

การออกแบบและสร้างเครื่องเซาะร่องพลอย



นาย ชลิต โรจนวิทย์สกุล

ศูนย์วิทยทรัพยากร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษิตตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2533


ISBN 974-577-623-8

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

016542

110806638

DESIGN AND CONSTRUCTION OF A GROOVE CUTTING MACHINE
FOR PRECIOUS GEMSTONE



Mr.Chalit Rojanavitsakul

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirement
for the Degree of Master of Engineering

Department of Mechanical Engineering

Graduate School

Chulalongkorn University

1990

ISBN 974-577-623-8

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การออกแบบและสร้างเครื่องเซาะร่องพลอย
โดย นาย ชลิต โรจนวิทย์สกุล
ภาควิชา วิศวกรรมเครื่องกล
อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.ชัยโรจน์ คุณเพนซ์กิจ



บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยเป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ ดร.ถาวร วัชรภัย)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(ศาสตราจารย์ ดร.วริทธิ์ อิงภากรณ์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชัยโรจน์ คุณเพนซ์กิจ)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดำรงค์ศักดิ์ มลิลลา)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ก่อเกียรติ บุญชูกุล)

พิมพ์ที่ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงแผ่นเดียว



ชลิต โรจนวิทย์สกุล : การออกแบบและสร้างเครื่องเจาะร่องพลอย (DESIGN AND CONSTRUCTION OF A GROOVE CUTTING MACHINE FOR PRECIOUS GEMSTONES)

อ.ที่ปรึกษา : ผศ.ดร.ชัยโรจน์ คุณตพยักข, 116 หน้า. ISBN 974-577-623-8

เนื่องจากปัจจุบันประเทศไทยมีการส่งออกสินค้าทางด้านเครื่องประดับที่อยู่ในรูปของการฝังเม็ดอัญมณีลงบนตัวเรือนเป็นจำนวนมาก จะมีการฝังแบบใหม่ที่ต้องเจาะร่องเม็ดอัญมณีที่ด้านข้างสำหรับติดเข้ากับขาจับในตัวเรือน ซึ่งกำลังได้รับความนิยม แต่จากการสำรวจพบว่าการฝังแบบนี้กระทำได้ช้าและเกิดการเสียหายของเม็ดอัญมณีเป็นจำนวนมาก ทั้งนี้เพราะต้องอาศัยความชำนาญของช่างเป็นหลักและเนื่องมาจากการขาดแคลนเครื่องจักรที่ใช้ในการเจาะร่องเม็ดอัญมณี งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อที่สร้างเครื่องจักรที่ทำการเจาะร่องพลอยและศึกษาถึงช่วงการทำงานที่เหมาะสมในการเจาะร่อง เพื่อลดความเสียหายในการทำงานให้น้อยลง

เครื่องเจาะร่องพลอยได้รับการออกแบบให้มีการเคลื่อนที่ในระบบแกน 3 กัดทางที่ตั้งฉากกัน และกัน เพื่อใช้กำหนดตำแหน่งและความลึกของร่องที่จะทำการเจาะร่องตามขนาดของเม็ดพลอย โดยมีล้อหินเสียดระโนหมุนอยู่กับที่และเม็ดพลอยบนแท่นรองรับถูกขับเคลื่อนผ่านล้อหินเสียดระโนด้วยระบบมอเตอร์

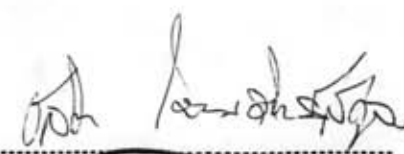
จากการใช้สมการทางคณิตศาสตร์จำลองสภาวะการทำงานของล้อหินเสียดระโนขณะที่ทำการเจาะร่องเม็ดพลอย ได้ทำการศึกษาหาขอบเขตความเร็วป้อนตัด ความเร็วรอบ ที่ใช้ในการเสียดระโน ผลการวิเคราะห์สำหรับการเจาะร่องเม็ดพลอยขนาด 2-3 มิลลิเมตร ได้ค่าความเร็วป้อนตัด 0.10 - 0.40 มิลลิเมตรต่อวินาที ค่าความเร็วรอบ 10,000 - 15,000 รอบต่อนาที


ผลการทดลองเจาะร่องเม็ดพลอยขนาด 2-3 มิลลิเมตร เมื่อใช้ค่าความเร็วป้อนตัด 0.10 - 0.25 มิลลิเมตรต่อวินาที ที่ความเร็วรอบ 10,000 - 15,000 รอบต่อวินาทีโดยใช้สารหล่อเย็นที่เป็นน้ำ และทำการป้อนตัดครั้งละ 0.10 มิลลิเมตร สามารถทำการเสียดระโนเจาะร่องพลอยได้ โดยไม่มีการแตกร้าวของร่อง มีขนาดความกว้างโดยเฉลี่ยประมาณ 0.38 มิลลิเมตร และลักษณะของปากร่องซึ่งสามารถใช้งานได้ และเมื่อทำการทดสอบทางสถิติโดยใช้ระดับนัยสำคัญ 0.05 ผลปรากฏว่าที่ความเร็วป้อนตัดและความเร็วรอบในช่วงดังกล่าว ไม่มีผลกระทบต่อค่าความกว้างของร่องและค่าความโค้งงอของล้อหินเสียดระโน

ภาควิชา วิศวกรรมเครื่องกล

สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกล

ปีการศึกษา 2532

ลายมือชื่อนิสิต 

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา 

ศูนย์วิทยุวิทยุกิจ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



พิมพ์ต้นฉบับทักด้อย่อวิทยานิตนร้ภายในกรอบสี่เขี่ยนี้เพียงแ่่นเดียว

CHALIT ROJANAVITSAKUL : DESIGN AND CONSTRUCTION OF A GROOVE CUTTING MACHINE FOR PRECIOUS GEMSTONE. THESIS ADVISOR : ASSIST. PROF. DR. CHAIROTE KUNPANITCHAKIT, 116 PP. ISBN 974-577-623-8

At present quite a large amount of precious gemstone jewelry has been exported from Thailand. There is a new installation technique for precious gemstone by cutting grooves in the sides of the stone and then fitting them to the legs that are crafted into a hook shape. However, it was found out that this technique is laborious and seriously damages large amount of precious gemstones because it requires a highly skilled personnel and lacks of machine for cutting groove. The objective of this research is to design and to construct a groove cutting machine for corundums in order to reduce the operating cost.



The groove cutting machine is designed to have three directions of cartesian coordinate movement for adjustment of the cutting position and the depth of the cut. The grinding wheel rotates at fixed position then the corundum which is fixed in the bed is moved pass the grinding wheel by the motor drive.

From the mathematical model simulating the grinding process the ranges of machine infeed speeds and the rotational speeds were investigated from the results of the analysis for corundums of the size 2 - 3 millimetres, one can conclude that the machine infeed ranges from 0.10 - 0.40 millimetres per second and the rotational speed ranges from 10,000 - 15,000 round per minute should be used.

The cutting tests of corundums of the size 2 - 3 millimetres performing with the machine infeed speeds between 0.10 - 0.25 millimetres per second, rotational speeds between 10,000 - 15,000 round per minute, water cooled and the depth of cut per pass equals to 0.10 millimetres show that in this operating range the machine produced grooves with good edge characteristics. The average width of the grooves is 0.38 millimetres. The statistical analysis at 0.05 significant level of the infeed speed and the rotational speed shows no effects on the width of cut and grinding wheel deflection.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา วิศวกรรม เครื่องกล
สาขาวิชา วิศวกรรม เครื่องกล
ปีการศึกษา 2532

ลายมือชื่ออนิสิต 
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา 



กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชัยโรจน์ คุณพนิชกิจ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งท่านได้ให้คำแนะนำ และข้อคิดเห็นต่าง ๆ ของการวิจัยมาด้วยดีตลอด จึงทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ลงได้ด้วยดี ขอขอบคุณ บริษัท ยู จี ที จำกัด ซึ่งได้ให้ความช่วยเหลือแก่ผู้วิจัยได้เข้าไปทำการทดลองปฏิบัติในโรงงาน ตลอดจนให้ข้อมูลต่าง ๆ ที่สำคัญอย่างยิ่งต่อการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ โดยเฉพาะนายช่างผู้ซึ่งช่วยเหลือในการให้คำปรึกษาและแนวความคิดต่าง ๆ ขอขอบคุณ อาจารย์ ชินเทพ เน็ญชาติ ที่ช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกแก่ผู้วิจัยในการใช้เครื่องมือต่าง ๆ ในห้องปฏิบัติการและเนื่องจากทุกการวิจัยครั้งนี้ส่วนหนึ่งมาจากภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล และบางส่วนได้รับมาจากทุนอุดหนุนการวิจัยของบัณฑิตวิทยาลัยจึงขอขอบพระคุณมา ณ ที่นี้ด้วย

ท้ายสุดนี้ใคร่ขอกราบขอบพระคุณ บิดา-มารดา ซึ่งสนับสนุนในด้านการเงินและให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา


ศูนย์วิทยพัชร์พยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ฉ
กิตติกรรมประกาศ	ฅ
สารบัญภาพ	ญ
สารบัญตาราง	ณ
คำอธิบายสัญลักษณ์	ด
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของโครงการวิจัย	1
1.2 กรณีสืบตัวอย่างของการเซาะร่องไม้ค้ำภูมิณี	4
1.3 การสำรวจจากบริษัทอื่น	8
1.4 วัตถุประสงค์และขอบเขตของโครงการวิจัย	9
1.5 ความสำคัญและประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	9
บทที่ 2 การวิเคราะห์ปัญหาที่ใช้ในการออกแบบ	10
2.1 การวิเคราะห์ปัญหาทางคณิตศาสตร์	10
2.2 ผลการวิเคราะห์ปัญหาด้วยสมการคณิตศาสตร์	25
2.3 ค่าความเร็วรอบและกำลังที่ใช้ในการตัดด้วยหินเจียรไน	29
2.4 สรุปรายละเอียดต่าง ๆ ที่ใช้ในการออกแบบเครื่องจักร	32
บทที่ 3 เครื่องเซาะร่องพลอย	33
3.1 แบบเครื่องเซาะร่องพลอย	34
บทที่ 4 การทดลอง	40
4.1 ลักษณะของร่องที่เซาะบนไม้ค้ำพลอย	41
4.2 การทดลองชุดที่ 1	42
4.3 การทดลองชุดที่ 2	46
4.4 การทดลองชุดที่ 3	55
4.5 การทดลองชุดที่ 4	59
4.6 การทดลองชุดที่ 5	79

	หน้า
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	86
5.1 สรุป	86
5.2 ปัญหาที่เกิดขึ้น	88
5.3 ข้อเสนอแนะ	88
รายการอ้างอิง	90
ภาคผนวก	91
ประวัติผู้เขียน	116



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

รูปที่	หน้า
1.1 การฝังแบบเม็ดเดี่ยว	2
1.2 การฝังแบบหุ้ม	2
1.3 การฝังแบบเซาะร่องเม็ดอัญมณีที่ด้านข้างตอนล่างติดเข้ากับขาจับ	3
1.4 ลักษณะการทำกรเซาะร่องเม็ดอัญมณีในปัจจุบัน โดยให้ความชันนาฏของช่าง ..	5
1.5 ชี้นำงานที่ทำการสำรวจ	5
1.6 ร่องต่ำกว่าที่กำหนด	7
1.7 ร่องสูงเกินไป	8
2.1 ทิศทางของแรงต่าง ๆ ที่กระทำกับล้อยหินเจียรไน	10
2.2 เพลทที่ถูกกระทำโดยแรงที่กระทำเป็นจุดกระทำที่ขอบของเพลท	11
2.3 ลักษณะของล้อยหินเจียรไนเมื่อเข้าตัดชิ้นงาน	16
2.4 ลักษณะทางด้านข้างของล้อยหินเจียรไน	18
2.5 ทิศทางของแรงที่กระทำที่ล้อยหินเจียรไน	20
2.6 แสดงค่าความโค้งงอของล้อยหินเจียรไนที่มุมต่าง ๆ กัน	27
2.7 พลังงานที่ใช้ในการตัดโลหะ	32
3.1 ทิศทางการเคลื่อนที่เข้าตัดชิ้นงาน	33
3.2 แบบของรางเลื่อน HYDRODYNAMIC ที่เลือกใช้	34
3.3 ภาพประกอบของเครื่องเซาะร่องพลอย	37
3.4 วงจรควบคุมการเคลื่อนที่ของรางเลื่อนและมอเตอร์	38
3.5 วงจรควบคุมความเร็วของมอเตอร์หินเจียรไน	39
4.1 แสดงระยะต่าง ๆ บนเม็ดพลอยที่ทำการวัด	41
4.2 แสดงถึงการแตกของร่องที่ทำการเจียรไนโดยไม่ใช้สารหล่อเย็น	45
4.3 แสดงถึงการแตกของร่องที่ทำการเจียรไนโดยไม่ใช้สารหล่อเย็น	45
4.4 ปากร่องที่แตกในช่วงความเร็วบ่อนตัด 0.30 - 0.40 มิลลิเมตรต่อวินาที ...	50
4.5 ปากร่องที่แตกในช่วงความเร็วบ่อนตัด 0.30 - 0.40 มิลลิเมตรต่อวินาที ...	50
4.6 ร่องที่ดีในช่วงความเร็วบ่อนตัด 0.10 - 0.20 มิลลิเมตรต่อวินาที	51
4.7 ร่องที่ดีในช่วงความเร็วบ่อนตัด 0.10 - 0.20 มิลลิเมตรต่อวินาที	51

- 4.10 ความสัมพันธ์ระหว่างลำดับที่กับความกว้างของร่องและความโค้งงอของล้อหิน
เจียรไน 78
- 4.11 ลักษณะตัวเรือนที่ใช้ในการฝังเม็ดพลอย 79



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
2.1 ค่าโดยประมาณของ χ^2 สำหรับวัสดุที่ทำการเจียรระไนยาก	24
4.1 ลำดับขั้นตอนในการทดลองชุดที่ 1	43
4.2 ผลการทดลองเซาะร่องเม็ดพลอยชุดที่ 1	44
4.3 ลำดับขั้นตอนในการทดลองชุดที่ 2	47
4.4 ผลการทดลองเซาะร่องเม็ดพลอยชุดที่ 2	48
4.5 ค่าเฉลี่ยของผลการทดลองชุดที่ 2	49
4.6 ลักษณะความเสียหายต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในการทดลองชุดที่ 2	54
4.7 แสดงถึงค่าต่าง ๆ ที่คำนวณได้จากสมการ	56
4.8 สภาพของร่องที่ได้จากการทดลองชุดที่ 3	58
4.9 ลำดับขั้นตอนในการทดลองชุดที่ 4	60
4.10 ขนาดของร่องที่ได้จากการทดลองชุดที่ 4	61
4.11 ความกว้างของร่องที่ความเร็วต่าง ๆ ของการทดลองชุดที่ 4	68
4.12 แสดงค่าที่คำนวณได้จากสมการ	71
4.13 แสดงถึงค่าความโค้งงอของใบที่ความเร็วต่าง ๆ กัน	73
4.14 แสดงค่าที่คำนวณได้จากสมการ	74
4.15 ค่าความผิดพลาดต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น	76
4.16 แสดงค่าความเสียหายที่เกิดจากการแตกที่ผิวร่อง	77
4.17 ลำดับขั้นตอนในการทดลองชุดที่ 5	81
4.18 ผลการทดลองชุดที่ 5	82
4.19 แสดงค่าที่คำนวณได้จากสมการ	83
4.20 แสดงค่าที่คำนวณได้จากสมการ	84



คำอธิบายสัญลักษณ์

- W = ค่าความโค้งงอของล้อหินเจียรไน (DEFLECTION OF GRINDING WHEEL)
- q = แรงที่กระจายบนเพลทในทิศทางลง
- D = Flexual rigidity
- E = โมดูลัสยืดหยุ่น (YOUNG'S MODULAS)
- ν = อัตราส่วนโพซง (POSSION RATIO)
- h = ความหนาของเพลทหรือความหนาของล้อหินเจียรไน
- a = รัศมีภายนอกของล้อหินเจียรไน
- b = รัศมีภายในของล้อหินเจียรไน
- F_{tz} = แรงที่กระทำในแนวตั้ง
- V_i = ความเร็วป้อนตัดของเครื่องจักร
- V_f = ความเร็วตัด
- V = ระยะทางที่ลึกรอของล้อหินเจียรไนในแนวตัดชิ้นงาน
- $\dot{d}t/2$ = ความเร็วที่รัศมีล้อหินเจียรไนลดขนาดลง
- dt = เส้นผ่าศูนย์กลางของล้อหินเจียรไน
- \dot{V} = ความเร็วที่ล้อหินเจียรไนลดขนาดลงในแนวตัด
- θ_1 = มุมที่ใบมีดเข้าตัดชิ้นงาน
- F_{txo} = แรงตัดเบื้องต้นสำหรับเริ่มสภาวะการตัดเฉือน
- F_{tx} = แรงที่กระทำในแนวรัศมีกับล้อหินเจียรไน
- \dot{V}_w = อัตราการตัดเนื้อโลหะของชิ้นงาน (METAL REMOVAL RATE)
- \dot{V}_c = อัตราการหลุดไปของเนื้อล้อหินเจียรไน (WHEEL REMOVAL RATE)
- Z_w = อัตราการเข้าตัดชิ้นงาน (METAL REMOVAL RATE)
- Z_t = อัตราการหลุดไปของล้อหินเจียรไน (WHEEL REMOVAL RATE)
- F_{ti} = แรงที่กระทำกับชิ้นงาน (พลอย)
- θ_2 = มุมเอียงของพลอย
- f = ความลึกในการตัด
- e_b = ความกว้างของร่องหินเจียรไน (BACK ENGAGEMENT)
- n = ความเร็วรอบ

P_s = พลังงานที่ใช้ในการตัด (SPECIFIC CUTTING ENERGY)



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย