

## บทที่ 3

### ขั้นตอนและวิธีดำเนินการทดลอง

#### 3.1 อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

3.1.1 เหล็กกล้าเครื่องมือทำงานเย็น DC53

3.1.2 เตา muffle ใช้สำหรับให้ความร้อนกับเบ้า Stainless Steel เพื่อเคลือบผิวชิ้นงานกรณีเคลือบผิวในเบ้า Stainless steel ขนาดเล็ก

3.1.3 เบ้าเหล็กกล้าไร้สนิม (18-10 Stainless Steel) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 100 มิลลิเมตร ความสูง 70 มิลลิเมตร ใช้ในการทดลองกับชิ้นงานขนาด 1 ซม. X 1 ซม.หนา 0.5 ซม.

3.1.4 เกลือบอแรกซ์ ( $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ) เป็นสารที่ใช้เป็นตัวทำละลาย

3.1.5 ไนโอเบียมเพนทอกไซด์ ( $\text{Nb}_2\text{O}_5$ ) เป็นสารฟอร์มคาร์ไบด์ที่ใช้ในการทดลอง โดยมีขนาดที่นำมาทดลอง -425 ไมครอน มีธาตุไนโอเบียม 69.83%

3.1.6 วาเนเดียมเพนทอกไซด์ ( $\text{V}_2\text{O}_5$ ) เป็นสารฟอร์มคาร์ไบด์ที่ใช้ในการทดลอง โดยมีขนาดที่นำมาทดลอง < 35 mesh มีธาตุวาเนเดียม 56.02%

3.1.7 โบรอนคาร์ไบด์ ( $\text{B}_4\text{C}$ ) เป็นตัวรีดิวซ์ เพื่อช่วยในการเกิดชั้นเคลือบวาเนเดียมคาร์ไบด์ (VC) และ ไนโอเบียมคาร์ไบด์ (NbC)

3.1.8 ลวดทนความร้อนใช้ผูกชิ้นงานใส่ในเตาเกลือ

3.1.9 เทอร์โมคัปเปิลสำหรับวัดอุณหภูมิภายในเตา Muffle

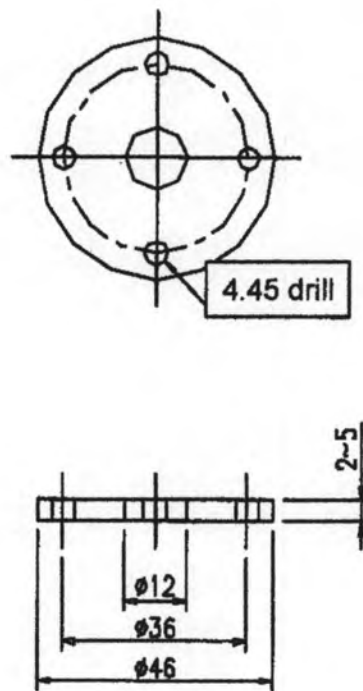
#### 3.2 ขั้นตอนการเตรียมชิ้นงาน

3.2.1 ตัดชิ้นงานเหล็กกล้าเครื่องมือทำงานเย็น DC53 มีส่วนผสมทางเคมีดังแสดงในตารางที่ 3.1 ให้มีขนาด 10 มิลลิเมตร x 10 มิลลิเมตร หนา 5 มิลลิเมตร และ วงกลมเจาะรูตามรูปที่ 3.1 หนา 5 มิลลิเมตร สำหรับกรณีเบ้าเหล็กกล้าไร้สนิมและชิ้นงานสำหรับทำการทดสอบการขัดสีตามลำดับ 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.



รูปที่ 3.1 ลักษณะชิ้นงานที่จะทำการทดสอบการขัดสี โดยมีความหนา 5 มิลลิเมตร

3.2.3 ล้างชิ้นงานด้วยน้ำสะอาดเพื่อขจัดคราบสกปรกและเศษผงจากการขัด

3.2.4 ล้างชิ้นงานด้วยแอลกอฮอล์เพื่อขจัดน้ำออก

3.2.5 เป่าชิ้นงานให้แอลกอฮอล์แห้งแล้วนำไปเก็บในภาชนะที่มีสารดูดความชื้นและปิด

มิดชิด (Desiccator)

### 3.3 เงื่อนไขในการทดลอง

3.3.1 ศึกษาผลของ  $V_2O_5$  และ  $Nb_2O_5$  โดยใช้  $B_4C$  เป็นตัวรีดิวซ์ ต่อความหนาชั้นเคลือบ VC และ (V,Nb)C ที่ทำการเคลือบผิวที่อุณหภูมิ  $1000^\circ C$  เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ถึง 6 ชั่วโมง 15 นาที

3.3.2 ศึกษาผลของการต้านทานการสึกหรอของชิ้นงานไม่มีชั้นเคลือบ เคลือบผิวด้วย VC และเคลือบผิวด้วย (V,Nb)C

### 3.4 ขั้นตอนการเคลือบผิว

3.4.1 เติมน้ำหนักบอแรกซ์น้ำหนัก 1,000 กรัม ลงในเบ้าเหล็กกล้าไร้สนิม จากนั้นให้ความร้อนเตา Muffle จนอุณหภูมิในเบ้าเหล็กกล้าไร้สนิมเท่ากับ  $1,000^\circ C$  จากนั้นนำ  $V_2O_5$  15 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักและ  $Nb_2O_5$  5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก  $B_4C$  5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักเติมลงในเบ้าเหล็กกล้าไร้สนิมพร้อมกันและทำการกวนให้เข้ากัน ทำซ้ำโดยเปลี่ยนปริมาณ  $V_2O_5$  เป็น 10 และ 5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก และ  $Nb_2O_5$  10 และ 15 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักตามลำดับ

3.4.2 เมื่อกวนสารเคมีให้กระจายตัวในเกลือบอแรกซ์หลอมเหลวแล้ว ใส่ชิ้นงานลงในเบ้าเหล็กกล้าไร้สนิมที่อุณหภูมิ  $1000^\circ C$  เริ่มจับเวลาในการเคลือบตั้งแต่ 1 ชั่วโมง ถึง 6 ชั่วโมง 15 นาที

3.4.3 เมื่อครบกำหนดเวลานำชิ้นงานออกจากเบ้าเหล็กกล้าไร้สนิมแล้วทำให้เย็นตัวในน้ำมัน จากนั้นนำไปต้มน้ำร้อนเพื่อล้างคราบเกลือบอแรกซ์ที่ติดผิวชิ้นงานออก แล้วนำไปตรวจสอบและวัดความหนาของชั้นเคลือบ, วัดความแข็งของชั้นเคลือบ และวิเคราะห์ปริมาณธาตุของชั้นเคลือบ โดยมีแผนภูมิขั้นตอนการทดลองการเคลือบผิวดังแสดงในรูปที่ 3.2

### 3.5 ขั้นตอนการวัดความหนา, ตรวจสอบความแข็งและวิเคราะห์ธาตุของชั้นเคลือบ

3.5.1 นำชิ้นงานอัดเป็นชิ้นงานตัวอย่างสำหรับทำการวิเคราะห์ วัดชิ้นงานตัวอย่างด้วยกระดาษทราย และขัดเงาด้วยผงอะลูมินาแล้วจึงกัดผิวด้วยน้ำยา Hydrochloric Ferric Chloride

3.5.2 นำชิ้นงานตัวอย่างที่ผ่านการกัดผิวแล้วมาตรวจสอบชั้นเคลือบด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบแสง (Optical Microscope)

3.5.3 ถ่ายรูปและวัดความหนาชั้นเคลือบด้วย กล้องจุลทรรศน์แบบส่องกวาด (Scanning Electron Microscope, SEM)

3.5.4 วิเคราะห์ผิวชิ้นงานด้วยเครื่อง Electron-Probe Microanalyzer (EPMA)

3.5.5 วัดความแข็งของชั้นเคลือบด้วยเครื่องทดสอบความแข็งแบบ Micro Vicker Hardness Testing

3.5.6 นำชิ้นงานไปทำการทดสอบการขัดสี



รูปที่ 3.2 แสดงขั้นตอนการทดลองการเคลือบผิวในเบ้าเหล็กกล้าไร้สนิม