

ภาคผนวก

ภาคผนวก

การตรวจสอบโครงสร้าง

ขั้นตอนการติดตั้งงาน

1. เปิดเมนสวิตช์ทางด้านขวาของตัวเครื่อง รอจนกระทั่งเครื่องทดสอบระบบเสร็จสิ้นบนหน้าจอ
แสดงความเร็วรอบ
2. บนหน้าปัดมีสวิตช์อยู่ทั้งสิ้น 10 ปุ่มให้ใช้ได้เฉพาะ 2 ปุ่ม ด้านขวามือสุดเท่านั้น โดยปุ่มบนเปิด
เครื่อง ปุ่มล่างปิดเครื่อง
3. ก่อนเปิดเครื่องตรวจสอบต้องทำดังนี้
 - 3.1 ถอดวงแหวนเหล็กรัดกระดาดทราย บนจานขัดออก จากจานขัด
 - 3.2 ใส่แหวนพลาสติกกันน้ำกระเด็น อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้อง
 - 3.3 ท่อจ่ายน้ำหันเข้ากาจานขัด
4. เปิดเครื่องขัด โดยกดปุ่มทางด้านขวามือสุดปุ่มบน
5. เมื่อจานขัดหมุนน้ำจะไหลโดยอัตโนมัติ ปรับความแรงของน้ำโดยหมุนวาล์วเหนือก้านจ่ายน้ำ
ตามความต้องการ
6. ใช้น้ำทำความสะอาดจานขัดจนสะอาด
7. ปิดเครื่องโดยกดปุ่มทางด้านขวามือสุดปุ่มล่าง
8. หันท่อจ่ายน้ำออกจากจานขัด ถอดวงแหวนพลาสติกกันน้ำกระเด็นออกจากจานขัด
9. นำกระดาดทรายวางบนจานขัดหันด้านที่มีตัวหนังสือลงด้านล่าง
10. ใช้มือลูบบนกระดาดทรายเบาๆ ให้แนบติดกับขอบจานขัดทั้งแผ่น
11. ใส่วงแหวนรัดลงบนจานขัด กดรอบๆ ให้วงแหวนแนบติดกับขอบจานขัดตลอดรอบแนว
เส้นรอบวง
12. ใส่วงแหวนกันน้ำกระเด็นและหันท่อจ่ายน้ำเข้าจานขัด เปิดเครื่องใช้งานได้ทันที
13. เมื่อเสร็จงานให้ถอดกระดาดทรายออกจากจานขัด โดยกระทำเหมือนขั้นตอนที่ 7, 8 และ 14
14. ทำการล้างจานขัดตามขั้นตอนที่ 3 – 6
15. ใช้ผ้าเช็ดน้ำเช็ดที่หกบริเวณเครื่องให้แห้ง
16. ทำการทดสอบโครงสร้างจุลภาคของโลหะ
 - 16.1 ทำการเตรียมชิ้นงาน
 - 16.2 ขัดด้วยกระดาดทราย
 - 16.3 ขัดมัน
 - 16.4 กัดกรด
 - 16.4.1 ชิ้นงานที่จะทำการกัดกรดต้องสะอาดและแห้ง

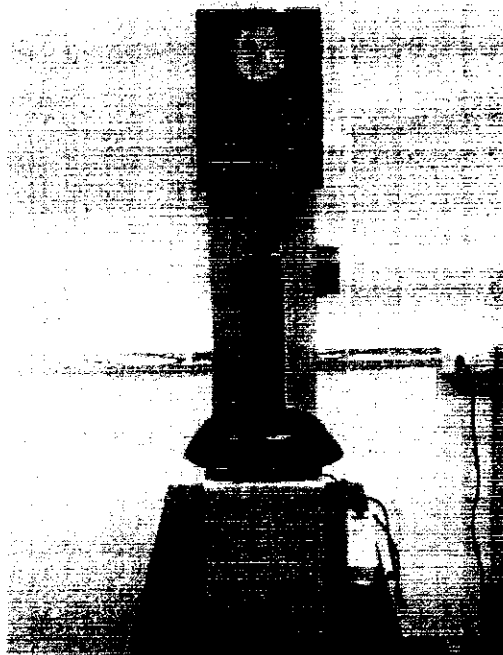
- 16.4.2 ขึ้นงานที่ขัดมันด้วยแอลกอฮอล์ 1 ครั้ง โดยจุ่มชิ้นงานด้านที่ต้องการกัดกรดลงในแอลกอฮอล์
- 16.4.3 นำผิวชิ้นงานที่ล้างแล้วจุ่มลงในน้ำยากัดกรด HCL และ Ethanol ใช้เวลาประมาณ 10 – 15 วินาที โดยจุ่มชิ้นงานด้านที่ต้องการกัดกรดลงในน้ำกรดลึกประมาณ $\frac{1}{4}$ - $\frac{1}{2}$ ก้อน
- 16.4.4 นำผิวงานไปล้างในแอลกอฮอล์โดยจุ่มชิ้นงานด้านที่กัดกรดลงในแอลกอฮอล์ ลึกกว่าการกัดกรด
- 16.4.5 นำผิวชิ้นไปเป่าให้แห้ง หรือเช็ดด้วยกระดาษทิชชูทันที การเช็ดให้เช็ดไปทางด้านเดียวกัน ห้ามเช็ดกลับไปกลับมา หรือวนเป็นวงกลม และห้ามใช้มือเช็ดโดยเด็ดขาด
- 16.4.6 นำชิ้นงานไปส่องกล้องเพื่อดูโครงสร้างต่อไป หากส่องแล้วยังเห็นโครงสร้างไม่ชัดเจน ให้นำกลับไปกัดกรดใหม่อีกครั้งโดยไม่เกิน 10 วินาที
- 16.5 นำชิ้นงานไปส่องดูโครงสร้างโดยกล้องจุลทรรศน์
- 16.5.1 เปิดสวิตช์ที่ด้านหลัง
- 16.5.2 หมุนปุ่มรับความเข้มแสง
- 16.5.3 หมุนปุ่มปรับโฟกัสหยาบลงเพื่อเลื่อนแท่นวางชิ้นงานให้ต่ำลง
- 16.5.4 วางชิ้นงานบนแท่นวางชิ้นงาน
- 16.5.5 หมุนแป้นหมุน เพื่อเลือกใช้เลนส์ 10X และต้องแน่ใจว่า เลนส์วัตถุ อยู่ในตำแหน่ง
- 16.5.6 หมุนปุ่มปรับโฟกัสหยาบโดยค่อยๆ หมุนขึ้นอย่างช้าๆ จนเห็นภาพจากนั้นจึงหมุนปุ่มปรับโฟกัสละเอียด
- 16.5.7 เลือกเปลี่ยนกำลังขยายของเลนส์วัตถุเพื่อภาพที่คมชัดขึ้น
- 16.5.8 เมื่อเสร็จการดูโครงสร้างแล้ว ทำการเก็บ ทำความสะอาดเครื่องให้เรียบร้อย

การทดสอบคุณสมบัติเชิงกล

การทดสอบความแข็ง (Hardness)

การวัดหาความแข็งเป็นการทดสอบที่ง่าย และผู้ทดสอบไม่ต้องมีความชำนาญมากนัก เพราะเครื่องมือที่ใช้ทดสอบความแข็งจะช่วยให้ได้มากและจะทราบผลได้อย่างรวดเร็ว

การวัดค่าความแข็งมีหลายวิธี ได้แก่ เครื่องทดสอบแบบบริเนลล์ (Brinell tester), แบบร็อกเวลล์ (Rockwell), แบบวิกเกอร์ (Vicker) และแบบชอร์ (Shore) แต่ในที่นี้จะขอกล่าวโดยละเอียดเฉพาะเครื่องทดสอบแบบบริเนลล์



รูปที่ 3.4 ส่วนประกอบต่างๆ ของเครื่องทดสอบ
ความแข็งแรงของโลหะที่ชื่อ ERGOTEST
STRUERS รุ่น COMP 25 R/A

ขั้นตอนการทดสอบความแข็งแรง

1. เตรียมชิ้นงาน
2. เตรียมน้ำหนักทดสอบและหัวกด
3. ใส่ภาชนะรองรับชิ้นงานที่เครื่องทดสอบความแข็งแรง ทำความสะอาดและตรวจสอบระดับฐาน
4. ถอดการ์ดหัวทดสอบ
5. ใส่หัวทดสอบความแข็งแรงให้แน่น และใส่การ์ด
6. วางชิ้นงานลงบนฐานรองรับและเลือกตำแหน่ง
7. หมุนแท่นฐานรองรับขึ้น ไปชนกับหัวทดสอบความแข็งแรง จนกระทั่งค่าสเกลอยู่ที่ 0
8. เริ่มทำการทดสอบ โดยใช้เวลาในการทดสอบ 10 วินาที
9. บันทึกค่าการทดลอง
10. หมุนฐานรองรับลงแล้วเอาชิ้นงานออก

ความทนต่อแรงกระแทก (Impact Strength)

วิธีการทดสอบ

- 1) ประกอบเครื่องทดสอบเพื่อทำการทดสอบแบบชาร์ปี
- 2) ตรวจสอบขนาดของชิ้นงานทดสอบและวัดพื้นที่หน้าตัดด้วย
- 3) ยกค้อนตีขึ้นเล็กน้อยเพื่อที่จะวางชิ้นงานทดสอบให้ตั้งฉากกับฐานรองรับ โดยให้รอยบากอยู่ตรงที่จุดกึ่งกลางระหว่างฐานรองรับ และอยู่ตรงกันข้ามกับค้อนตี

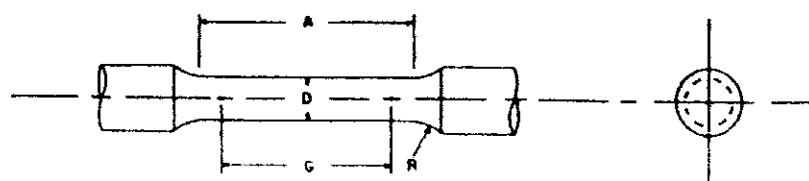
- 4) ยกค้อนขึ้นจนกระทั่งเข็ม main pointer อยู่ตรงขีดตำแหน่งดี ซึ่งค้อนจะอยู่สูงโดยทำมุม 160 องศา 25' 22"
- 5) ตั้งเข็ม idle pointer ให้อยู่ตรงขีดตำแหน่งดีด้วย
- 6) ดึงล๊อคปล่อยตอนลงดี
- 7) ควบคุมค้อนที่ตี ซึ่งแกว่งเลยไปทางด้านหลังให้หยุดนิ่ง
- 8) บันทึกอุณหภูมิขณะทดสอบด้วย
- 9) ถ้าชิ้นทดสอบไม่หักขาดออกจากกัน ค่าของการกระแทกจะไม่ถูกต้อง ดังนั้นจึงควรบันทึกไว้ว่า ชิ้นงานทดสอบไม่หักขาดออกจากกันด้วยค่าการกระแทกเท่าใด

การทดสอบความต้านแรงดึง (Tensile test)

การทดสอบความต้านแรงดึง (Tensile test) ซึ่งมีความสำคัญที่สุดในการให้ข้อมูลเกี่ยวกับวัสดุเหล็กที่มีพื้นที่หน้าตัดมากกว่าชนิดเดียวกันว่าสามารถรับภาระได้สูงกว่าแท่งเหล็กที่มีพื้นที่หน้าตัดน้อยกว่าได้เท่าไร ในการหาความเค้นจึงจำเป็นต้องมีแท่งทดสอบ (specimen) ที่มีสัดส่วนที่มาตรฐานจะมีความยาวก่อนการดึง ที่มีขนาดมากกว่าเส้นผ่านศูนย์กลางของชิ้นทดสอบเอง 5 ถึง 10 เท่า และความยาวที่ใช้ทดสอบ ชิ้นทดสอบที่มีสัดส่วนที่เท่ากันจะมาเปรียบเทียบค่าที่ได้จากการทดสอบได้ พื้นที่หน้าตัดของชิ้นงานจะเป็นรูปสี่เหลี่ยมก็ได้

จุดประสงค์การทดสอบด้วยแรงดึง

1. เพื่อหาความต้านทานแรงดึง (Tensile test)
2. เพื่อหาความเค้นคราก (Yield stress)
3. เพื่อหาขีดจำกัดความยืดหยุ่น (Elastic limit)
4. เพื่อหาความยืด (Elongation)



ชิ้นทดสอบความต้านแรงดึง (ตามมาตรฐาน ASTM - 370)

ขั้นตอนการทดสอบแรงดึง

1. ประกอบเครื่องทดสอบแรงดึง
2. ตรวจสอบขนาดของชิ้นงานที่จะมาใช้ทดสอบแรงดึง
3. นำหัวจับทั้งสองด้านของชิ้นงาน
4. ทำการเริ่มดึงชิ้นงานพร้อมอ่านค่าที่ได้
5. หลังจากทำการทดสอบเสร็จแล้วทำการบันทึกข้อมูล พร้อมสรุปผล

อุปกรณ์ที่ใช้ในการปฏิบัติการ

- 1 เครื่องขัดชิ้นงานจานคู่มือ STRUERS รุ่น ROTOPOL – 21
- 2 เครื่องทดสอบความแข็งของโลหะ ยี่ห้อ ERGOTEST STRUERS รุ่น COMP25R /A
- 3 กล้องวัดขนาดรอยกด ยี่ห้อ GALILEO
- 4 กล้องไมโครสโคปกำลังขยายสูงสุด 1000 เท่า ยี่ห้อ OLYMPUS รุ่น Bx60MF
- 5 เครื่องทดสอบแรงดึง
- 6 เครื่องทดสอบแรงกระแทก

1. การทดสอบความแข็งเป็นการอบชุบแบบ Hardening ของโลหะทั้ง 3 ชนิดดังนี้

ผลการทดสอบของเหล็ก AISI 1010 จำนวน 10 ชิ้น ทำการอบชุบตามอุณหภูมิ และสารชุบ ดังนี้

1. อุณหภูมิ Hardening ที่อุณหภูมิ 800 °C

2. สารชุบคือ น้ำ

ก้อนที่ 1		
ขนาดรอยกด ลำดับรอยกด	d 1	d 2
รอยกดที่ 1	24	24
รอยกดที่ 2	27	27
รอยกดที่ 3	27	27
ก้อนที่ 2		
ขนาดรอยกด ลำดับรอยกด	d 1	d 2
รอยกดที่ 1	24	24
รอยกดที่ 2	26	26
รอยกดที่ 3	25	25
ก้อนที่ 3		
ขนาดรอยกด ลำดับรอยกด	d 1	d 2
รอยกดที่ 1	24	24
รอยกดที่ 2	24	24
รอยกดที่ 3	23	23
ก้อนที่ 4		
ขนาดรอยกด ลำดับรอยกด	d 1	d 2
รอยกดที่ 1	25	25
รอยกดที่ 2	27	27
รอยกดที่ 3	23	23

ก้อนที่ 5		
ขนาดรอยกด ลำดับรอยกด	d 1	d 2
รอยกดที่ 1	26	26
รอยกดที่ 2	28	28
รอยกดที่ 3	27	27
ก้อนที่ 6		
ขนาดรอยกด ลำดับรอยกด	d 1	d 2
รอยกดที่ 1	28	28
รอยกดที่ 2	25	25
รอยกดที่ 3	30	30
ก้อนที่ 7		
ขนาดรอยกด ลำดับรอยกด	d 1	d 2
รอยกดที่ 1	25	25
รอยกดที่ 2	27	27
รอยกดที่ 3	28	28
ก้อนที่ 8		
ขนาดรอยกด ลำดับรอยกด	d 1	d 2
รอยกดที่ 1	23	23
รอยกดที่ 2	28	28
รอยกดที่ 3	27	27
ก้อนที่ 9		
ขนาดรอยกด ลำดับรอยกด	d 1	d 2
รอยกดที่ 1	29	29
รอยกดที่ 2	30	30

รอยกดที่ 3	31	31
ก้อนที่ 10		
ขนาดรอยกด ลำดับรอยกด	d 1	d 2
รอยกดที่ 1	30	30
รอยกดที่ 2	31	31
รอยกดที่ 3	32	32

ผลการทดสอบของเหล็กอะลูมิเนียม จำนวน 10 ชิ้น ทำการอบชุบตามอุณหภูมิ และสารชุบ ดังนี้

1. อุณหภูมิ Hardening ที่อุณหภูมิ 500 °C
2. สารชุบคือ น้ำ

ก้อนที่ 1		
ขนาดรอยกด ลำดับรอยกด	d 1	d 2
รอยกดที่ 1	69	69
รอยกดที่ 2	68	68
รอยกดที่ 3	68	68
ก้อนที่ 2		
ขนาดรอยกด ลำดับรอยกด	d 1	d 2
รอยกดที่ 1	67	67
รอยกดที่ 2	68	68
รอยกดที่ 3	69	69
ก้อนที่ 3		
ขนาดรอยกด ลำดับรอยกด	d 1	d 2
รอยกดที่ 1	65	65
รอยกดที่ 2	69	69
รอยกดที่ 3	64	64

ก้อนที่ 4		
ขนาดรอยกด ลำดับรอยกด	d 1	d 2
รอยกดที่ 1	69	69
รอยกดที่ 2	68	68
รอยกดที่ 3	69	69
ก้อนที่ 5		
ขนาดรอยกด ลำดับรอยกด	d 1	d 2
รอยกดที่ 1	67	67
รอยกดที่ 2	68	68
รอยกดที่ 3	64	64
ก้อนที่ 6		
ขนาดรอยกด ลำดับรอยกด	d 1	d 2
รอยกดที่ 1	65	65
รอยกดที่ 2	67	67
รอยกดที่ 3	67	67
ก้อนที่ 7		
ขนาดรอยกด ลำดับรอยกด	d 1	d 2
รอยกดที่ 1	69	69
รอยกดที่ 2	70	70
รอยกดที่ 3	69	69
ก้อนที่ 8		
ขนาดรอยกด ลำดับรอยกด	d 1	d 2
รอยกดที่ 1	67	67
รอยกดที่ 2	68	68

รอยกดที่ 3	68	68
ก้อนที่ 9		
ขนาดรอยกด ลำดับรอยกด	d 1	d 2
รอยกดที่ 1	69	69
รอยกดที่ 2	68	68
รอยกดที่ 3	69	69
ก้อนที่ 10		
ขนาดรอยกด ลำดับรอยกด	d 1	d 2
รอยกดที่ 1	68	68
รอยกดที่ 2	68	68
รอยกดที่ 3	69	69

ผลการทดสอบของเหล็กทองเหลือง จำนวน 10 ชิ้น ทำการอบชุบตามอุณหภูมิ และสารชุบ ดังนี้

1. อุณหภูมิ Hardening ที่อุณหภูมิ 650 °C
2. สารชุบคือ น้ำ

ก้อนที่ 1		
ขนาดรอยกด ลำดับรอยกด	d 1	d 2
รอยกดที่ 1	46	46
รอยกดที่ 2	47	47
รอยกดที่ 3	47	47
ก้อนที่ 2		
ขนาดรอยกด ลำดับรอยกด	d 1	d 2
รอยกดที่ 1	47	47
รอยกดที่ 2	47	47
รอยกดที่ 3	46	46

ก้อนที่ 3		
ขนาดรอยกด ลำดับรอยกด	d 1	d 2
รอยกดที่ 1	47	47
รอยกดที่ 2	48	48
รอยกดที่ 3	48	48
ก้อนที่ 4		
ขนาดรอยกด ลำดับรอยกด	d 1	d 2
รอยกดที่ 1	47	47
รอยกดที่ 2	46	46
รอยกดที่ 3	47	47
ก้อนที่ 5		
ขนาดรอยกด ลำดับรอยกด	d 1	d 2
รอยกดที่ 1	49	49
รอยกดที่ 2	48	48
รอยกดที่ 3	48	48
ก้อนที่ 6		
ขนาดรอยกด ลำดับรอยกด	d 1	d 2
รอยกดที่ 1	49	49
รอยกดที่ 2	49	49
รอยกดที่ 3	47	47
ก้อนที่ 7		
ขนาดรอยกด ลำดับรอยกด	d 1	d 2
รอยกดที่ 1	48	48
รอยกดที่ 2	47	47

รอยกตที่ 3	47	47
ก้อนที่ 8		
ขนาดรอยกต ลำดับรอยกต	d 1	d 2
รอยกตที่ 1	48	48
รอยกตที่ 2	48	48
รอยกตที่ 3	49	49
ก้อนที่ 9		
ขนาดรอยกต ลำดับรอยกต	d 1	d 2
รอยกตที่ 1	47	47
รอยกตที่ 2	48	48
รอยกตที่ 3	48	48
ก้อนที่ 10		
ขนาดรอยกต ลำดับรอยกต	d 1	d 2
รอยกตที่ 1	49	49
รอยกตที่ 2	48	48
รอยกตที่ 3	49	49

2. การทดสอบความแข็งเป็นการอบชุบแบบ Annealing ของโลหะทั้ง 3 ชนิดดังนี้

ผลการทดสอบของเหล็ก AISI 1010 จำนวน 10 ชิ้น ทำการอบชุบตามอุณหภูมิ และสารชุบ ดังนี้

1. อุณหภูมิ Annealing ที่อุณหภูมิ 800 °C

2. เย็นตัวในเตา

ก้อนที่ 1		
ขนาดรอยกด ลำดับรอยกด	d 1	d 2
รอยกดที่ 1	38	38
รอยกดที่ 2	37	37
รอยกดที่ 3	36	36
ก้อนที่ 2		
ขนาดรอยกด ลำดับรอยกด	d 1	d 2
รอยกดที่ 1	42	42
รอยกดที่ 2	40	40
รอยกดที่ 3	39	39
ก้อนที่ 3		
ขนาดรอยกด ลำดับรอยกด	d 1	d 2
รอยกดที่ 1	39	39
รอยกดที่ 2	39	39
รอยกดที่ 3	38	38
ก้อนที่ 4		
ขนาดรอยกด ลำดับรอยกด	d 1	d 2
รอยกดที่ 1	39	39
รอยกดที่ 2	39	39
รอยกดที่ 3	40	40

ก้อนที่ 5		
ขนาดรอยกด ลำดับรอยกด	d 1	d 2
รอยกดที่ 1	40	40
รอยกดที่ 2	40	40
รอยกดที่ 3	40	40
ก้อนที่ 6		
ขนาดรอยกด ลำดับรอยกด	d 1	d 2
รอยกดที่ 1	38	38
รอยกดที่ 2	40	40
รอยกดที่ 3	38	38
ก้อนที่ 7		
ขนาดรอยกด ลำดับรอยกด	d 1	d 2
รอยกดที่ 1	40	40
รอยกดที่ 2	40	40
รอยกดที่ 3	39	39
ก้อนที่ 8		
ขนาดรอยกด ลำดับรอยกด	d 1	d 2
รอยกดที่ 1	40	40
รอยกดที่ 2	39	39
รอยกดที่ 3	40	40
ก้อนที่ 9		
ขนาดรอยกด ลำดับรอยกด	d 1	d 2
รอยกดที่ 1	42	42
รอยกดที่ 2	42	42

รอยกตที่ 3	40	40
ก้อนที่ 10		
ขนาดรอยกต ลำดับรอยกต	d 1	d 2
รอยกตที่ 1	40	40
รอยกตที่ 2	40	40
รอยกตที่ 3	39	39

ผลการทดสอบของเหล็กอะลูมิเนียม จำนวน 10 ชิ้น ทำการอบชุบตามอุณหภูมิ และสารชุบ ดังนี้

1. อุณหภูมิ Annealing ที่อุณหภูมิ 500 °C
2. เย็นตัวในเตา

ก้อนที่ 1		
ขนาดรอยกต ลำดับรอยกต	d 1	d 2
รอยกตที่ 1	72	72
รอยกตที่ 2	74	74
รอยกตที่ 3	71	71
ก้อนที่ 2		
ขนาดรอยกต ลำดับรอยกต	d 1	d 2
รอยกตที่ 1	73	73
รอยกตที่ 2	75	75
รอยกตที่ 3	74	74
ก้อนที่ 3		
ขนาดรอยกต ลำดับรอยกต	d 1	d 2
รอยกตที่ 1	76	76
รอยกตที่ 2	77	77

รอยกตที่ 3	75	75
ก้อนที่ 4		
ขนาดรอยกต ลำดับรอยกต	d 1	d 2
รอยกตที่ 1	75	75
รอยกตที่ 2	76	76
รอยกตที่ 3	74	74
ก้อนที่ 5		
ขนาดรอยกต ลำดับรอยกต	d 1	d 2
รอยกตที่ 1	75	75
รอยกตที่ 2	76	76
รอยกตที่ 3	74	74
ก้อนที่ 6		
ขนาดรอยกต ลำดับรอยกต	d 1	d 2
รอยกตที่ 1	75	75
รอยกตที่ 2	74	76
รอยกตที่ 3	71	74
ก้อนที่ 7		
ขนาดรอยกต ลำดับรอยกต	d 1	d 2
รอยกตที่ 1	75	75
รอยกตที่ 2	75	75
รอยกตที่ 3	75	75
ก้อนที่ 8		
ขนาดรอยกต ลำดับรอยกต	d 1	d 2
รอยกตที่ 1	74	74

รอยกุดที่ 2	71	71
รอยกุดที่ 3	73	73
ก้อนที่ 9		
ขนาดรอยกุด ลำดับรอยกุด	d 1	d 2
รอยกุดที่ 1	72	72
รอยกุดที่ 2	75	75
รอยกุดที่ 3	74	74
ก้อนที่ 10		
ขนาดรอยกุด ลำดับรอยกุด	d 1	d 2
รอยกุดที่ 1	74	74
รอยกุดที่ 2	73	73
รอยกุดที่ 3	72	72

ผลการทดสอบของเหล็กทองเหลือง จำนวน 10 ชิ้น ทำการอบชุบตามอุณหภูมิ และสารชุบ ดังนี้

1. อุณหภูมิ Annealing ที่อุณหภูมิ 650 °C
2. เย็นตัวในเตา

ก้อนที่ 1		
ขนาดรอยกัด ลำดับรอยกัด	d 1	d 2
รอยกัดที่ 1	49	49
รอยกัดที่ 2	52	52
รอยกัดที่ 3	50	50
ก้อนที่ 2		
ขนาดรอยกัด ลำดับรอยกัด	d 1	d 2
รอยกัดที่ 1	51	51
รอยกัดที่ 2	50	50
รอยกัดที่ 3	50	50
ก้อนที่ 3		
ขนาดรอยกัด ลำดับรอยกัด	d 1	d 2
รอยกัดที่ 1	51	51
รอยกัดที่ 2	49	51
รอยกัดที่ 3	53	50
ก้อนที่ 4		
ขนาดรอยกัด ลำดับรอยกัด	d 1	d 2
รอยกัดที่ 1	50	50
รอยกัดที่ 2	52	52
รอยกัดที่ 3	51	51

ก้อนที่ 5		
ขนาดรอยกด ลำดับรอยกด	d 1	d 2
รอยกดที่ 1	52	52
รอยกดที่ 2	50	50
รอยกดที่ 3	50	50
ก้อนที่ 6		
ขนาดรอยกด ลำดับรอยกด	d 1	d 2
รอยกดที่ 1	50	50
รอยกดที่ 2	51	51
รอยกดที่ 3	49	49
ก้อนที่ 7		
ขนาดรอยกด ลำดับรอยกด	d 1	d 2
รอยกดที่ 1	49	49
รอยกดที่ 2	52	52
รอยกดที่ 3	48	48
ก้อนที่ 8		
ขนาดรอยกด ลำดับรอยกด	d 1	d 2
รอยกดที่ 1	51	51
รอยกดที่ 2	52	52
รอยกดที่ 3	48	48
ก้อนที่ 9		
ขนาดรอยกด ลำดับรอยกด	d 1	d 2
รอยกดที่ 1	49	49
รอยกดที่ 2	49	49

รอยกตที่ 3	50	50
ก้อนที่ 10		
ขนาดรอยกต ลำดับรอยกต	d 1	d 2
รอยกตที่ 1	50	50
รอยกตที่ 2	51	51
รอยกตที่ 3	52	52

3. การทดสอบความแข็งของโลหะทั้ง 3 ชนิดดังนี้ โดยไม่ได้ผ่านกระบวนการทำความร้อน
ผลการทดสอบของเหล็ก AISI 1010 จำนวน 10 ชิ้น

ก้อนที่ 1		
ขนาดรอยกต ลำดับรอยกต	d 1	d 2
รอยกตที่ 1	43	43
รอยกตที่ 2	41	41
รอยกตที่ 3	46	46
ก้อนที่ 2		
ขนาดรอยกต ลำดับรอยกต	d 1	d 2
รอยกตที่ 1	39	39
รอยกตที่ 2	45	45
รอยกตที่ 3	40	40
ก้อนที่ 3		
ขนาดรอยกต ลำดับรอยกต	d 1	d 2
รอยกตที่ 1	40	40
รอยกตที่ 2	42	42
รอยกตที่ 3	39	39

ก้อนที่ 4		
ขนาดรอยกด ลำดับรอยกด	d 1	d 2
รอยกดที่ 1	41	41
รอยกดที่ 2	44	44
รอยกดที่ 3	47	47
ก้อนที่ 5		
ขนาดรอยกด ลำดับรอยกด	d 1	d 2
รอยกดที่ 1	40	40
รอยกดที่ 2	39	39
รอยกดที่ 3	41	41
ก้อนที่ 6		
ขนาดรอยกด ลำดับรอยกด	d 1	d 2
รอยกดที่ 1	39	39
รอยกดที่ 2	40	40
รอยกดที่ 3	42	42
ก้อนที่ 7		
ขนาดรอยกด ลำดับรอยกด	d 1	d 2
รอยกดที่ 1	40	40
รอยกดที่ 2	39	39
รอยกดที่ 3	42	42
ก้อนที่ 8		
ขนาดรอยกด ลำดับรอยกด	d 1	d 2
รอยกดที่ 1	41	41
รอยกดที่ 2	39	39

รอยกตที่ 3	40	40
ก้อนที่ 9		
ขนาดรอยกต ลำดับรอยกต	d 1	d 2
รอยกตที่ 1	39	39
รอยกตที่ 2	39	39
รอยกตที่ 3	40	40
ก้อนที่ 10		
ขนาดรอยกต ลำดับรอยกต	d 1	d 2
รอยกตที่ 1	39	39
รอยกตที่ 2	40	40
รอยกตที่ 3	41	41

ผลการทดสอบของเหล็กอะลูมิเนียม จำนวน 10 ชิ้น

ก้อนที่ 1		
ขนาดรอยกด ลำดับรอยกด	d 1	d 2
รอยกดที่ 1	88	88
รอยกดที่ 2	88	88
รอยกดที่ 3	86	86
ก้อนที่ 2		
ขนาดรอยกด ลำดับรอยกด	d 1	d 2
รอยกดที่ 1	81	81
รอยกดที่ 2	86	86
รอยกดที่ 3	84	84
ก้อนที่ 3		
ขนาดรอยกด ลำดับรอยกด	d 1	d 2
รอยกดที่ 1	86	86
รอยกดที่ 2	87	87
รอยกดที่ 3	77	77
ก้อนที่ 4		
ขนาดรอยกด ลำดับรอยกด	d 1	d 2
รอยกดที่ 1	75	75
รอยกดที่ 2	82	82
รอยกดที่ 3	80	80
ก้อนที่ 5		
ขนาดรอยกด ลำดับรอยกด	d 1	d 2
รอยกดที่ 1	80	80

รอยกตที่ 2	81	81
รอยกตที่ 3	82	82
ก้อนที่ 6		
ขนาดรอยกต ลำดับรอยกต	d 1	d 2
รอยกตที่ 1	83	83
รอยกตที่ 2	81	81
รอยกตที่ 3	80	80
ก้อนที่ 7		
ขนาดรอยกต ลำดับรอยกต	d 1	d 2
รอยกตที่ 1	80	80
รอยกตที่ 2	82	82
รอยกตที่ 3	83	83
ก้อนที่ 8		
ขนาดรอยกต ลำดับรอยกต	d 1	d 2
รอยกตที่ 1	83	83
รอยกตที่ 2	81	81
รอยกตที่ 3	84	84
ก้อนที่ 9		
ขนาดรอยกต ลำดับรอยกต	d 1	d 2
รอยกตที่ 1	82	82
รอยกตที่ 2	83	83
รอยกตที่ 3	85	85

ก้อนที่ 10		
ขนาดรอยกด ลำดับรอยกด	d 1	d 2
รอยกดที่ 1	80	80
รอยกดที่ 2	84	84
รอยกดที่ 3	81	81

ผลการทดสอบของเหล็กทองเหลือง จำนวน 10 ชิ้น

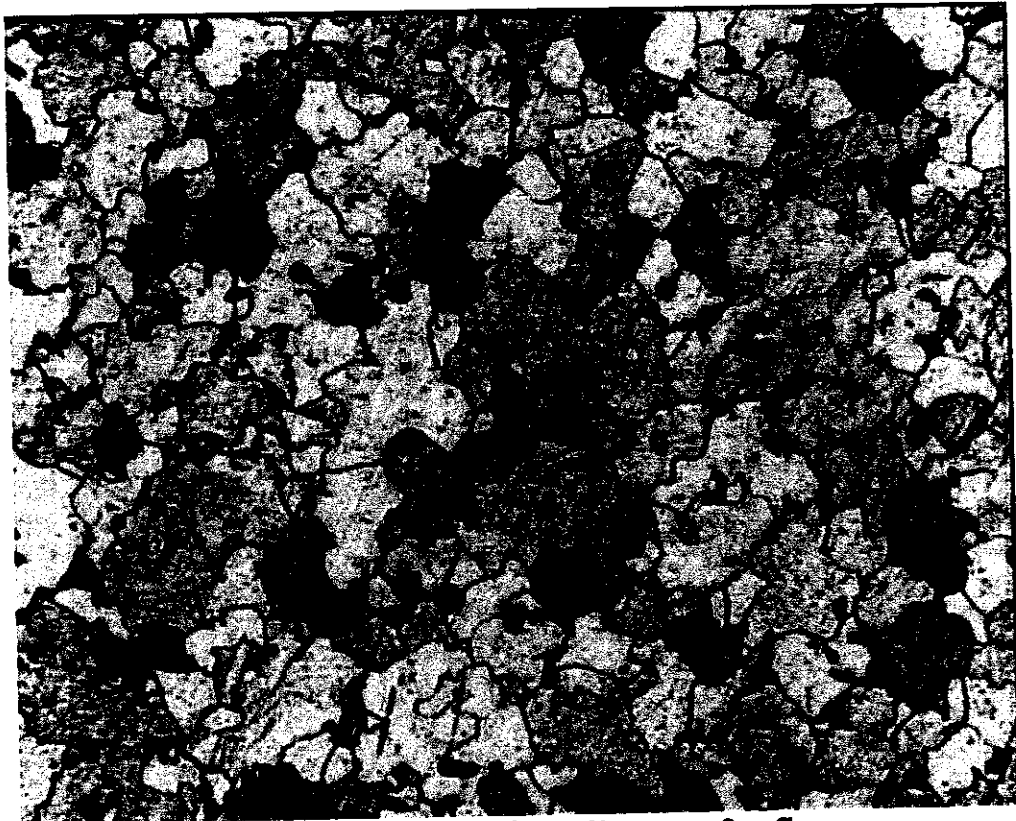
ก้อนที่ 1		
ขนาดรอยกด ลำดับรอยกด	d 1	d 2
รอยกดที่ 1	51	51
รอยกดที่ 2	52	52
รอยกดที่ 3	51	51
ก้อนที่ 2		
ขนาดรอยกด ลำดับรอยกด	d 1	d 2
รอยกดที่ 1	49	49
รอยกดที่ 2	50	50
รอยกดที่ 3	50	50
ก้อนที่ 3		
ขนาดรอยกด ลำดับรอยกด	d 1	d 2
รอยกดที่ 1	50	50
รอยกดที่ 2	53	53
รอยกดที่ 3	52	52
ก้อนที่ 4		
ขนาดรอยกด ลำดับรอยกด	d 1	d 2

รอยกตที่ 1	50	50
รอยกตที่ 2	50	50
รอยกตที่ 3	51	51
ก้อนที่ 5		
ขนาดรอยกต ลำดับรอยกต	d 1	d 2
รอยกตที่ 1	49	49
รอยกตที่ 2	52	52
รอยกตที่ 3	54	54
ก้อนที่ 6		
ขนาดรอยกต ลำดับรอยกต	d 1	d 2
รอยกตที่ 1	52	52
รอยกตที่ 2	53	53
รอยกตที่ 3	54	54
ก้อนที่ 7		
ขนาดรอยกต ลำดับรอยกต	d 1	d 2
รอยกตที่ 1	53	53
รอยกตที่ 2	52	52
รอยกตที่ 3	51	51
ก้อนที่ 8		
ขนาดรอยกต ลำดับรอยกต	d 1	d 2
รอยกตที่ 1	49	49
รอยกตที่ 2	52	52
รอยกตที่ 3	54	54

ก้อนที่ 9		
ขนาดรอยกด ลำดับรอยกด	d 1	d 2
รอยกดที่ 1	49	49
รอยกดที่ 2	50	50
รอยกดที่ 3	54	54
ก้อนที่ 10		
ขนาดรอยกด ลำดับรอยกด	d 1	d 2
รอยกดที่ 1	52	52
รอยกดที่ 2	52	52
รอยกดที่ 3	53	53

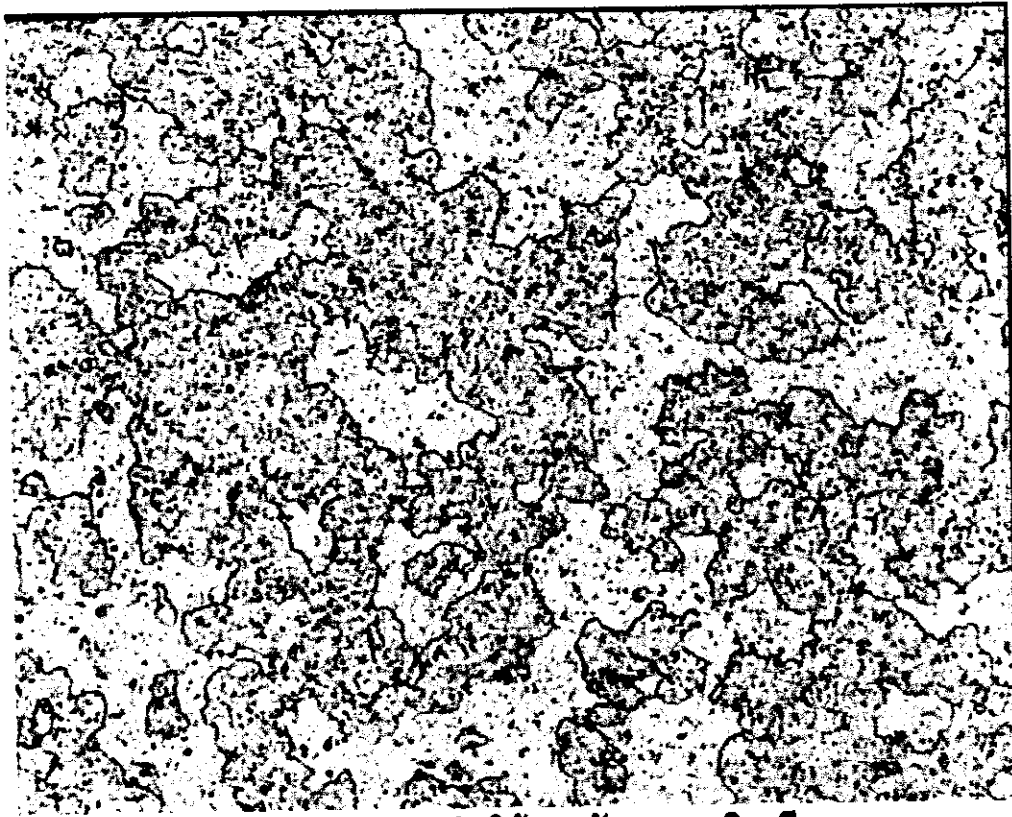
โครงสร้างจุลภาค

แสดงการเปรียบเทียบ Microstructure



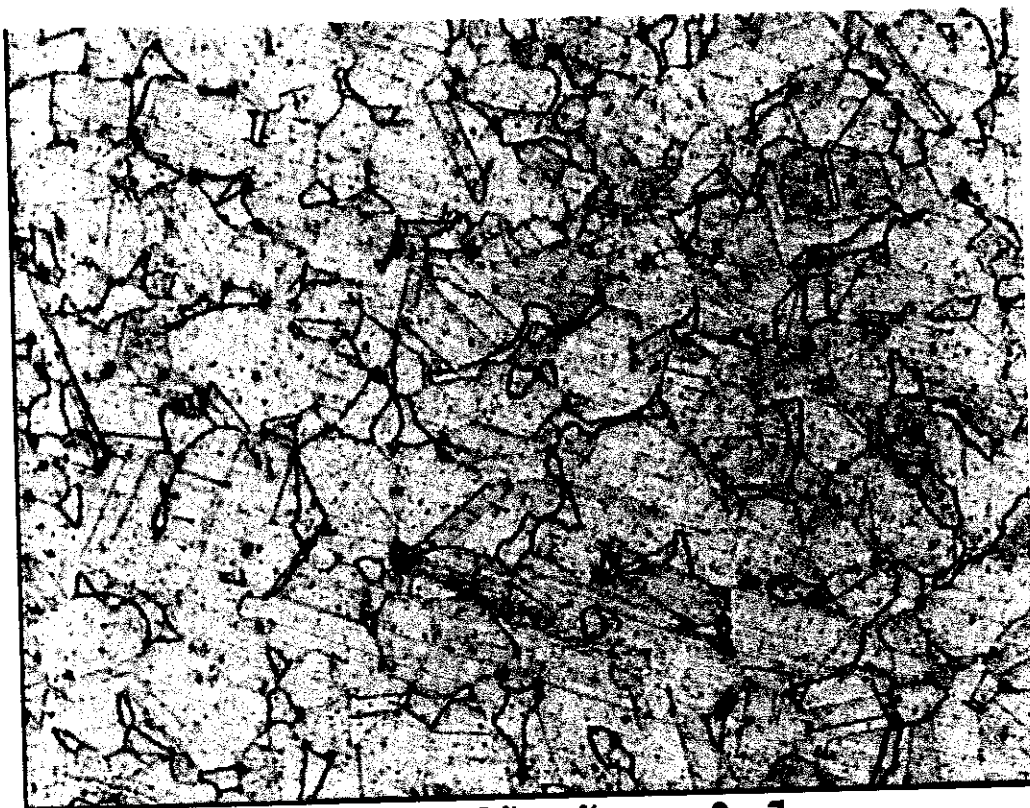
AISI 1010 at 800 °C ใช้เวลาดักกรด 10 วินาที

- AISI 1010
- อบที่อุณหภูมิ 800 °C
- ยังไม่ผ่านการอบชุบ
- ขนาดกำลังขยาย 200 เท่า



Aluminium at 500°C ใช้เวลาดักกรด 34 วินาที

- Aluminium
- อบที่อุณหภูมิ 500 °C
- ยังไม่ผ่านการอบชุบ
- ขนาดกำลังขยาย 200 เท่า



Brass at 650 °C ใช้เวลากักตกรด 19 วินาที

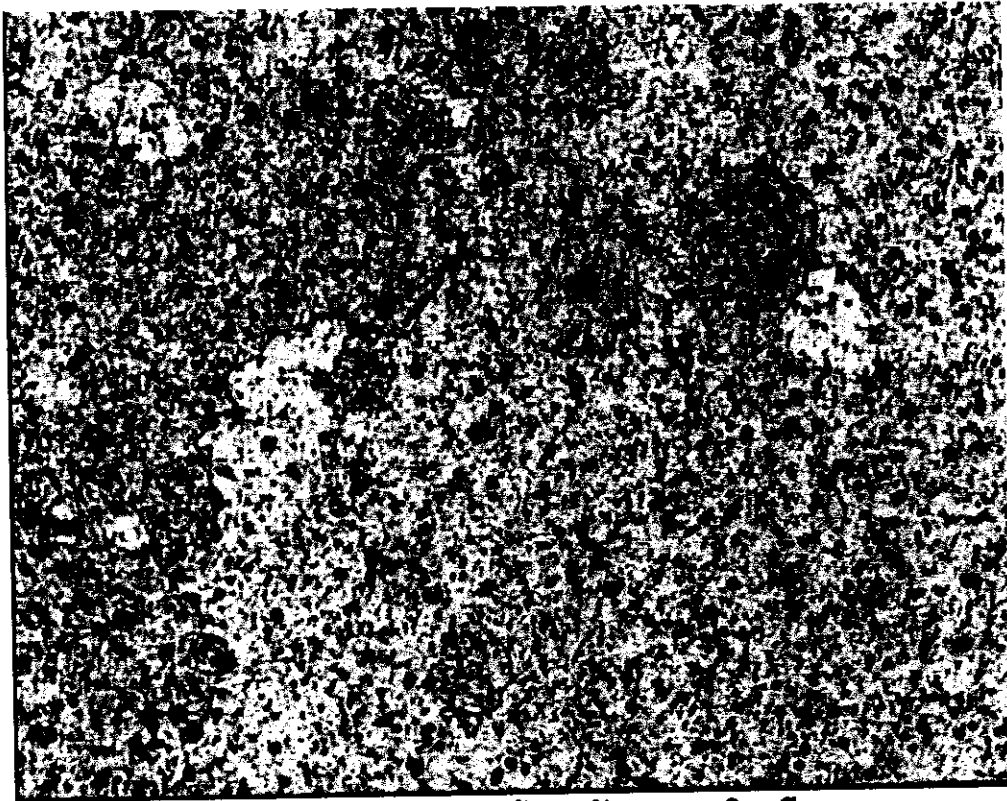
- Brass
- อบที่อุณหภูมิ 650 °C
- ยังไม่ผ่านการอบชุบ
- ขนาดกำลังขยาย 200 เท่า

แสดงการเปรียบเทียบ Microstructure



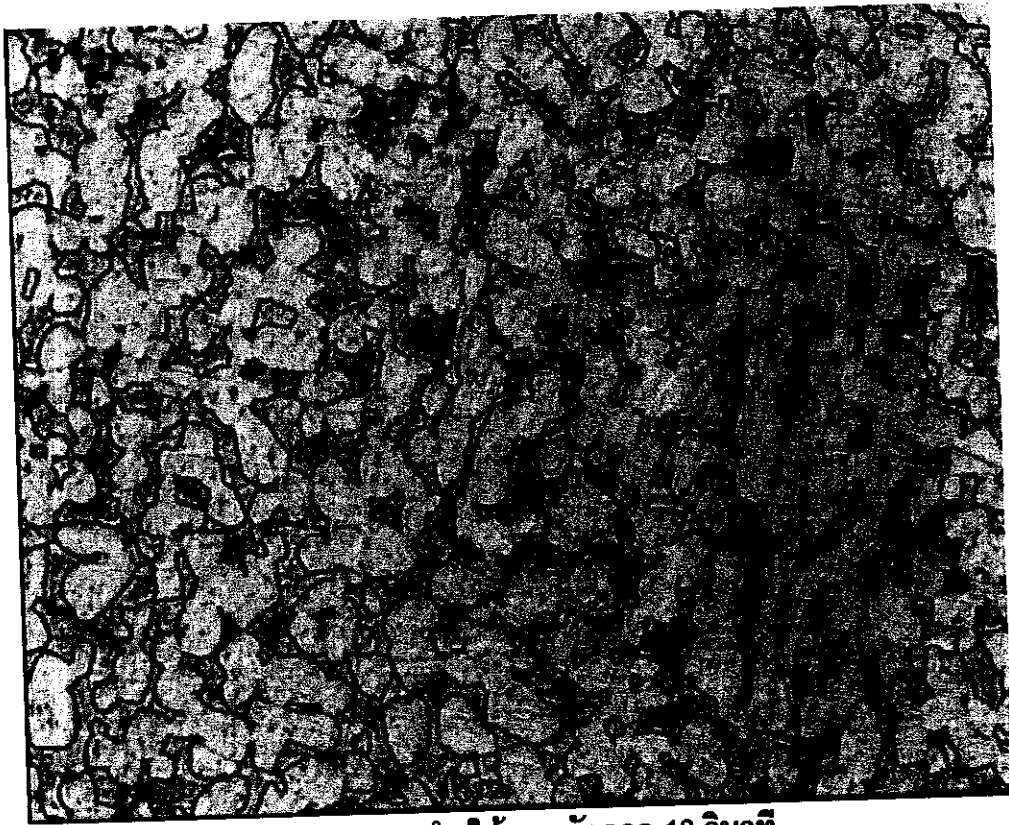
AISI 1010 at 800 °C ใช้เวลาดักกรด 10 วินาที

- AISI 1010
- อบที่อุณหภูมิ 800 °C
- ผ่านการอบชุบ Annealing
- ขนาดกำลังขยาย 200 เท่า



Aluminium at 500 °C ให้อุณหภูมิกักตรด 35 วินาที

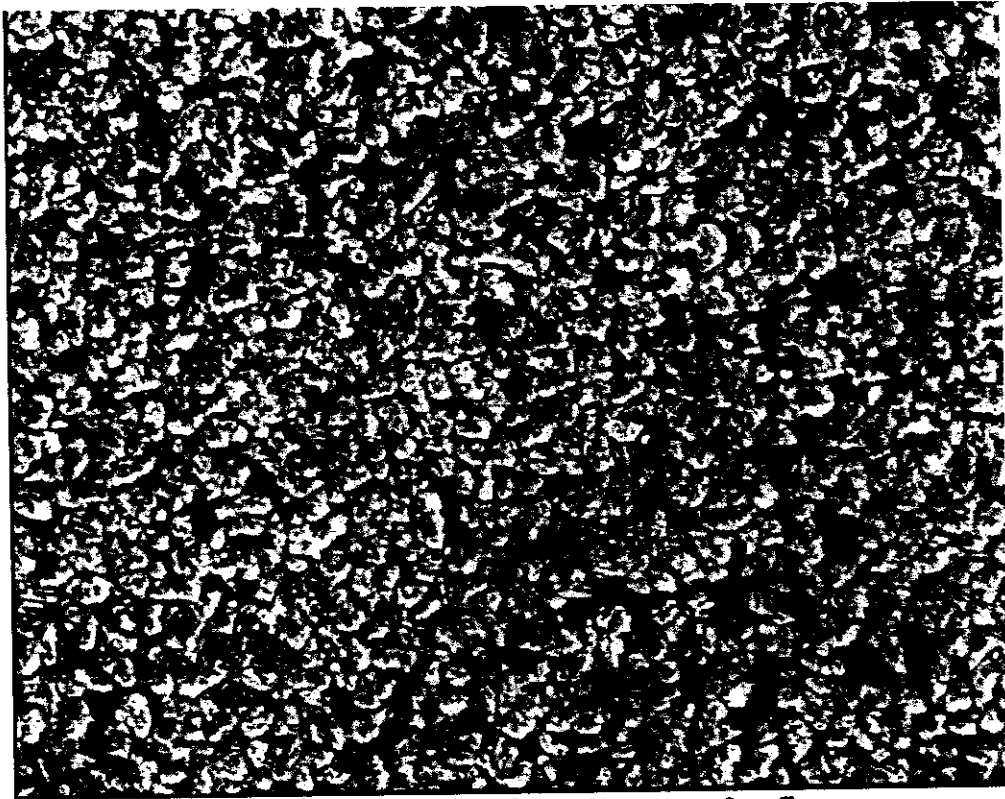
- Aluminium
- อบที่อุณหภูมิ 500 °C
- ผ่านการอบชุบ Annealing
- ขนาดกำลังขยาย 200 เท่า



Brass at 650 °C ใช้เวลาพักกรด 18 วินาที

- Brass
- อบที่อุณหภูมิ 650 °C
- ผ่านการอบชุบ Annealing
- ขนาดกำลังขยาย 200 เท่า

แสดงการเปรียบเทียบ Microstructure



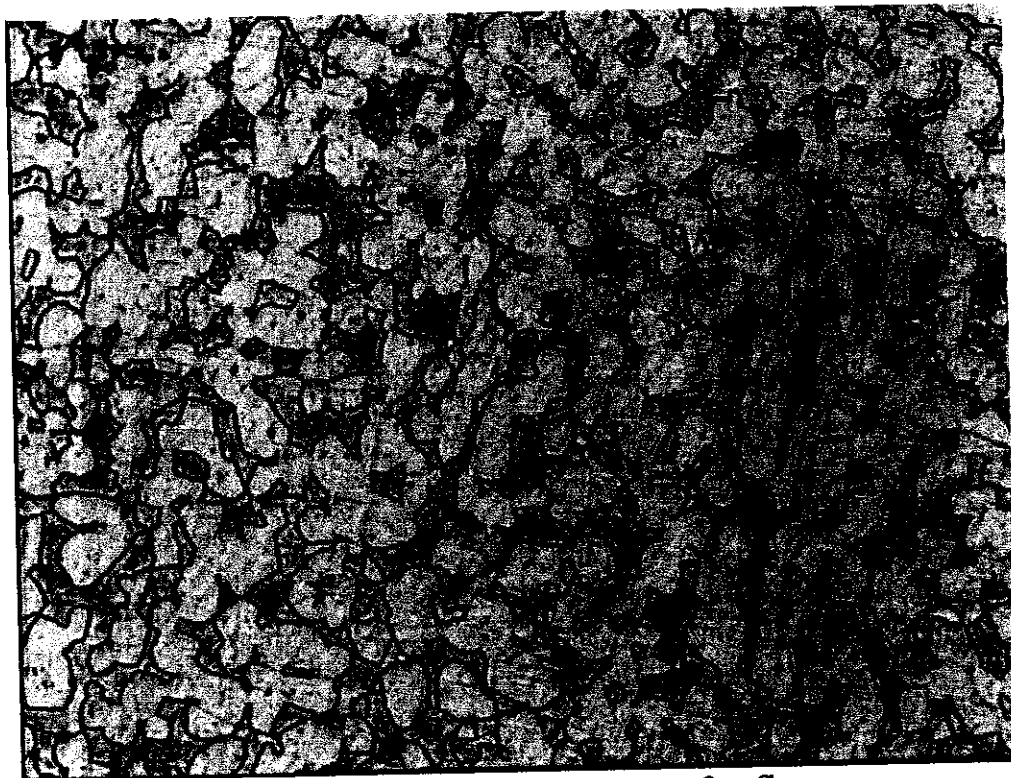
AISI 1010 at 800 °C ใช้เวลาดักกรด 10 วินาที

- AISI 1010
- อบที่อุณหภูมิ 800 °C
- ผ่านการอบชุบ Hardening
- ขนาดกำลังขยาย 200 เท่า



Aluminium at 500 °C ใช้เวลาดำกักรด 32 วินาที

- Aluminium
- อบที่อุณหภูมิ 500 °C
- ผ่านการอบชุบ Hardening
- ขนาดกำลังขยาย 200 เท่า



Brass at 650 °C ใช้เวลากัดกรด 18 วินาที

- Brass
- อบที่อุณหภูมิ 650 °C
- ผ่านการอบชุบ Hardening
- ขนาดกำลังขยาย 200 เท่า