บทที่ 3

ขั้นตอนและวิธีดำเนินการทดลอง

3.1 อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

3.1.1 เตาเกลือ (salt bath) ที่สามารถปรับระดับอุณหภูมิภายในเตาได้และมีเทอร์โมคัพเปิลสำหรับวัดอุณหภูมิภายในและโดยรอบอ่างเกลือ

3.1.2 เกลือบอแรกซ์ ($Na_2B_4O_7.10H_2O$) เป็นสารที่ใช้เป็นตัวทำละลาย

3.1.3 เฟอร์โรวาเนเดียม (Fe-V) เป็นสารฟอร์มคาร์ไบด์ที่ใช้ในการทดลอง โดยเฟอร์โรวาเนเดียมที่ใช้ประกอบด้วยวาเนเดียม 80 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ขนาดที่นำมาทดลองมีขนาด -60 mesh

3.1.4 รีดิวเซอร์เป็นสารที่ช่วยในการเกิดชั้นเคลือบคาร์ไบด์ ได้แก่

ก. อะลูมิเนียมบริสุทธิ์

ข. ซิลิคอน 99.98 เปอร์เซ็นต์ ผ่านการร่อนด้วยตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร

3.1.5 ลวดทนความร้อนใช้ผูกชิ้นงานใส่ในเตาเกลือ

3.2 ขั้นตอนการเตรียมชิ้นงาน

3.2.1 ตัดชิ้นงานเหล็กกล้าเครื่องมือทำงานเย็น D2 ซึ่งมีส่วนผสมทางเคมีดังแสดงในตารางที่ 3.1 ให้มีขนาด 25 มิลลิเมตร x 30 มิลลิเมตร หนา 10 มิลลิเมตรและเจาะรูไว้ด้านข้างสำหรับร้อยลวดทนความร้อนเพื่อแขวนชิ้นงานในอ่างเกลือ

3.2.2 ขัดผิวชิ้นงานด้วยกระดาษทรายจนถึงเบอร์ 600 เพื่อขจัดสนิมและสิ่งสกปรกที่ผิวชิ้นงาน

3.2.3 ล้างชิ้นด้วยน้ำสะอาดเพื่อขจัดคราบสกปรกและเศษผงจากการขัด

3.2.4 ล้างชิ้นงานด้วยแอลกอฮอลเพื่อขจัดน้ำออก

3.2.5 เป่าชิ้นงานให้แห้ง

3.2.6 นำชิ้นงานไปเก็บในภาชนะที่มีสารดูดความชื้นและปิดมิดชิด (Dessicator)

3.2.7 ก่อนเริ่มทำการทดลอง 30 นาทีโดยประมาณ นำชิ้นงานจากภาชนะเก็บมาขัดผิวทีละชิ้นด้วยกระดาษทรายเบอร์ 600

3.2.8 ล้างชิ้นงานด้วยน้ำสะอาดเพื่อขจัดคราบสกปรกและเศษผงจากการขัด

3.2.9 ล้างชิ้นงานด้วยแอลกอฮอลเพื่อขจัดน้ำออก

3.2.10 เป่าชิ้นงานให้แห้ง

3.2.11 นำชิ้นงานไปเก็บในภาชนะ

3.2.12 นำชิ้นงานจากภาชนะเก็บชิ้นต่อไปมาขัดผิวจนครบทุกชิ้น

ตารางที่ 3.1 ส่วนผสมทางเคมีของเหล็กกล้าเครื่องมือทำงานเย็น D2 (เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก)

ส่วนผสม / ชิ้นงาน	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	V	Fe
D2	1.21	0.35	0.39	0.014	0.01	11.53	0.73	0.17	1.04	bal.

3.3 เงื่อนไขในการทดลอง

3.3.1 ศึกษาอิทธิพลของรีดิวเซอร์และส่วนผสมของรีดิวเซอร์ไม่เกิน 10 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักต่อชั้นเคลือบวาเนเดียมคาร์ไบด์ที่ทำการเคลือบผิวที่อุณหภูมิ 1000 °C เป็นเวลา 1 ถึง 6 ชั่วโมง 15 นาที

3.3.2 เพื่อศึกษาผลของปริมาณเฟอร์โรวาเนเดียมปริมาณในเกลือบอแรกซ์หลอมเหลวต่อความหนาชั้นวาเนเดียมคาร์ไบด์

3.4 ขั้นตอนการเคลือบผิว

แผนภูมิขั้นตอนการเคลือบผิวแสดงดังรูปที่ 3.1

3.4.1 เติมผงบอแรกซ์น้ำหนัก 10 กิโลกรัมลงในอ่างเกลือที่ให้ความร้อนจนอุณหภูมิในอ่างเกลือเท่ากับ 850°C

3.4.2 เติมเฟอร์โรวาเนเดียมปริมาณ 15 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักลงในอ่างเกลือบอแรกซ์หลอมเหลวโดยเปลี่ยนแปลงวิธีการเติมดังนี้

ก. เติมเฟอร์โรวาเนเดียมลงในอ่างเกลือที่ให้ความร้อนจนอุณหภูมิในอ่างเกลือเท่ากับ 1000°C เป็นเวลา 5 นาที

ข. ทำการกวนเกลือบอแรกซ์หลอมเหลวที่ให้ความร้อนจนอุณหภูมิในอ่างเกลือเท่ากับ 900 ถึง 1000°C จนมีลักษณะเป็นน้ำวนแล้วเติมเฟอร์โรวาเนเดียม

3.4.3 จากข้อ 3.4.2 เติมรีดิวเซอร์ไม่เกิน 10 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักและกวนให้กระจายตัวในเกลือบอแรกซ์หลอมเหลว โดยเปลี่ยนแปลงวิธีการเติมดังนี้

ก. เติมทันทีหลังจากทำการเติมเฟอร์โรวาเนเดียม

ข. เติมเมื่ออุณหภูมิในอ่างเกลือเท่ากับ 1000°C หลังจากทำการเติมเฟอร์โรวาเนเดียม

ค. เติมหลังจากแช่เฟอร์โรวาเนเดียมในอ่างเกลือเป็นเวลา 2 ชั่วโมง 15 นาที

ง. เติมหลังจากแช่เฟอร์โรวาเนเดียมและชิ้นงานในอ่างเกลือเป็นเวลา 2 ชั่วโมง 15 นาที

3.4.4 วิธีการใส่ชิ้นงานเปลี่ยนแปลงดังนี้

ก. ใส่ทันทีหลังจากทำการเติมเฟอร์โรวาเนเดียม

ข. ใส่ทันทีหลังจากทำการเติมรีดิวเซอร์

ค. ใส่เมื่ออุณหภูมิในอ่างเกลือเท่ากับ 1000°C หลังจากทำการเติมเฟอร์โรวาเนเดียม

3.3.5 จับเวลาการเคลือบผิวเมื่ออุณหภูมิในอ่างเกลือเท่ากับ 1000°C หลังใส่ชิ้นงาน

3.4.6 เมื่อครบกำหนดเวลา นำชิ้นงานออกจากอ่างเกลือแล้วปล่อยให้เย็นตัวในอากาศ ล้างคราบเกลือบอแรกซ์ที่ติดผิวชิ้นงานออกด้วยน้ำร้อน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.5 ขั้นตอนการวิเคราะห์ชั้นเคลือบ

3.5.1 นำชิ้นงานที่ผ่านการเคลือบผิวมาตัดตามภาคตัดขวาง 1/4 ของขนาดขิ้นงานโดยประมาณ

3.5.2 นำชิ้นงานจากข้อ 3.5.1 มาหล่อด้วยเรซินใสเพื่อเป็นชิ้นงานตัวอย่างสำหรับทำการวิเคราะห์

3.5.3 ขัดชิ้นงานตัวอย่างด้วยกระดาษทรายจนถึงเบอร์ 1200

3.5.4 ล้างชิ้นงานตัวอย่างด้วยน้ำสะอาด

3.5.4 ล้างชิ้นงานตัวอย่างด้วยแอลกอฮอลเพื่อขจัดน้ำออก

3.5.5 เป่าชิ้นงานตัวอย่างให้แห้ง

3.5.6 ขัดเงาชิ้นงานตัวอย่างด้วยผงอะลูมิน่า

3.5.7 ล้างชิ้นงานตัวอย่างด้วยน้ำสะอาด

3.5.8 ล้างชิ้นงานตัวอย่างด้วยแอลกอฮอลเพื่อขจัดน้ำออก

3.5.9 เป่าชิ้นงานตัวอย่างให้แห้ง

3.5.10 กัดผิวชิ้นงานตัวอย่างด้วยน้ำยา Alcoholic Ferric Chloride

3.5.11 ล้างชิ้นงานตัวอย่างด้วยน้ำสะอาด

3.5.12 ล้างชิ้นงานตัวอย่างด้วยแอลกอฮอลเพื่อขจัดน้ำออก

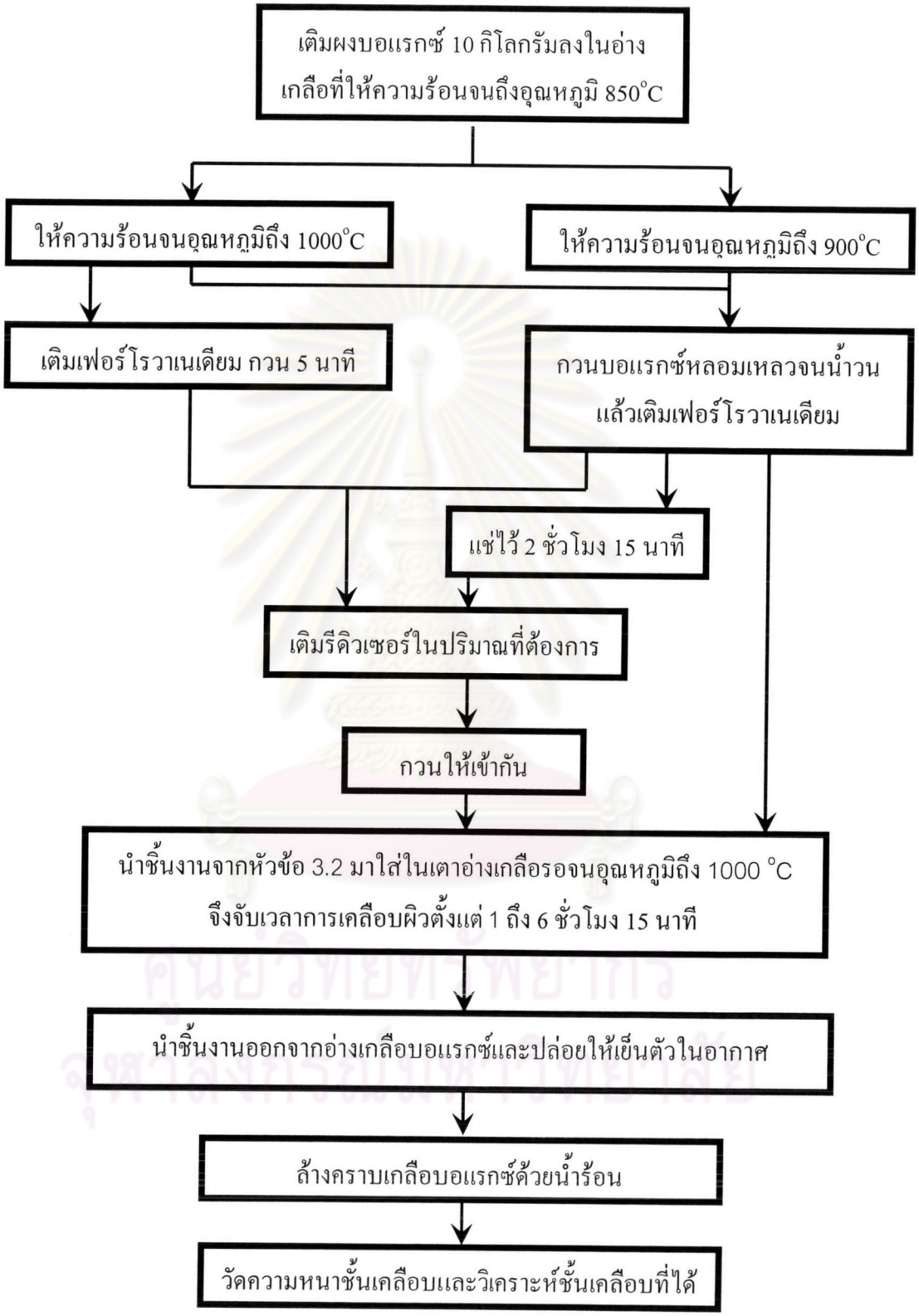
3.5.13 เป่าชิ้นงานตัวอย่างให้แห้ง

3.5.14 นำชิ้นงานตัวอย่างที่ผ่านการกัดผิวแล้วมาตรวจสอบชั้นเคลือบด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบแสง (Optical Microscope)

3.5.15 สุ่มวัดความหนาชั้นเคลือบด้วยโปรแกรม AxioVision จำนวน 40 ถึง 46 จุด

3.2.16 หาค่าความหนาชั้นเคลือบเฉลี่ย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.1 แสดงขั้นตอนการทดลองเคลือบผิว