บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันอุตสาหกรรมการผลิตได้มีการขยายตัวและเติบโตอย่างต่อเนื่องทั่วโลก เพราะผู้คนนั้นมีความต้องการที่จะใช้สิ่งของ เครื่องมือ และอุปกรณ์ที่มีความทันสมัยเพื่อเข้ามาอำนวยความสะดวกในการดำเนินชีวิตประจำวันมากยิ่งขึ้น และประเทศไทยเป็นหนึ่งในประเทศที่นักลงทุนต่างชาติต่างมองเห็นถึงศักยภาพ ความรู้ความสามารถของบุคลากร อีกทั้งประเทศไทยยังเป็นศูนย์กลางของการค้าการส่งออกระหว่างประเทศ ด้วยเหตุผลนี้เองทำให้อุตสาหกรรมการผลิตภายในประเทศไทยมีจำนวนเพิ่มมากยิ่งขึ้นโดยเฉพาะอุตสาหกรรมการผลิตรถยนต์ อุตสาหกรรมชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิคส์ คอมพิวเตอร์ ชิ้นส่วนยานยนต์ ชิ้นส่วนเครื่องจักรกล เครื่องจักรกลทางการเกษตร และอุตสาหกรรมงานแม่พิมพ์โลหะ ซึ่งในอุตสาหกรรมการผลิตต่างๆ ดังที่กล่าวมาจะต้องมีการผลิตชิ้นส่วนที่มีปริมาณจำนวนมากจึงทำให้ต้องอาศัยเครื่องจักรกลอัตโนมัติ CNC ไม่ว่าจะเป็นงานกัด งานกลึง งานเจาะ งานเชื่อม และงานเจียระไน เข้ามาช่วยในกระบวนการผลิต เพื่อทำให้เกิดความรวดเร็ว ความแม่นยำ คุณภาพที่ดีของผิวชิ้นงาน และให้ทันกับความต้องการของลูกค้า ส่วนวัสดุที่นำมาใช้ในกระบวนการผลิตก็มีอยู่มากมายแล้วแต่ประเภทของอุตสาหกรรมนั้นว่าจะในการเลือกใช้วัสดุชนิดให้เหมาะสม กับงานและความต้องการของลูกค้า แต่มีวัสดุที่นิยมนำมาใช้ร่วมกับกระบวนการผลิตอีกชนิดหนึ่งคือ เหล็กกล้าคาร์บอน S50C จัดเป็นกลุ่มเหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง ซึ่งมีส่วนผสมของ C 0.47-0.55 , Mn 0.60-0.90 , Si 0.40 , P 0.030 , S 0.035 นิยมใช้ในงานพื้นฐานทั้งงานโครงสร้างงานอุปกรณ์การเกษตร เช่น จอบ เสียม คราด ชิ้นส่วนอะไหล่เครื่องจักรกล งานแม่พิมพ์โลหะ แม่พิมพ์พลาสติก ส่วนประกอบแม่พิมพ์ รวมทั้งชิ้นส่วนประกอบในเครื่องยนต์และรถยนต์ เป็นต้น เนื่องจากเป็นเหล็กที่มีคุณสมบัติที่ดีทั้งด้านความแข็งแรงสูงกว่าเหล็กโครงสร้างทั่วไป ความเหนียวแกร่งดี สามารถทุบขึ้นรูปได้ดีพอสมควร มีความสามารถในการตัดกลึงดี และมีราคาถูกกว่าเมื่อเทียบกับเหล็กทำแม่พิมพ์เกรดอื่น นอกจากนี้ยังสามารถทำการอบชุบเพื่อเพิ่มความแข็งและความแข็งแรงได้ และสามารถทำการปรับปรุงความแข็งเฉพาะผิวได้หลายวิธี ทั้งการชุบแข็งเฉพาะผิวโดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงส่วนผสมทางเคมี เช่นโดยการชุบอินดักชั่น หรือโดยวิธีการเปลี่ยนแปลงส่วนผสมทางเคมีที่ผิว เช่น การทำไนไตรดิ้ง การทำคาร์โบไนไตรดิ้ง เป็นต้น ในกรณีที่ต้องการให้ S50C มีความแข็งเฉพาะผิวขณะที่ยังคงรักษาโครงสร้างภายในของเหล็กไม่ให้มีการเปลี่ยนแปลงไว้ได้ สามารถทำได้โดยการเพิ่มความแข็งเฉพาะที่ผิวให้กับเหล็ก โดยใช้วิธีการชุบแข็งผิว ซึ่งสามารถทำได้ทั้งวิธีการชุบแข็งผิวด้วยเปลวไฟ (Flame) และวิธีชุบอินดักชั่น (Induction) โดยอาศัยการเหนี่ยวนำไฟฟ้าเพื่อให้เกิดความร้อนขึ้นที่ผิว จากนั้นทำการชุบแข็งเฉพาะผิว ซึ่งจะช่วยให้ผิวของเหล็กมีความแข็งขึ้นสามารถต้านทานต่อการสึกหรอและการล้าได้ดี สำหรับการชุบแข็งผิวเพื่อ

เพิ่มความต้านทานต่อการสึกหรอในกรณีที่มีภาระกรรมเกิดขึ้น ไม่มากนักอาจชุบให้มีระดับความลึกของผิวแข็งประมาณ 0.13 - 0.64 มม. ก็เพียงพอ แต่ถ้ามีภาระกรรมเกิดขึ้นอย่างรุนแรงควรชุบให้มีระดับความลึกของผิวแข็งประมาณ 6.3 มม. หรือมากกว่านั้น ในกรณีที่ต้องการเพิ่มความต้านทานต่อการล้าควรชุบให้มีระดับความลึกผิวแข็งในช่วง 3.2 - 12.7 มม. หรือมากกว่านั้น

ส่วนภาคการศึกษาโดยเฉพาะด้านอาชีวศึกษาในสายงานช่างอุตสาหกรรมได้มีการเปิดการเรียนการสอนในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขางานแม่พิมพ์โลหะ และสาขางานเครื่องมือกล แผนกวิชาเทคนิคการผลิต ซึ่งนักศึกษาเหล่านี้เมื่อสำเร็จการศึกษาออกไปก็จะเป็นกำลังสำคัญที่จะป้อนเข้าสู่ตลาดแรงงานโดยเฉพาะในโรงงานอุตสาหกรรมการผลิตต่างๆ ซึ่งในการเรียนการสอนก็จะนำเอาเครื่องจักรกลอัตโนมัติ CNC ไม่ว่าจะเป็น CNC Lathe , CNC Wire Cut และ CNC Milling เข้ามาร่วมใช้กับการเรียนการสอนเพื่อเป็นการเตรียมความพร้อม อีกทั้งยังเป็นการฝึกฝนทักษะด้านการใช้และการควบคุมเครื่องจักรกลอัตโนมัติ ซึ่งมีรายวิชาที่เกี่ยวข้องคือวิชางานเครื่องมือกล รายวิชางานสร้างแม่พิมพ์ตัดและเจาะโลหะ รายวิชางานสร้างแม่พิมพ์พับขึ้นรูป รายวิชางานสร้างแม่พิมพ์แบบต่อเนื่อง เป็นต้น และผู้วิจัยได้นำเอาเหล็ก S50C มาประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนเช่นเดียวกัน

สมบัติที่ดีของเหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง เกรด S50C จึงทำให้นิยมนำมาใช้ทำโครงฐานแม่พิมพ์และชิ้นส่วนของแม่พิมพ์ ในอดีตนั้นงานที่จะนำมาผลิตต้องมีการเจียรนัยมาก่อนซึ่งใช้เวลานาน เนื่องจากไม่สามารถป้อนลึกได้ครั้งละมากๆ จึงได้มีการศึกษาหาเทคโนโลยีใหม่ๆ เข้ามาทดแทนการเจียรนัยโดยการกัดงานแข็ง ในโลหะที่มีความแข็งเกินกว่า 56 HRC แม้ว่าการกัดงานแข็งจะใช้ความลึกในการป้อนและอัตราป้อนน้อยกว่างานกัดเหล็กทั่วไป แต่อัตราการเกิดเศษมีมากกว่าการเจียรนัยทำให้สามารถลดเวลาลงได้ ซึ่งจากกระบวนการผลิตแบบเดิมนั้น เมื่อชิ้นงานผ่านการเตรียมอย่างหยาบแล้ว จึงนำไปชุบแข็งแล้วนำไปเจียรนัย ซึ่งทำให้เสียเป็นอย่างเวลามาก

สำหรับในประเทศไทยนั้นข้อมูลและงานวิจัยในเรื่องนี้ยังมีน้อยมากสาเหตุเนื่องจากต้นทุนในการวิจัยและทดลองค่อนข้างสูง จากปัญหาดังกล่าวข้างต้นเพื่อตอบสนองความต้องการในอุตสาหกรรม และเพื่อที่ทำให้ต้นทุนการผลิตลดลง ดังนั้นจึงทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความเรียบผิว และอายุการใช้งานของมีดคาร์ไบด์ในการกัดเหล็กกล้าคาร์บอน S50C โดยมีการกำหนดความเร็วตัด(Cutting Speed) อัตราป้อน(Feed Rate) และแรงดันลมในการหล่อเย็น (Air Pressure in the Coolant) เพื่อทดแทนการใช้น้ำหล่อเย็น และนำข้อมูลที่ได้มาใช้พัฒนาปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อความเรียบผิว และอายุการใช้งานของคมตัดมีดคาร์ไบด์ในการกัดเหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง เกรด S50C ที่ผ่านการชุบแข็ง

1.3 สมมติฐานงานวิจัย

ความเร็วตัด (Cutting Speed) อัตราป้อน (Feed) และการหล่อเย็นด้วยอากาศ (Pressure) เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อความเรียบผิว และอายุการใช้งานของคมตัดมีดคาร์ไบด์

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ทราบปัจจัยที่มีผลต่อความเรียบผิวของชิ้นงานและอายุการใช้งานของมีดคาร์ไบด์ในงาน CNC Milling เหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง เกรด S50C ที่ผ่านการชุบแข็งมีค่าความแข็งอยู่ที่ 56 ± 2 HRC

1.4.2 นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองไปใช้ในกระบวนการผลิตและการเรียนการสอน

1.4.3 ใช้เป็นแนวทางในการทำงานวิจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องได้ในอนาคต

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experiments Research) ที่มุ่งจะศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความเรียบผิวและอายุการใช้งานของคมตัดมีดคาร์ไบด์ที่ระดับการสึกหรอ $V_{B\ max}$ = 0.6 มิลลิเมตรในงาน CNC Milling เหล็กกล้าคาร์บอน S50C ที่ผ่านการชุบแข็งมีค่าความแข็งอยู่ที่ 56 ± 2 HRC ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตของการวิจัย ดังนี้

1.5.1 ทดลองใช้กับเครื่อง CNC Milling

1.5.2 วัสดุงานเป็นเหล็กกล้าคาร์บอน S50C ที่ผ่านการชุบแข็งมีค่าความแข็งอยู่ที่ 56 ± 2 HRC ขนาดความกว้าง 50 มิลลิเมตร ความยาว 150 มิลลิเมตร และความหนา 20 มิลลิเมตร

1.5.3 ด้ามใส่มีดคาร์ไบด์แบบก้านตรงมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 16 มิลลิเมตร ที่ใช้กับมีดคาร์ไบด์สี่เหลี่ยมผื่นผ้ารัศมี 8 มิลลิเมตร สามารถใส่มีดคาร์ไบด์จำนวน 2 เม็ด

1.5.4 ความเรียบผิวงานทำการวัด 4 จุด แล้วหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต

1.5.5 หาอายุการใช้งานของคมตัดมีดคาร์ไบด์ โดยทำการวัดค่าการสึกหรอของเม็ดมีดคาร์ไบด์ทุกๆ 10 นาทีจนกว่าจะถึงระดับการสึกหรอที่ $V_{B\,max} = 0.6$ มิลลิเมตร

1.5.6 ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

1.5.6.1 ตัวแปรต้น ประกอบด้วย

- อัตราการป้อนตัด (Feed Rate) ประกอบด้วย 100 , 200 และ 300 มิลลิเมตร/นาที
- ความเร็วตัด (Cutting Speed) ประกอบด้วย 50, 100 และ 150 เมตรต่อนาที
- การหล่อเย็นด้วยอากาศ (Pressure) ที่ระดับ 2 , 4 และ 6 บาร์ ซึ่งมีขนาดของรูหัวเป่าลม 1 มิลลิเมตร
- ระยะป้อนลึก (Depth of Cut) คือ 0.3 มิลลิเมตร
- ด้ามใส่มีดคาร์ไบด์แบบก้านตรงมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 16 มิลลิเมตร ที่ใช้กับมีดคาร์ไบด์สี่เหลี่ยมผื่นผ้ารัศมี 8 มิลลิเมตร สามารถใส่มีดคาร์ไบด์จำนวน 2 เม็ด
- วัสดุชิ้นงาน คือ เหล็กกล้าคาร์บอน S50 C ที่มีส่วนผสมของธาตุต่าง ๆ ดังนี้ C 0.47-0.55 % , Mn 0.60-0.90 % , Si $\leq$0.40% , P $\leq$0.030 % , S $\leq$0.035 % ที่ผ่านการชุบแข็งมีค่าความแข็งอยู่ที่ 56 $\pm$ 2 HRC

1.5.6.2 ตัวแปรตาม ประกอบด้วย

- ความเรียบผิว
- อายุการใช้งานของคมตัดมีดคาร์ไบด์

1.6 นิยามศัพท์

ความเรียบผิว (Surface Roughness) คือ ผิวงานที่ผ่านกระบวนการตัดเฉือนด้วยเครื่องกัดโลหะที่ควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์

การสึกหรอของเครื่องมือตัด (Tool Wear) หมายถึงการเปลี่ยนแปลงของรูปร่างของเครื่องมือตัด จากรูปร่างก่อนการใช้งานและหลังการใช้งาน ซึ่งเป็นผลมาจากวัสดุทำเครื่องมือตัดเกิดความเสียหายอย่างค่อยเป็นค่อยไปขณะใช้งาน

มีดคาร์ไบด์ คือ มีดกัดที่ผ่านกระบวนการผลิตแบบ PVD นำมาเคลือบผิวด้วย TiAlNbN เป็นผลึกคริสตัลที่มีความหล่อลื่นในตัวเองทนต่อสภาพความร้อนสูง ใช้กับงานกัดแข็ง 56 - 62 HRC

อายุการใช้งานของมีดคาร์ไบด์ คือ ขนาดของการสึกหรอบนผิวหลบ (Flank Wear) ตามมาตรฐาน ISO 3685-1977 (E) ที่ V_B max > 0.6 มิลลิเมตร หรือ V_B average > 0.3 มิลลิเมตร

ความเร็วตัด (Cutting Speed) คือระยะความยาวของเศษโลหะที่ถูกตัดเฉือนต่อเวลา (เมตรต่อนาที)

อัตราป้อน (Feed) คือ การเคลื่อนที่ของดอกมีดเข้าหาชิ้นงานในแนวขนานกับชิ้นงาน มีหน่วยเป็นระยะทางต่อนาที (มิลลิเมตรต่อนาที)

ระบายความร้อนด้วยอากาศ (Pressure) คือ การใช้แรงดันลมเพื่อระบายความร้อนของเครื่องมือตัดชิ้นงาน และเป็นการคายเศษมีหน่วยเป็นบาร์

ระยะป้อนลึก (Depth of Cut) คือ การเคลื่อนที่ของมีดกัดเข้าหาชิ้นงานในแนวตั้งฉากกับชิ้นงานมีหน่วยเป็นระยะทาง (มิลลิเมตร)