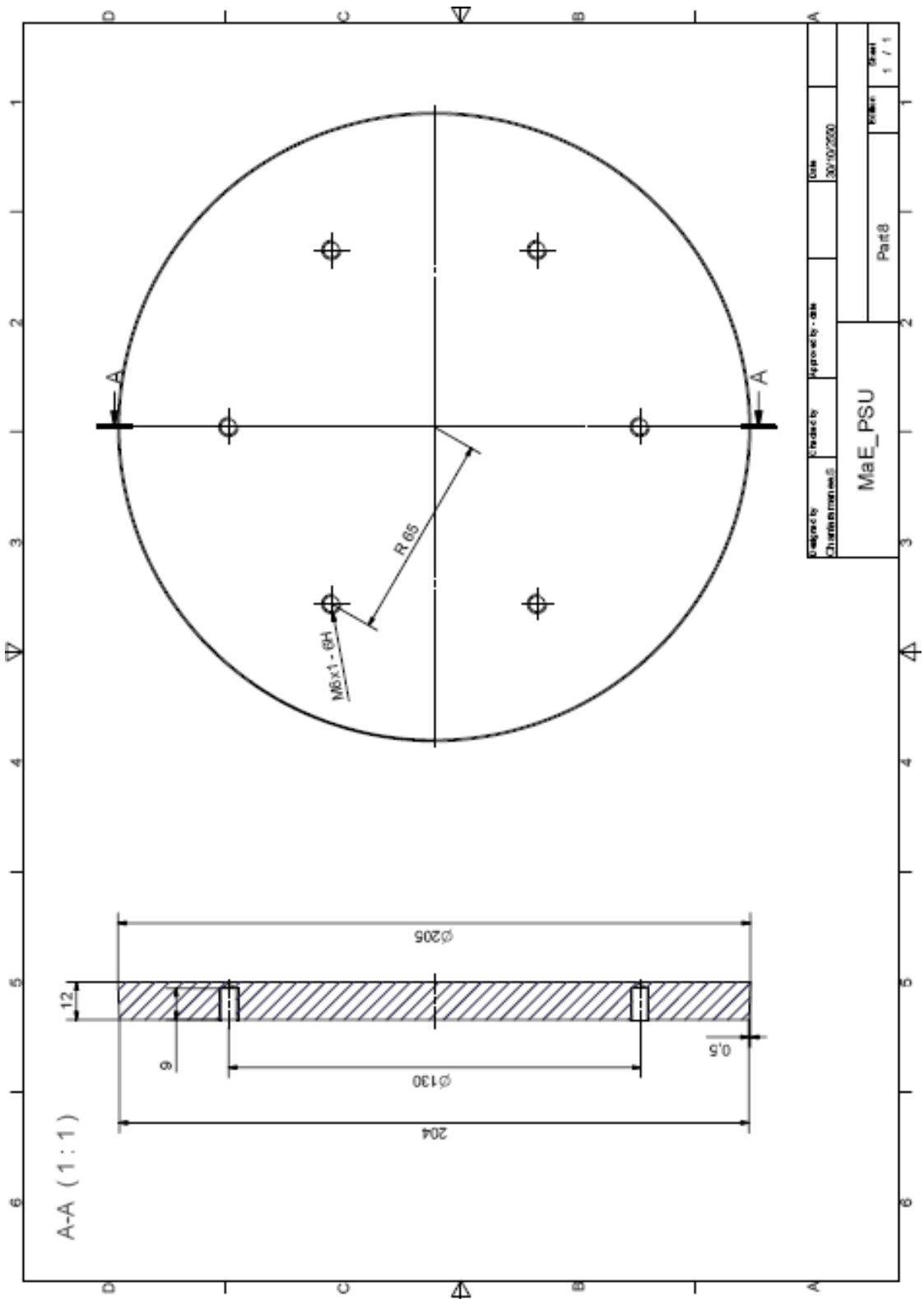


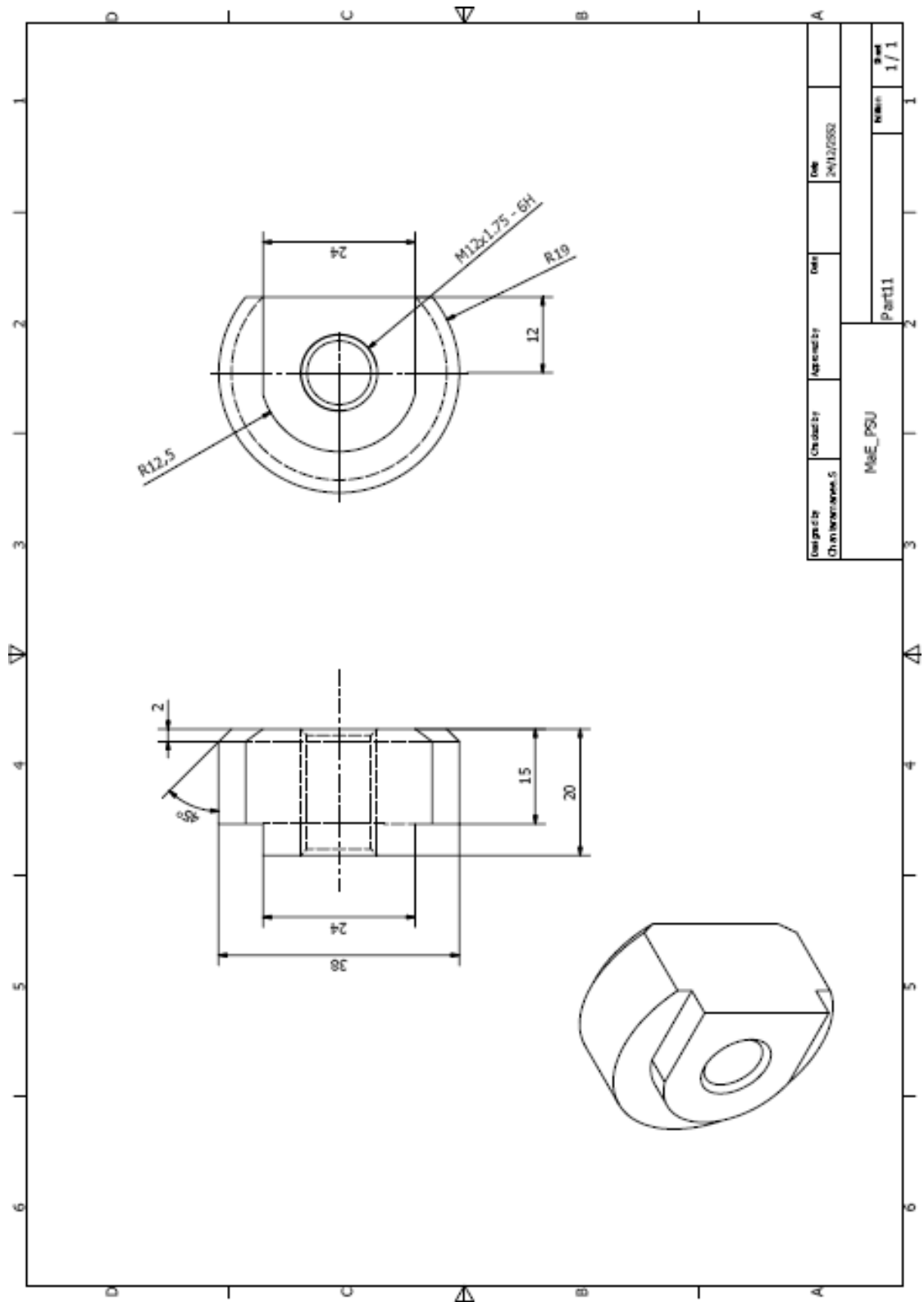
| | | | | |
|--------------------------------|------------|--------------------|--------------------|----------------|
| Designed by Chantaramanee.S | Checked by | Approved by - date | Date 18/10/2560 | Sheet 1 / 1 |
| MaE_PSU | | | Part7 | |

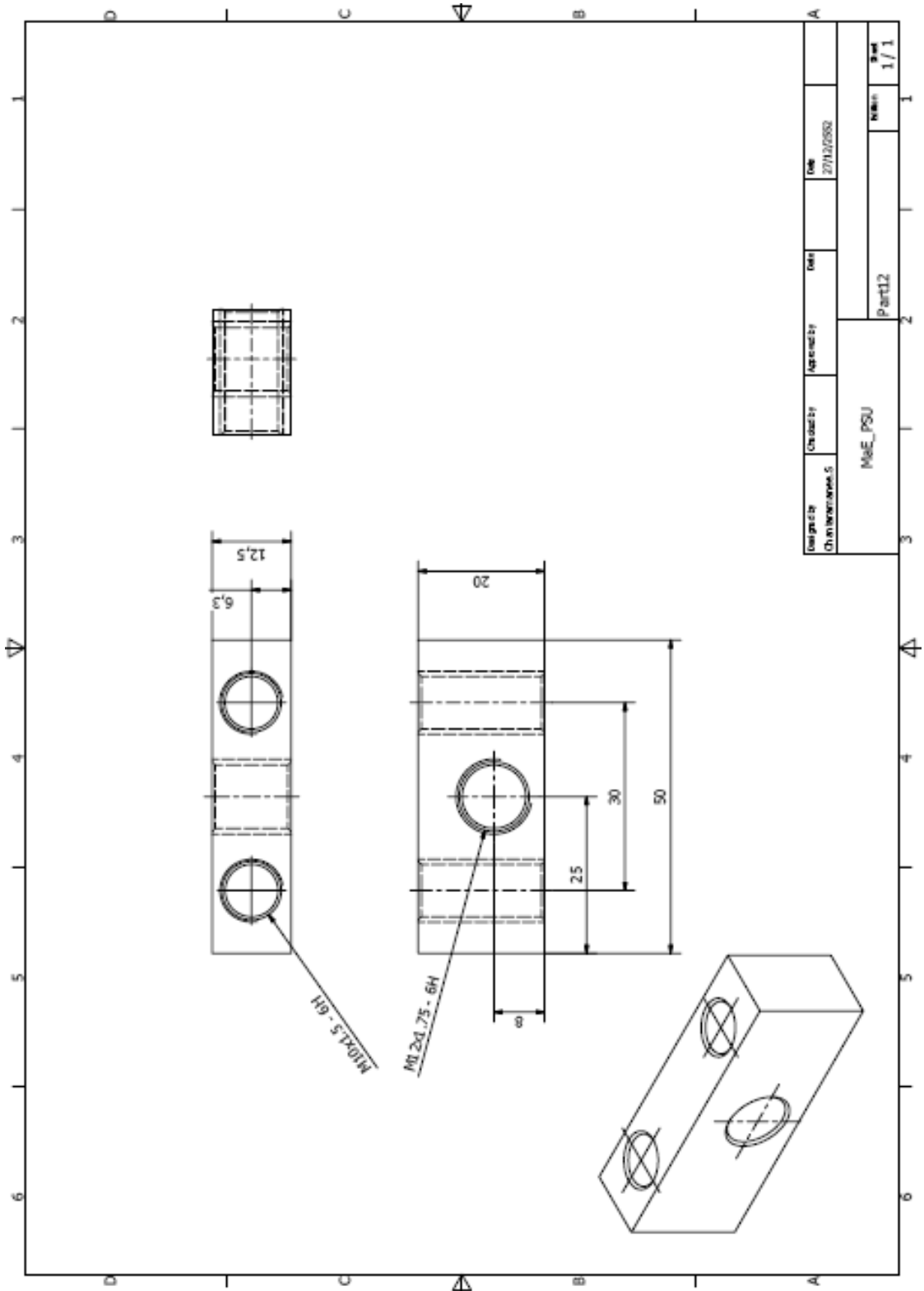


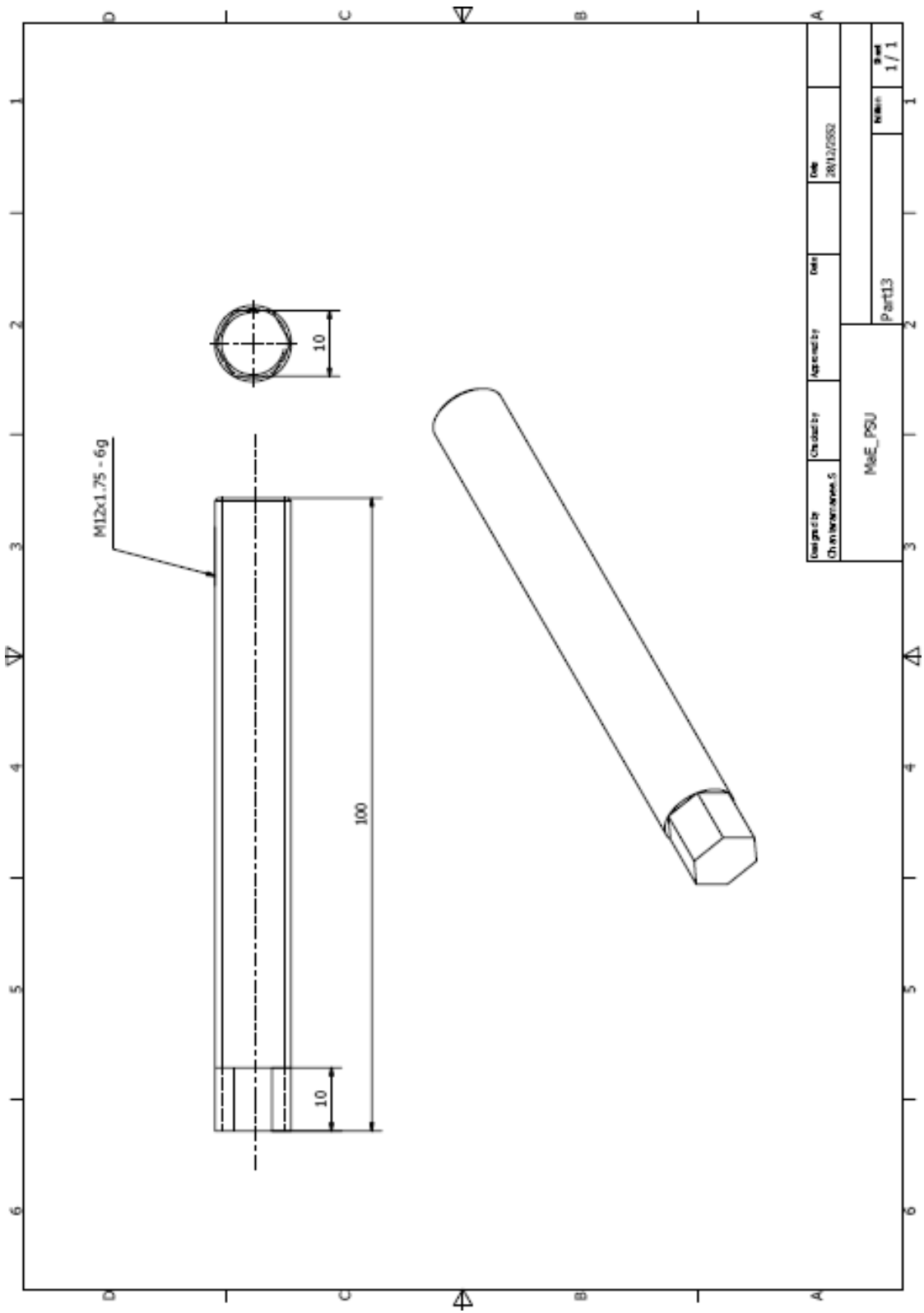
| | | | |
|--------------------------|------------|-----------------------------|------------------|
| Designed by C. Barbet | Checked by | Approved - date 3/2/2001 | Date 3/2/2001 |
| Ring Ø | | | Scale 1 / 1 |

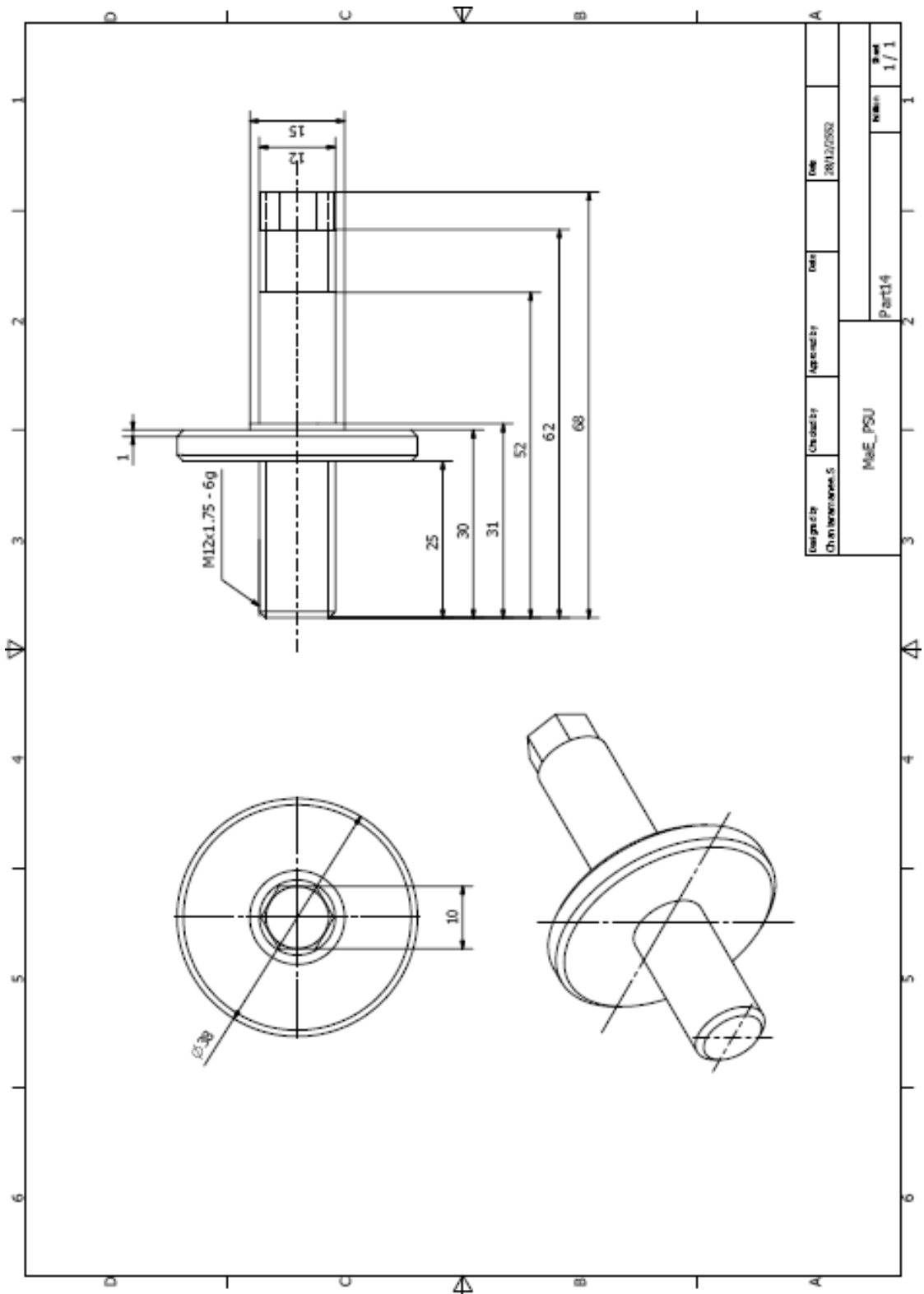


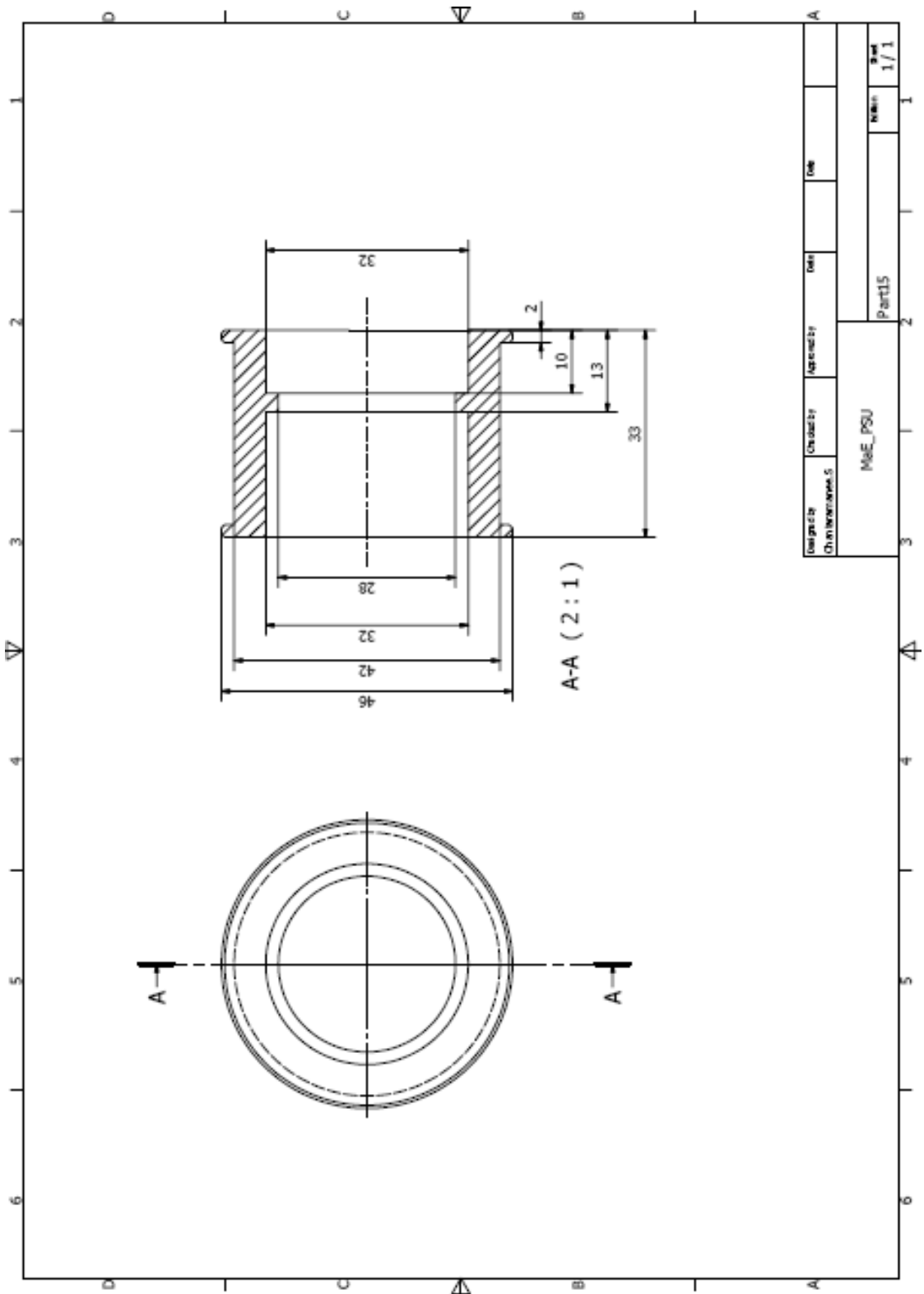




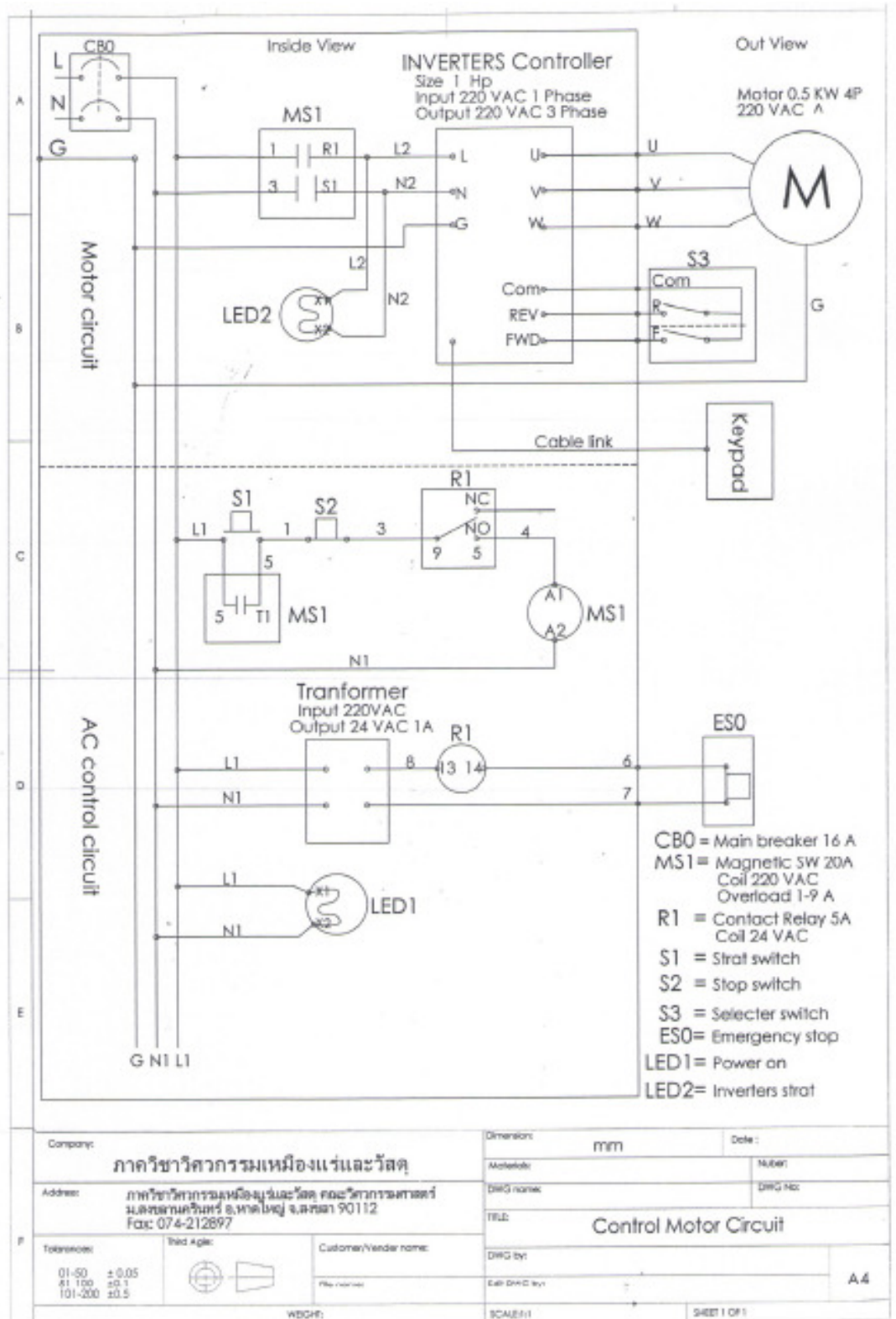









ภาคผนวก ข
วงจรระบบไฟฟ้า



ภาคผนวก ค
คู่มือการใช้เครื่องตัดจานคู่

คู่มือการใช้เครื่องขัดจานคู่

1. เปิดเบรกเกอร์ภายในตู้ควบคุม ที่เครื่องหมาย ON
2. กดปุ่มหน้าตู้ควบคุม ที่เครื่องหมาย ON
3. วางกระดาษทรายหรือแผ่นสีกหลาดบนจานขัด
4. ปิดสวิทช์เปิดเครื่องทางด้านขวามือ (งานขัดจะหมุนตามเข็มนาฬิกา) หรือ ปิดสวิทช์ทางด้านซ้ายมือ (งานขัดจะหมุนทวนเข็มนาฬิกา)และหรือ กดปุ่ม RUN
5. เปิดวาล์วน้ำหล่อเย็น
6. เมื่อขัดงานเรียบร้อยตามต้องการ ต้องการหยุดงานขัดก็ให้ปิดสวิทช์เปิดเครื่องให้อยู่กึ่งกลาง ปิดวาล์วน้ำ กดปุ่มหน้าตู้ควบคุม ที่เครื่องหมาย OFF
7. การปรับความเร็วงานขัด สามารถปรับความเร็วเพิ่มขึ้นหรือลดลงได้โดยตรงโดยการกดปุ่ม 
8. การปรับความเร็วงานขัดต้องการปรับค่าที่มากให้ กดปุ่ม MOVE และปรับปุ่มขึ้นหรือลง

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ สกุล ดร.สุชาติ จันทรมณีนัย

วุฒิการศึกษา

| วุฒิ | ชื่อสถาบัน | ปีที่สำเร็จการศึกษา |
|---|--------------------------------------|---------------------|
| ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต (วิศวกรรมอุตสาหการ-เครื่องมือกล) | สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลวิทยาเขตภาคใต้ | 2541 |
| สาธารณสุขศาสตรบัณฑิต (อาชีวอนามัยและความปลอดภัย) | มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช | 2545 |
| วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมวัสดุ) | มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ | 2549 |
| วิศวกรรมศาสตรดุษฎีบัณฑิต (วิศวกรรมวัสดุ) | มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ | 2556 |

ตำแหน่งและสถานที่ทำงาน

ตำแหน่ง วิศวกร

ภาควิชาวิศวกรรมเหมืองแร่และวัสดุ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

การประชุมทางวิชาการ

دننพล ตันนโยภาส อนุรักษ์ เกิดดี และสุชาติ จันทรมณีนัย. 2557. การประเมินแผ่นหินแกรนิตด้วยสมรรถนะการเสียดและการแผ่รังสีความร้อน. วารสารวิศวกรรมศาสตร์ ราชมงคลธัญบุรี ปีที่ 7 ฉบับที่ 1 มกราคม 2557 - มิถุนายน 2557 หน้า 37-46 ISSN 1685-5280, TCI, IF =0.031

จิรวรรณ ดำรงฤทธิ์ دنนพล ตันนโยภาส และสุชาติ จันทรมณีนัย. 2556. คอนกรีตมวลเบาจากของเสียชีวมวลผสมเศษอิฐดินเผาละเอียด. การประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยทักษิณ ครั้งที่ 23 สังกมคุณธรรม: ความมั่นคงทางอาหารและพลังงาน ณ ศูนย์ประชุมนานาชาติฉลองสิริราชสมบัติครบ 60 ปี อำเภหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา 22-25 พฤษภาคม 2556

دننพล ตันนโยภาส วิลาวรรณ ศิลป์สอน และสุชาติ จันทรมณีนัย. 2555. การเตรียมกระเบื้องมวลเบาด้วยเศษเปลือกเชรามิก ถู่มือชำระผสมเถ้าลอยไม่ยางพาราและหางแร่ดินขาว. การประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยทักษิณ ครั้งที่ 22 วิถีไทย วิถีอาเซียน วิถีแห่งความร่วมมือ ณ ศูนย์ประชุมนานาชาติฉลองสิริราชสมบัติครบ 60 ปี อำเภหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา 23-26 พฤษภาคม 2555

دننพล ตันนโยภาส จำนาญ ยิ้มเส็ง และสุชาติ จันทรมณีนัย. 2554. อิทธิพลของการเติมเถ้าเฝ้าป่าลมน้ำมันและเสริมเส้นปอกระจุดต่อสมบัติของยิปซัมเทียมที่ทำเป็นกระเบื้องซีเมนต์. การประชุมวิชาการด้านเหมืองแร่โลหการและปิโตรเลียม ครั้งที่ 9 เรื่องการสำรวจและใช้

นริศ จุสกรณ์ นภิสกร มีมงคล ธวัชชัย ปลุกผล **สุชาติ จันทรมณี** และเจษฎา วรรณสินธุ์ “การพัฒนากระบวนการหล่อโลหะแบบเหวี่ยงด้วยความดันสูงสำหรับการแทรกซึมเพื่อผลิตวัสดุผสมเนื้ออะลูมิเนียม” การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ครั้งที่ 6, 8-9 พฤษภาคม 2551

สุชาติ จันทรมณี, ธวัชชัย ปลุกผล, เล็ก สีคง และศิริกุล วิสุทธิเมธางกูร “การศึกษาพฤติกรรมการคืบของโลหะ อะลูมิเนียมผสมที่ใช้ทำแม่พิมพ์สำหรับฉีดพลาสติก” การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ครั้งที่ 3 (PMN04) 8-9 ธันวาคม 2547

ฉลอง อุไรรัตน์ สมพันธ์ อำพาวิน สุรพล ชูสวัสดิ์ วิชัย ประยูร และ**สุชาติ จันทรมณี** “การวิจัยออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบลอกและล้างยาง” ราชชมงคลวิชาการ 47 ครั้งที่ 20 โรงแรมอมรินทร์ลากูน จังหวัดพิษณุโลก 11-13 กุมภาพันธ์ 2547

ฉลอง อุไรรัตน์ สมพันธ์ อำพาวิน สุชาติ เย็นวิเศษ สุรพล ชูสวัสดิ์ วีรยุทธ จันทรักษา วิชัย ประยูร และ **สุชาติ จันทรมณี** “การวิจัยออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบลอกและล้างยาง” งานมหกรรมเทคโนโลยีอุตสาหกรรมยาง 2002. ณ ห้องเพลนารี 1. ศูนย์การประชุมแห่งชาติสิริกิติ์. 19-20 กรกฎาคม 2545

Suchart Chantaramanee, Sirikul Wisutmethangoon and Thawatchai Plookphol. Ultrasonic-Assisted of Silver Nanoparticles on Short-SWCNTs by Electroless Plating Method. 2013 3rd International Conference on Advanced Materials and Engineering Materials 2013 (3rd ICAMEM 2013) December 14-15th, 2013 Singapore. Paper ID. 59.

Suchart Chantaramanee, Sirikul Wisutmethangoon, Lek Sikong and Thawatchai Plookphol. Wettability of Carbon Nanotubes with Molten Sn-Ag-Cu Solder Alloy. 2013 The 2nd International Conference on Advance Materials Design and Mechanics (ICAMDM2013) May 17-18, 2013 Kuala Lumpur, Malaysia Paper ID. 55.

Suchart Chantaramanee, Thawatchai Plookphol, Sirikul Wisutmethangoon, Lek Sikong., Wettability of Single-Walled Carbon Nanotube and Molten 96.5Sn-3.0Ag-0.5Cu Lead-Free Solder Alloy. International Conference on Nanoscience & Technology, September 7-9, 2011, Beijing, China, Abstract No. 2O-034.

Suchart CHANTARAMANEE, Thawatchai PLOOKPHOL, Sirikul WISUTMETHANGOON and Lek SIKONG. Lead-Free Solder-SWCNT Nano-Composite Processing by Ultrasonic. The 4th International Conference on Recent Advances in Materials, Minerals&Environment and 2nd Asian Symposium on Materials & Processing, 1-3 June 2009, Bay view Beach Resort, Batu Ferringhi Penang, Malaysia Abstract No. MT 20

Chantaramanee, S., Plookphol, T., Sikong, L. and Wisutmethangoon, S., A Study on Creep Behavior of Aluminum Alloy Used for Making Plastic-Injection Mold, I0037. 31st Congress on Science and Technology of Thailand (SST 2005) 18-20 October 2005 at Technopolis, Suranaree University of Technology, Nakhon Ratchasima.

Plookphol, T., **Chantaramanee, S.,** Sikong, L., and Wisutmethangoon, S., Tensile Properties of 7075-T651 Aluminum Alloy at Elevated Temperatures, International Conference on Engineering and Environment ICEE-2005, Novi Sad, Serbia & Montenegro, 18-20 May 2005, paper no. 19

วารสารตีพิมพ์ในประเทศและต่างประเทศ

دنوفل ตันนโยภาส กัลป์ยานี คุปตานนท์ หทัยทิพย์ พันฤทธิ์ดำ และสุชาติ จันทรมณี. 2557. กระเบื้องเซรามิกมวลเบาชนิดใหม่ทำจากหางแร่ดินขาวและเถ้าลอยไม่ย่างพารา วารสารวิชาการคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง ปีที่ 7 ฉบับที่ 1 มกราคม 2557-มิถุนายน 2557 หน้า 70-83

เสาวภา ชูศรี دنوفล ตันนโยภาส และสุชาติ จันทรมณี. 2556. การผลิตกระเบื้องเซรามิกและกระเบื้องมวลเบาจากหินฝุ่นแอนดีไซต์ผสมเถ้าไม่ย่างพารา วารสารมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ปีที่ 3 ฉบับที่ 1 มกราคม-มิถุนายน 2556 หน้า 70-83

อาชีวะ หมักหมั่น دنوفล ตันนโยภาส และสุชาติ จันทรมณี. 2556. กลไกการเผาผนึกของเนื้อกระเบื้องเซรามิกซีโอไลต์ที่เติมเศษหินชนวน วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ ปีที่ 16 ฉบับที่ 1 มกราคม-มิถุนายน 2556 หน้า 16-24

دنوفล ตันนโยภาส วรรณรัตน์ แก้วสมบุรณ์ และสุชาติ จันทรมณี. 2554. คุณลักษณะกระเบื้องเซรามิกผลิตจากหินฝุ่นบะซอลต์ผสมร่วมกับเถ้าไยปาล์มน้ำมัน วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ ปีที่ 12 ฉบับที่ 3 ตุลาคม 2552-มกราคม 2553 หน้า 149-159

Suchart Chantaramanee, Sirikul Wisutmethangoon, Lek Sikong and Thawatchai Plookphol. Ultrasonic-Assisted of Silver Nanoparticles on Short-SWCNTs by Electroless Plating Method. *Advanced Materials Research* Vol. 893 (2014) pp 119-123

Narissara Mahathaninwong, Silikul Wisutmethangoon, Thawatchai Plookphol. Jessada Wannasin and **Suchart Chantaramanee.** Elevated Temperature Tensile Behavior of Rheo-Cast 7075-T6 Al Alloy Produced by GISS Technique. *Advanced Materials Research* Vols. 881-883 (2014) pp 1597-1600

S. Chantaramanee, S. Wisutmethangoon, L. Sikong, T. Plookphol, Development of a lead-free composite solder from Sn-Ag-Cu and Ag-coated carbon nanotubes. *J. Mater Sci: Mater Electron* 24 (2013) 3707-3715

Saravut Thongkam, Silikul Wisutmethangoon, Jessada Wannasin, **Suchart Chantaramanee** and Thawatchai Plookphol. Creep of Rheocast 7075 Aluminum Alloy at 300 °C. *Applied Mechanics and Materials* Vol. 372 (2013) pp 288-291

Suchart Chantaramanee, Sirikul Wisutmethangoon, Lek Sikong and Thawatchai Plookphol, Wettability of Carbon Nanotubes with Molten Sn-Ag-Cu Solder Alloy. *Applied Mechanics and Materials* Vol. 372 (2013) pp 136-142

Phuri Kalnaowakun, Sutham Niyomwas and **Suchart Chantaramanee**, Comparative Study of Platinum/Single Wall Carbon Nanotube versus Platinum/Carbon Black Coating. *Advanced Materials Research* Vols. 488-489 (2012) pp 928-933

Urairut, C., Ampawan, S., Choosawat, S., Prayoon, W., and **Chantaramanee, S.**, The Prototype Peeling and Washing Machine for Improvement of RSS Processing. *The Rubber International Magazine*, vol. 4, no.47, 2002. pp: 46-48

ทุนวิจัยสิ่งประดิษฐ์

สุชาติ จันทรมณีย์ และธนากร เกียรติขวัญบุตร “ออกแบบและสร้างเครื่องขัดชิ้นงานแบบจานคู่” งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัย จากเงินรายได้ คณะวิศวกรรมศาสตร์ ประจำปีงบประมาณ 2554

ธนากร เกียรติขวัญบุตร และ**สุชาติ จันทรมณีย์** “การออกแบบและสร้างเตาเผาอุณหภูมิสูงแบบท่อ” งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัย จากเงินรายได้ คณะวิศวกรรมศาสตร์ ประจำปีงบประมาณ 2551

โครงการพัฒนางาน

สุชาติ จันทรมณีย์ หัวหน้าโครงการ: การออกแบบปรับปรุงและสร้างแท่นรองกวดการทดสอบหาโมดูลัสแตกหักและความเค้นแตกหักกระเบื้องเซรามิกตามมาตรฐานเลขที่ มอก. 2398 เล่ม 4 – 2553 คณะวิศวกรรมศาสตร์ ประจำปีงบประมาณ 2556 (รหัสโครงการ PB56-001)

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ สกุล นายธนกร เกียรติขวัญบุตร

วุฒิการศึกษา

| วุฒิ | ชื่อสถาบัน | ปีที่สำเร็จการศึกษา |
|---|---|---------------------|
| อุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต (เทคโนโลยีการผลิต) | สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ | 2545 |
| วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมวัสดุ) | มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ | 2550 |

ตำแหน่งและสถานที่ทำงาน

ตำแหน่ง นักวิทยาศาสตร์

ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

การประชุมทางวิชาการ

ธนกร เกียรติขวัญบุตร สุชาติ จันทรมณี และลือพงศ์ แก้วศรีจันทร์ .2553. การสร้างและทดสอบเตาเผาอุณหภูมิสูงแบบท่อ. การประชุมวิชาการวิจัยหน่วยงานสำหรับบุคลากรสายสนับสนุนในสถาบันอุดมศึกษา ครั้งที่ 2 (จามจุรีวิชาการ'53). 30-31 มีนาคม-1 เมษายน 2553 คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พัชชา พุ่งเทียน อิลฮัม อุมูดี **ธนกร เกียรติขวัญบุตร** จรรยา อินทมณี จันทิมา ชั่งสิริพร และ จริญญา บุญกาญจน์. 2552. การกำจัดแอมโมเนียจากทางน้ำโดยการไหลสวนทางของทางน้ำยากับลมร้อนในเพลทแชมเบอร์. การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมศาสตร์ ครั้งที่ 7. 21-22 พฤษภาคม 2552. คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ หาดใหญ่ สงขลา

จันทิมา ชั่งสิริพร ชัยรัตน์ แก้วพิบูลย์ นที บุญทวีโรจน์ จริญญา บุญกาญจน์ และ **ธนกร เกียรติขวัญบุตร**. 2552. การกำจัดแอมโมเนียจากทางน้ำยากโดยการไหลสวนทางของทางน้ำยากับกระแสลมในระบบรางเอียง. การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมศาสตร์ ครั้งที่ 7. 21-22 พฤษภาคม 2552. คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ หาดใหญ่ สงขลา

ธนกร เกียรติขวัญบุตร เล็ก สีคง ศิริกุล วิสุทธิ์เมธางกูร และ วีรวรรณ สุทธิศรีปิก “อิทธิพลของเวลาการบดผสมและเวลาอบพูนที่มีผลต่อการเกิดโครงสร้างโลหะผสมจำรูป NiTi (Influence of milling and sintering times in the formation of NiTi Shape memory alloy)” การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาแห่งชาติ ครั้งที่ 7 (7th National Grad Research Conference). 4-5 เมษายน 2550 มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ เขตการศึกษา สุราษฎร์ธานี

Ubonwan Madua, Kulchanat Prasertsit, Paiboon Innachitra and **Tanakorn Kiatkhwanbut** “Predicting of parameters effect on PE wax Powder size

- distribution and shape in atomization process” 19th Regional Symposium on Chemical Engineering , 7-8 November 2012, Bali, Indonesia
- Ubonwan Madua, Kulchanat Prasertsit, Paiboon Innachitra and **Tanakorn Kiatkhwunbut** ”Effect of Operating onto the Powder size Distribution and Shape of PE Wax Powder in Atomization Process” International PSU Engineering Conference (IPEC-10), 14-15 May 2012, Prince of songkla University , Thailand.
- Sontaya Nookuar, **Tanakorn Kiatkhwunbut** , Lupong Kaewsichan “Characteristics of apatite layer formed on glass ceramic scaffolds *in vitro* is influenced by fabrication conditions, International conference on nanoscience and nanotechnology, 7-9 september, 2011, Beijing, China.
- Nitiwat Srimora, **Tanakorn Kiatkhwunbut** , Lupong Kaewsichan “Characterization of scaffolds containing polycaprolactone microspheres as drug delivery in bone tissue engineering” International conference on nanoscience and nanotechnology, 7-9 september, 2011, Beijing, China.
- Lek Sikong, Sirikul Wisutmethangoon, Weerawan Sutthisripok and **Tanakorn Kiatkhwunbut** Production of NiTi Shape Memory Alloy by Mechanical Alloying Method PSU-UNS International Conference on Engineering and Environment - ICEE-2005, Novi Sad 19-21 May, 2005 University of Novi Sad, Faculty of Technical Sciences Trg D. Obradovića 6, 21000 Novi Sad, Serbia & Montenegro

ทุนวิจัยสิ่งประดิษฐ์

1. ทุนอุดหนุนการวิจัยจากเงินรายได้คณะวิศวกรรมศาสตร์
ชื่อโครงการ “การออกแบบและสร้างเตาเผาอุณหภูมิสูงแบบท่อ
2. ทุนอุดหนุนการวิจัยจากเงินรายได้คณะวิศวกรรมศาสตร์
ชื่อโครงการวิจัย เรื่อง “ออกแบบและสร้างเครื่องขัดชิ้นงานแบบจานคู่”
3. ทุนอุดหนุนการวิจัยจากเงินรายได้คณะวิศวกรรมศาสตร์
ชื่อโครงการวิจัย เรื่อง “การสร้างเครื่องตะแกรงร่อนสำหรับวิชา Chemical Engineering Laboratory I 230-342
4. ทุนโครงการพัฒนางาน
ชื่อโครงการ “การปรับปรุงเครื่องกลั่นลำดับส่วน”
5. ทุนบริษัท ไออาร์พีซี จำกัด (มหาชน)
ชื่อโครงการ การออกแบบและสร้างเครื่อง อะตอมไมเซอร์สำหรับผลิต PE Wax