หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีเกี่ยวกับการทำงานของเครื่องกลึงซีเอ็นซี

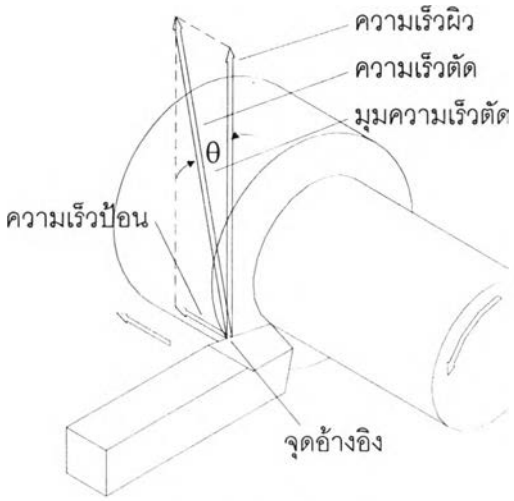
เครื่องกลึงเป็นเครื่องมือกลที่เก่าแก่ที่สุดในบรรดาเครื่องมือกลชนิดต่างๆ การกลึงเป็นขบวนการสร้างผิวสำเร็จ จากการหมุนของชิ้นงานและการเคลื่อนที่ของเครื่องมือตัดในแนวเส้นตรง หลักการของการกลึงสามารถตัดแปลงให้ผลิตชิ้นงานต่างๆได้มากมาย เมื่อพิจารณาความเร็วสัมพัทธ์ที่คมตัดของมีดกลึง ในรูปที่ 1.1 พบว่าความเร็วตัดซึ่งหมายถึง ความเร็วของเนื้อวัสดุที่เคลื่อนเข้าหาคมตัด (Cutting Edge)เกิดจากผลรวมของความเร็วที่เกิดจากการหมุนรอบแกนของชิ้นงาน และความเร็วที่เกิดจากการป้อน ดังนั้นความเร็วตัดจึงเป็นผลรวมทางเวกเตอร์ของความเร็วที่เกิดจากการหมุนและความเร็วที่เกิดจากการป้อน

$$Vc = \frac{V}{\cos\theta} \qquad \text{.....1}$$

โดยที่ Vc = ความเร็วตัด (เมตรต่อนาที)

V = ความเร็วผิว (เมตรต่อนาที)

θ = มุมระหว่างความเร็วตัดและความเร็วผิวของชิ้นงาน (องศา)



รูปที่ 1.1 แสดงความเร็วตัดในการกลึง

เนื่องจากความเร็วที่เกิดจากการป้อนมีค่าน้อยมากเมื่อเทียบกับความเร็วผิวของชิ้นงาน ทำให้ค่า $\cos\theta$ มีค่าเข้าใกล้หนึ่ง จะได้ว่า

$$Vc = V$$

และ

$$Vc = \frac{\pi DN}{1000} \qquad \text{.....2}$$

โดยที่ D = เส้นผ่าศูนย์กลางของชิ้นงาน (มิลลิเมตร)

N = ความเร็วรอบของชิ้นงาน (รอบต่อนาที)

การวัดผลในงานกลึงจะพิจารณาจาก

1. คุณภาพผิวของชิ้นงาน
2. เวลาที่ใช้ในการทำงาน
3. อายุการใช้งานของมีดตัด

โดยปัจจัยต่างๆที่มีผลต่องานกลึงได้แก่

1. ความเร็วรอบในการตัด (Spindle Speed) คือ จำนวนรอบที่ชิ้นงานถูกหมุนในหนึ่งหน่วยเวลา มีหน่วยเป็น รอบต่อนาที (revolutions/minute)
2. อัตราเร็วในการป้อนตัด (Feed Rate) คือ ระยะทางที่มีดตัดเคลื่อนที่ไปได้ในระหว่างที่ชิ้นงานถูกหมุนจนครบ 1 รอบ มีหน่วยเป็น มิลลิเมตรต่อรอบ (millimeters/revolution)
3. ความลึกในการกลึง (Depth of Cut) คือ ระยะทางจากผิวนอกของชิ้นงานถึงปลายมีดกลึงในขณะที่กำลังทำการกลึงชิ้นงาน มีหน่วยเป็นมิลลิเมตร
4. ความคมของปลายมีดตัด (Tool Nose Radius) คือรัศมีของความโค้งของปลายมีดตัด มีหน่วยเป็น มิลลิเมตร

ความเร็วรอบในการตัด ส่งผลโดยตรงต่อเวลาที่ใช้ในการกลึง นั่นคือที่อัตราการป้อนตัดเดียวกัน เมื่อใช้ความเร็วรอบที่สูงกว่าจะทำให้ใช้เวลาในการกลึงน้อยลง แต่ความเร็วรอบในการตัดที่สูงเกินไปอาจจะทำให้ผิวของชิ้นงานหลอมได้เนื่องจากความร้อนที่เกิดขึ้น จึงต้องมีการใช้สารหล่อเย็น (Coolant)ช่วยในการระบายความร้อน นอกจากนี้ความเร็วรอบยังมีผลต่ออายุการใช้งานของมีดตัดอีกด้วย

อัตราเร็วในการป้อนตัด เมื่อใช้มีดตัดตัวเดียวกันการใช้อัตราการป้อนตัดที่ต่ำกว่าจะให้ผิวของชิ้นงานที่เรียบกว่าการใช้อัตราการป้อนตัดสูง ซึ่งสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 1.2 และ 1.3 แต่ในขณะเดียวกันก็จะทำให้ต้องใช้เวลาในการกลึงนานขึ้น

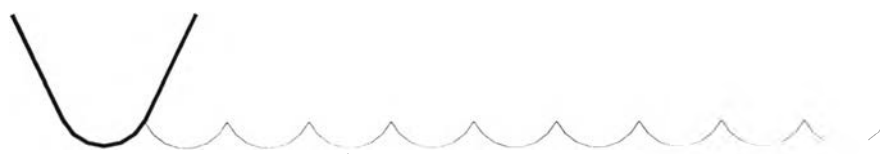
รูปที่ 1.2 แสดงผิวของชิ้นงานที่ได้จากการใช้อัตราการป้อนตัดต่ำ

รูปที่ 1.3 แสดงผิวของชิ้นงานที่ได้จากการใช้อัตราการป้อนตัดสูง

ความลึกในการกลึง เมื่อต้องการกลึงเอาเนื้อชิ้นงานออกไปเป็นจำนวนมาก การใช้ความลึกในการกลึงมากจะทำให้จำนวนครั้งในการกลึงซ้ำน้อยลง ทำให้ใช้เวลาในการกลึงน้อยลงด้วย แต่ความลึกในการกลึงมักถูกจำกัดด้วยกำลังของเครื่องกลึง คือเครื่องกลึงที่มีกำลังมากกว่าจะสามารถกลึงได้ลึกกว่า และความลึกในการกลึงยังส่งผลต่ออายุการใช้งานของมีดตัดด้วยเช่นกัน

ความคมของปลายมีดตัด หรือรัศมีของคมมีด(Tool nose radius) เมื่อให้อัตราการป้อนตัดที่คงที่ มีดที่มีรัศมีของคมมีดมากกว่าจะให้ผิวของชิ้นงานที่เรียบกว่า ซึ่งสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 1.4 และ 1.5 แต่มีดตัดที่ปลายมีดคมกว่าจะสามารถกลึงชิ้นงานได้ลึกกว่า

รูปที่ 1.4 แสดงผิวของชิ้นงานที่ได้จากมีดตัดคม (Sharp tool)



รูปที่ 1.5 แสดงผิวของชิ้นงานที่ได้จากมีดตัดป้าน (Round tool)

การคำนวณหาเวลาที่ใช้ในการกลึง

ในการเคลื่อนที่ของมีดตัดสามารถแบ่งได้เป็น

1. เวลาที่ใช้ในการเตรียมการกลึง เช่นเวลาที่ใช้ในการเปลี่ยนมีด เป็นต้น
2. เวลาที่ใช้ในการทำงานจริง โดยจะสามารถแบ่งได้เป็น
   - การเคลื่อนที่เป็นเส้นตรง
   - การเคลื่อนที่เป็นเส้นโค้ง

การคำนวณเวลาสำหรับการเคลื่อนที่เป็นเส้นตรง

การเคลื่อนที่เป็นเส้นตรงระหว่างจุด $P_1(Z_1,X_1)$ และ $P_2(Z_2,X_2)$ จะได้ว่าขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลาง D ของจุด P(z,x) ซึ่งอยู่บนเส้นตรงที่ลากผ่านจุด P_1 และ P_2 สามารถเขียนแทนได้ด้วยสมการ

$$D = 2x \qquad \text{.....3}$$

และสามารถเขียนสมการแสดงเวลาที่หัวตัดเคลื่อนที่ได้ระยะทาง *dl* เมื่อใช้ความเร็วในป้อนตัด Vf (มม./รอบ) ได้ดังนี้

จากสมการที่ 2 และ 4 จะได้ว่า

$$dt = \frac{dl}{Vf.N} \qquad \text{.....4}$$

$$dt = \frac{2\pi x dx}{1000 VcVf \sin\theta} \qquad \text{.....5}$$

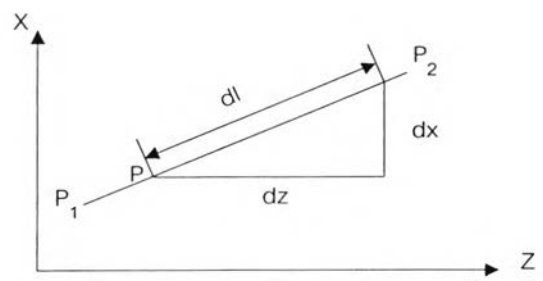
โดยที่ θ มีค่าเท่ากับ $\arctan[(X_2-X_1)/(Z_2-Z_1)]$

$$t = \int_{X1}^{X2} \frac{2\pi x dx}{1000 VcVf \sin\theta} \qquad \text{.....6}$$

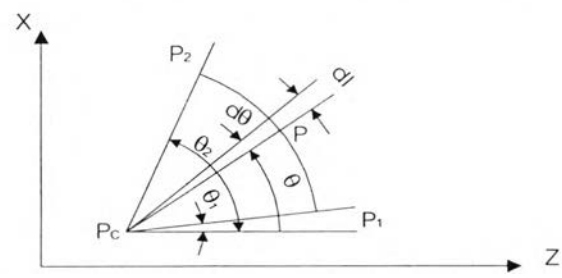
$$t = \frac{\pi}{1000 VcVf}\left|\frac{(X_2^2 - X_1^2)}{\sin\theta}\right| \qquad \text{.....7}$$

และสำหรับในกรณีที่เป็นการเคลื่อนที่ขนานไปตามแนวยาวของชิ้นงาน หรือ θ เป็นศูนย์จะได้ว่า

$$t = \frac{2\pi}{1000 VcVf}\left|X(Z_2 - Z_1)\right|$$



รูปที่ 1.6 แสดง การคำนวณเวลาสำหรับการเคลื่อนที่เป็นเส้นตรง



รูปที่ 1.7 แสดง การคำนวณเวลาสำหรับการเคลื่อนที่เป็นเส้นโค้ง

การคำนวณเวลาสำหรับการเคลื่อนที่เป็นเส้นโค้ง

ในลักษณะเดียวกันกับการคำนวณเวลาสำหรับการเคลื่อนที่เป็นเส้นตรง เวลาสำหรับการเคลื่อนที่เป็นเส้นโค้ง ณ.จุด P(z,x) ของรัศมีความโค้ง R คือ

$$dt = \frac{Rd\theta}{VfN} \qquad \text{.....8}$$

เมื่อ Pc คือจุดศูนย์กลางของส่วนโค้งมีพิกัดคือ Pc(Zc,Xc) จะได้ว่า

$$x = Xc + R\sin\theta$$

ฉะนั้นจะได้ว่า

$$t = \int_{\theta_1}^{\theta_2} \frac{2\pi R}{1000VcVf}(Xc + R\sin\theta)d\theta \qquad \text{.....9}$$

$$t = \frac{2\pi R}{1000VcVf}[Xc(\theta 2 - \theta 1) + R(\cos\theta 2 - \cos\theta 1)] \qquad \text{...10}$$

โดยที่ $\theta 1$ มีค่าเท่ากับ arctan[$(X_1-X_c)/(Z_1-Z_c)$] และ$\theta 2$ มีค่าเท่ากับ arctan[$(X_2-X_c)/(Z_2-Z_c)$]
นั่นคือจะได้ว่าเวลารวมทั้งหมดในการกลึงจะเท่ากับเวลารวมทั้งหมดตามสมการที่ 6, 7, 10 และเวลารวมของการเคลื่อนที่เร็ว(Rapid Transverse)

$$T = \frac{\alpha}{V_c V_f} + \frac{\beta}{V_r}$$

เมื่อ

$$\alpha = \frac{\pi}{1000}\left[\sum\left|\frac{X_2^2 - X_1^2}{\sin\theta}\right| + \sum 2\left|X(Z_2 - Z_1)\right| + \sum 2R\left|X_c(\theta_2 - \theta_1) - R(\cos\theta_2 - \cos\theta_1)\right|\right]$$

β คือระยะทางทั้งหมดที่มีดตัดเคลื่อนที่ภายใต้การเคลื่อนที่แบบเร็ว
และ V_r คือความเร็วในการเคลื่อนที่แบบเร็ว

2.2 งานวิจัยและบทความที่เกี่ยวข้อง

ครองพล จงตระกูล, เสถียรพงศ์ หุยะนันท์, เหล็ก ดาวเรือง (2534)

เป็นงานวิจัยที่กล่าวถึงการเชื่อมต่อเครื่องจักรซีเอ็นซีเข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์ เน้นในด้านที่จะนำเครื่องคอมพิวเตอร์มาเป็นอุปกรณ์ปลายทางในการเก็บรักษา แก้ไขเปลี่ยนแปลง หรือทำการเขียนรหัสสั่งการทำงานของเครื่องจักรซีเอ็นซีเพิ่มเติมได้ ซึ่งเป็นการทดลองกับเครื่อง CNC Vertical Milling Machine โดยงานวิจัยแบ่งเป็นสองส่วนหลักคือ ในส่วนของการศึกษาโปรแกรมและพื้นฐานการใช้เครื่องซีเอ็นซี และในส่วนของการศึกษาและทดลองรับส่งข้อมูลระหว่างเครื่องซีเอ็นซีกับเครื่องคอมพิวเตอร์

J.W.Lee (1988)

เป็นงานวิจัยที่กล่าวถึงการคำนวณหาเวลาที่ใช้จริงในการกลึงของเครื่องกลึงซีเอ็นซี โดยได้กล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบและอัตราการป้อนตัด การคำนวณหาเวลาที่ใช้ในการตัดที่เป็นเส้นตรง การคำนวณหาเวลาที่ใช้ในการตัดที่เป็นเส้นโค้ง และเวลาทั้งหมดที่ใช้ในการตัด ตลอดจนการทดลองเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อทำการคำนวณเวลาทั้งหมดจากรหัสสั่งการทำงานของเครื่องกลึงซีเอ็นซี

MMS Online (1997)

เป็นบทความที่กล่าวถึงการนำเครื่องคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์เสริมมาต่อเป็นระบบควบคุมการเคลื่อนที่สำหรับเครื่องกลึง (PC-based CNC system) ในสถาบันการศึกษา (Blackstone Valley Regional Technical School) ว่าสามารถช่วยลดค่าใช้จ่ายในการซื้อเครื่องกลึงซีเอ็นซีโดยตรง อีกทั้งโปรแกรมที่จำลองการทำงานของเครื่องกลึงซีเอ็นซียังช่วยให้การฝึกอบรมการเขียนชุดรหัสสั่งการทำงานให้แก่นักเรียนเป็นไปอย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้เนื่องจากเหตุผลหนึ่งคือนักเรียนในปัจจุบันมีความคุ้นเคยกับเครื่องคอมพิวเตอร์และระบบปฏิบัติการ Windows เป็นอย่างดีอยู่แล้ว

MMS Online (1999)

เป็นบทความที่กล่าวถึงการเพิ่มประสิทธิภาพ และกำลังการผลิตของบริษัท A.M. Machining โดยการตัดสินใจนำเครื่องกลึงซีเอ็นซีมาใช้แทนเครื่องกลึงธรรมดา เนื่องจากไม่สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้ภายในระยะเวลาที่ลูกค้าต้องการ และในส่วนของการอบรมให้แก่พนักงานที่ควบคุมเครื่องกลึงซีเอ็นซีนั้น ได้ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์จำลองการทำงานช่วยในการอบรม ตลอดจน

โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยในการเขียนชุดรหัสสั่งการทำงานตามการเคลื่อนที่ที่ผู้ควบคุมต้องการด้วยระบบผู้ช่วยเหลือแบบโต้ตอบ ผลจากการตัดสินใจดังกล่าวทำให้บริษัทสามารถลดเวลาในการเริ่มผลิตชิ้นงาน(Setup Time)ลงได้ครึ่งหนึ่ง และเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานได้ 62 เปอร์เซ็นต์

Robert A. DelRossi (1999)

เป็นบทความที่กล่าวถึงการเลือกใช้เครื่องมือสำหรับพัฒนาโปรแกรมด้วยภาษา Visual C++ บนระบบปฏิบัติการ Microsoft Windows โดยผู้เขียนได้อ้างถึงโปรแกรม 2 โปรแกรมที่มีประสิทธิภาพสูงในปัจจุบันคือ Borland C++ Builder 4.0 และ Microsoft Visual C++ 6.0 บทความอธิบายและเปรียบเทียบลักษณะการทำงาน การใช้งาน การติดต่อกับผู้ใช้ ข้อเด่น ข้อด้อย สิ่งแวดล้อมหรือองค์ประกอบที่จำเป็นต่อการใช้โปรแกรม พร้อมทั้งเสนอข้อมูลค่าใช้จ่ายและบริการหลังการขายของทั้งสองโปรแกรม และจากการสรุปของผู้เขียนได้ให้คะแนนแก่โปรแกรม Borland C++ Builder 4.0 ที่ 3.5 ดาว และ 3 ดาวสำหรับโปรแกรม Microsoft Visual C++ 6.0

Inprise Corp. (1999)

เป็นบทความของบริษัทผู้ผลิตโปรแกรม Borland C++ Builder 4.0 เพื่อเสนอข้อมูลของผลิตภัณฑ์ โดยได้อธิบายถึงเหตุผลทั้ง 4 ข้อของนักพัฒนาโปรแกรมด้วยภาษา Visual C++ ที่จะเลือกใช้โปรแกรม Borland C++ Builder เป็นเครื่องมือในการพัฒนาโปรแกรม ซึ่งเหตุผลทั้ง 4 ข้อคือ เป็นโปรแกรมที่ช่วยให้ผู้พัฒนาโปรแกรมสามารถพัฒนาโปรแกรมได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธภาพ สนับสนุนการทำงานด้วย Corba ที่จะช่วยให้สามารถทำงานที่เกี่ยวข้องกับฐานข้อมูลจำนวนมากได้อย่างรวดเร็ว ความเข้ากันได้ของคำสั่งและไวยากรณ์ของ Borland C++ Builder 4.0 และ Visual C++ และคุณลักษณะใหม่จำนวนมากที่เพิ่มขึ้นมาเช่นความสามารถในการจัดการฐานข้อมูล หรือการให้บริการแก่ผู้ใช้จำนวนมากในเวลาเดียวกันเป็นต้น