บทที่ 1

บทนำ

1.1 บทนำต้นเรื่อง

เหล็กหล่อเทาเป็นวัสดุสำคัญชนิดหนึ่งที่ใช้ในอุตสาหกรรมการผลิต และในประเทศไทยได้มีการนำมาใช้ผลิตชิ้นส่วน ไม่ว่าจะเป็นชิ้นส่วนทางด้านเกษตรกรรมหรือ ด้านวิศวกรรมยานยนต์ จากการสำรวจข้อมูลพบว่า ชิ้นส่วนเครื่องยนต์ของรถยนต์ หรือยานยนต์จำนวนมากทำมาจากเหล็กหล่อเทา อาทิเช่น เสื้อสูบ ฝาสูบ อ่างข้อเหวี่ยง ปลอกเสื้อสูบ เพลาข้อเหวี่ยง จานคลัตช์ จานเบรก เป็นต้น นอกจากนี้พบว่า เหล็กหล่อเทาเป็นโลหะที่มีประโยชน์และสามารถนำมาใช้งานได้อย่างกว้างขวางสามารถผลิตออกมาในรูปแบบที่หลากหลาย เช่น ชิ้นส่วนเครื่องจักรกลทั้งหลายที่ทำมาจากเหล็กหล่อเทามีทั้งขนาดเล็กและขนาดใหญ่ เป็นชิ้นงานที่มีรูปร่างหลากหลายตั้งแต่รูปแบบง่ายๆจนถึงยุ่งยากสลับซับซ้อนแตกต่างกันออกไป วัสดุที่ใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตประมาณ 75 – 80% ของวัสดุที่เป็นโลหะทั้งหมดจะเป็นเหล็กหล่อเทา (ศุภชัย, 2539) เนื่องจากเหล็กหล่อเทามีราคาถูก และยังมีข้อดีในด้านคุณสมบัติทางกลหลายๆ ด้าน และรวมไปถึงเครื่องมือ เครื่องจักรต่างๆ ที่นำมาใช้ผลิตชิ้นส่วนเครื่องยนต์ ส่วนประกอบบางส่วนของเครื่องจักรก็ทำมาจากเหล็กหล่อเทา เช่น แท่นฐานเครื่อง โครงต่างๆ เฟืองขนาดกลางและชิ้นส่วนบางส่วนของเครื่องจักร เป็นต้น ทั้งนี้เพราะคุณสมบัติพิเศษของเหล็กหล่อเทาที่เป็นที่ต้องการ เช่นมีความแข็งสูง ทนทานต่อการเสียดสีได้ดี มีความสามารถในการสลายการสั่นสะเทือน ทนความร้อน สามารถตกแต่งด้วยเครื่องจักรได้ค่อนข้างง่าย และราคาไม่สูงมากนักจึงส่งผลให้การใช้งานเหล็กหล่อเทากว้างขวางมากยิ่งขึ้น

เนื่องจากเหล็กหล่อเทาเป็นวัสดุที่ค่อนข้างแข็ง วัสดุใบมีดที่นำมาตัดชิ้นส่วนที่ทำจากเหล็กหล่อเทาจะต้องมีความแข็งและทนทานต่อการเสียดสี หากใบมีดตัดที่ใช้ในการตัดวัสดุไม่มีคุณสมบัติดังกล่าวก็จะทำให้คมตัดเกิดการสึกหรอ และแตกหักทำให้มีผลกระทบต่อคุณภาพของพื้นผิวหรือค่าความขรุขระของพื้นผิว (Surface roughness) และค่าความคลาดเคลื่อนของขนาดชิ้นงาน (Dimensional error) ดังนั้นใบมีดตัดที่นำมาตัดจะต้องมีความแข็ง และทนการสึกหรอที่อุณหภูมิสูงก็จะทำให้เกิดค่าความขรุขระของพื้นผิวและค่าความคลาดเคลื่อนของขนาดชิ้นงานที่

ต่ำและชิ้นงานมีความละเอียดแม่นยำสูง ใบมีดที่นำมาใช้ตัดวัสดุเหล็กหล่อเทามีหลายชนิดด้วยกัน เช่น ใบมีดคาร์ไบด์(Carbide) และ เซรามิก(Ceramics) เป็นต้น คาร์ไบด์เป็นใบมีดตัดที่มีการเคลือบผิว(Coating) ที่ผิวเพื่อให้คุณสมบัติของมีดมีสภาพทนต่อการสึกหรอที่ผิวหลังมีดได้ดี เป็นเม็ดมีดที่มีหลายคม ใช้จนหมดอายุคมหนึ่งแล้วสามารถที่จะถอดเปลี่ยนคมใหม่มาใช้แทนได้ (ศุภโชค, 2543) ส่วนใบมีดเซรามิกจะมีส่วนผสมอะลูมิเนียมออกไซด์(Al_2O_3) และซิลิกอนไนไตรด์(Si_3N_4)เป็นหลัก และส่วนผสมอื่นมาเจือปนเช่น ไทเทเนียมคาร์ไบด์(TiC) ไทเทเนียมไนไตรด์(TiN) และเส้นใยซิลิกอนคาร์ไบด์ ส่วนผสมเหล่านี้จะมีผลให้เพิ่มความแข็งแรง เพิ่มความเหนียวและความต้านทานการกระทบกระแทก

จากการสำรวจพบว่า กระบวนการตัดโลหะในอุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนรถยนต์และเครื่องจักรกล นิยมใช้มีดคาร์ไบด์มากที่สุด และมีรายงานเพิ่มเติมว่า การใช้งานในประเทศไทยนั้น วัสดุใบมีดที่ใช้งานมากที่สุดคือ ซีเมนต์-คาร์ไบด์ คิดเป็นร้อยละ 59 รองลงมาคือ เหล็กกล้าความเร็วสูงและเซรามิกคิดเป็นร้อยละ 10 เท่ากัน โดยส่วนใหญ่จะนำมาไปใช้ในงานกลึงมากที่สุด ประมาณร้อยละ 27 (เล็ก อุตตมะศิล,2538)

ในปัจจุบันนี้มีการนำเอาวัสดุใบมีดตัดประเภทคาร์ไบด์เคลือบผิว และเซรามิกเข้ามาใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ และเครื่องจักรกล โดยเฉพาะในงานกลึงเป็นจำนวนมาก แต่รายงานผลการศึกษาในการกลึงเหล็กหล่อเทาด้วยใบมีดคาร์ไบด์เคลือบผิว และเซรามิก มีอยู่ในจำนวนจำกัด โดยเฉพาะการศึกษาในเชิงการทดลองเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการใช้งานหรือความสามารถในการกลึงขึ้นรูปเหล็กหล่อเทา พิจารณาจากแง่มุมของความขรุขระของพื้นผิวของชิ้นงานและความคลาดเคลื่อนของขนาด เมื่อใช้ใบมีดสองชนิดดังกล่าวที่เงื่อนไขการตัด ณ สภาวะการตัดที่เหมาะสมค่าหนึ่ง ฉะนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวความคิดที่จะศึกษาเชิงทดลองเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการนำใบมีดคาร์ไบด์และเซรามิกในการกลึงเหล็กหล่อเทา โดยมุ่งศึกษาเรื่องของความขรุขระของพื้นผิว และความคลาดเคลื่อนของขนาดชิ้นงานที่แปรเปลี่ยนไปตามความเร็วตัด อัตราป้อน และความลึกในการตัด ซึ่งจะนำผลมาประมวลผลด้วยคอมพิวเตอร์และวิเคราะห์ผลทางสถิติ รวมทั้งวิเคราะห์หาสมการต้นแบบในการประเมินค่าความง่ายในการกลึงเหล็กหล่อเทาด้วยวัสดุใบมีดตัดประเภทคาร์ไบด์ และเซรามิก

1.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ได้มีความพยายามอย่างต่อเนื่องที่จะศึกษาอิทธิพลของใบมีดและตัวแปรต่างๆ ที่มีผลค่าความขรุขระของพื้นผิวและความคลาดเคลื่อนของขนาดชิ้นงานในการกลึงเหล็กหล่อเทาดังต่อไปนี้

Buljan และคณะ. (1989) ได้รายงานไว้ว่า วัสดุใบมีดที่มีทำจาก Si_3N_4 (Si_3N_4 – based cutting tool materials) และ Si_3N_4 + TiC สามารถทนทานต่อการสึกหรอได้อย่างดีในการตัดเหล็กหล่อเทา class 40

DeGarmo. (1997) ได้รายงานไว้ว่า ความเที่ยงตรงของขนาดชิ้นงานนั้นมีผลมาจากหลายๆ ปัจจัย เช่น การสึกหรอของใบมีด วัสดุของชิ้นงาน และการสั่นสะเทือน(Vibration) แต่การสึกหรอของใบมีดเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้ขนาดของชิ้นงานเปลี่ยนแปลง

Seramikkusu,N. และคณะ. (1999) ทำการวิเคราะห์พื้นผิวของเหล็กหล่อเทาที่ตัดด้วยใบมีด Silicon Nitride (Si_3N_4) จากกระบวนการกลึง พบว่าการสึกหรอของใบมีดเซรามิก Si_3N_4 เมื่อใช้กลึงเหล็กหล่อเทาเป็นการสึกหรอแบบ flank wear และ crater wear โดยที่ค่าของการสึกหรอจะลดลงเมื่อใช้ความเร็วตัดเพิ่มขึ้น (ช่วงความเร็วตัดที่ใช้ในการทดลองคือ 100 -300 m/min)

Sungkhapong , A., (2000) ได้ศึกษาทดลองเปรียบเทียบประสิทธิภาพการใช้งานระหว่างใบมีดเซรามิก และ ใบมีด CBN ในการกลึงเหล็กหล่อ โดยใช้ใบมีดเซรามิก 2 ชนิด คือ Al_2O_3+ TiC และ Si_3N_4 ที่18 สภาวะเงื่อนไขการตัด (ความเร็วในการตัด 3 ระดับ อัตราการป้อน 2 ระดับ และความลึกในการป้อน 3 ระดับ) พบว่าใบมีดเซรามิก Si_3N_4 และใบมีด CBN ให้ค่าความขรุขระของพื้นผิวชิ้นงานที่ใกล้เคียงกัน แต่ใบมีดเซรามิก Si_3N_4 ให้ค่าความคลาดเคลื่อนของขนาดชิ้นงาน(Dimensional Error)น้อยที่สุด ที่สภาวะเงื่อนไขการตัดที่เหมาะสมค่าหนึ่ง

1.3 วัตถุประสงค์

1.3.1 เพื่อกำหนดสมการต้นแบบ (Typical Models) ในการวิเคราะห์ค่าความสามารถ หรือความง่าย (Machinability) ในการกลึงเหล็กหล่อเทา

1.3.2 เพื่อกำหนดความสัมพันธ์ระหว่าง ค่าความขรุขระของพื้นผิวชิ้นงาน และค่าความคลาดเคลื่อนของขนาดชิ้นงาน ในการกลึงเหล็กหล่อเทาด้วยใบมีดคาร์ไบด์ และมีดเซรามิกที่สภาวะการตัดต่างๆ

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย

1.4.1 สามารถเลือกใบมีดตัดที่เหมาะสมกับสภาพของงาน

1.4.2 สามารถพยากรณ์ค่าความขรุขระของพื้นผิวที่เกิดขึ้นในการกลึงเหล็กหล่อเทาด้วยใบมีดคาร์ไบด์และเซรามิก

1.4.3 สามารถพยากรณ์ความคลาดเคลื่อนของขนาดชิ้นงาน ที่เกิดขึ้นในการกลึงเหล็กหล่อ-เทาด้วยใบมีคาร์ไบด์และเซรามิก

1.4.4 สามารถทราบถึงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความขรุขระและความคลาดเคลื่อนของขนาดชิ้นงานที่เกิดขึ้นในการกลึงเหล็กหล่อ-เทาด้วยใบมีคาร์ไบด์และเซรามิก

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

โครงการวิจัยนี้ กำหนดให้มีการทดลองกลึงชิ้นงานตัวอย่างเพียง 1 ชนิดโดยสภาวะการตัดที่กำหนดให้เป็นตัวแปรควบคุม คือ ความเร็วในการตัด อัตราการป้อนมีดและความลึกในการป้อน โดยรายละเอียดขอบเขตงานวิจัยกำหนดไว้ดังนี้

1.5.1 ตัวแปรอิสระที่ถูกควบคุมในการทดลองในครั้งนี้คือความเร็วในการตัด (Cutting speed) อัตราป้อน (Feed) และความลึกในการป้อน (Depth of cut) ผลที่ได้จากการทดลอง คือ ค่าความขรุขระของพื้นผิวชิ้นงาน และค่าความคลาดเคลื่อนของขนาดชิ้นงาน

1.5.2 เครื่องกลึงที่ใช้ทดลองเป็นเครื่องกลึงอัตโนมัติ CNC ยี่ห้อ Cincinnati รุ่น Hawk 150 ภายในภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

1.5.3 วัสดุชิ้นงานที่ใช้ในการทดลองเป็นเหล็กหล่อเทา FC 30 ตามมาตรฐาน JIS G5501

1.5.4 ใบมีดที่ใช้ในการทดลองเป็นใบมีดคาร์ไบด์เคลือบผิว(TiN-Al_2O_3-TiCN) และเซรามิก (Si_3N_4)

1.5.5 การศึกษาจะดำเนินการทดลองในลักษณะของการกลึงละเอียด

1.5.6 ความเร็วรอบในการกลึง โดยที่ความเร็วรอบของชิ้นงานในขณะทำการทดลองจะควบคุมไว้ไม่ให้เกิน 4000 rev/min เพื่อความปลอดภัยในการทำงานภายในห้องทดลอง ซึ่งความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงเส้นที่ผิวชิ้นงาน (m/min) และ ความเร็วรอบ

(rev/min) คือ $V = \pi DN/1000$ โดยที่ V คือ ความเร็วเชิงเส้น (m/min), π คือ ค่าคงที่ 3.143, D คือ เส้นผ่านศูนย์กลางของชิ้นงาน (mm) และ N คือ ความเร็วรอบของชิ้น-งาน (rev/min)

1.5.7 เงื่อนไขที่ใช้ในการทดลอง

1.5.7.1 ความเร็วตัดมี 3 ระดับ คือ 250 ,400 และ 550 m/min

1.5.7.2 อัตราการป้อนมี 3 ระดับ คือ 0.02, 0.06 และ 0.1 mm/rev

1.5.7.3 ความลึกในการตัดมี 3 ระดับ คือ 0.1, 0.2 และ 0.3 mm