บทที่ 3

ขั้นตอนและวิธีดำเนินการทดลอง

3.1 อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

3.1.1 เตาเกลือ (salt bath) ประกอบด้วยอ่างเกลือทำจากเหล็กกล้าไร้สนิม (Stainless steel) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 230 มิลลิเมตร ความลึกของอ่าง 450 มิลลิเมตร มีเทอร์โมคัพเปิลสำหรับวัดอุณหภูมิรอบอ่างเกลือและอุณหภูมิภายในอ่างเกลือ โดยอุณหภูมิภายในอ่างเกลือสามารถปรับระดับตามที่ต้องการด้วยแผงควบคุม เตาเกลือที่ใช้มีอุณหภูมิสูงสุดในการใช้งาน 1000°C

3.1.2 เตา muffle ใช้สำหรับให้ความร้อนกับเบ้า Stainless Steel เพื่อเคลือบผิวชิ้นงาน กรณีเคลือบผิวในเบ้า Stainless steel ขนาดเล็ก

3.13 เบ้าเหล็กกล้าไร้สนิม (18-10 Stainless Steel) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 100 มิลลิเมตร ความสูง 70 มิลลิเมตร ใช้ในการทดลองกับชิ้นงานขนาด 1 ซ.ม. X 1 ซ.ม. หนา 0.5 ซ.ม.

3.1.4 เกลือบอแรกซ์ ($Na_2B_4O_7.10H_2O$) เป็นสารที่ใช้เป็นตัวทำละลาย

3.1.5 วาเนเดียมเพนทอกไซด์ (V_2O_5) เป็นสารฟอร์มคาร์ไบด์ที่ใช้ในการทดลองโดยมีขนาดที่นำมาทดลอง < 35 mesh มีธาตุวาเนเดียม 56.02%

3.1.6 อะลูมิเนียมบริสุทธิ์ (Al) และโบรอนคาร์ไบด์ (B_4C) เป็นตัวรีดิวซ์ เพื่อช่วยในการเกิดชั้นเคลือบวาเนเดียมคาร์ไบด์ (VC)

3.1.7 ลวดทนความร้อนใช้ผูกชิ้นงานใส่ในเตาเกลือ

3.1.8 เทอร์โมคัปเปิลสำหรับวัดอุณหภูมิภายในเตา Muffle

3.2 ขั้นตอนการเตรียมชิ้นงาน

3.2.1 ตัดชิ้นงานเหล็กกล้าเครื่องมือทำงานเย็น DC53 มีส่วนผสมทางเคมีดังแสดงในตารางที่ 3.1 ให้มีขนาด 25 มิลลิเมตร x 25 มิลลิเมตร หนา 10 มิลลิเมตร, ขนาด10 มิลลิเมตร x 10 มิลลิเมตร หนา 5 มิลลิเมตรสำหรับกรณีอ่างเกลือและเบ้าเหล็กกล้าไร้สนิมตามลำดับ ทำการเจาะรูไว้ด้านบนสำหรับร้อยลวดทนความร้อนเพื่อแขวนชิ้นงานในอ่างเกลือ

3.2.2 ขัดขอบชิ้นงานด้วยกระดาษทรายเบอร์ 80 และขัดผิวหน้ากว้างของชิ้นงานทั้ง 2 ด้าน ด้วยกระดาษทรายจนถึงเบอร์ 600 และ 1200 ตามลำดับ เพื่อขจัดสนิมและสิ่งสกปรกที่ผิวชิ้นงาน

ตารางที่ 3.1 ส่วนผสมทางเคมีของเหล็กกล้าเครื่องมือทำงานเย็น DC53 (เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก)

ส่วนผสม / ชิ้นงาน	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	Cu	V	Fe
DC53 (Modified SKD 11)	0.931	1.03	0.408	0.016	< 0.001	6.82	1.99	0.089	0.068	0.25	bal.

3.2.3 ล้างชิ้นงานด้วยน้ำสะอาดเพื่อขจัดคราบสกปรกและเศษผงจากการขัด

3.2.4 ล้างชิ้นงานด้วยแอลกอฮอล์เพื่อขจัดน้ำออก

3.2.5 เป่าชิ้นงานให้แอลกอฮอล์แห้งแล้วนำไปเก็บในภาชนะที่มีสารดูดความชื้นและปิดมิดชิด (Desiccator)

3.3 เงื่อนไขในการทดลอง

3.3.1 ศึกษาผลของ V_2O_5 โดยใช้ Al หรือ B_4C เป็นตัวรีดิวซ์ ต่อความหนาชั้นเคลือบ VC ที่ทำการเคลือบผิวที่อุณหภูมิ 1000 °C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ถึง 4 ชั่วโมง

3.4 ขั้นตอนการเคลือบผิว

3.4.1 ทดลองในอ่างเกลือ

3.4.1.1เติมผงบอแรกซ์น้ำหนัก 10 กิโลกรัม ลงในอ่างเกลือ ให้ความร้อนจนอุณหภูมิในอ่างเกลือเท่ากับ 850°C นำ V_2O_5 ปริมาณ 10 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักและ Al ซึ่งเป็นตัวรีดิวซ์จำนวน 7.5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักเติมลงในอ่างเกลือหลอมเหลวพร้อมกันและทำการกวนให้กระจายตัวในบอแรกซ์หลอมเหลว

3.4.1.2จากนั้นใส่ชิ้นงานลงในอ่างเกลืออุ่นชิ้นงานไว้ 30 นาที แล้วเพิ่มอุณหภูมิของอ่างเกลือไปที่ 1000°C เมื่ออุณหภูมิในอ่างเกลือถึง 1000°C จึงเริ่มจับเวลาในการเคลือบผิว

3.4.1.3เมื่อครบกำหนดเวลานำชิ้นงานออกจากอ่างเกลือแล้วทำให้เย็นตัวจากนั้นนำไปต้มน้ำร้อนเพื่อล้างคราบเกลือบอแรกซ์ที่ติดผิวชิ้นงานออก แล้วนำไปวิเคราะห์และวัดความหนาชั้นเคลือบที่ได้โดยมีแผนภูมิขั้นตอนการเคลือบผิวดังแสดงในรูปที่ 3.1

3.4.2 ทดลองในเบ้าเหล็กกล้าไร้สนิม

3.4.2.1 เติมผงบอแรกซ์น้ำหนัก 1,000 กรัม ลงในเบ้าเหล็กกล้าไร้สนิม จากนั้นให้ความร้อนเตา Muffle จนอุณหภูมิในเบ้าเหล็กกล้าไร้สนิมเท่ากับ 1,000°C จากนั้นนำ V_2O_5 20 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักและ B_4C 4,5และ 6.7 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักเติมลงในเบ้าเหล็กกล้าไร้สนิมพร้อมกันและทำการกวนให้เข้ากัน

3.4.2.2 เมื่อกวนสารเคมีให้กระจายตัวในเกลือบอแรกซ์หลอมเหลวแล้ว ใส่ชิ้นงานลงในเบ้าเหล็กกล้าไร้สนิมที่อุณหภูมิ 1000°C เริ่มจับเวลาในการเคลือบตั้งแต่ 1 ชั่วโมง ถึง 4 ชั่วโมง

3.4.2.3 เมื่อครบกำหนดเวลานำชิ้นงานออกจากเบ้าเหล็กกล้าไร้สนิมแล้วทำให้เย็นตัวในน้ำมัน จากนั้นนำไปต้มน้ำร้อนเพื่อล้างคราบเกลือบอแรกซ์ที่ติดผิวชิ้นงานออก แล้วนำไปตรวจสอบและวัดความหนาของชั้นเคลือบ,วัดความแข็งของชั้นเคลือบ และวิเคราะห์เฟสของชั้นเคลือบ โดยมีแผนภูมิขั้นตอนการทดลองการเคลือบผิวดังแสดงในรูปที่ 3.2

3.5 ขั้นตอนการวัดความหนา, ตรวจสอบความแข็งและวิเคราะห์ธาตุของชั้นเคลือบ

3.6.1 นำชิ้นงานที่ผ่านการเคลือบผิวมาตัดตามภาคตัดขวาง 1/4 ของชิ้นงานโดยประมาณและอัดเป็นชิ้นงานตัวอย่างสำหรับทำการวิเคราะห์ ขัดชิ้นงานตัวอย่างด้วยกระดาษทราย และขัดเงาด้วยผงอะลูมิน่าแล้วจึงกัดผิวด้วยน้ำยา Hydrochloric Ferric Chloride

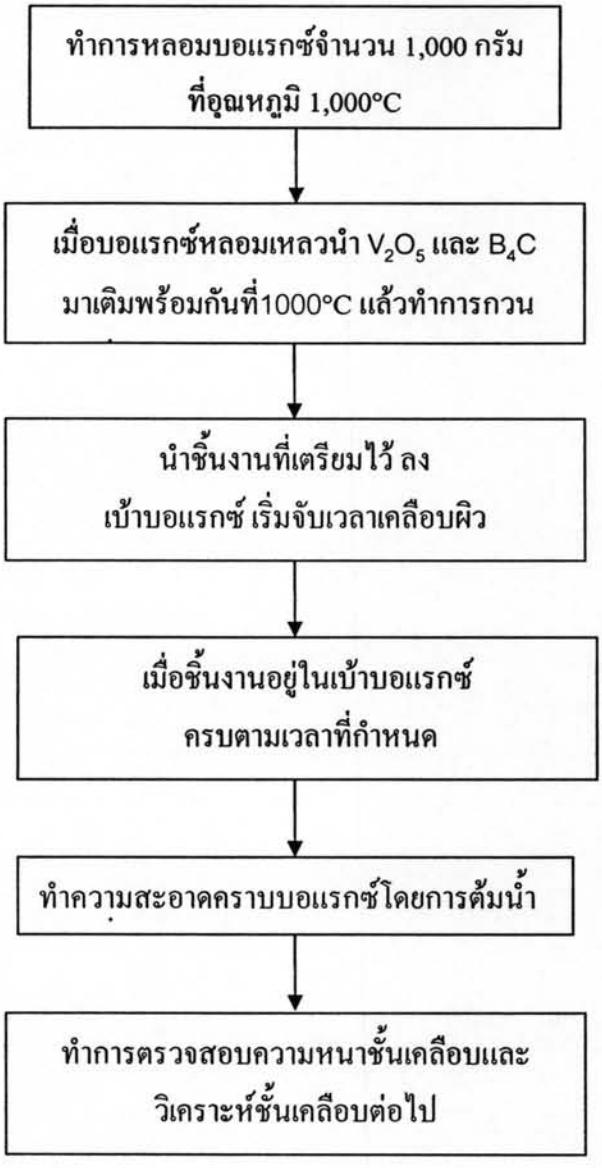
3.6.2 นำชิ้นงานตัวอย่างที่ผ่านการกัดผิวแล้วมาตรวจสอบชั้นเคลือบด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบแสง (Optical Microscope)

3.6.3 ถ่ายรูปและวัดความหนาชั้นเคลือบด้วยโปรแกรม AxioVision 3.0 และ กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกวาด (Scanning Electron Microscope, SEM)

3.6.4 วิเคราะห์ผิวชิ้นงานด้วยเครื่อง X-Ray Diffractometer (XRD)

3.6.5 วัดความแข็งของชั้นเคลือบด้วยเครื่องทดสอบความแข็งแบบ Micro Vicker Hardness Testing

รูปที่3.1 แสดงขั้นตอนการทดลองการเคลือบผิวด้วยV_2O_5 และใช้ Al ตัวรีดิวซ์ในอ่างเกลือบอแรกซ์



รูปที่3.2 แสดงขั้นตอนการทดลองการเคลือบผิวด้วย V_2O_5และใช้ B_4Cเป็นตัวรีดิวซ์ในเบ้าเหล็กกล้าไร้สนิม