บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญของงานวิจัย

ปัจจุบันอุตสาหกรรมประเภทต่างๆมีความต้องการใช้แม่พิมพ์ขึ้นรูปและแม่พิมพ์ตัดในกระบวนการผลิตซึ่งปัญหาที่มักจะพบในการผลิตคือ เกิดการสึกหรอของแม่พิมพ์ตัด ทำให้มีอายุการใช้งานน้อย จึงใช้เหล็กกล้ามีความแข็งสูงด้วยการชุบแข็งและอบคืนตัว แต่ก็ยืดอายุได้เพียงขีดจำกัดหนึ่งเท่านั้น จึงมีความพยายามที่จะคิดค้นและพัฒนาวิธีการปรับปรุงพื้นผิววัสดุของแม่พิมพ์ขึ้นรูปและแม่พิมพ์ตัดดังกล่าวให้มีความต้านทานการสึกหรอและทนทานต่อแรงกระแทกได้ดีขึ้น โดยประมาณปี ค.ศ. 1971 ศูนย์วิจัยกลางโตโยต้ามอเตอร์ประเทศญี่ปุ่นได้ทำการพัฒนาวิธีการปรับปรุงพื้นผิววัสดุที่มีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบด้วยวิธีการเคลือบและแพร่ซึมด้วยปฏิกิริยาทางความร้อน (Thermo Reactive Deposition and Diffusion, TRD) ซึ่งเป็นวิธีการเคลือบและแพร่ซึมด้วยปฏิกิริยาทางความร้อนกล่าวคือทำให้เกิดปฏิกิริยาของธาตุที่มีค่า Affinity สูงกับธาตุคาร์บอนหรือไนโตรเจนมารวมกับธาตุคาร์บอนหรือไนโตรเจนที่แพร่ซึมออกมาจากเนื้อพื้นของชิ้นงานแล้วสร้างผิวเคลือบเกิดเป็นชั้นคาร์ไบด์หรือไนตรายด์ ซึ่งศูนย์วิจัยกลางของโตโยต้ามอเตอร์ได้เรียกวิธีการที่พัฒนาขึ้นนี้ว่า TD ย่อมาจาก Toyota Diffusion Coating Process ซึ่งเป็นเทคโนโลยีการเคลือบชั้นคาร์ไบด์โดยการจุ่มชิ้นงานลงในอ่างเกลือหลอมเหลว

กระบวนการเคลือบผิว TRD นั้นเป็นวิธีการเคลือบผิวชิ้นงานโดยใช้อ่างเกลือหลอมเหลวที่อุณหภูมิสูงในสภาพบรรยากาศ ขณะเดียวกันก็สามารถทำการชุบแข็งชิ้นงานภายในกระบวนการได้ด้วย การปรับปรุงพื้นผิวด้วยกระบวนการ TRD นั้นเมื่อเทียบกับกระบวนการ CVD และ PVD แล้วถือว่าใช้เครื่องมือถูกกว่าและทำงานได้ง่ายกว่า และสามารถที่จะทำการชุบแข็งหรือทำการอบชุบทางความร้อนอื่นๆไปพร้อมๆกันได้ด้วย นอกจากนี้ยังสามารถทำการเคลือบผิวซ้ำลงไปบนชิ้นงานที่ผ่านการเคลือบด้วยกระบวนการ TRD มาแล้วด้วย ขั้นตอนการเคลือบผิวทำได้ง่ายโดยการจุ่มชิ้นงานลงในอ่างเกลือหลอมเหลวที่อุณหภูมิในช่วง 800-1050°C โดยแช่ชิ้นงานไว้เป็นเวลา 0.5-10 ชั่วโมง จะได้ชั้นเคลือบหนา 3-15 ไมครอนซึ่งจะขึ้นกับช่วงเวลาและอุณหภูมิที่ใช้ ภายในอ่างเกลือหลอมเหลวประกอบด้วยเกลือบอแรกซ์หลอมเหลวและเฟอร์โรอัลลอยของธาตุที่มีค่า Affinity กับธาตุคาร์บอนสูง ชั้นเคลือบคาร์ไบด์ที่ทำได้จากกระบวนการ TRD นั้นเช่น ชั้นเคลือบวาเนเดียมคาร์ไบด์ (VC), ไนโอเบียมคาร์ไบด์ (NbC) และโครเมียมคาร์ไบด์(Cr_7C_3) เป็นต้น โดยที่ชั้นเคลือบวาเนเดียมคาร์ไบด์และไนโอเบียมคาร์ไบด์จะให้ค่าความแข็งที่ผิวสูง สามารถให้ค่าความต้านทานการเสียดสีได้ดี ส่วนชั้นเคลือบโครเมียมคาร์ไบด์จะมีความต้านทานต่อการเสียดสีไม่ดีเท่าชั้น

เคลือบวาเนเดียมคาร์ไบด์และไนโอเบียมคาร์ไบด์ แต่ชั้นเคลือบโครเมียมคาร์ไบด์มีความต้านทานการเกิดออกซิเดชันที่ดี เหล็กที่จะใช้ในการเคลือบผิวด้วยกระบวนการเคลือบผิว TRD ควรมีธาตุคาร์บอนเป็นองค์ประกอบอย่างน้อย 0.2 % โดยน้ำหนัก หรือหากมีปริมาณคาร์บอนต่ำกว่า 0.2 % โดยน้ำหนักสามารถทำการเพิ่มปริมาณธาตุคาร์บอนที่ผิวด้วยการทำคาร์บูไรซิงก่อนแล้วจึงนำไปเคลือบผิวด้วยกระบวนการ TRD หลังการเคลือบผิวชิ้นงานสามารถนำชิ้นงานไปทำการชุบแข็งและอบคืนตัวอย่างต่อเนื่องได้ทันทีเพื่อให้ได้ความแข็งและความทนทานต่อการรับแรงของวัสดุเนื้อพื้นที่ดีตามต้องการ

ที่ผ่านมามีนักวิจัยทางโลหวิทยาหลายคนได้ศึกษาพฤติกรรมการเกิดผิวชั้นเคลือบด้วยกระบวนการ TRD โดยมีการศึกษาถึงผลของเวลาต่อความหนาชั้นเคลือบ โดยที่การศึกษาผลของการใช้โบรอนคาร์ไบด์เป็นตัวรีดิวซ์ยังไม่มีข้อมูลที่ชัดเจนนัก การศึกษาพฤติกรรมของปฏิกิริยาภายในอ่างเกลือเกลือที่เปลี่ยนแปลงไปตามตำแหน่งต่างๆในอ่างเกลือ โดยใช้วาเนเดียมเพนทอกไซด์(V_2O_5) เป็นสารที่ทำให้เกิดชั้นเคลือบวาเนเดียมคาร์ไบด์ทำการทดลองเคลือบผิวชิ้นงานในอ่างเกลือบอแรกซ์หลอมเหลวที่อุณหภูมิ 1000°C โดยมีการใช้อะลูมิเนียม (Al) หรือโบรอนคาร์ไบด์ (B_4C) เป็นตัวรีดิวซ์ โดยมีการแปรผันปริมาณโบรอนคาร์ไบด์ รวมทั้งมีการแปรผันความหยาบผิวของชิ้นงานที่ใช้ในการเคลือบ

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อศึกษาผลของการใช้โบรอนคาร์ไบด์ที่ทำหน้าที่เป็นตัวรีดิวซ์

1.2.2 เพื่อศึกษาผลของความหยาบผิวชิ้นงานต่อความหนาชั้นเคลือบตลอดจนความหยาบผิวชิ้นงานที่เปลี่ยนแปลงไปหลังผ่านการเคลือบผิว

1.2.3 เพื่อศึกษาผลของตำแหน่งต่างๆในอ่างเกลือบอแรกซ์หลอมเหลวถึงต่อความหนาชั้นเคลือบ VC

1.3 ขอบเขตการศึกษา

1.3.1 ทำการแปรผันปริมาณโบรอนคาร์ไบด์โดยใช้วาเนเดียมเพนทอกไซด์ เป็นสารที่ให้ธาตุวาเนเดียมในปริมาณ 20 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก และใช้โบรอนคาร์ไบด์ เป็นตัวรีดิวซ์ในปริมาณ 4,5และ 6.7 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก

1.3.2 ทำการแปรผันความหยาบผิวชิ้นงาน โดยทำการขัดผิวชิ้นงานที่ใช้ในการเคลือบผิวด้วยกระดาษทรายเบอร์600, 1200 และผงอะลูมินาขนาด 1 ไมครอนทำการเคลือบผิวที่อุณหภูมิ 1000°C เป็นเวลา 4 ชั่วโมง

1.3.3 ทำการศึกษาผลของตำแหน่งชิ้นงานที่ความลึกเท่ากันในอ่างเกลือ โดยวางชิ้นงานในตำแหน่งตรงกลางและขอบอ่างเกลือทำการเคลือบผิวที่อุณหภูมิ 1000 °C เป็นเวลา 4 ชั่วโมง

1.3.4 ทำการศึกษาผลของตำแหน่งชิ้นงานที่ความลึกต่างกันในอ่างเกลือ โดยใช้ชิ้นงานที่มีขนาดยาวเคลือบผิวที่อุณหภูมิ 1000°C เป็นเวลา 4 ชั่วโมง และวัดความหนาชั้นเคลือบที่ระดับความลึกจากผิวหน้าบอแรกซ์หลอมเหลว 40-50 มิลลิเมตร, 82-92 มิลลิเมตรและ 140-150 มิลลิเมตร

1.3.5 ทำการตรวจสอบและวัดความหนาของชั้นเคลือบ, ตรวจสอบความแข็งและวิเคราะห์เฟสของชั้นเคลือบที่ได้จากการทดลองในข้อ 1.3.1, 1.3.2, 1.3.3และ1.3.4

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ทราบถึงผลและปัญหาที่เกิดขึ้นในการเคลือบผิวชิ้นงานเหล็กกล้าเครื่องมือทำงานเย็น DC53 ด้วย วาเนเดียมคาร์ไบด์โดยกระบวนการเคลือบผิว TRD

1.4.2 ทราบถึงผลของการใช้โบรอนคาร์ไบด์ เป็นตัวรีดิวซ์ต่อความหนาชั้นเคลือบวาเนเดียมคาร์ไบด์ บนชิ้นงานเหล็กกล้าเครื่องมือทำงานเย็น DC53

1.4.3 ทราบถึงผลของความหยาบผิวชิ้นงานต่อความหนาชั้นเคลือบวาเนเดียมคาร์ไบด์ บนชิ้นงานเหล็กกล้าเครื่องมือทำงานเย็น DC53

1.4.4 ทราบถึงผลตำแหน่งต่างๆในอ่างเกลือต่อความหนาชั้นเคลือบวาเนเดียมคาร์ไบด์ บนชิ้นงานเหล็กกล้าเครื่องมือทำงานเย็น DC53

1.4.5 สามารถนำข้อมูลที่ได้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการพิจารณาการเตรียมผิวชิ้นงานในการเคลือบผิวเหล็กกล้าเครื่องมือทำงานเย็น DC53 โดยการเคลือบผิวด้วยกระบวนการเคลือบผิว TRD