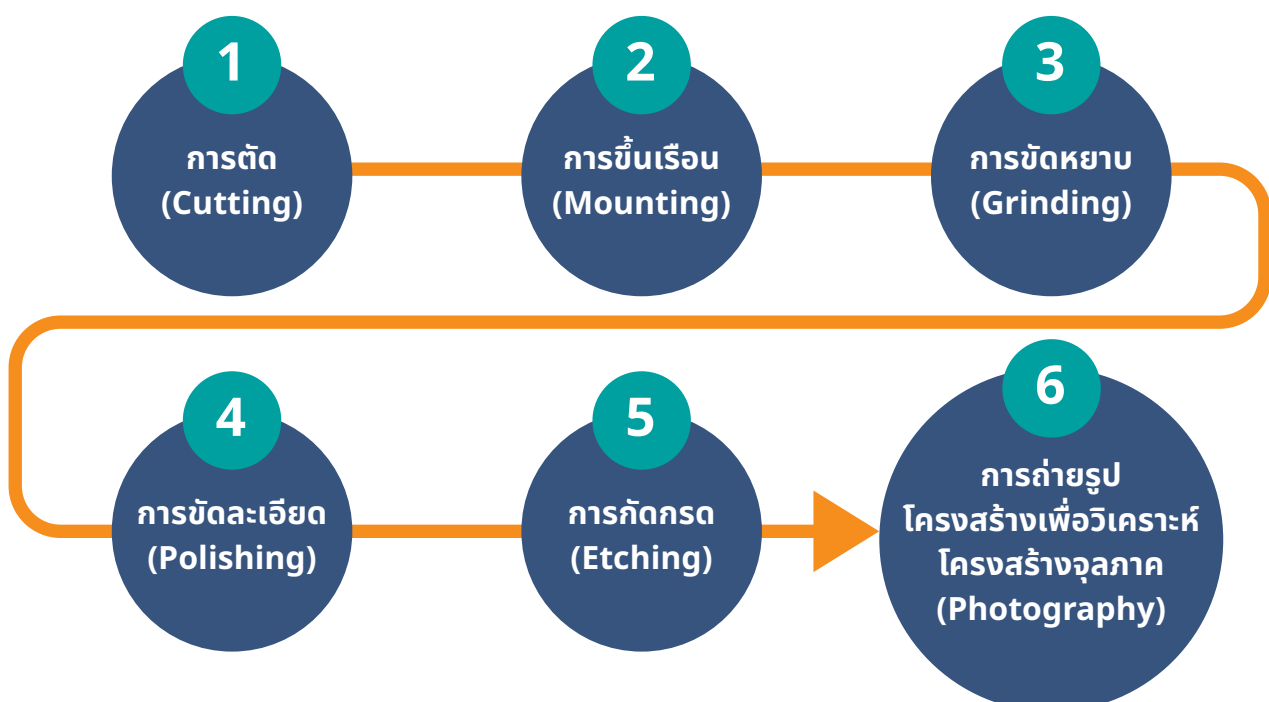


เตรียมชิ้นงานวิเคราะห์โครงสร้างจุลภาค ...อย่างไรให้ได้ดี

การวิเคราะห์ความเสียหายของวัสดุ และชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์ รวมทั้งวิศวกรรมย้อนรอย การวิเคราะห์กระบวนการผลิต และการขึ้นรูปของชิ้นงาน เพื่อให้ทราบว่ามีกระบวนการใดมาบ้าง เช่น การอบชุบเพิ่มความแข็ง งานชุบขึ้นรูป งานเชื่อม งานหล่อ งานกลึง งานกัด งานไส ของชิ้นงานนั้น การวิเคราะห์โครงสร้างจุลภาค เป็นหนึ่งในกระบวนการวิเคราะห์ที่สามารถระบุสาเหตุของความเสียหายว่าเกิดขึ้นเนื่องจากสาเหตุใด หรือการขึ้นรูปชิ้นงานใช้กระบวนการใด ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ดังกล่าวสามารถนำมาใช้ แก้ไข ปรับปรุงกระบวนการผลิตได้

การเตรียมชิ้นงานเพื่อวิเคราะห์โครงสร้างจุลภาค จึงเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญมากในการที่จะทำการวิเคราะห์หาสาเหตุความเสียหายของชิ้นงาน และวิเคราะห์กระบวนการผลิตชิ้นงาน

ขั้นตอนในการเตรียมชิ้นงานวิเคราะห์ อ้างอิงคู่มือ ASM Handbook Volume 9 Metallography and Microstructures มี 6 ขั้นตอน ได้แก่



1. การตัด (Cutting)

การตัดเป็นการทำเพื่อให้ชิ้นงานมีขนาดเล็ก เหมาะสำหรับการทำการวิเคราะห์ รวมทั้งเป็นการกำหนดบริเวณที่สนใจจะทำการวิเคราะห์โครงสร้าง สามารถทำได้โดยการใช้เลื่อยสายพานตัด (รูปที่ 1) ซึ่งต้องมีระบบระบายความร้อนด้วยน้ำหล่อเย็นชิ้นงานด้วยเพื่อลดผลกระทบจากความร้อนจากการตัดต่อโครงสร้างของชิ้นงาน



รูปที่ 1. แสดงการตัดชิ้นงานด้วยเลื่อยสายพานตัดแนวนอน

กรณีชิ้นงานมีขนาดไม่ใหญ่มาก สามารถใช้เครื่องตัด Cut-Off Machine (รูปที่ 2) เป็นเครื่องตัดชิ้นงานที่ใช้ใบตัดแบบไฟเบอร์สำหรับตัดชิ้นงานวิเคราะห์โครงสร้างได้ โดยมีระบบน้ำหล่อเย็นชิ้นงานขณะตัด



รูปที่ 2. แสดงการตัดชิ้นงานด้วยเครื่องตัด Cut-Off Machine

2. การขึ้นเรือน (Mounting)

การทำเรือนหุ้มชิ้นงานด้วยเรซิน มีจุดมุ่งหมายหลักเพื่อความสะดวกในการจับ และการขัด รวมทั้งการเตรียมชิ้นงานในขั้นตอนต่างๆ ก็จะสามารถทำได้สะดวกและรวดเร็วขึ้น

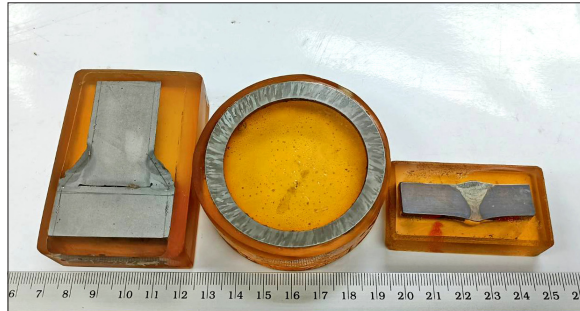
การขึ้นเรือน มี 2 แบบ ได้แก่

2.1 การขึ้นเรือนแบบร้อน (Hot mounting) (รูปที่ 3) ใช้ผงเรซิน (Bakelite) อัดด้วยแรงกดภายใต้อุณหภูมิสูง 170 - 200 °ซ. ใช้เวลาอย่างน้อย 15 - 30 นาที ในการขึ้นเรือน เหมาะกับชิ้นงานที่มีรูปร่างไม่ซับซ้อน

2.2 การขึ้นเรือนแบบเย็น (Cold mounting) (รูปที่ 4) ใช้ เรซิน (Resin) ผสมกับฮาร์ดเนอร์ (Hardener) ในอัตราส่วนของผู้ผลิตกำหนด ใช้เวลานาน 3 - 4 ชั่วโมง ในการขึ้นเรือนเหมาะกับชิ้นงานที่มีรูปร่างซับซ้อน วัสดุมีความอ่อนไม่ทนต่อแรงกด



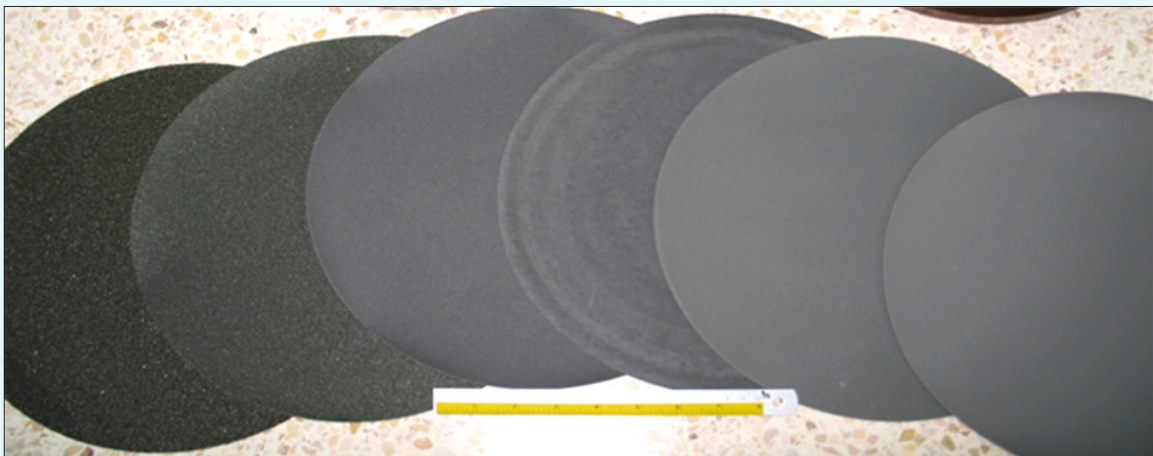
รูปที่ 3. แสดงชิ้นงานที่ขึ้นเรือนแบบร้อน (Hot mounting)



รูปที่ 4. แสดงชิ้นงานที่ขึ้นเรือนแบบเย็น (Cold mounting)

3. การขัดหยาบ (Grinding)

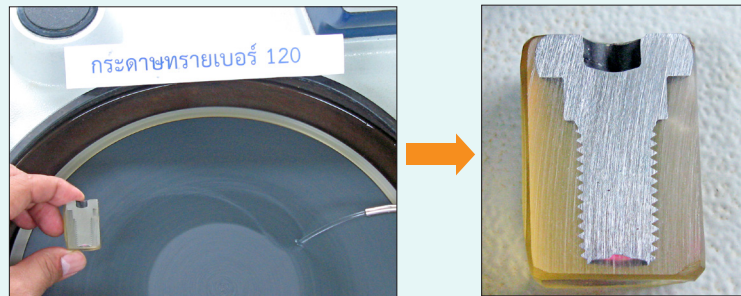
การขัดด้วยกระดาษทรายเพื่อให้ชิ้นงานมีผิวเรียบขึ้นโดยใช้กระดาษทราย (รูปที่ 5) เริ่มจากเบอร์ 80 เบอร์ 120 เบอร์ 240 เบอร์ 600 จนถึงเบอร์ 1200 และถ้าเป็นวัสดุประเภท เหล็กกล้าไร้สนิม อะลูมิเนียม ทองเหลือง ทองแดง ให้ใช้กระดาษเบอร์ 4000 เป็นขั้นตอนสุดท้าย โดยที่การขัดด้วยกระดาษทรายแต่ละเบอร์จะขัดในแนวที่ตั้งฉากกับแนวการขัดด้วยกระดาษทรายเบอร์ก่อนหน้า



รูปที่ 5. แสดงภาพกระดาษทราย

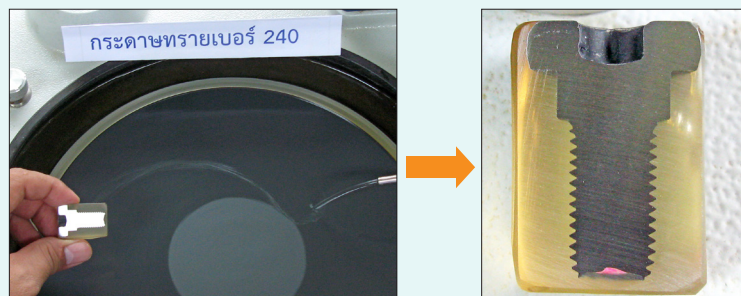
ขั้นตอนการขัดหยาบ (Grinding) กรณีที่ผิวชิ้นงานมีความเรียบจากการตัดด้วยเครื่องตัด Cut-Off Machine เราสามารถเริ่มขัดกระดาษทรายเบอร์ 120 ได้

1. ขัดชิ้นงานด้วยกระดาษทรายเบอร์ 120 (รูปที่ 6)



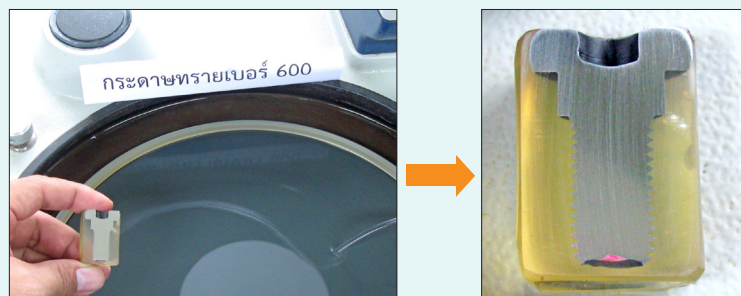
รูปที่ 6. แสดงภาพการขัดชิ้นงานด้วยกระดาษทรายเบอร์ 120

2. ขัดชิ้นงานด้วยกระดาษทรายเบอร์ 240 (รูปที่ 7) ให้วางชิ้นงานตั้งฉากกับแนวขัดกระดาษทรายเบอร์ 120



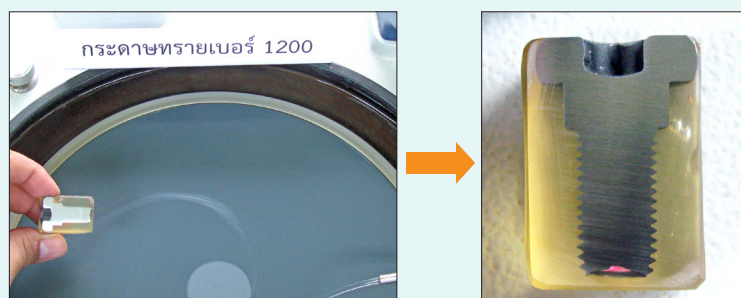
รูปที่ 7. แสดงภาพการขัดชิ้นงานด้วยกระดาษทรายเบอร์ 240

3. ขัดชิ้นงานด้วยกระดาษทรายเบอร์ 600 (รูปที่ 8) ให้วางชิ้นงานตั้งฉากกับแนวขัดกระดาษทรายเบอร์ 240



รูปที่ 8. แสดงภาพการขัดชิ้นงานด้วยกระดาษทรายเบอร์ 600

4. ขัดชิ้นงานด้วยกระดาษทรายเบอร์ 1200 (รูปที่ 9) ให้วางชิ้นงานตั้งฉากกับแนวขัดกระดาษทรายเบอร์ 600



รูปที่ 9. แสดงภาพการขัดชิ้นงานด้วยกระดาษทรายเบอร์ 1200

หลังจากขัดหยาบแล้วเสร็จให้ ล้างชิ้นงานด้วยน้ำเปล่า แช่ในอ่างอัลตราโซนิก (Ultrasonic bath) ล้างด้วยน้ำเปล่าอีกครั้ง ฟันไล่น้ำด้วยเอทานอล แล้วเป่าแห้งด้วยลมร้อน เพื่อไปสู่ขั้นตอนการขัดละเอียดต่อไป

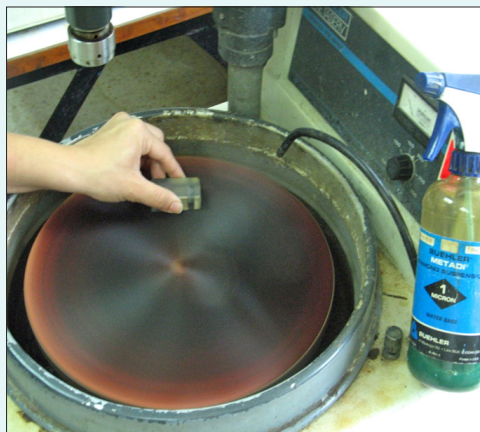
4. การขัดละเอียด (Polishing)

การขัดละเอียดจะเป็นการขัดด้วยผงเพชร (Diamond compound) ขนาด 3 ไมครอน (รูปที่ 10) และ ขนาด 1 ไมครอน ตามลำดับ และถ้าเป็นวัสดุ เช่น เหล็กกล้าไร้สนิม อะลูมิเนียม ทองเหลือง ทองแดง ให้ใช้ Al_2O_3 Suspension ขนาดต่ำกว่า 1 ไมครอน ขัดเป็นขั้นตอนสุดท้าย เทคนิคในการขัดละเอียดต้องขยับชิ้นงาน ไม่ให้ชิ้นงานอยู่กับที่ เพราะถ้าจับชิ้นงานนิ่งอยู่กับที่ ชิ้นงานมีรอยขีดข่วน (Smear) จากการขัดได้



รูปที่ 10. แสดงภาพการขัดด้วยผงเพชร (Diamond compound) ขนาด 3 ไมครอน

หลังจากขัดด้วยผงเพชร (Diamond compound) ขนาด 3 ไมครอน จนไม่พบรอยขีดข่วนจากการขัดด้วยกระดาษทรายเบอร์ 1200 หรือ 4000 บนผิวชิ้นงานแล้ว ให้นำชิ้นงานไปล้างด้วยน้ำเปล่า แช่ในอ่างอัลตราโซนิก ล้างด้วยน้ำเปล่าอีกครั้ง ฟันไล่น้ำด้วยเอทานอล แล้วเป่าแห้งด้วยลมร้อน ก่อนที่นำไปสู่ขั้นตอนการขัดละเอียดขนาด 1 ไมครอน (รูปที่ 11) ต่อไป

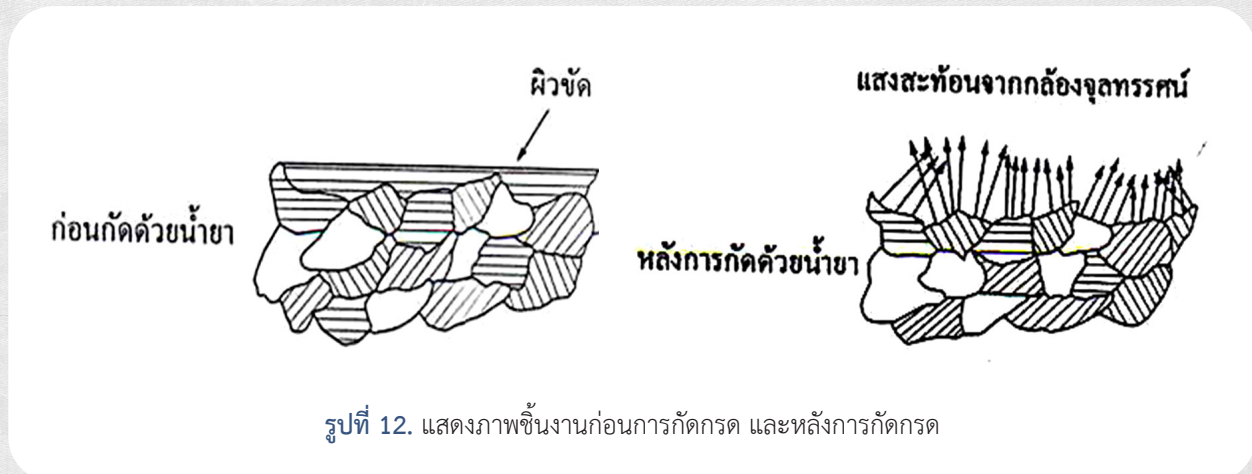


รูปที่ 11. แสดงภาพการขัดด้วยผงเพชร (Diamond compound) ขนาด 1 ไมครอน

หลังจากขัดด้วยผงเพชร (Diamond compound) ขนาด 1 ไมครอน จนไม่พบรอยขีดข่วนบนผิว และชิ้นงานมีความมันเงา คล้ายกระจก ให้นำชิ้นงานไปล้างด้วยน้ำเปล่า แช่ในอ่างอัลตราโซนิก ล้างด้วยน้ำเปล่าอีกครั้ง ฟันไล่น้ำด้วยเอทานอล แล้วเป่าแห้งด้วยลมร้อน แล้วจึงไปสู่ขั้นตอนการกัดกรวด (Etching)

5. การกัดกรด (Etching)

การกัดกรด คือการใช้สารเคมีที่ทำปฏิกิริยากับธาตุในโลหะซึ่งแต่ละธาตุมีความไวต่อสารเคมีแต่ละประเภทแตกต่างกัน ออกไป ทำให้เกิดผิวที่มีความลึกที่แตกต่างกันของโครงสร้างวัสดุแต่ละประเภท เราจึงสามารถถ่ายภาพโครงสร้างจุลภาคได้ (รูปที่ 12)



ตารางที่ 1 แสดงการเลือกน้ำยากัดกรดให้เหมาะสมกับโลหะแต่ละชนิดและเวลาที่เหมาะสมในการกัดกรด ดังนี้

ตารางที่ 1. แสดงชนิดน้ำยากัดกรด ส่วนผสมน้ำยากัดกรดกับโลหะ เวลาที่เหมาะสมในการกัดกรด

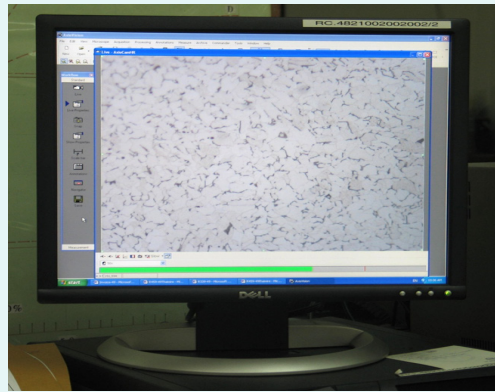
สารเคมีที่ใช้กัดผิวชิ้นงาน	ส่วนผสม	ชนิดวัสดุ	เวลาที่ใช้
กรดไนตริกและไฮโดรคลอริก (Nitric Acid and Hydrochloric)	กรดไนตริก (HNO_3) 3 มิลลิลิตร ไฮโดรคลอริก (HCl) 10 มิลลิลิตร และเอทิลแอลกอฮอล์ 90 มิลลิลิตร	เหล็กเครื่องมือ เหล็กกล้าคาร์บอน	10 – 30 วินาที
ไนตัล (Nital)	ไนตริกแอซิด (HNO_3) 1 มิลลิลิตร ผสม เอทิลแอลกอฮอล์ 100 มิลลิลิตร	เหล็กชุบแข็งผิว เหล็กกล้าทั่วไป	10 – 15 วินาที
กรดพิคริกและไฮโดรคลอริก (Picric Acid and Hydrochloric)	กรดพิคริก (Picric Acid) 1 มิลลิลิตร ผสมไฮโดรคลอริก (HCl) 5 มิลลิลิตร และเอทิลแอลกอฮอล์ 100 มิลลิลิตร	เหล็กกล้าไร้สนิม	10 – 30 วินาที
กรดไนตริกและน้ำกลั่น	กรดไนตริก (HNO_3) 10 มิลลิลิตร ผสมน้ำกลั่น (H_2O) 90 มิลลิลิตร	ทองแดง ทองเหลือง	10 – 30 วินาที
กรดไฮโดรฟลูออริก (Hydrofluoric Acid)	กรดไฮโดรฟลูออริก ½ ถึง 2 มิลลิลิตร ผสมน้ำกลั่น (H_2O) 100 มิลลิลิตร	อะลูมิเนียมผสม	15 – 45 วินาที

หลังจากการกัดกรดให้นำชิ้นงานไปล้างด้วยน้ำเปล่า ฟันน้ำด้วยเอทานอล แล้วเป่าแห้งด้วยลมร้อน ก่อนนำไปสู่ขั้นตอนการถ่ายรูปโครงสร้างเพื่อวิเคราะห์โครงสร้างจุลภาค (Photography)

6. การถ่ายรูปโครงสร้างเพื่อวิเคราะห์โครงสร้างจุลภาค (Photography)

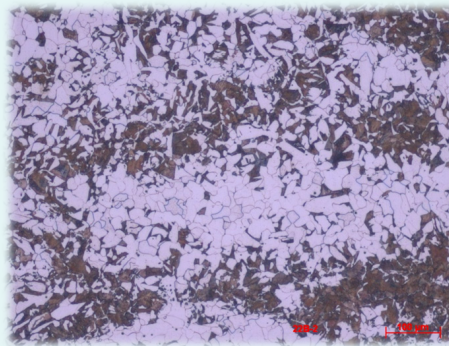
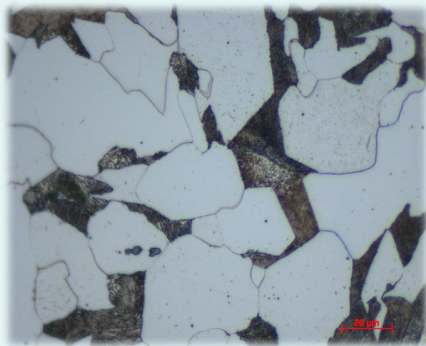
การนำชิ้นงานที่ผ่านกระบวนการตั้งแต่ ตัด ชัด กัดกรด จนถึงขั้นตอนสุดท้ายคือการถ่ายรูปโครงสร้างจุลภาค เพื่อใช้ในการวิเคราะห์หาสาเหตุความเสียหายของวัสดุ วิศวกรรมย้อนรอย การวิเคราะห์กระบวนการผลิตชิ้นงาน การขึ้นรูปของชิ้นงาน ผ่านกระบวนการอะไรมาบ้าง บันทึก จัดทำรายงานต่อไป

การถ่ายรูปโครงสร้างเพื่อวิเคราะห์โครงสร้างจุลภาคโดยใช้กล้อง Optical microscope (OM) เป็นกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงรูปแบบหนึ่งที่ใช้แสงเป็นตัวช่วยในการทำให้องค์เห็นภาพ โดยแสงจะวิ่งผ่านระบบเลนส์ต่างๆ (รูปที่ 13)

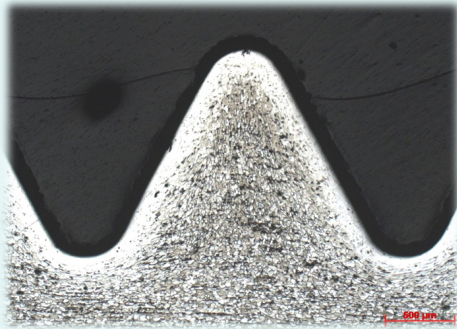


รูปที่ 13. แสดงภาพการใช้กล้อง Optical microscope (OM) ถ่ายรูปชิ้นงาน

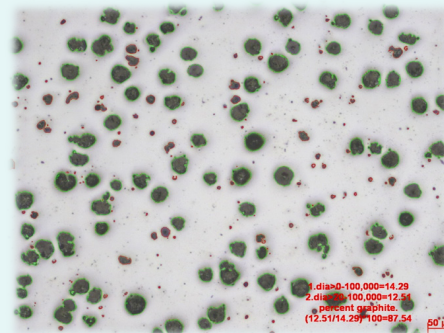
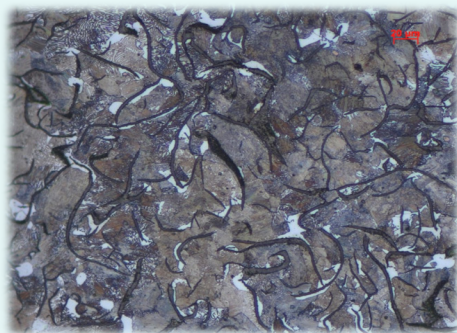
ตัวอย่างรูปโครงสร้างจุลภาค (Metallography and Microstructures) ของโลหะที่ผ่านกระบวนการต่างๆ (รูปที่ 14 - 17)



รูปที่ 14. แสดงภาพโครงสร้างจุลภาคของเหล็กกล้าคาร์บอน (Carbon steel)



รูปที่ 15. แสดงภาพโครงสร้างจุลภาคสลักเกลียว (Screw thread) ที่ผ่านการกระบวนการรีดขึ้นรูป และผ่านกระบวนการทาง ความร้อน



รูปที่ 16. แสดงภาพโครงสร้างจุลภาคของเหล็กหล่อ (Cast iron)



รูปที่ 17. แสดงภาพโครงสร้างจุลภาคของเหล็กกล้าไร้สนิม (Stainless steel)

ดังนั้นจะเห็นว่ากระบวนการเตรียมชิ้นงานวิเคราะห์โครงสร้างจุลภาคของโลหะมีความสำคัญ และจำเป็นต่อการวิเคราะห์วัสดุในการใช้งานทางอุตสาหกรรมต่างๆ เนื่องจากโครงสร้างจุลภาคของโลหะเป็นคุณลักษณะหลักอย่างหนึ่งที่จะบอกถึงคุณสมบัติของโลหะนั้น

เอกสารอ้างอิง

ASM International. 2004. ASM Handbook Volume 9 Metallography and Microstructures. Michigan: ASM International.