

## ชื่อโครงการ “การพัฒนาเม็ดแกละสำหรับงานเครื่องประดับทอง”

ธน ทองกลม<sup>1)</sup> สิริพร โรจนนันต์<sup>\*1)</sup> และสุรศิษฐ์ โรจนนันต์<sup>\*2)</sup>

- 1) สาขาวิชาเทคโนโลยีวัสดุ คณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี  
แขวงบางมด เขตทุ่งครุ กรุงเทพฯ 10140 E-mail: [siriporn.roj@kmutt.ac.th](mailto:siriporn.roj@kmutt.ac.th)
- 2) ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องมือและวัสดุ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี  
แขวงบางมด เขตทุ่งครุ กรุงเทพฯ 10140 E-mail: [surasit.roj@kmutt.ac.th](mailto:surasit.roj@kmutt.ac.th)

### บทคัดย่อ

ในการขึ้นรูปเครื่องประดับทองโดยทั่วไป ได้จากการหล่อขึ้นรูปเป็นตัวเรือน แล้วทำการแกะลาย โดยการแทงมิดให้คมตัดจมลงไป เนื้อทองแล้วจึงทำให้เนื้อทองหลุดออกมา มิดแกะลายมีอายุคมตัดใช้ได้ประมาณ 10 ครั้ง แล้วมิดที่อไม่สามารถใช้งานต่อไปได้จึงต้องนำไปลับคมทำให้เสียเวลาจึงเป็นที่มาของงานวิจัยนี้โดยวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเม็ดแกละสำหรับเครื่องประดับทองให้มีอายุการใช้งานนานขึ้น โดยศึกษาชนิดของเหล็ก ความแข็ง และโครงสร้างจุลภาคของเม็ดแกละที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน รวมไปถึงศึกษาลักษณะความเสียหายที่เกิดขึ้นด้วยภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด จากนั้นเลือกใช้วัสดุชนิดใหม่เพื่อผลิตเป็นเม็ดแกละ ทบขึ้นรูป อบชุบเพื่อเพิ่มความแข็ง และเพิ่มอายุการใช้งาน จากการทดลองพบว่าเม็ดแกละที่โรงงานใช้ในปัจจุบันทำจากเหล็กกล้าคาร์บอนสูงที่ผ่านการชุบแข็งได้ความแข็ง 862 วิกเกอร์ เริ่มเกิดการเสีรูปร่างอย่างถาวร (Plastic Deformation) ที่ปลายคมตัดเมื่อใช้งานได้ 6 ครั้ง และการเสีรูปร่างมากขึ้นเมื่อใช้งานเพิ่มขึ้น จึงเลือกวัสดุใหม่เพื่อผลิตเป็นเม็ดแกละ วัสดุที่มีสมบัติที่เหมาะสมในการผลิตเป็นเม็ดแกละคือเหล็กกล้าเครื่องมือความเร็วสูงเกรด AISI M2 ขึ้นรูปด้วยกระบวนการทบขึ้นรูปร้อนใช้แม่พิมพ์แบบปิด จากนั้นทำการรมวิธีทางความร้อนด้วยการชุบแข็งที่อุณหภูมิ 1,180 องศาเซลเซียสแล้วจุ่มในน้ำมัน ผลการทดสอบการใช้งานพบว่าสามารถยืดอายุการใช้งานได้มากขึ้นแกละได้ถึง 45 ครั้ง

**คำสำคัญ** กระบวนการทบขึ้นรูปร้อน เครื่องประดับทอง เม็ดแกละ เหล็กกล้า

### 1. บทนำ

ในการขึ้นรูปเครื่องประดับทองโดยทั่วไป ได้จากการหล่อขึ้นรูปเป็นตัวเรือน หลังจากนั้นจึงทำการแกะลายโดยใช้มิดเฉพาะ ในปัจจุบันมิดที่ใช้แกะลายต้องนำเข้าจากต่างประเทศ และมีราคาสูง ทองที่ใช้แกะลายมีความแข็งแตกต่างกัน ขึ้นกับจำนวนกะรัตของทอง ปัจจุบันผู้ผลิตได้เติมธาตุผสมบางชนิดเพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีสีสนที่

หลากหลาย การเติมธาตุเหล่านั้นส่งผลให้ทองมีความแข็งขึ้น ซึ่งความแข็งของทองจะขึ้นกับ ชนิด และปริมาณธาตุผสม มิดที่ใช้แกะลายจึงมีอายุการใช้งานที่สั้นลง ในการแกะลายเครื่องประดับหนึ่งชิ้น ช่างฝีมือต้องใช้มิดแกะลายประมาณ 5-10 เล่มขึ้นกับลวดลายที่ต้องการแกะ

มิดแต่ละเล่มที่ใช้มีลักษณะของมุมตัดที่แตกต่างกัน โดยส่วนใหญ่การแกะลายเป็นการกดให้คมตัดจมในเนื้อทอง แล้วจึงทำให้เนื้อทองหลุดออกมาทีละน้อย จนกระทั่ง

ได้รูปร่างตามที่ต้องการ พบว่ามีดแกะลายมีอายุของคมตัดประมาณ 10 ครั้งของการแกะทองขาว 18 กระรัต หลังจากนั้นต้องนำไปลับคมด้วยหินเจียร ทำให้เสียเวลาในการทำงาน และสิ้นเปลืองใบมีด ดังนั้นจึงเป็นสิ่งที่น่าสนใจที่จะพัฒนา มีดแกะลายสำหรับเครื่องประดับทอง โดยขั้นตอนแรกเป็นการศึกษาลักษณะความเสียหายของมีดแกะลายที่ใช้ในปัจจุบัน จากนั้นจึงหาวัสดุที่เหมาะสมมาใช้ในการปรับปรุงมีดต่อไป ทั้งนี้ให้ได้แนวทางในการวิจัย และเป็นประโยชน์ต่ออุตสาหกรรมเครื่องประดับสามารถปรับปรุงสมบัติ และยืดอายุการใช้งานของมีด

## 2. อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง

แผนการดำเนินงานวิจัยแบ่งวิธีการศึกษาเป็น 2 ส่วน ในส่วนแรกเป็นการศึกษาลักษณะความเสียหายของมีดแกะลายที่ใช้ในปัจจุบัน และส่วนสุดท้ายเป็นการพัฒนา มีดแกะลาย

### 2.1 การศึกษาโครงสร้างจุลภาค ความแข็ง และลักษณะความเสียหายของมีดแกะลายที่ใช้ในปัจจุบัน

#### 2.1.1 ศึกษาโครงสร้าง และความแข็งของมีดแกะลาย

นำมีดแกะลายที่โรงงานใช้ในปัจจุบันมาตรวจสอบโครงสร้างจุลภาค และทดสอบความแข็ง โดยการตัดชิ้นงานตัวอย่างให้มีขนาดประมาณ 10 มิลลิเมตร นำไปหล่ออัดด้วย เรซิน จากนั้นนำชิ้นงานมาขัดผิวหน้าด้วยกระดาษทรายเบอร์ 200, 400, 800, 1000 และ 1200 ตามลำดับ และขัดเงาด้วยผงขัดอะลูมินา 1 และ 0.5 ไมครอน ตามลำดับ สำหรับมีดแกะลายกรดที่ใช้กัดผิวงานใช้สารละลายกรดไนตริก ร้อยละ 2 โดยปริมาตรในแอลกอฮอล์ จากนั้นนำชิ้นงานเข้าถ่ายภาพโดยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด JEOL รุ่น JSM – 580 นำมีดแกะลายไปทดสอบความแข็งโดยใช้เครื่องวัด

ความแข็งจุลภาค Shimadzu รุ่น HVM – 2000 ใช้แรงกด 200 กรัม กดค้างไว้ 15 วินาที

#### 2.1.2 ศึกษาลักษณะความเสียหายของมีดแกะลายที่ใช้ในปัจจุบัน

การแกะลายบนทองขาว 18 กระรัตที่มีความแข็ง 230 วิเกอร์ โดยช่างฝีมือที่มีความชำนาญสูง ซึ่งปฏิบัติหน้าที่ในการแกะลายประจำโรงงาน ได้พยายามควบคุมตัวแปรอื่นๆ ให้คงที่ให้มากที่สุดในการทดลองแกะลายแต่ละครั้ง เริ่มต้นโดยการลับคมมีด และแกะลายทอง 18 กระรัต จากนั้นนำมีดแกะลายไปถ่ายภาพการเปลี่ยนแปลงของคมตัด ภาพการเปลี่ยนแปลงของคมตัดทุกๆ การแกะลาย 1 ครั้ง ถ่ายด้วยกล้อง Dino ที่มีกำลังขยาย 90 เท่า นอกจากนั้นยังได้นำปลายมีดไปถ่ายภาพของคมตัดด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดเพื่อให้เห็นความชัดลึกของภาพมากขึ้น

### 2.2 การพัฒนา มีดแกะลาย

#### 2.2.1 ดำรวจ และจัดหาวัสดุเพื่อนำมาผลิตมีดแกะลาย

เลือกวัสดุชนิดใหม่เพื่อนำมาผลิตมีดแกะลาย โดยพิจารณาถึงสมบัติที่เหมาะสม และราคา เพื่อให้ได้มีดแกะลายที่มีอายุการใช้งานที่นานมากขึ้น และต้นทุนในการผลิตที่ต่ำ

#### 2.2.2 ออกแบบ และจัดทำแม่พิมพ์ขึ้นรูปมีดแกะลาย

กระบวนการที่ใช้ขึ้นรูปมีดแกะลายคือการทุบขึ้นรูปร้อน โดยใช้แม่พิมพ์แบบปิด องค์ประกอบที่สำคัญของแม่พิมพ์ทุบขึ้นรูปแบบปิดคือการออกแบบช่องครีบบ เพื่อให้เนื้อโลหะส่วนที่เกินจากชิ้นงานมีดไหลออก ซึ่งการออกแบบช่องครีบบจะส่งผลโดยตรงกับแรงที่ใช้ในการขึ้นรูป และการไหลตัวของชิ้นงาน โดยใช้สมการที่ (1) ในการคำนวณหาขนาดของช่องครีบบของแม่พิมพ์ทุบขึ้นรูป (H. Tschachtsch, 2006)

$$s = 0.015 \times \sqrt{A_s} \quad (1)$$

$A_s$  คือพื้นที่ภาพฉายด้านบนของชิ้นงานที่ไม่รวมครีบริบ (ตารางมิลลิเมตร)

b คือความกว้างของช่องครีบริบ (มิลลิเมตร)

s คือความหนาของช่องครีบริบ (มิลลิเมตร)

$$A_s = 120 \times 6 = 720 \text{ ตารางมิลลิเมตร}$$

$$s = 0.015 \times \sqrt{720} = 0.40 \text{ มิลลิเมตร}$$

จากตารางการเปรียบเทียบองค์ประกอบรูปร่าง ได้ค่า

$$b/s = 6 \text{ ดังนั้น } b = 2.4 \text{ มิลลิเมตร}$$

นำค่าที่ได้จากการคำนวณไปออกแบบแม่พิมพ์ทอบขึ้นรูปรวมทั้งจำลองการขึ้นรูปมีดแกะลายโดยใช้โปรแกรมทางไฟไนต์อีลิเมนต์ เพื่อตรวจสอบรูปร่างของชิ้นงาน และแรงที่ได้จากการขึ้นรูปจากแม่พิมพ์ที่ออกแบบ

### 2.2.3 ทอบขึ้นรูปชิ้นงาน และตัดครีบริบ

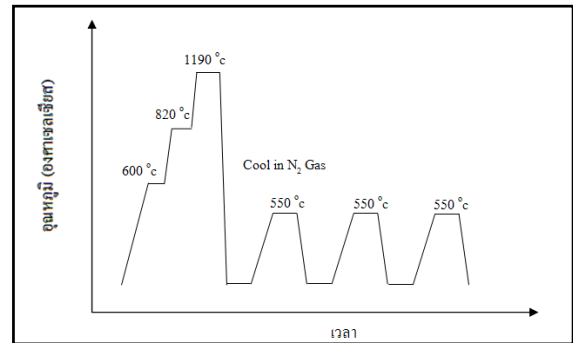
ในการทอบขึ้นรูปร้อนมีดแกะลายใช้เตา Induction ในการอบชิ้นงานก่อนทอบขึ้นรูป และใช้เครื่องทอบขึ้นรูปชนิด Crank Press ยี่ห้อ Sane ขนาด 400 ตัน นำเอาชิ้นงานที่ผ่านการทอบขึ้นรูปร้อนไปตัดครีบริบโดยใช้แม่พิมพ์ตัดครีบริบ

### 2.2.4 ทำกรรมวิธีทางความร้อน

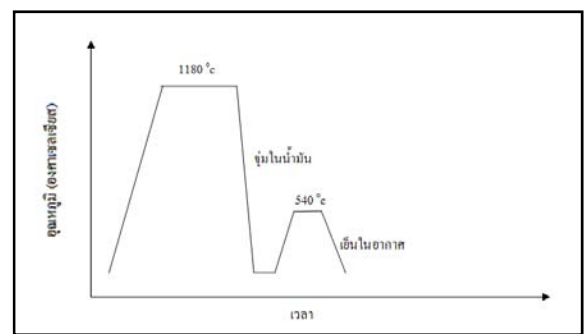
นำชิ้นงานมีดแกะลายที่ผ่านการตัดครีบริบมาทำกรรมวิธีทางความร้อนโดยแบ่งการทำกรรมวิธีทางความร้อนออกเป็น 2 ส่วน โดยส่วนแรกเป็นการจ้างบริษัทภายนอกที่รับจ้างอบชุบเหล็ก มีพารามิเตอร์ในการอบชุบดังแสดงในรูปที่ 1

ส่วนที่สองทำการอบชุบมีดเองโดยใช้เตาที่ห้องปฏิบัติการของสาขาวิชาเทคโนโลยีวัสดุ มจร. มีขั้นตอนการอบชุบดังแสดงในรูปที่ 2

จากนั้นนำมีดแกะลายที่ผ่านการอบชุบมาตรวจสอบโครงสร้างจุลภาค วัดความแข็ง และทดสอบการใช้งานจริงโดยช่างผู้ชำนาญการ



รูปที่ 1 ขั้นตอนการอบชุบโดยจ้างบริษัทภายนอก



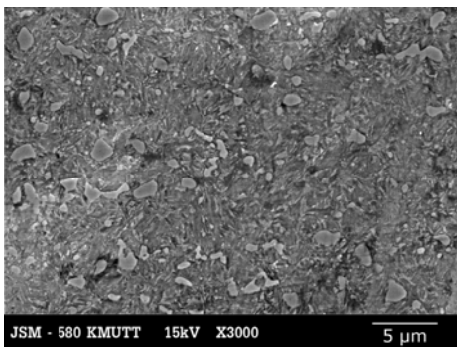
รูปที่ 2 ขั้นตอนการอบชุบมีดที่ห้องปฏิบัติการ

## 3. ผลการทดลอง และอภิปรายผล

### 3.1 โครงสร้างจุลภาค ชนิดของวัสดุ และความแข็งของมีดแกะลายที่ใช้ในปัจจุบัน

ผลการศึกษาโครงสร้างจุลภาคของมีดแกะลายแสดงในรูปที่ 3 พบว่าโครงสร้างประกอบด้วยอนุภาคโครเมียมคาร์ไบด์ขนาดเล็กกระจายตัวบนโครงสร้างพื้นมาร์เทนไซต์ อนุภาคคาร์ไบด์มีขนาดเล็ก ขนาดไม่เกิน 3 ไมครอน โครงสร้างพื้นนั้นเป็นมาร์เทนไซต์ซึ่งเป็นโครงสร้างโดยทั่วไปของเหล็กกล้าที่ผ่านการชุบแข็ง การชุบแข็งเพื่อให้ได้โครงสร้างมาร์เทนไซต์นั้น ต้องมีองค์ประกอบที่สำคัญคือ ปริมาณคาร์บอนที่มีในเหล็กกล้าต้องสูงกว่าร้อยละ 0.3 (มนัส สติรจินดา, 2531) จากผลการวิเคราะห์ส่วนผสมทางเคมีของมีดแกะลายโดยวิธี Emission

Spectroscopy ให้ผลแสดงในตารางที่ 1 พบว่าเป็นเหล็กที่มีคาร์บอนสูงปริมาณร้อยละ 1.30 โดยน้ำหนัก มีปริมาณโครเมียมปริมาณร้อยละ 0.23 โดยน้ำหนัก นอกจากนี้ยังมีซิลิกอนและ แมงกานีสเป็นธาตุผสมประมาณร้อยละ 0.3 – 0.4 โดยน้ำหนัก ปริมาณคาร์บอนที่สูงส่งผลโดยตรงต่อความแข็งของมาร์เทนไซต์ นอกจากคาร์บอนที่ส่งผลต่อความแข็งของเหล็กกล้าแล้ว อนุภาคคาร์ไบด์ที่พบในโครงสร้างยังช่วยเพิ่มความแข็ง และสมบัติต้านทานการสึกหรอด้วย (R. Wilson, 1975) ด้วยเหตุผลเหล่านี้จึงส่งผลให้มิดเกลายมีความแข็งสูง ผลการวัดความแข็งโดยเครื่องวัดความแข็งแบบจุลภาค พบว่ามิดเกลายมีความแข็ง 862 วิกเกอร์



รูปที่ 3 โครงสร้างจุลภาคของมิดเกลาย

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ส่วนผสมทางเคมีของมิดเกลาย

ชนิดธาตุ	C	Cr	Si	Mn	V	Mo	Cu	Ni
ปริมาณ (ร้อยละ โดยน้ำหนัก)	1.30	0.23	0.31	0.37	0.08	0.06	0.14	0.11

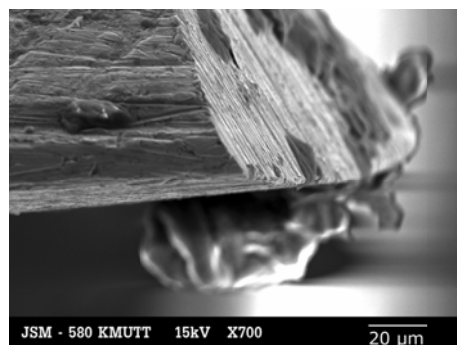
### 3.2 ลักษณะความเสียหายของมิดเกลายที่ใช้ในปัจจุบัน

ภาพการเปลี่ยนแปลงของคมตัดต่างๆ การแกะลาย 1 ครั้งถ่ายด้วยกล้อง Dimo ที่มีกำลังขยาย 90 เท่า พบว่าไม่สามารถวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของคมตัดได้เนื่องจากกำลังขยายของกล้องไม่เพียงพอที่ทำให้เห็นคมตัด จึง

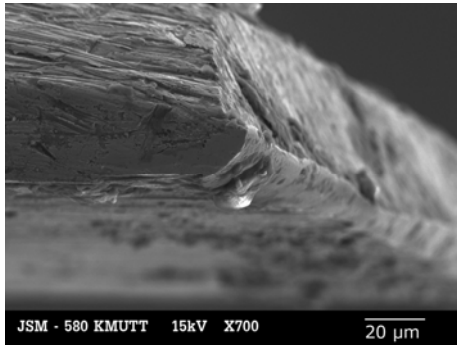
ทำการศึกษาโดยใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด

ในขณะที่แกะลายพบว่าเมื่อแกะลาย 6 ครั้ง มีดเริ่มแทงไม่เข้าเนื้อทองจากภาพถ่ายด้านข้างแสดงใน รูปที่ 4 เมื่อใช้มีดแกะลายแกะทอง 18 กระัด 10 ครั้ง พบว่าไม่สามารถกดปลายคมตัดให้จมลงไป ในเนื้อทองได้เลย ภาพถ่ายด้านข้างดังแสดงในรูปที่ 5 เมื่อเปรียบเทียบคมตัดจากรูปทั้งสองพบว่าบริเวณคมตัดของมีดที่แกะลาย 6 ครั้ง ยังคงมีคมตัดที่ชัดเจนอยู่สามารถใช้งานต่อไปได้ แต่มีดที่ใช้แกะลาย 10 ครั้งพบรอยมันเกิดขึ้นตลอดแนวคมตัด ซึ่งเป็นสาเหตุให้ไม่สามารถกดมีดให้จมลงไป ในเนื้อทองได้

ลักษณะความเสียหายที่เกิดขึ้นเกิดจากการเสียรูปของคมตัดเนื่องจากปลายคมตัดมีความบางมาก ช่างแกะลายจึงใช้แรงมากในการกดให้คมมีดจมลงไป ในเนื้อทองแล้วจึงทำให้เนื้อทองหลุดออกมา ส่งผลให้เกิดความเค้นที่มีค่าสูงกว่าความเค้น ณ จุดครากของวัสดุที่ใช้ทำมิดเกลาย จึงเกิดการเสียรูปแบบถาวร ที่ปลายคมตัด (Plastic Deformation) โดยปลายคมตัดถูกบีบให้แบนออกเป็นแผ่นและยืดยาวออกไปในทิศทางที่ขนานกับการเคลื่อนที่ของคมตัด เป็นลักษณะคล้ายเส้นที่พับลงไป เมื่อมีแรงกระทำอย่างต่อเนื่องในทิศทางเดิม อาจทำให้เส้นที่พับลงไปหลุดออกเป็นเศษเล็กๆ (Wear Debris) (ปนัดดา นิรินาทล้ำพงศ์ และคณะ, 2547)



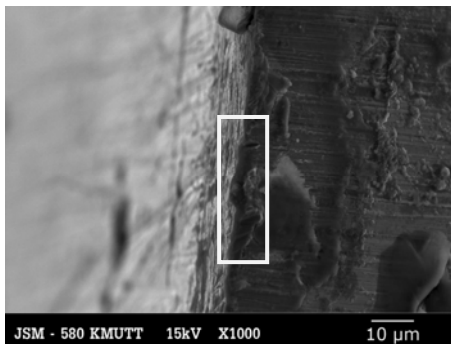
รูปที่ 4 ภาพถ่ายด้านข้างของมิดเกลายที่แกะลาย 6 ครั้ง



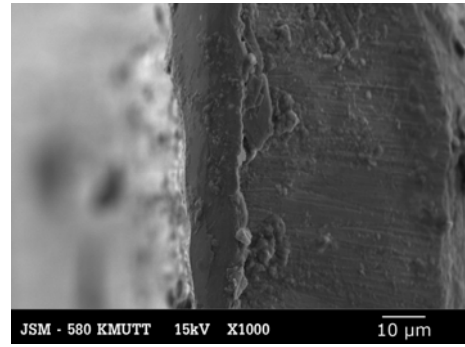
รูปที่ 5 ภาพถ่ายด้านข้างของมีดแกะลายที่แกะลาย 10 ครั้ง

ภาพถ่ายคมตัดด้านปลายที่กำลังขยาย 1,000 เท่า แสดงให้เห็นพื้นผิว และขนาดความกว้างของรอยมันที่เกิดขึ้นบริเวณคมตัดของมีดแกะลาย ภาพถ่ายคมตัดด้านปลายของมีดแกะลายที่ใช้แกะลาย 6 ครั้ง พบรอยที่เกิดจากการเสีรูปร่าง ความกว้างประมาณ 2 ไมครอน เป็นระยะประมาณ 30 ไมครอน ดังแสดงในรูปที่ 6 ภาพถ่ายคมตัดด้านปลายของมีดแกะลายที่แกะลาย 10 ครั้ง ดังแสดงในรูปที่ 7 พบรอยที่เกิดจากการเสีรูปร่างตลอดแนวคมตัด ความกว้างประมาณ 10 ไมครอน

ในการเริ่มต้นการเสีหรือของเครื่องมือที่มีคมตัดจะสังเกตได้จากการเริ่มเกิดรอยมันขนาดเล็กซึ่งรายนั้นมีแนวโน้มจะมีขนาดกว้างขึ้นเมื่อใช้งานมากขึ้น เนื่องจากเมื่อใช้งานมากขึ้นรัศมีความมนจะเพิ่มมากขึ้น (J.D. Verhoeven et al., 2008)



รูปที่ 6 ภาพถ่ายด้านปลายของมีดแกะลายที่แกะลาย 6 ครั้ง



รูปที่ 7 ภาพถ่ายด้านปลายของมีดแกะลายที่แกะลาย 10 ครั้ง

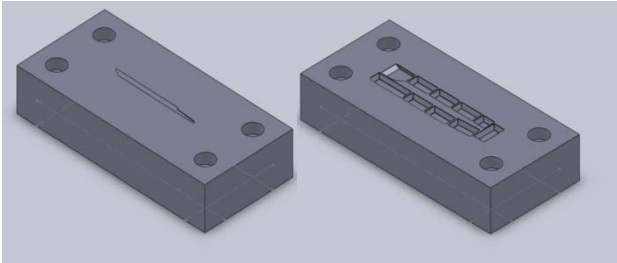
### 3.3 ผลการสำรวจวัสดุที่ เหมาะสมในการทำมีดแกะลาย

จากลักษณะความเสียหายของมีดแกะลายที่พบ ทำให้ทราบว่าวัสดุที่ควรนำมาใช้ทำมีดแกะลาย ควรเป็นวัสดุที่มีความแข็งสูง เพื่อทนต่อการเสีหรือจากการเกิด Plastic Deformation ที่ปลายคมตัด จากสมบัติดังกล่าวจึงเลือกเหล็กกล้าเครื่องมือความเร็วสูง (High Speed Tool Steels) เนื่องจากมีความแข็งสูง ทนการเสีหรือได้ดี มีความเหนียวทนต่อการกระแทก จากการสำรวจในท้องตลาด เหล็กที่หาซื้อได้ไม่ยาก และราคาไม่สูงเกินไปคือเหล็กกล้าเครื่องมือความเร็วสูงเกรด M2 ในการทำมีด

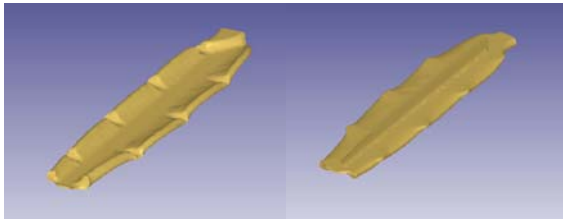
### 3.4 ผลการออกแบบ และจัดทำแม่พิมพ์

ในการขึ้นรูปมีดแกะลายใช้กระบวนการทุบขึ้นรูปร้อนโดยใช้แม่พิมพ์แบบปิด ประกอบด้วยแม่พิมพ์ด้านบนและแม่พิมพ์ด้านล่าง การออกแบบแม่พิมพ์ได้กำหนดความกว้างของช่องครีบเป็น 2.4 มิลลิเมตร และความหนาของช่องครีบเป็น 0.4 มิลลิเมตร โดยออกแบบให้ช่องรูปร่างมีด (Cavity) อยู่บนแม่พิมพ์ด้านบน และช่องคลายเศษอยู่บนแม่พิมพ์ด้านล่าง ดังแสดงในรูปที่ 8 เมื่อนำแม่พิมพ์ที่ออกแบบไปจำลองการขึ้นรูปโดยใช้โปรแกรมทางไฟไนต์อีลิเมนต์พบว่าแม่พิมพ์ สามารถขึ้นรูปมีดแกะลายได้ขนาด และรูปร่างที่สมบูรณ์ดังแสดงในรูปที่ 9 เนื้อโลหะที่ขึ้นรูปโดยแม่พิมพ์ไหลเข้าตัวมีดเต็มแบบบนแม่พิมพ์ด้านบน เนื้อโลหะที่เกินได้ไหลออกด้านข้างผ่านช่องครีบ

แม่พิมพ์ตัวล่าง โดยเนื้อโลหะที่เกินรอบทั้งตัวมีจะไหลตกลงไปในช่องคลายเศษ



รูปที่ 8 แม่พิมพ์ตัวบน และแม่พิมพ์ตัวล่าง  
ที่ใช้ขึ้นรูปมิดแกลย



รูปที่ 9 ชิ้นงานที่ได้จากการจำลองการขึ้นรูป

จัดทำแม่พิมพ์ทึบขึ้นรูปตามที่ได้ออกแบบ และนำแม่พิมพ์มาทึบขึ้นรูปเหล็กกล้าความเร็วสูงเกรด AISI M2 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 มิลลิเมตร ยาว 12 มิลลิเมตร ทึบขึ้นรูปร้อนที่อุณหภูมิ 990 องศาเซลเซียส จากนั้นนำชิ้นงานที่ผ่านการทึบขึ้นรูปร้อนไปตัดครีบอกด้วยแม่พิมพ์ตัด และนำชิ้นงานมิดแกลยไปทำกรรมวิธีทางความร้อน

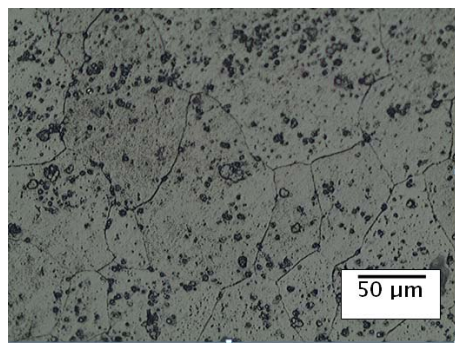
### 3.5 ผลการตรวจสอบโครงสร้างจุลภาค ความแข็ง และการใช้งานจริงของมิดแกลยที่ผ่านการอบชุบ

นำมิดที่อบชุบที่โรงงาน มาตรฐานตรวจสอบโครงสร้างจุลภาคดังแสดงในรูปที่ 10 พบว่าโครงสร้างของมิดแกลยที่ผลิตจากเหล็กกล้าเครื่องมือความเร็วสูงเกรด M2 ผ่านการอบชุบที่โรงงานมีโครงสร้างเป็นอนุภาคคาร์ไบด์ที่มีขนาดประมาณ 10 ไมครอนกระจายตัวอยู่บนเนื้อพื้นเฟอร์ไรต์ เนื่องจากการจ้างให้บริษัทภายนอกอบชุบนั่น

ในทางปฏิบัติการเปิดเตาแต่ละครั้งต้องใช้ชิ้นงานอบชุบหลายๆ ชิ้น ซึ่งมีที่มาแตกต่างกัน เป็นสาเหตุให้เงื่อนไขในการอบชุบไม่เหมาะสมกับมิดที่มีขนาดเล็ก การอบชิ้นงานที่มีขนาดเล็กเป็นเวลานานอะตอมของคาร์บอนสามารถแพร่ออกจากโครงสร้างมาร์เทนไซต์ทำให้โครงสร้างจุลภาคที่ได้เป็นเฟอร์ไรต์ซึ่งเป็นโครงสร้างที่มีความแข็งต่ำ มิดแกลยจึงมีความแข็งเพียง 220 วิกเกอร์ เมื่อนำไปใช้งานจริงพบว่ามิดแกลยที่อบชุบจากโรงงานไม่สามารถทนให้คมตัดเข้าไปในเนื้อทองได้

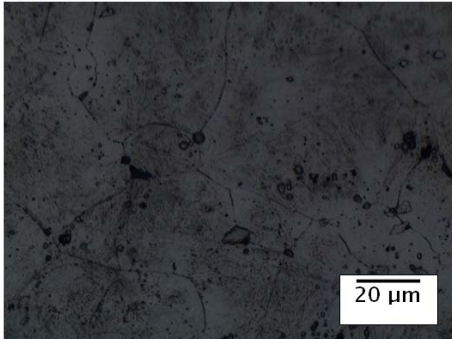
ผลการอบชุบที่ทำเองในห้องปฏิบัติการ มิดที่อบชุบโดยไม่ได้ออบคืนไฟมีโครงสร้างจุลภาคดังแสดงในรูปที่ 11 โครงสร้างเป็นอนุภาคคาร์ไบด์ที่มีขนาดประมาณ 10 ไมครอนกระจายตัวอยู่บนเนื้อพื้นมาร์เทนไซต์ ซึ่งเป็นโครงสร้างที่มีความแข็ง มิดแกลยที่ผ่านการชุบแข็งจึงมีความแข็ง 843 วิกเกอร์ เมื่อนำไปใช้งานจริงพบว่ามิดแกลยที่ชุบแข็งแต่ยังไม่ได้ออบคืนไฟ สามารถแกลยได้ 45 ครั้ง

นำมิดแกลยที่ผลิตจากเหล็ก M2 ผ่านการชุบแข็งและอบคืนไฟ มาตรวจสอบโครงสร้างจุลภาคโครงสร้างดังแสดงในรูปที่ 12 พบว่ามีโครงสร้างเป็นอนุภาคคาร์ไบด์ที่มีขนาด 2 – 3 ไมครอนกระจายตัวอยู่บนเนื้อพื้นเพอร์มาร์เทนไซต์ ซึ่งเป็นโครงสร้างที่มีความแข็ง และความเหนียว มิดแกลยมีความแข็ง 745 วิกเกอร์ เมื่อนำไปใช้งานจริง พบว่ามิดแกลยที่ชุบแข็ง และอบคืนไฟ สามารถแกลยได้ 22 ครั้ง

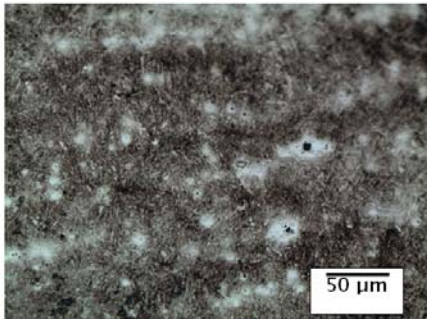


รูปที่ 10 โครงสร้างจุลภาคของมิดแกลยที่ผ่านการอบชุบโดยจ้างบริษัทรับอบชุบเหล็ก





รูปที่ 11 โครงสร้างจุลภาคของมีดแกะลายที่ผ่านการชุบ  
แข็งแต่ยังไม่ได้ออบคืนไฟ



รูปที่ 12 โครงสร้างจุลภาคของมีดแกะลายที่ผ่านการชุบ  
แข็ง และอบคืนไฟ

#### 4. สรุปผลการทดลอง

4.1 มีดแกะลายที่โรงงานใช้ในปัจจุบันทำมาจากเหล็กกล้าคาร์บอนสูงที่ผ่านการชุบแข็ง มีความแข็ง 862 วิกเกอร์ เริ่มเสียหายเมื่อใช้งาน 6 ครั้ง และไม่สามารถใช้งานต่อได้เมื่อใช้งาน 10 ครั้ง ความเสียหายที่เกิดขึ้นเป็นผลมาจากการเสียรูปอย่างถาวร

4.2 การพัฒนา มีดแกะลาย ทำได้โดยเลือกวัสดุใหม่ และทำแม่พิมพ์ชุบขึ้นรูปร้อนใช้เหล็กกล้าเครื่องมือความเร็วสูงเกรด M2 ชุบแข็งโดยการทำ Austinitize ที่ 1,180 องศาเซลเซียส แล้วปล่อยให้เย็นตัวในน้ำมัน ได้ความแข็ง 843 วิกเกอร์ สามารถแกะทองขาว 18 กระรัตได้ 45 ครั้งก่อนเสียคมตัด

#### กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ บริษัทเอส เอ็ม อี จิวเวลรี่ ดีไซน์ และโครงการทุนสกว.-สมาคมผู้ค้าอัญมณีไทยและเครื่องประดับ สัญญาเลขที่ TRF-TGJTA525S006

#### เอกสารอ้างอิง

ปนัดดา นรินาทล้ำพงศ์. การสึกหรอในงานอุตสาหกรรม.

กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ส.ส.ท. 2547.

มนัส สติรจินดา. วิศวกรรมการอบชุบเหล็กเหล็ก.

กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

2543.

D. John Verhoeven, H. Alfred Pendray and F. Howard

Clark. "Wear Test of Steel Knife Blades." **Wear.**

265. (2008) pp. 1093 – 1099.

H. Tschaetsch. **Metal Forming Practise.** Germany:

Springer – Verlag. 2006.

R. Wilson. **Metallurgy and Heat Treatment of Tool**

**Steels.** UK: McGraw-Hill, Inc. 1975.