สารบัญเรื่อง

หน้า

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของงานวิจัย 1

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 1

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย 1

1.4 ประโยชน์และผลที่คาดว่าจะได้รับ 2

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน 2

บทที่ 2 ปริทัศน์วรรณกรรม

2.1.กลไกของการตัด (cutting mechanism) 3

2.2.อุณหภูมิและความร้อนที่เกิดจากการตัด (cutting temperature) 7

2.3.การสึกหรอของเครื่องมือตัด (tool wear) 8

2.4 การศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 13

บทที่ 3 การทดลองศึกษาเบื้องต้น

3.1 การทดลองเพื่อศึกษาผลของแรงเสียดทานกับ shear angle 18

ขั้นตอนการทดลอง 19

ผลการทดลอง 22

วิเคราะห์ผลการทดลอง 27

สรุปผลการทดลอง 28

บทที่ 4 การกัดขึ้นรูปชิ้นงานด้วยเครื่องมือตัดแบบโรตารี่

4.1 มีดกลึงแบบโรตารี่ 29

4.2 การออกแบบมีดกลึงแบบโรตารี่ 30

4.3 ผลของความเร็วที่มีต่อกลไกการตัดของเครื่องมือตัดแบบโรตารี่ 32

4.4 ผลของ oblique cutting กับ effective rake angle 33

4.5 การกลับทิศของแรงเสียดทานในการกลึงโดยใช้มีดกลึงแบบโรตารี่ 35

4.6 การทดลอง 36

ผลการทดลอง 37

วิเคราะห์ผลการทดลอง 39

สรปผลการทดลอง 43

บรรณานุกรม 44

ภาคผนวก 46

ประวัตินักวิจัยและคณะ 55

สารบัญตาราง

	หน้า
ตาราง 3.1 กระบวนการเตรียมและความหยาบผิวของมีดกลึงที่ใช้ในการทดลอง	29
ตาราง 3.2 ผลการทดลอง	34
ตาราง 4.1 สรุปเงื่อนไขการทดลอง	44
ตาราง 4.2 ความหนาเศษกลึงที่ Cutting speed ต่างๆ	46

สารบัญภาพ

หน้า

รูปที่ 2.1 แรงที่เกิดขึ้นในการตัดแบบ oblique 3

รูปที่ 2.2 แรง N และ P บน rake face ของการตัดแบบ oblique 4

รูปที่ 2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างการตัด b, ความกว้างเศษกลึง b_c มุม inclination angle λ และมุมการไหลของเศษกลึง η ในการตัดแบบ oblique 4

รูปที่ 2.4 a) การกลึงชิ้นงานประเภทท่อด้วยการตัดแบบตั้งฉาก b) ทฤษฎี shear plane ของ Ernst และ Mechant ในการตัดแบบตั้งฉาก 5

รูปที่ 2.5 ทิศความเร็วในการตัดแบบตั้งฉาก 6

รูปที่ 2.6 จุดที่เกิดความร้อนขึ้นขณะตัดชิ้นงานบนเครื่องมือตัด 7

รูปที่ 2.7 การกระจายตัวของอุณหภูมิที่หน้าสัมผัส chip/tool interface และที่ผิวหลบ 8

รูปที่ 2.8 การยึดเกาะเป็นเนื้อเดียวกันของวัสดุ 2 ชนิด 9

รูปที่ 2.9 ลักษณะของการสึกหรอบนผิวหลบ (flank wear) 10

รูปที่ 2.10 ลักษณะของการสึกหรอบนผิวคาย (crater wear) 10

รูปที่ 2.11 การสึกหรอที่ปลายมีด (nose wear) 11

รูปที่ 2.12 กราฟความสัมพันธ์ของพัฒนาการของการสึกหรอบนผิวหลบกับการกำหนดอายุการใช้งานของใบมีด 11

รูปที่ 2.13 การพัฒนาของการสึกหรอ wear land 12

รูปที่ 2.14 การออกแบบเครื่องมือตัดให้สามารถฉีดพ่นสารหล่อเย็นให้เข้าสู่หน้าสัมผัสโดยตรง 13

รูปที่ 2.15 a) coordinate system ใน 1D VAM b) การเคลื่อนที่ของเครื่องมือตัดใน 1D VAM 15

รูปที่ 2.16 การเคลื่อนที่ของเครื่องมือตัดเป็นรูปวงรีใน 2D VAM 15

รูปที่ 2.17 2D VAM ที่พัฒนาโดย Shamoto และ Moriwaki 16

รูปที่ 2.18 แรงตัดที่เกิดขึ้นในการทดลอง vibration assist machining โดย Shamoto และMoriwaki 16

รูปที่ 2.19 ทิศของแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นจาก vibration assist machining 17

รูปที่ 3.1 ความสัมพันธ์ระหว่างค่ามุมเฉือน ϕ กับค่าแรงขนานในแนวการตัด Kc 20

รูปที่ 3.2 ความสัมพันธ์ระหว่างค่ามุมเฉือน ϕ กับค่าแรงตั้งฉากในแนวการตัด K_z 19

รูปที่ 3.3 มีดกลึงที่ที่ได้จากการเจียรผิว (R_a = 1.55 μm) 20

รูปที่ 3.4 มีดกลึงที่ผ่านการขัดผิวด้วยกระดาษทราย (Ra = 0.25 μm) 21

รูปที่ 3.5 มีดกลึงที่ผ่านการขัดผิวด้วยกระดาษทรายและผงอลูมิน่า (R_a = 0.06 μm) 21

รูปที่ 3.6 เศษกลึงที่ความลึกตัด 0.21 mm จากมีดกลึง a) R_a = 1.55 μm b) R_a = 0.25 μm c) R_a = 0.06 μm 22

รูปที่ 3.7 เศษกลึงที่ความลึกตัด 0.30 mm จากมีดกลึง a) R_a = 1.55 μm b) R_a = 0.25 μm c) R_a = 0.06 μm 23

รูปที่ 3.8 เศษกลึงที่ความลึกตัด 0.42 mm จากมีดกลึง a) R_a = 1.55 μm b) R_a = 0.25 μm c) R_a = 0.06 μm 23

รูปที่ 3.9 เศษกลึงที่ความลึกตัด 0.54 mm จากมีดกลึง a) R_a = 1.55 μm b) R_a = 0.25 μm c) R_a = 0.06 μm 24

รูปที่ 3.10 เศษกลึงที่ความลึกตัด 0.60 mm จากมีดกลึง a) R_a = 1.55 μm b) R_a = 0.25 μm c) R_a = 0.06 μm 24

รูปที่ 3.11 เศษกลึงที่ความลึกตัด 0.74 mm จากมีดกลึง a) R_a = 1.55 μm b) R_a = 0.25 μm c) R_a = 0.06 μm 25

รูปที่ 3.12 เศษกลึงที่ความลึกตัด 0.82 mm จากมีดกลึง a) R_a = 1.55 μm b) R_a = 0.25 μm c) R_a = 0.06 μm 25

รูปที่ 3.13 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความหยาบผิว R_a กับค่ามุมเฉือน ϕ ที่ความลึกตัด a ต่างๆ 27

รูปที่ 4.1 การกลึงโดยใช้มีดกลึงแบบโรตารี่ 29

รูปที่ 4.2 เครื่อง CNC แบบ multitasking 9 แกนการเคลื่อนที่ 30

รูปที่ 4.3 ด้ามมีดกลึงแบบโรตารี่ 31

รูปที่ 4.4 มีดกลึงแบบโรตารี่ที่ติดอยู่กับเครื่อง Lathe multitasking CNC 32

รูปที่ 4.5 ความเร็วขณะทำการกลึงด้วยมีดกลึงแบบโรตารี่ 32

รูปที่ 4.6 Normal rake angle 33

รูปที่ 4.7 Velocity rake angle 33

รูปที่ 4.8 Effective rake angle 33

รูปที่ 4.9 geometric ของ Effective rake angle 34

รูปที่ 4.10 ความสัมพันธ์ระหว่าง inclination angle กับ effective rake angle 35

รูปที่ 4.11 ทิศทางของแรงเสียดทานในการกลึงแบบโรตารี่ 36

รูปที่ 4.12 tool wear ที่ cutting speed 50 m/min 37

รูปที่ 4.13 tool wear ที่ cutting speed 70 m/min 38

รูปที่ 4.14 tool wear ที่ cutting speed 90 m/min 38

รูปที่ 4.15 tool life(maximum flank wear 0.3 mm criteria) กับ cutting speed ratio ที่ความเร็วตัดต่างๆ 39

หน้า

รูปที่ 4.17 การสึกหรอของเม็ดมีด a)เม็ดมีดอยู่กับที่ b)เม็ดมีดจากมีดกลึงแบบโรตารี่ 40
รูปที่ 4.18 อายุการใช้งานของเม็ดมีดแบบอยู่กับที่และแบบโรตารีที่ความเร็ว 90 m/min 41
รูปที่ 4.19 อายุการใช้งานของเม็ดมีดแบบอยู่กับที่และแบบโรตารี่ที่ความเร็ว 90 m/min 42
รูปที่ 4.20 อายุการใช้งานของเม็ดมีดแบบอยู่กับที่และแบบโรตารี่ที่ความเร็ว 90 m/min 42
รูปที่ 4.21 ภาพถ่ายขณะทำการกลึงชิ้นงานที่ได้จากกล้องถ่ายภาพความเร็วสูง a)เม็ดมีดอยู่กับที่ b) มีดกลึงแบบโรตารี่ CR =0.4 c) มีดกลึงแบบโรตารี่ CR =1.4 43
รูปที่ 4.22 ลักษณะผิวของเศษกลึง a)เม็ดมีดอยู่กับที่ b)มีดกลึงแบบโรตารี่ CR =0.4 c)มีดกลึงแบบโรตรี่ CR =1.4 44
รูปที่ 4.23 chip formation เมื่อมีดเกิดการสึกหรอ 44
รูปที่ ข.1 เขตของการสึกหรอตามมาตรฐานสากล (ISO 3685 : 1993 (E)) 55

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อที่ใช้ในการวิจัย

a คือความหนาเศษกลึงก่อนตัด (uncut chip thickness)

a_c คือความหนาเศษกลึง

F_n คือแรงที่ตั้งฉากกับขอบการตัด (รูปที่ 2.1)

F_p คือแรงที่ขนานกับขอบตัด (รูปที่ 2.1)

F_c คือแรงที่ขนานกับทิศทางการเคลื่อนที่ของเครื่องมือตัด (cutting force)

F_z คือ thrust force

k คือค่า flow stress

N คือแรงที่ตั้งฉาก กับ rake faceของเครื่องมือตัด (รูปที่ 2.2)

P คือแรงที่ตั้งขนาน กับ rake faceของเครื่องมือตัด (รูปที่ 2.2)

q_c คือความร้อนที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพพลาสติกทุติยภูมิ (secondary plastic deformation)

q_f คือความร้อนที่เกิดจากแรงเสียดทานบริเวณหน้าสัมผัสระหว่างมีดตัดกับชิ้นงาน

q_c คือความร้อนที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพพลาสติกปฐมภูมิ (primary plastic deformation)

r_c คืออัตราส่วนการตัด

T คืออายุมีดตัด, นาที

V_B คือขนาดการสึกหรอบนผิวหลบ (flank wear)

V_c คือความเร็วตามแนวมุมคายของเครื่องมือตัด

V_{chip} คือความเร็วของเศษกลึง

V_r คือความเร็วของชิ้นงานเมื่อเทียบกับเม็ดมีดในการกลึงแบบโรตารี่

V_s คือความเร็วตามแนว shear plane

V_wคือความเร็วตัดในการกลึงแบบโรตารี่

α_n คือมุมคายของเครื่องมือตัด (normal rake angle)

α_e คือ effective rake angle

α_v คือ velocity rake angle

β คือค่ามุมเสียดทาน (friction angle)

η คือมุมการไหลของเศษกลึง (chip flow angle)

η_f คือมุมการไหลของเศษกลึง (chip flow angle) ที่ได้จากการวัดแรงตัด

η_w คือมุมการไหลของเศษกลึง (chip flow angle) ที่ได้จากการวัดความหนาเศษกลึง

λ คือมุม inclination angle

ϕ คือมุม shear angle

μ_e คือสัมประสิทธิ์แรงเสียดทาน