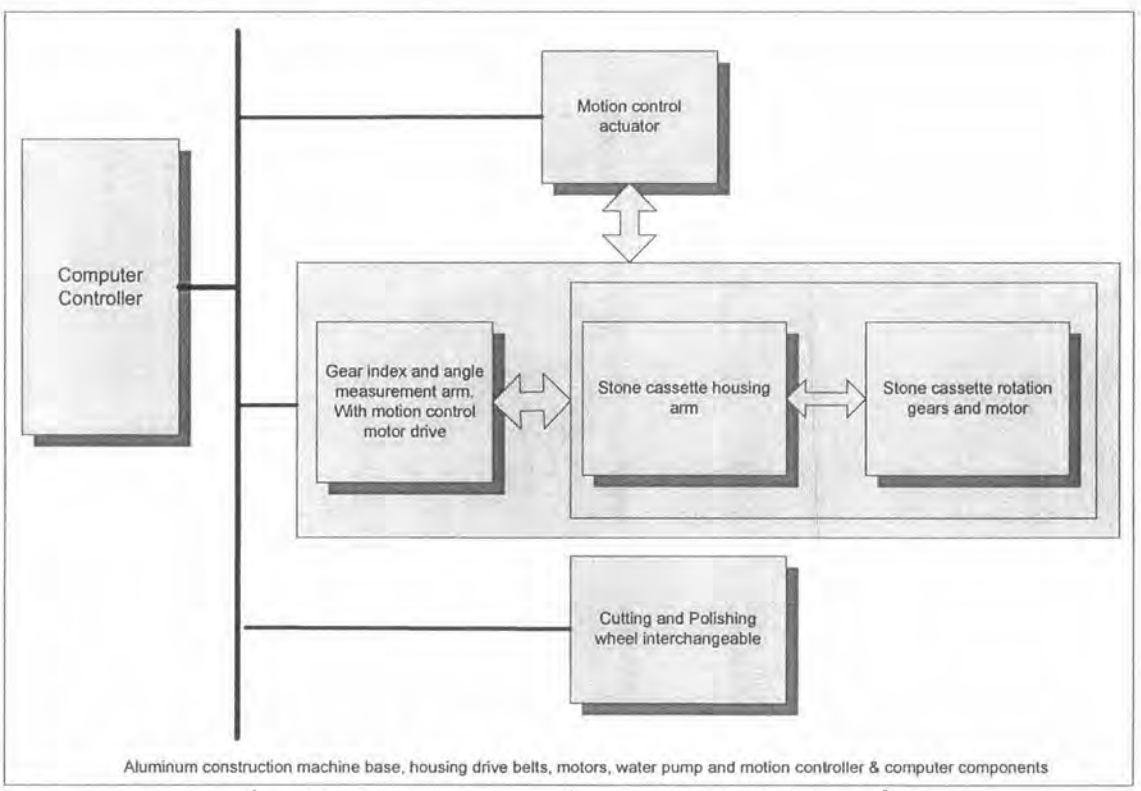
บทที่ 2

หลักการ การออกแบบและการผลิตเครื่องเจียระไนอัตโนมัติ

2.1 หลักการทำงานของเครื่องเจียระไนอัตโนมัติ

เครื่องเจียระไนพลอยที่กำลังพัฒนาอยู่นี้ มีหลักการทำงานดังแสดงในรูปที่ 2.1 กล่าวคือ ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการควบคุมการเคลื่อนที่ของเครื่องเจียระไนพลอยเพื่อให้มีความแม่นยำสูงสุดในการเจียระไน



รูปที่ 2.1 หลักการทำงานของเครื่องเจียระไนพลอยที่พัฒนาขึ้น

เครื่องเจียระไนพลอยที่พัฒนาขึ้นนี้เป็นเครื่องที่มีแกนการเคลื่อนที่ทั้งหมด 6 แกน โดยมีแกนที่จะต้องทำการควบคุมการเคลื่อนที่แบบแม่นยำอยู่ 4 แกน และแกนที่ต้องควบคุมการเคลื่อนที่แบบปกติมีอีก 2 แกน โดยแบ่งเป็นการเคลื่อนที่ดังนี้

แกนที่ต้องการการควบคุมการเคลื่อนที่แบบแม่นยำ

- แกนที่ 1 เป็นแกนที่ใช้ในการยกแท่นที่ติดตั้งก้านจับพลอยขึ้นลง (Robotic Arm) เพื่อปรับระดับความลึกในการเจียระไน

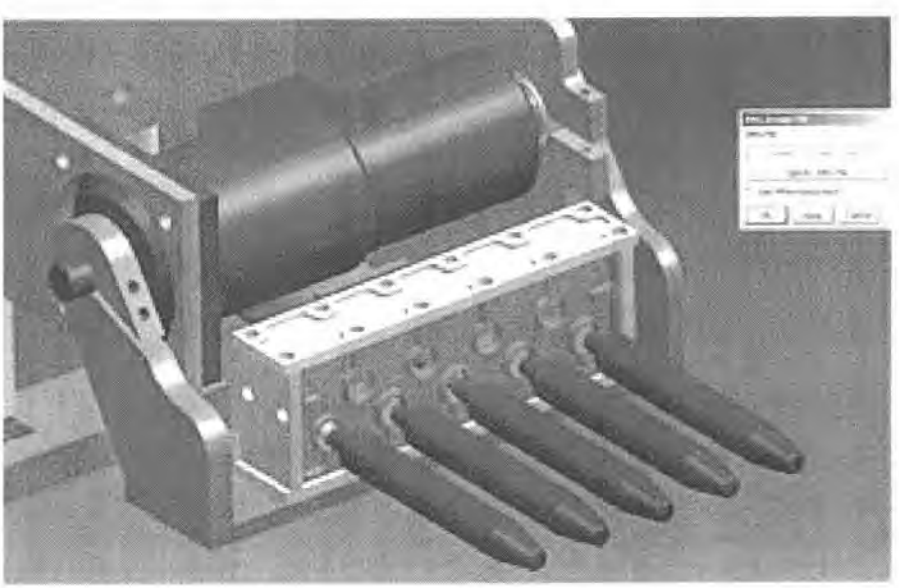
- แกนที่ 2 คือแกนหมุนของแท่นที่ติดตั้งก้านจับพลอย (Drop stick grinding angle) เพื่อปรับมุมองศาในการเจียระไน
- แกนที่ 3 คือแกนหมุนของก้านจับพลอย (Stone Attachment angle) เพื่อปรับเหลี่ยมในการเจียระไน
- แกนที่ 4 คือแกนการเคลื่อนที่หมุนเพื่อเปลี่ยนชนิดของจานเจียระไน

แกนที่ต้องควบคุมการเคลื่อนที่แบบปกติ สำหรับ คือ
- แกนที่ 5 แกนการเคลื่อนที่ของจานเจียระไนในแนวเชิงเส้น
- แกนที่ 6 แกนการหมุนของจานเจียระไน

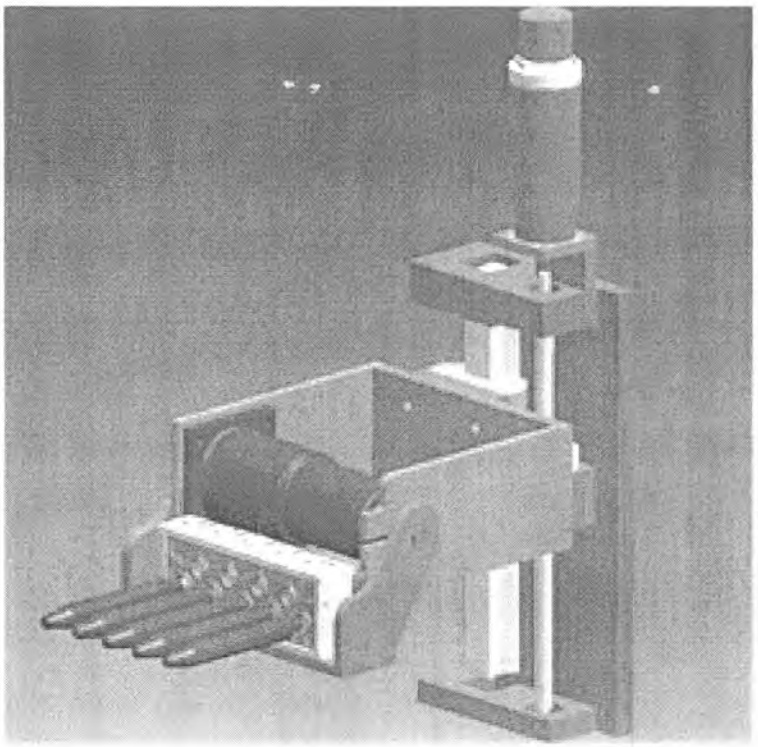
2.2 การออกแบบเครื่องเจียระไนอัตโนมัติ

การออกแบบเครื่องเจียระไนที่พัฒนาขึ้นนี้ใช้หลักการการออกแบบตามมาตรฐานสากล โดยการออกแบบด้วยคอมพิวเตอร์ และทำการผลิตชิ้นงานที่ต้องมีการควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ เนื่องจากเป้าหมายของเครื่องเจียระไนพลอยที่ได้นั้น ต้องมีการการควบคุมที่มีความแม่นยำสูง ดังนั้นการออกแบบกลไกและระบบควบคุมจึงถือว่ามีความสำคัญอย่างมาก

สำหรับในการออกแบบเครื่องเจียระไนเริ่มแรกนั้น เป็นการออกแบบเพื่อเป็นการทดสอบหลักการในการเจียระไนพลอยด้วยเครื่องเจียระไนอัตโนมัติ และเป็นการเรียนรู้วิธีการเจียระไนพลอย ดังนั้นจึงออกแบบเพื่อให้สามารถใช้ทดสอบได้โดยเร็ว และใช้เงินลงทุนไม่สูงมาก

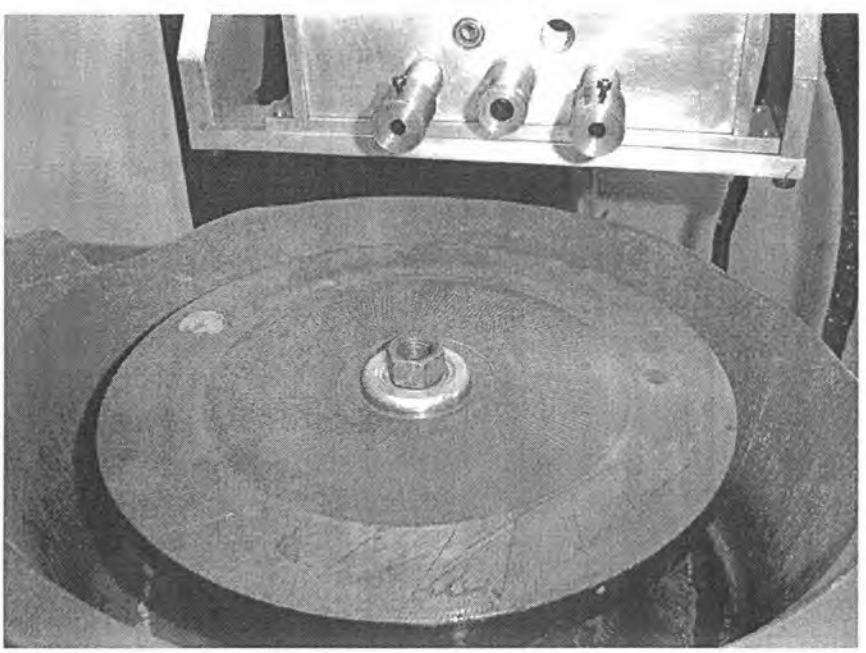


รูปที่ 2.2 CAD Design (Conceptual Faceting Machine Model 1)

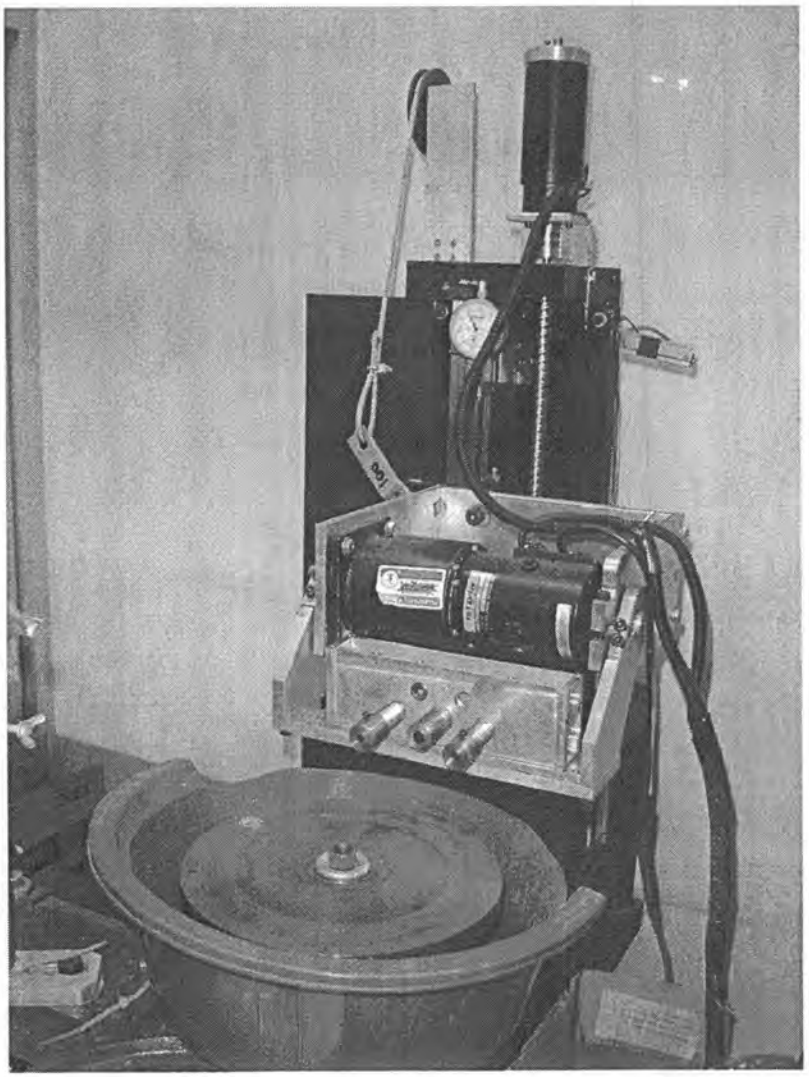


รูปที่ 2.3 CAD Design (Conceptual Faceting Machine Model 1) ต่อ

จากการออกแบบและสร้างเครื่องเจียระไนเพื่อทดสอบหลักการในการเจียระไนพลอยด้วยเครื่องเจียระไนอัตโนมัติ ทำให้ได้ทราบถึงวิธีในการเจียระไนพลอย และได้ทราบถึงปัญหาที่เกิดขึ้น เช่น การเยื้องศูนย์ของการหมุนเพื่อเปลี่ยนเหลี่ยมพลอย (Index) ทำให้มีประโยชน์ในการออกแบบเครื่องเจียระไนพลอยในขั้นตอนต่อไป



รูปที่ 2.4 จานเจียระไนสำหรับเครื่องทดสอบหลักการเจียระไนพลอยอัตโนมัติ



รูปที่ 2.5 เครื่องทดสอบหลักการเจียระไนพลอยอัตโนมัติ

หลังจากที่ได้ทดลองทดสอบการทำงาน ทำให้ศึกษาปัญหาที่พบในเครื่องทดสอบหลักการเจียระไนพลอยอัตโนมัติ จึงนำปัญหาทั้งหมดมาวิเคราะห์ ซึ่งพบว่ามีปัญหาดังนี้

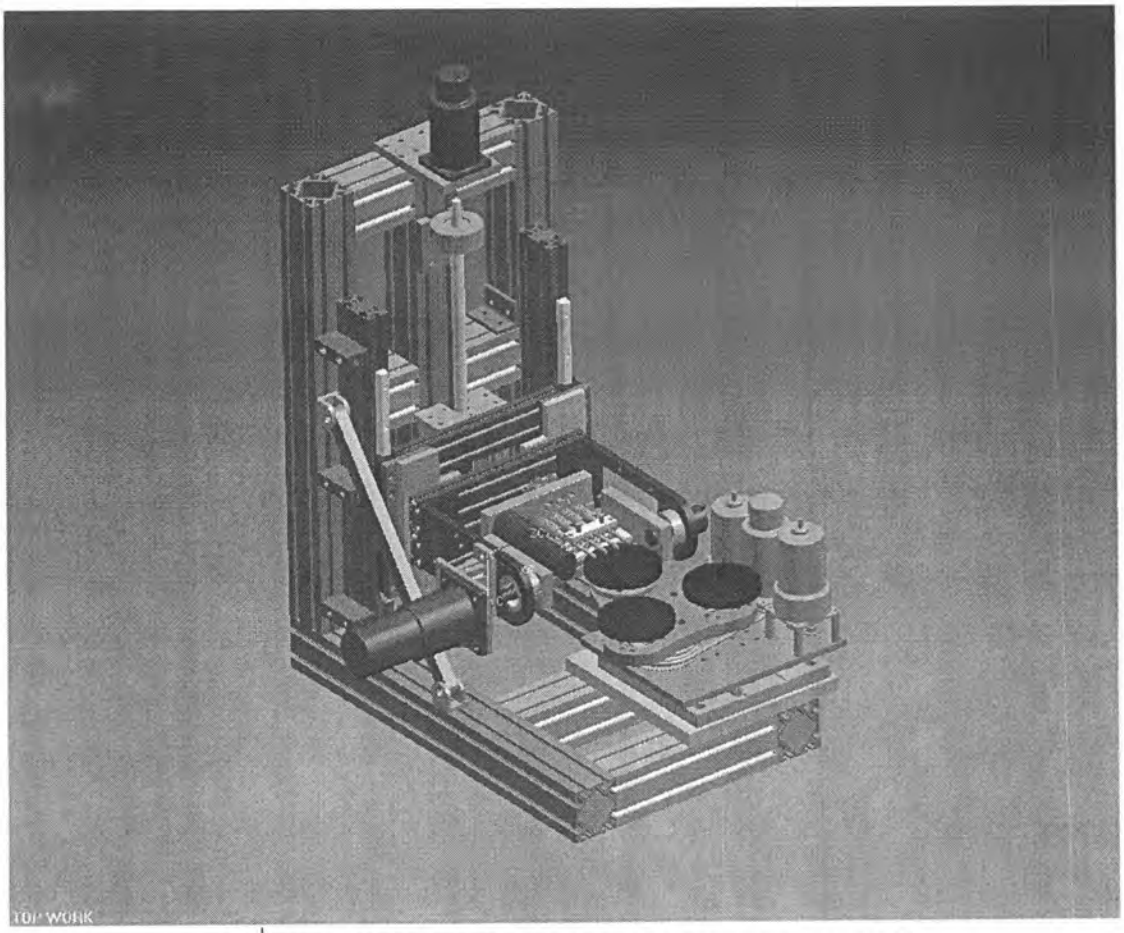
1. การเยื้องศูนย์ของการหมุนเพื่อเปลี่ยนเหลี่ยมพลอย (Index) ทำให้พลอยที่เจียออกมามีการเยื้องศูนย์
2. เกิดความร้อนที่จานเจียระไนหยาบ ขณะทำการเจียระไน
3. ควรมีจานเจียระไนหลายจานเพื่อทำการเจียระไนหลายระดับ เพื่อลบรอยหยาบที่เกิดจากการเจียระไน
4. ขณะที่จานเจียระไนหมุนควรมีการเลื่อนจานเจียระไนควบคู่กันไปด้วย เพื่อไม่ให้เกิดการสัมผัสบริเวณเดียวกันตลอดการเจียระไน
5. ควรเจียระไนพร้อมกันได้หลายเม็ด เพื่อเป็นการลดเวลาในการเจียระไนต่อเม็ด

6. ควรมีการเคลื่อนที่เข้าจุดอ้างอิง ได้อย่างแม่นยำและสะดวก เพื่อให้การเจียระไนแต่ละครั้งมีความแม่นยำ
7. ทวนที่ใช้ติดพลอยควรมีขนาดที่เที่ยงตรง เพื่อให้เกิดความแม่นยำในการเจียระไน
8. ระนาบของจานเจียระไนต้องมีความเป็นระนาบสูง เพื่อรักษาระนาบของพลอย
9. การติดตั้งชิ้นส่วนต้องติดตั้งด้วยความละเอียดเพื่อรักษาความเป็นระนาบ
10. วัสดุที่ใช้ทำโครงสร้างควรเป็นวัสดุที่สามารถประกอบได้ง่ายและแข็งแรง

เมื่อทราบถึงปัญหาที่พบในการออกแบบเครื่องทดสอบหลักการเจียระไนพลอยอัตโนมัติ จึงทำการออกแบบเครื่องเจียระไนพลอยอัตโนมัติในขั้นต่อไปโดยพยายามแก้ปัญหาที่พบให้หมดไป โดยมีหลักในการออกแบบใหม่ที่สำคัญดังนี้ คือ

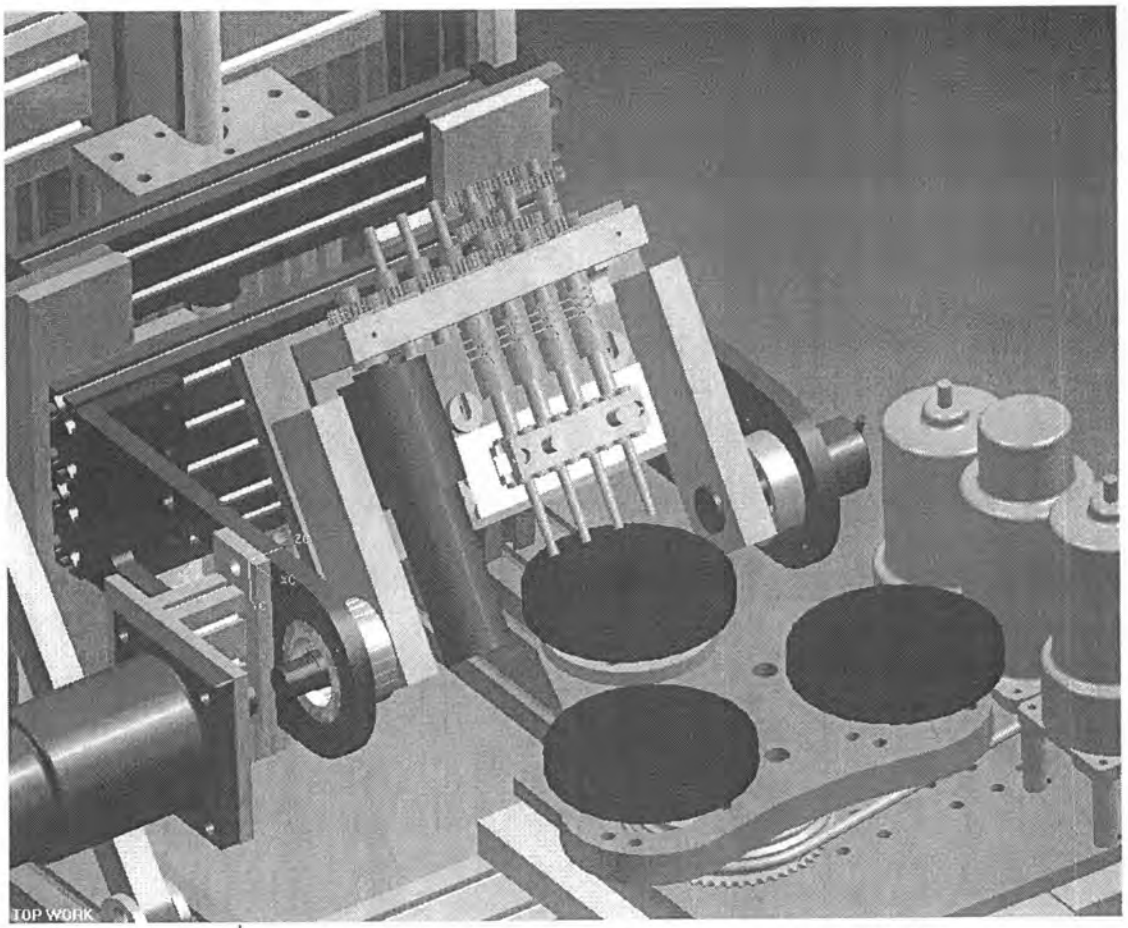
1. พยายามสร้างชิ้นงานแต่ละชิ้นให้มีความสมบูรณ์มากที่สุด
2. เสริมระบบหล่อเย็นให้กับการเจียระไนหยาบ เพื่อลดความร้อนที่เกิดขึ้น แต่ไม่จำเป็นสำหรับจานเจียระไนอื่นๆ
3. ใช้จานเจียระไนทั้งหมด 3 ระดับ เพื่อทำการเจียระไนหยาบ ก่อนขัดเงา และขัดเงา
4. สร้างระบบการเลื่อนจานเจียระไนให้พร้อมกับการหมุนจานเจียระไน เพื่อไม่ให้พลอยสัมผัสที่จุดเดิมตลอดการเจียระไน
5. อุปกรณ์จับทวนสามรถจับทวนพร้อมกัน 4 ด้าม
6. ใช้ระบบการกลับจุดอ้างอิงอย่างแม่นยำ
7. ใช้ทวนที่มีขนาดคงที่ตลอดความยาวของทวน
8. จานเจียระไนต้องผ่านการเจียระนาบ เพื่อรักษาระนาบของพลอย
9. ทำการติดตั้งชิ้นส่วนด้วยอุปกรณ์ที่มีความละเอียดสูง เช่น ระดับน้ำละเอียด
10. ใช้รางอะลูมิเนียม (Aluminum profile) เพื่อสะดวกในการประกอบ และมีความแข็งแรงอยู่ในระดับดี

หลังจากที่ได้หลักการในการออกแบบเครื่องเจียระไนพลอยอัตโนมัติใหม่ จึงนำมาออกแบบและพัฒนาเครื่องเจียระไนพลอยอัตโนมัติดังรูปที่ 2.6 และรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.6 CAD Design (Chula Faceting Machine Model 2)

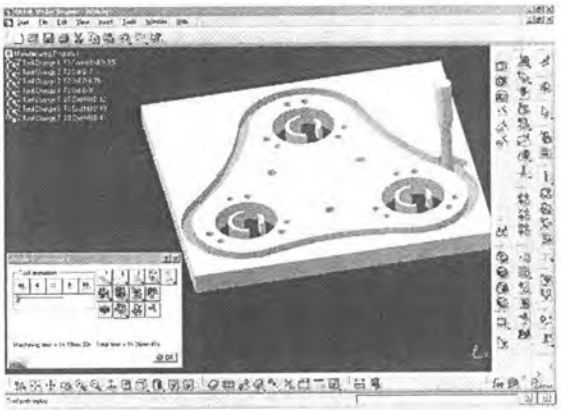
การออกแบบโดยใช้โปรแกรมขั้นสูงนั้น เพื่อต้องการลดการผิดพลาดในการสร้างเครื่องจริง เช่นเมื่อนำชิ้นส่วนมาประกอบกัน จะต้องมีการสวมแล้วชนกัน ขัดกันหรือไม่ โดยชิ้นส่วนสามมิติที่ได้ทำการออกแบบแล้วนั้น สามารถเขียนให้เป็นแบบสองมิติ เพื่อส่งแบบไปสู่กระบวนการผลิตได้โดยง่าย



รูปที่ 2.7 CAD Design (Chula Faceting Machine Model 2) ต่อ

2.3 การผลิตเครื่องเจียระไนอัตโนมัติ

ในส่วนของขั้นตอนของกระบวนการผลิตในปัจจุบันนั้น ได้มีการนำเอาคอมพิวเตอร์เข้ามามีส่วนร่วมในการผลิตด้วย เช่น การนำคอมพิวเตอร์มาทำการคำนวณเส้นทางการวิ่งของหัวกัด (Generate Tool Path) แล้วให้โปรแกรมสร้างไฟล์ทิศทางการเดินของหัวกัด เพื่อส่งต่อไปสร้างชิ้นงานจริงยังเครื่องจักร CNC (Computer Numerical Control) ดังแสดงในรูปที่ 2.8



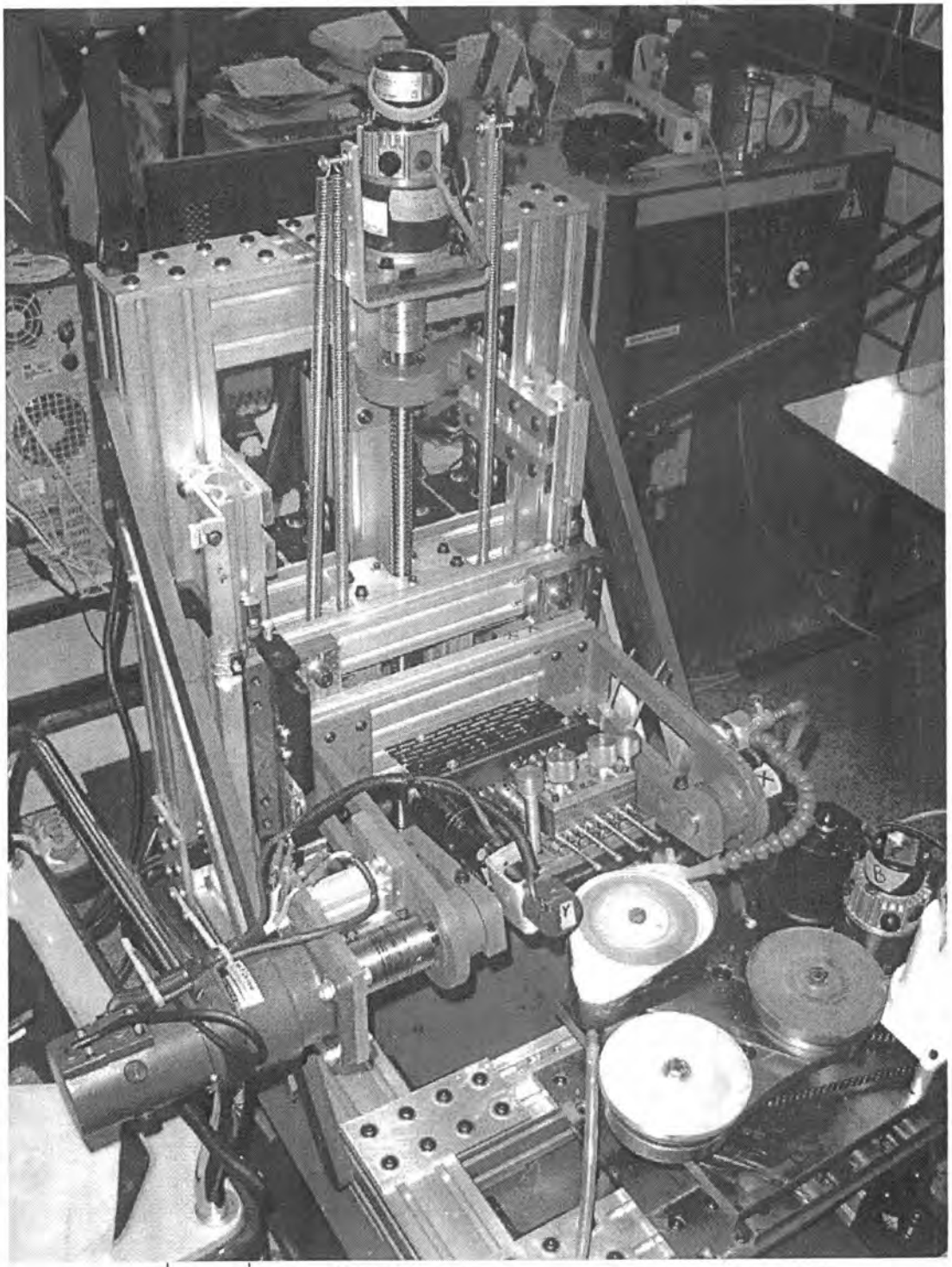
Simulate tool path

G-code

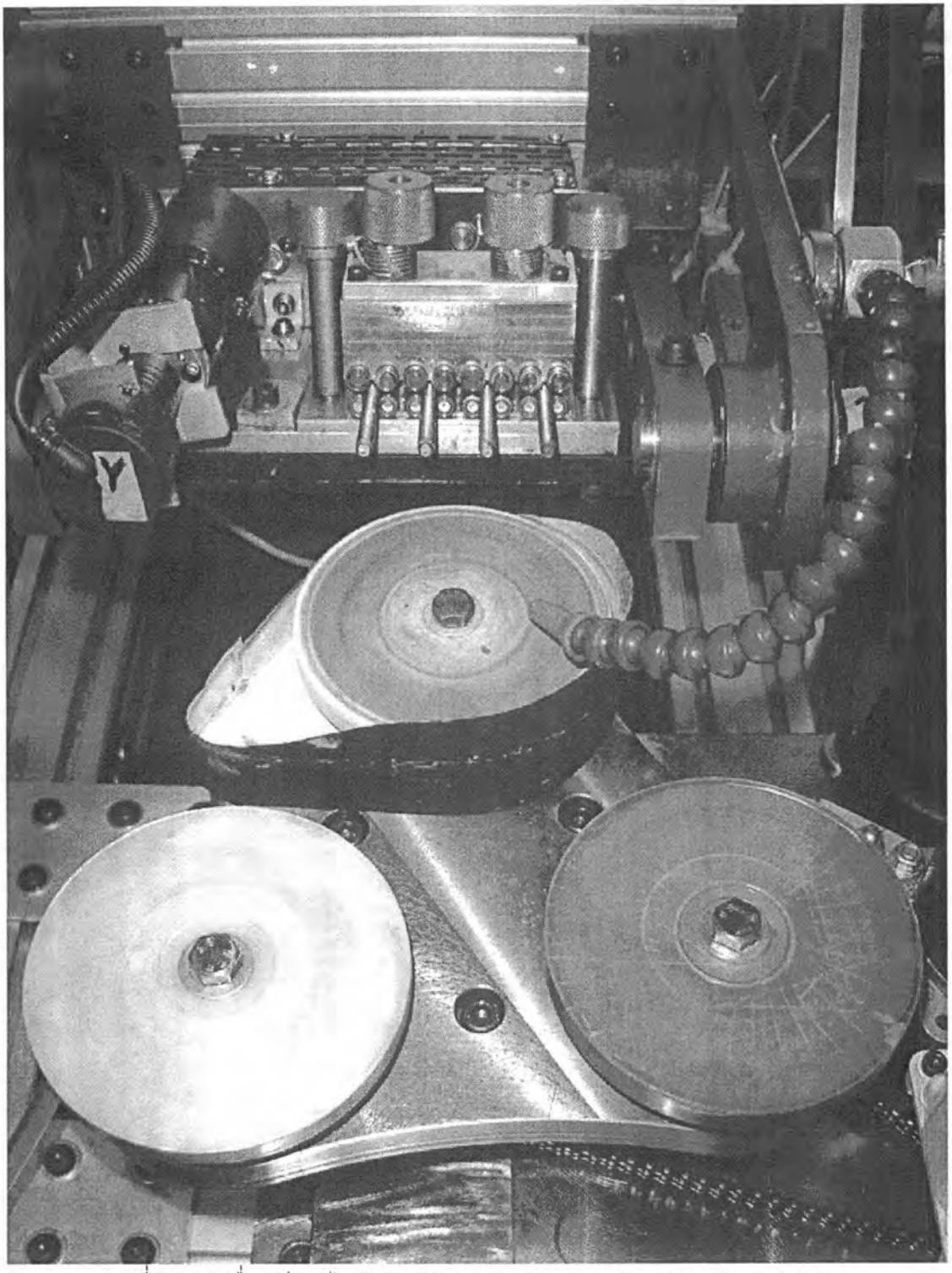
High speed milling machine

รูปที่ 2.8 ลักษณะขั้นตอนการสร้างชิ้นงานโดยใช้คอมพิวเตอร์เข้ามาช่วย

สำหรับวัสดุที่ใช้ในโครงสร้างของเครื่องเจียระไนอัตโนมัติ มีความสำคัญมากต่อตัวเครื่องเอง เพราะว่าจะส่งผลถึงความแข็งแรง ความทนทาน ความมั่นคงในการเจียระไน ดังนั้นจึงเลือกเหล็ก เป็นวัสดุที่ใช้ในการสร้างเครื่องเจียระไนอัตโนมัติเป็นส่วนใหญ่ และเลือกอลูมิเนียมแบบแข็งมาใช้งานด้วยเฉพาะในส่วนที่จำเป็นเท่านั้น โดยเครื่องเจียระไนอัตโนมัติที่พัฒนาขึ้นมาแสดงอยู่ในรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 เครื่องเจียระไนอัตโนมัติ (Chula Faceting Machine Model 2)



รูปที่ 2.10 เครื่องเจียระไนอัตโนมัติ (Chula Faceting Machine Model 2) ต่อ

2.4 รายละเอียดเครื่องเจียระไนพลอยอัตโนมัติ

เครื่องเจียระไนพลอยที่ทำการพัฒนาขึ้นสามารถเคลื่อนที่ได้หลายแกน โดยแต่ละแกนมีพื้นที่ทำงาน (Work space) ดังนี้

1. แกนที่ใช้ในการยกแท่นที่ติดตั้งก้านจับพลอยขึ้นลง (Robotic Arm) เพื่อปรับระดับความลึกในการเจียระไน สามารถเคลื่อนที่ได้ระยะทางตั้งแต่ 0 มิลลิเมตร ถึง 56.25 มิลลิเมตร
2. แกนหมุนของแท่นที่ติดตั้งก้านจับพลอย (Drop stick grinding angle) เพื่อปรับมุมองศาในการเจียระไน สามารถเคลื่อนที่ทำมุมตั้งแต่ 0 องศา ถึง 90 องศา
3. แกนหมุนของก้านจับพลอย (Stone Attachment angle) เพื่อปรับเหลี่ยมในการเจียระไน สามารถหมุนเหลี่ยมในการเจียระไนตั้งแต่ -360 องศา ถึง 360 องศา
4. แกนการเคลื่อนที่หมุนเพื่อเปลี่ยนชนิดของจานเจียระไน สามารถหมุนเพื่อเคลื่อนที่เปลี่ยนจานเจียระไนตั้งแต่ -359 องศา ถึง 359 องศา