

บทที่ 2

ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 งานวิจัยเกี่ยวกับแรงในการตัดโลหะ

เป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปว่า แรงในการกลึงที่กระทำบนใบมีดกลึงนั้นสามารถแบ่งออกเป็นแรงย่อยได้ใน 3 ทิศทาง คือแรงในทิศทางหลัก (Tangential Force) มีทิศทางตั้งฉากกับพื้นผิวชิ้นงานที่กำลังกลึง แรงในทิศทางการป้อนมีด (Feed Force) มีทิศทางขนานกับแกนหมุนของชิ้นงาน และแรงในทิศทางรัศมีของชิ้นงาน (Radial Force) มีทิศทางขนานกับความลึกของรอยตัด

การจะศึกษาเกี่ยวกับแรงในการตัดโลหะนั้น จำเป็นที่จะต้องมีการวัดแรง และการสร้างอุปกรณ์วัดแรง (Dynamometer) เป็นสิ่งที่ช่วยทำให้การศึกษาเรื่องแรงในการกลึงโลหะเป็นไปได้ ดังจะเห็นจากพัฒนาการดังต่อไปนี้^๑

ปี ค.ศ. 1880-1906 Taylor ได้พัฒนาอุปกรณ์วัดแรงในการกลึงได้สำเร็จ โดยใช้อุปกรณ์วัดแรงชนิด "Brake Type Dynamometer" ทำการวัดแรงในทิศทางหลัก (Tangential Force) บนใบมีดกลึงได้สำเร็จ แต่ไม่สามารถทำการวัดแรงในทิศทางการป้อนมีด (Feed Force) และแรงในทิศทางรัศมีของชิ้นงาน (Radial Force) ได้

ปี ค.ศ. 1904 J.T. Nicolson ได้สร้างอุปกรณ์วัดแรงชนิด "Hydraulic Type Dynamometer" ซึ่งสามารถวัดแรงได้ทั้งสามทิศทาง

ปี ค.ศ. 1927-1933 Okochi และ Okoshi ได้ทำการวัดแรงในการกลึงทั้งสามทิศทางโดยใช้อุปกรณ์วัดแรงชนิด "Piezoelectric Pick-up Type Dynamometer"

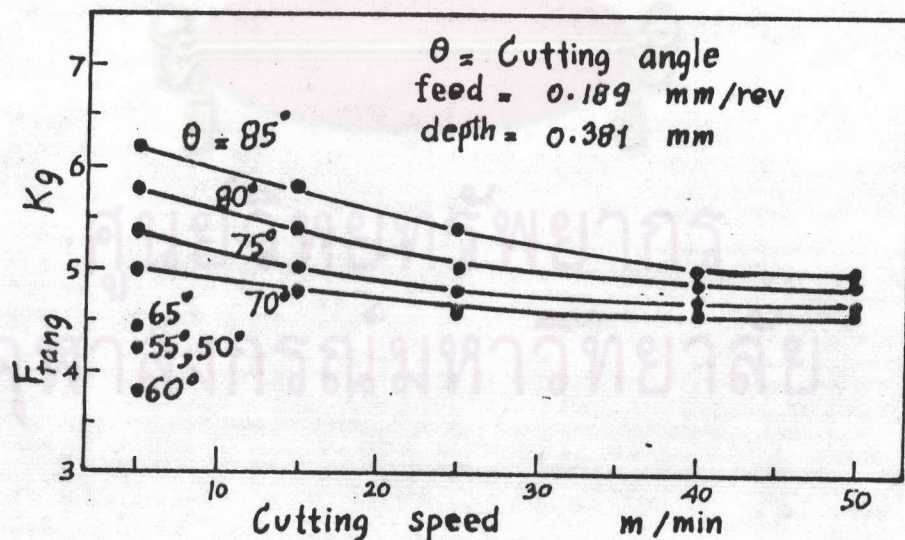
นอกจากนี้ Boston and Kraus ได้ออกแบบอุปกรณ์วัดแรงชนิด "Mechanical Type" ที่สามารถวัดแรงได้ทั้งสามทิศทางพร้อมกัน

ต่อมา อุปกรณ์วัดแรง (Dynamometer) ซึ่งเป็นเครื่องมือที่สำคัญสำหรับการวิจัยเรื่องแรงในการตัดโลหะ ได้ถูกพัฒนาปรับปรุงขึ้นอย่างต่อเนื่อง จนในปัจจุบันนี้ อุปกรณ์

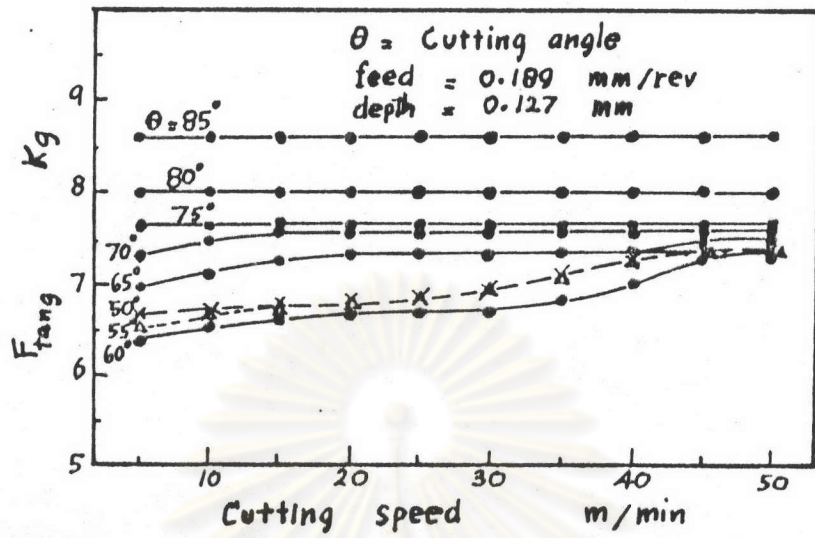
วัดแรงที่เป็นที่นิยมกันมากที่สุดคือ การใช้สเตรนเกจไดนามอมิเตอร์ (Strain Gage Dynamometer) คู่กับเครื่องขยายสัญญาณไฟฟ้า (Electronic Amplifiers) และเครื่องบันทึกข้อมูล (Recorders) ซึ่งการใช้เครื่องบันทึกข้อมูล (Recorders) มีข้อดีคือการบันทึกเป็นแบบถาวร (Permanent Records) ทำให้สามารถอ่านผลการทดลองหลังจากการทดลองเสร็จจล้นลงแล้วได้ หรือสามารถนำเอาผลการทดลองมาตรวจลอบหรือวิเคราะห์ใหม่ได้

Kronenberg ได้ทำการศึกษาค้นคว้าและรวบรวมผลการวิจัยของนักวิชาการต่าง ๆ หลายท่านเขาพบว่าในทุกกรณีของการตัดโลหะ ค่าความเร็วในการตัด (Cutting Speed) จะมีอิทธิพลต่อแรงในทิศทางหลัก (Tangential Force) เสมอ

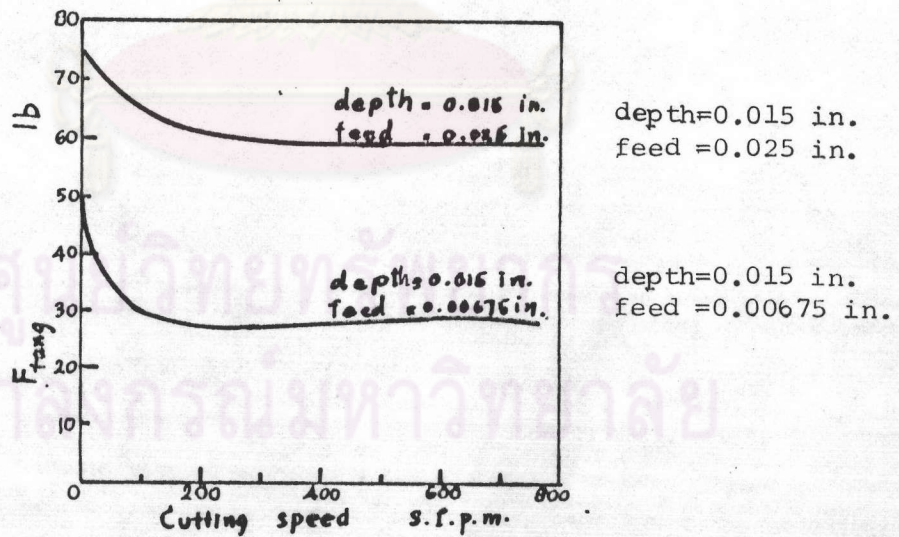
Okochi and Okoshi ได้เสนอช่วงของความเร็วตัด (Cutting Speeds) ที่เหมาะสมในการตัดสังกะสี (Zinc) ที่ทำให้ค่าแรงในทิศทางหลัก (Tangential Force) คงที่และพบว่า ในกรณีของการกลึงเหล็กหล่อ (Cast Iron) เมื่อความเร็วในการตัดเพิ่มขึ้นค่าแรงในทิศทางหลัก (Tangential Force) จะลดลงเล็กน้อย ส่วนในการกลึงอลูมิเนียม นั้น เมื่อค่าความเร็วในการตัด (Cutting Speed) เพิ่มขึ้นแล้วแรงในทิศทางหลัก (Tangential Force) จะเพิ่มขึ้นเล็กน้อย⁽¹⁵⁾



รูปที่ 2-1 กราฟแสดงอิทธิพลของความเร็วในการตัดต่อแรงในทิศทางหลัก (Tangential Force) เมื่อกลึงเหล็กหล่อ (Cast Iron)



รูปที่ 2-2 กราฟแสดงอิทธิพลของความเร็วในการตัดต่อแรงในทิศทางหลัก (Tangential Force) เมื่อกำลังอลูมิเนียม



รูปที่ 2-3 กราฟแสดงอิทธิพลของความเร็วในการตัด ต่อแรงในทิศทางหลัก (Tangential Force) เมื่อกำลังเหล็กกล้าขมุน (Mild Steel) ด้วยใบมีดคาร์ไบด์

Klopstock ได้สรุปว่า ในการตัดเหล็กเหนียว (Wrought Iron) เหล็กหล่อ (Cast Iron) และเหล็กกล้าผสมโครเมียม-นิกเกิล (Chromenickel) นั้น เมื่อความเร็วในการตัดสูงขึ้น ค่าแรงในทิศทางหลัก (Tangential Force) จะลดลงเล็กน้อย^(๒)

Cave ได้เสนอว่าในการกลึงเหล็กกล้าละมุน (Mild Steel) นั้น ค่าความเร็วในการตัด (Cutting Speed) ไม่มีอิทธิพลต่อค่าแรงในทิศทางหลัก (Tangential Force)^(๒) แต่นักวิจัยหลายท่านแย้งว่า แรงในทิศทางหลักจะลดลงเมื่อความเร็วเพิ่มขึ้นในช่วงความเร็วต่ำ แต่ในช่วงความเร็วที่สูงนั้น จะพบว่าค่าแรงในทิศทางหลักคงที่ แม้จะเพิ่มความเร็วในการตัดให้สูงขึ้น

2.2 งานวิจัยเกี่ยวกับอายุใบมีด

ในปี ค.ศ. 1807 F.W. Taylor ได้ชี้ให้เห็นว่าความเร็วในการตัดที่ไม่เหมาะสม มีอิทธิพลอย่างสูงต่อค่าใช้จ่ายในการตัดโลหะ นั่นคือความเร็วที่ต่ำเกินไปจะทำให้อัตราการผลิตต่ำ ส่วนความเร็วที่สูงเกินไปจะทำให้ใบมีดหมดอายุการใช้งานเร็ว ซึ่งมีผลให้ต้นทุนในการผลิตสูงขึ้น ดังนั้น Taylor จึงเชื่อว่าการตัดโลหะครั้งหนึ่ง ๆ น่าจะมีอัตราความเร็วในการตัดที่เหมาะสมที่ทำให้อายุการใช้งานของใบมีดนานที่สุด เขาจึงทำการทดลองตัดโลหะชนิดต่าง ๆ และได้พบสมการอายุใบมีด (Tool Life Equation) ซึ่งเป็นที่รู้จักกันอย่างแพร่หลายในเวลาต่อมาว่า "สมการอายุใบมีดของเทลเลอร์" (Taylor's Tool Life Equation) มีลักษณะดังนี้

$$VT^n = C_e \dots\dots\dots(2-1)$$

- เมื่อ V = ความเร็วในการตัด (Cutting Speed)
- T = อายุใบมีด (Tool Life)
- n = ค่าคงที่ (Constant exponent)
- C_e = ค่าคงที่ (Constant)

หรือ $T = K / V^{1/n} = KV^{-1/n} \dots\dots\dots(2-2)$

เมื่อ $K =$ ค่าคงที่ (Constant) $= C_t^{1/n}$

ต่อมา Taylor พบว่า อัตราการป้อนใบมีด (Feed) และ ความลึกของการตัด (Depth of Cut) ก็มีผลต่ออายุใบมีด ดังนั้น สมการที่ (2-2) จึงเขียนใหม่ได้ดังนี้

$$T = K / V^{(1/n_1)} f^{(1/n_2)} d^{(1/n_3)} \dots\dots(2-3)$$

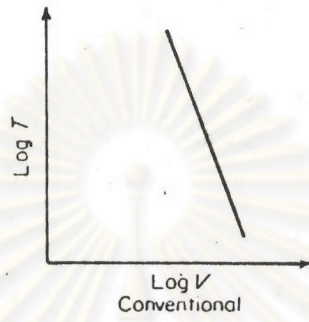
เมื่อ d = ความลึกในการตัด (Depth of cut)
 f = อัตราการป้อนใบมีด (Feed)
 n_1, n_2, n_3 = ค่าคงที่ (Constant Exponent of Speed, Feed and Depth of Cut)

นอกจากนี้ Taylor ยังได้พิจารณาถึงอิทธิพลของขนาดของรอยตัด และลักษณะทางเรขาคณิตด้วย พร้อมทั้งเสนอสมการสำหรับหาค่าความเร็วในการตัดไว้ดังนี้

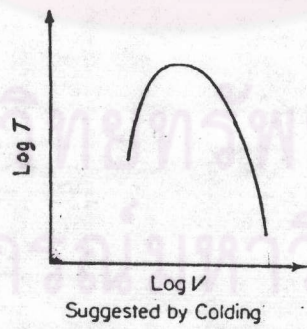
$$V = \frac{C_t \left\{ 1 - \frac{.72}{r} \right\}}{\left\{ .0394f \right\}^{(.4 + \frac{2.12}{5 + 1.26r})} \left\{ \frac{1.5d}{r} \right\} \left\{ (.13 + .0675\sqrt{r}) \frac{r}{7.35 + 1.88d} \right\}} \dots\dots (2-4)$$

เมื่อ C_t = ค่าตัวเลขคงที่ของเทเลอร์ (Taylor's Constant)
 f = ค่าอัตราการป้อนใบมีด (Feed, in/rev)
 d = ค่าความลึกในการตัด (Depth of Cut, in)
 r = รัศมีของปลายมีด (nose radius, in)

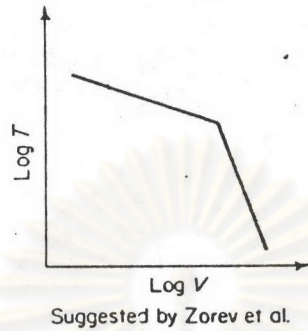
จากสมการที่ (2-2) ของ Taylor สามารถแสดงได้โดยกราฟเส้นตรงบนแกนของ Log T และ Log V ดังรูปที่ 2-4(ก)



2-4 (ก)



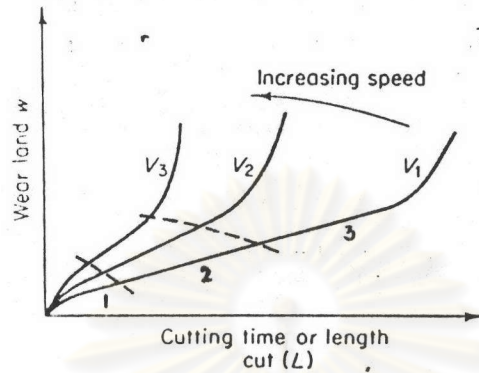
2-4 (ข)



2-4(ค)

รูปที่ 2-4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอายุการใช้งานของใบมีด
และความเร็วในการตัด

Colding ได้เสนอความคิดแย้งกับ Taylor ว่า ความสัมพันธ์ระหว่าง $\text{Log } T$ กับ $\text{Log } V$ ไม่จำเป็นต้องเป็นดังรูปที่ 2-4 (ก) เสมอไป ทั้งนี้ Colding ได้ใช้ทฤษฎีการกระจายของรอยสึก (Diffusion wear theory) เป็นสมมติฐานในการวิเคราะห์ และผลจากการวิเคราะห์เขาชี้ให้เห็นว่าความสัมพันธ์ระหว่าง $\text{Log } T$ กับ $\text{Log } V$ ควรจะเป็นดังรูปที่ 2-4 (ข)



รูปที่ 2-5 กราฟแสดงการสึกหรอของใบมีดในลักษณะการสึกหรอ
ด้านหลังมีด (Wearland)

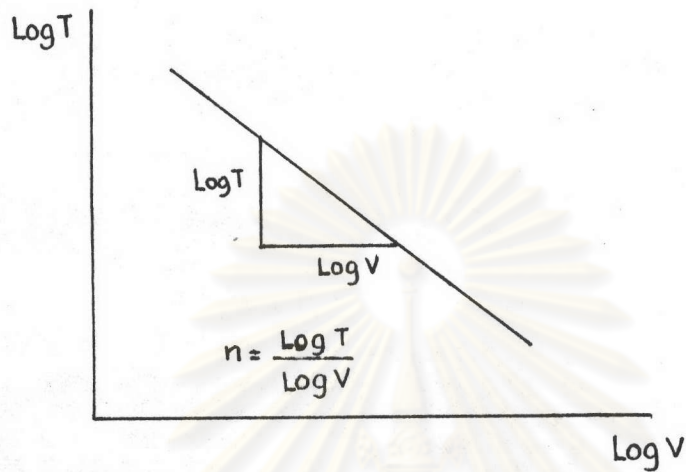
Zorev et al และ Tashilitsky ได้ใช้รอยสึกด้านหน้าของใบมีด (Crater Wear of Rake face) เป็นตัวตัดสินอายุใบมีด โดยจะถือว่าช่วงที่สองของกราฟในรูปที่ 2-5 บ่งบอกถึงการหมดอายุการใช้งานของใบมีดและชี้ให้เห็นว่าความสัมพันธ์ระหว่าง $\text{Log } T$ กับ $\text{Log } V$ ควรจะเป็นดังกราฟรูปที่ 2-4(ค)

ศูนย์วิจัยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Armarego and Brown¹¹ ได้เสนอค่าของรอยสึกด้านหลังใบมีด (Wear land) ที่ถือว่าใบมีดหมดอายุการใช้งานไว้ดังนี้

ขนาดของ Wearland (นิ้ว)	ชนิดของสารใบมีด	หมายเหตุ
0.030	Cemented Carbide	Roughing passes
0.010 - 0.005	Cemented Carbide	Finishing passes
0.010 - 0.015	Cemented Oxide	roughing and Finishing passes
0.060 or Total destruction	High Speed Steel	Roughing passes
0.010 - 1.015	High Speed Steel	Finishing passes

Takeyama ได้ทำการทดลองโดยใช้ใบมีดทำจากซีเมนต์คาร์ไบด์ (Cemented Carbide) และชิ้นงานเป็นเหล็กสแตนเลส (Stainless Steel) พบว่าการสึกหรอของใบมีดอาจเกิดขึ้นในลักษณะสึกทางด้านหลังของใบมีด (Wear Land) หรือสึกทางด้านหน้าของใบมีด (Crater Wear) นั่นคือเมื่อตัดโลหะด้วยความเร็วในการตัดต่ำ และอัตราการป้อนใบมีดสูง ใบมีดส่วนมากจะแตกหักเสียหายเนื่องจากรอยสึกด้านหลังของใบมีด (Wear Land) มีขนาดใหญ่เกินไป แต่เมื่อความเร็วในการตัดมีค่าสูงขึ้น และค่าอัตราการป้อนใบมีดต่ำลง ใบมีดจะหักเนื่องจากรอยสึกด้านหน้าของใบมีด (Crater Wear) มีขนาดใหญ่เกินไป ดังนั้นสมการอายุใบมีด ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอายุการใช้งานของใบมีด (T) กับความเร็วในการตัด (V, Cutting Speed) ในกราฟ Log-Log จะเป็นเส้นตรง ดังในรูปที่ 2-6



รูปที่ 2-6 กราฟแสดงการสึกหรอของใบมีดบนแกน $\text{Log } T - \text{Log } V$

Armarego and Brown⁽¹⁾ ชี้ให้เห็นว่าการวัดอายุการใช้งานของใบมีดมีมากมายหลายวิธีดังต่อไปนี้

1. พิจารณาเวลาใช้งานจริงๆ ในการตัดโลหะของใบมีด จนกระทั่งใบมีดหักหรือสึกหรอ
2. พิจารณาเวลารวมทั้งหมดโดยนับตั้งแต่เริ่มใช้งาน จนกระทั่งใบมีดหักหรือบิ่น เช่น ใบมีดกัดโลหะ เป็นต้น
3. พิจารณาความยาวของชิ้นงาน (Work Material) ตั้งแต่เริ่มตัดจนใบมีดหักหรือสึกหรอ
4. พิจารณาปริมาตรของเศษโลหะที่เป็นฝอยโลหะ (Chip) จนกระทั่งใบมีดหักหรือสึกหรอ

5. พิจารณาจำนวนชิ้นงานที่ผลิตได้จนกระทั่งใบมีดหักหรือสึกหรอ
6. พิจารณาอัตราการตัดของโลหะ (Cutting Speed) ซึ่งตัดโลหะที่ระยะเวลาหนึ่งจนใบมีดสึกกร่อน

นอกจากนี้ยังชี้ให้เห็นว่า เกณฑ์ตัดสินการหมดอายุของใบมีด เป็นปัญหาสำคัญ เนื่องจากการปฏิบัติงานจริงนั้น ช่างจะไม่รอจนใบมีดหักลงไปถึงจริง ๆ เพราะการแตกหักของใบมีดทำให้แรงในการตัดมีค่าสูง และอาจทำให้ชิ้นส่วนเครื่องมือกลเสียหายได้ อีกทั้งอาจเป็นอันตรายต่อช่างกลึง หรือทำให้เสียดุลยภาพของเครื่องจักร (Balancing of Machine) หรือทำให้เสียเนื้อเหล็กของใบมีดตัดซึ่งมีราคาแพงไปโดยไร้ประโยชน์ ดังนั้นเมื่อสังเกตเห็นว่าใบมีดสึกหรอพอสมควรแล้วจึงนิยมนำไปลับหรือเจียรไนใหม่ แต่อย่างไรก็ตาม เกณฑ์ตัดสินการหมดอายุของใบมีดมีอยู่หลายลักษณะดังนี้

1. คมมีดหักหรือใบมีดหัก
2. คมมีดกระเทาะหรือมีรอยร้าวเกิดขึ้น
3. ขนาดของรอยสึกทางด้านหลังของใบมีด (Clearance Wear Land) มีขนาดใหญ่เกินที่กำหนดไว้
4. รอยสึกเป็นหลุมทางด้านหน้าของใบมีด (Crater Wear Land) มีขนาดใหญ่เกินที่กำหนดไว้
5. ปริมาตรหรือน้ำหนักของเนื้อใบมีดสึกหรอมากเกินไป
6. ความขรุขระของพื้นผิวลำเร้จรูป (Surface Finish) บนชิ้นงานมีค่าสูงเกินไป
7. ขนาดของชิ้นงานที่ได้จากการตัดมีขนาดโตกว่าที่กำหนด
8. แรงตัดเพิ่มขึ้นมากเกินไป

Barrow³ ได้ทำการศึกษาเรื่อง 'Tool-Life Equations and Machining Economics' โดยพิจารณาถึงอิทธิพลของกฎเกณฑ์ในการกำหนดอายุใบมีดและสภาวะการกลึง และความเป็นไปได้ในการรวมสมการต่างๆ เข้าด้วยกัน เพื่อทำการวิเคราะห์เศรษฐศาสตร์การกลึงโลหะ โดยได้กล่าวถึงลักษณะทั่ว ๆ ไปของการหมดอายุของใบมีดกลึงไว้ 4 ลักษณะ คือ

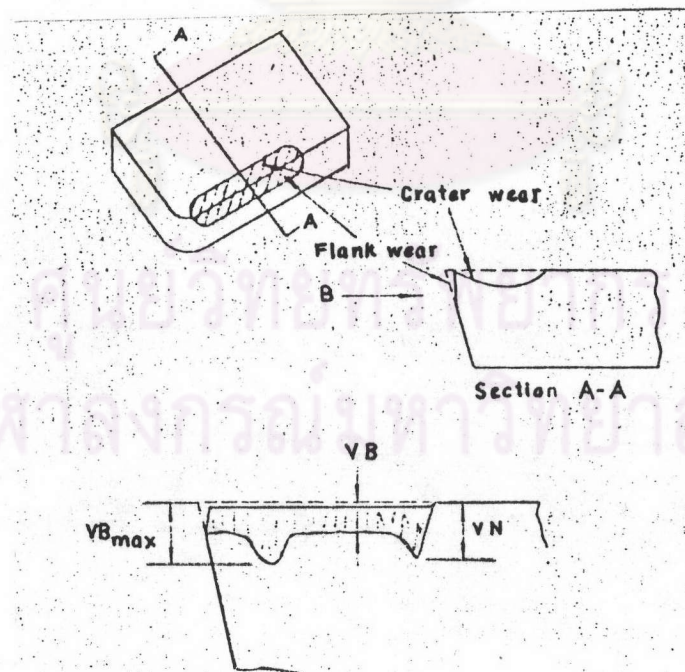
1. รอยสึกบริเวณด้านหลังของใบมีด (Clearance face, Flank face)
2. รอยสึกบริเวณด้านหน้าของใบมีด (Rake Face, Crater Wear)
3. เกิดการเปลี่ยนแปลงของคมมีด (Plastic Deformation of Cutting Edge)
4. เกิดการแตกร้าวของคมมีดเนื่องจากความร้อนและการกระแทก (Thermal Cracking and Mechanical Chipping of the Cutting Edge)

Barrow ชี้ให้เห็นว่าควรจะหลีกเลี่ยงการสึกหรอในลักษณะที่ 3 และ 4 เพราะทำให้เกิดความเสียหายมากกว่ากรณีที่ 1 และ 2 ดังนั้นโดยทั่วไปการพิจารณาอายุใบมีดส่วนใหญ่จะวัดการสึกหรอของบริเวณด้านหลังมีด (Flank Wear) และด้านหน้ามีด (Crater Wear) ซึ่งระดับของการสึกหรอที่ถือว่าใบมีดหมดอายุการใช้งาน มีดังนี้

1. ประเภทใบมีด คาร์ไบด์ และใบมีด เซอราเมคส์

ใบมีดหมดอายุการใช้งานเมื่อค่ารอยสึกบริเวณด้านหน้ามีด (Flank Wear) ที่แสดงในรูปที่ 2-7 มีค่าต่างๆ ดังนี้

$$VB = 0.015 \text{ นิ้ว} \quad VN = 0.030 \text{ นิ้ว} \quad \text{และ} \quad VB_{\max} = 0.030 \text{ นิ้ว}$$



รูปที่ 2-7 แสดงลักษณะการสึกหรอของใบมีด

ซึ่งเมื่อนำกฎเกณฑ์เหล่านี้ไปใช้จะถือว่าใบมีดหมดอายุการใช้งานเมื่อการสึกหรอของผิวด้านหน้าของมีด (Wear Land) อันใดอันหนึ่ง สึกหรอถึงตัวเลขที่กำหนด สำหรับรอยสึกด้านหน้ามีด (Crater Wear) ใช้สูตร

$$KT = 0.004 + 0.3 f$$

เมื่อ f = อัตราการป้อนมีด (Feed) (มิลลิเมตรต่อรอบ)

2. ประเภทใบมีดเหล็กกล้าความเร็วสูง (High Speed Steel)

ใบมีดหมดอายุการใช้งานเมื่อค่า $VB_{max} = 0.06$ นิ้ว หรือแตกหักอย่างสมบูรณ์ ซึ่งการแตกหักอย่างสมบูรณ์ของใบมีดเหล็กกล้าความเร็วสูง (High Speed Steel) จะเกิดขึ้นเมื่อมีเศษโลหะเกาะติดบนใบมีดมากจนวัดไม่ได้

Barrow กล่าวว่า การสึกหรอด้านหน้ามีด (Crater Wear) เกิดขึ้นช้ากว่า การสึกหรอด้านหลังมีด (Flank Wear) ดังนั้นโดยทั่ว ๆ ไปสมการอายุใบมีดจึงใช้กฎเกณฑ์ การสึกหรอด้านหลังมีด (Flank Wear)

Cook⁴ ได้ทำการศึกษาเรื่อง 'Tool Wear and Tool Life' และกล่าวว่า ลักษณะการสึกหรอของใบมีดจะแปรเปลี่ยนตามลักษณะการตัด เช่น การกลึง (Turning) การกัด (Milling) การเจาะ (Drilling) เป็นต้น แต่ลักษณะการตัดที่ทำให้มองเห็น รอยสึกของใบมีด (Tool Wear) ได้ง่ายที่สุดและชัดเจนที่สุด ได้แก่ การกลึง

นอกจากนี้ Cook แบ่งลักษณะการสึกหรอของใบมีดเป็น 3 ประเภท คือ

1. รอยสึกด้านหลังมีด (Wear Land) คือรอยสึกบนผิวหน้ามีดด้านข้าง (Flank of the Tool) ดังแสดงในรูปที่ 2-7 ซึ่งรอยสึกด้านหน้ามีด (Wear Land) สามารถ เกิดได้ทุกสภาวะการตัด แต่จะมีมากกว่าการสึกแบบอื่น ๆ ในสภาวะการตัดที่ใช้ความเร็ว ในการตัดต่ำหรืออุณหภูมิในการตัดต่ำ

2. รอยสึกด้านหน้ามีด (The Crater) เป็นรอยตัดรูปจาน (Dished-out section) บนผิวหน้ามีดซึ่งเกิดขึ้นเมื่อผิวหน้ามีดต้องเจอกับความตึงเครียด (Stress) ที่ สูงและอุณหภูมิที่ผิวหน้ามีดสูง ในสภาวะการตัดที่ใช้ความเร็วในการตัดต่ำนั้น การสึกหรอด้านหน้าของใบมีด (Crater Wear) จะน้อยกว่าการสึกหรอด้านหลังของใบมีด

(Land Wear) มาก

3. รอยสึกที่ปลายมีด (Nose Radius Wear) จะเกิดขึ้นที่ปลายมีด (Nose Radius) ใกล้เคียง ๆ กับพื้นผิวหลบ (End Relief Face) ซึ่งรอยสึกนี้เป็นส่วนหนึ่งของรอยสึกด้านหลังใบมีด (Wear Land) รอบ ๆ ปลายมีด (Nose Radius) และรอยสึกชนิดนี้ทำให้ความลึกของรอยตัดลดลง และทำให้ชิ้นงานมีความขรุขระมากขึ้น

ในขั้นนี้ จะเห็นได้ว่าความสัมพันธ์ระหว่างอายุการใช้งานของใบมีด และความเร็วในการตัดมีอยู่ 3 ลักษณะ คือ

1. เป็นความสัมพันธ์ในเชิงเส้นตรงเส้นเดียวของ $\log T$ และ $\log V$ ตามแบบของ Taylor เมื่อ T คือ อายุการใช้งานของใบมีดและ V เป็นความเร็วในการตัดโลหะ

2. เป็นความสัมพันธ์ในเชิงเส้นตรง 2 เส้น ของ $\log T$ และ $\log V$ ตามแบบของ Zorev

3. เป็นเส้นโค้งที่มีจุดสูงสุด ของ $\log T$ และ $\log V$ ตามแบบของ Colding

มนตรี เกียรติกุล^(๕) ได้ลุ่มตัวอย่างของข้อมูลเกี่ยวกับอายุการใช้งานของใบมีดที่ปรากฏในเอกสารวิจัยต่าง ๆ 10 ฉบับ^(๖-๑๕) และพบว่าข้อมูลเหล่านี้ประมาณ 80% จะมีลักษณะเป็นแบบความสัมพันธ์แบบเส้นตรงเส้นเดียวตามแนวความคิดของ Taylor

ดังนั้นจึงควรจะสรุปได้ว่า ในทางปฏิบัติแล้ว ความสัมพันธ์ระหว่างอายุการใช้งานของใบมีด และความเร็วในการตัด สามารถแทนที่ได้ด้วยสมการเชิงเส้นตรงระหว่าง $\log T$ และ $\log V$ ตามแนวของ Taylor หากจะมีคลาดเคลื่อนไปจากนี้บ้างก็มีเพียงส่วนน้อย