

### หน่วยที่ 3

#### เครื่องมือตัด และเงื่อนไขการตัดเฉือนสำหรับงานซีเอ็นซี

##### สาระการเรียนรู้

- 3.1 เครื่องมือตัดสำหรับงานซีเอ็นซี
- 3.2 มาตรฐานสำหรับด้ามมีดและเม็ดมีดอินเสิร์ต
- 3.3 เงื่อนไขการตัดเฉือนงานกลึงและงานกัดซีเอ็นซี
- 3.4 การหาค่า ความเร็วรอบ, ความเร็วตัด และอัตราป้อน
- 3.5 สารหล่อเย็นสำหรับการตัดเฉือนโลหะของเครื่องกลึงและเครื่องกัดซีเอ็นซี

##### สาระสำคัญ

ในอุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนอุตสาหกรรมที่ต้องการความเที่ยงตรงแม่นยำของขนาดและความสม่ำเสมอของคุณภาพชิ้นงาน การขึ้นรูปชิ้นงานอย่างมีคุณภาพจำเป็นต้องพิจารณาเลือกใช้เครื่องมือตัดหรือทูลให้เหมาะสมกับการขึ้นรูปชิ้นงาน ตลอดจนการกำหนดเงื่อนไขการตัดเฉือนให้ถูกต้องได้แก่ค่าความเร็วรอบเพลาสปินเดิล (Spindle Speed) ค่าความเร็วตัด (Cutting Speed) และอัตราป้อนตัด (Feed Rate) ความลึกการตัดเฉือน (Depth of cut) รวมถึงการใช้อุปกรณ์เสริมต่างๆเช่น อุปกรณ์ติดตั้งทูล (Tool Holder), การหล่อเย็นเครื่องมือตัด โดยมีจุดประสงค์เพื่อให้สามารถผลิตชิ้นงานได้อย่างมีคุณภาพและใช้งานเครื่องมือตัดได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ

##### จุดประสงค์ทั่วไป

1. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจเครื่องมือตัดที่ใช้สำหรับงานกลึงและงานกัดซีเอ็นซี
2. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจมาตรฐานสำหรับด้ามมีดกลึงอินเสิร์ต
3. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจมาตรฐานสำหรับเม็ดมีดกลึงอินเสิร์ต
4. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจชนิดของเม็ดมีดอินเสิร์ต
5. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจการคำนวณหาค่าความเร็วรอบ, ความเร็วตัด, อัตราป้อน
6. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจลักษณะการขึ้นรูปชิ้นงานของงานกลึงและงานกัด
7. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจชนิดสารหล่อเย็นเครื่องมือตัดของงานกลึงและงานกัดซีเอ็นซี
8. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจประโยชน์ของการหล่อเย็นชิ้นงานในขณะกลึงและกัดชิ้นงาน

##### จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อศึกษาหน่วยที่ 3 จบแล้ว นักศึกษาสามารถ

1. บอกเครื่องมือตัดที่ใช้สำหรับงานกลึงและงานกัดซีเอ็นซีได้
2. อธิบายมาตรฐานสำหรับด้ามมีดกลึงได้อย่างถูกต้อง
3. อธิบายมาตรฐานสำหรับเม็ดมีดกลึงอินเสิร์ตได้อย่างถูกต้อง
4. บอกชนิดของเม็ดมีดอินเสิร์ตได้
5. คำนวณความเร็วรอบ, ความเร็วตัด, อัตราป้อนได้อย่างถูกต้อง
6. อธิบายลักษณะการขึ้นรูปชิ้นงานของงานกลึงและงานกัดได้อย่างถูกต้อง
7. บอกชนิดสารหล่อเย็นเครื่องมือตัดของงานกลึงและงานกัดซีเอ็นซีได้
8. บอกประโยชน์ของการหล่อเย็นเครื่องมือตัดในขณะกลึงและกัดชิ้นงานได้อย่างน้อย 5 ข้อ

### 3.1 เครื่องมือตัดสำหรับงานซีเอ็นซี

งานกลึงและงานกัดซีเอ็นซีส่วนใหญ่จะใช้มีดอินเสิร์ท ( Insert) ในการขึ้นรูปชิ้นงานเพราะไม่ต้องเสียเวลาถอดมีดหรือเครื่องมือตัดออกมาลับคมตัดใหม่ซึ่งจะทำให้เสียเวลาในการทำงาน เม็ดมีดอินเสิร์ทจะถูกออกแบบให้มีคมตัดหลายๆ คมตัดและมีรูปร่างหลายแบบ เช่น รูปร่างแบบสี่เหลี่ยมจะมีคมตัดที่ใช้งานได้ 8 คมตัด และรูปร่างแบบสามเหลี่ยมจะมีคมตัดที่ใช้งานได้ 6 คมตัดเป็นต้น (ที่มา : สมจิตร จอมคำสิงห์. 2558 : 127)

ก่อนที่จะลงมือปฏิบัติงานกับเครื่องจักรกลซีเอ็นซี ผู้ปฏิบัติงานควรเลือกเครื่องมือตัดที่เหมาะสมกับรูปร่างและวัสดุของชิ้นงานที่จะตัดเฉือน โดยเครื่องมือตัดนั้นมีผู้ผลิตมากมายหลากหลายบริษัท ดังนั้นผู้ใช้งานต้องเลือกใช้ให้เหมาะสม เพื่อให้สามารถผลิตชิ้นงานได้อย่างมีคุณภาพ ตัวอย่างเครื่องมือตัด สำหรับงานกลึงและงานกัดซีเอ็นซีดังแสดงในรูปที่ 3.1



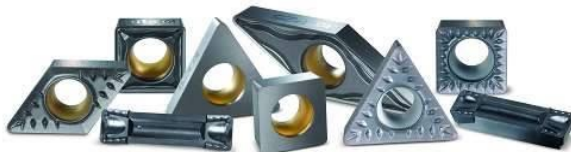
รูปที่ 3.1 แสดงตัวอย่างชนิดและประเภทเครื่องมือตัดสำหรับงานงานซีเอ็นซี  
(ที่มา : <https://commons.wikimedia.org>)

#### 3.1.1 เครื่องมือตัดสำหรับงานกลึงซีเอ็นซี

##### 3.1.1.1 เม็ดมีดอินเสิร์ท (Insert) และด้ามมีดสำหรับงานกลึงซีเอ็นซี

เครื่องมือตัดสำหรับงานกลึงซีเอ็นซีจะเป็นมีดอินเสิร์ท (Insert Shape) ซึ่งประกอบไปด้วยด้ามมีดอินเสิร์ทกับเม็ดมีดอินเสิร์ท (Insert Shape) เนื่องจากเม็ดมีดอินเสิร์ท (Insert Shape) ถ้าเกิดการสึกหรือจากการใช้งานไม่ต้องถอดออก ไปลับคมตัดใหม่ ซึ่งจะไม่เหมือนมีดตัด ที่ทำจากเหล็กกล้าคาร์บอน และเหล็กกล้าอบสูง (High Speed Steel : HSS.) กรรมวิธีการผลิตเม็ดมีดอินเสิร์ท นั้นจะทำการขึ้นรูปด้วยวิธีการซินเตอร์ ( Sinter) และวัสดุที่ใช้ทำเม็ดมีดอินเสิร์ท ส่วนใหญ่จะทำจาก ทังสเทนคาร์ไบด์ นอกจากนี้ยังมีวัสดุจำพวก Ceramics, Cubic Boron Nitride : CBN, Polycrystalline Diamond : PCD, PVD Coated Cermet, PVD Coated Carbide เป็นต้น ซึ่งมักจะขึ้นอยู่กับผู้ผลิตเม็ดมีดอินเสิร์ทแต่ละบริษัท ผู้ใช้งานต้องเลือกให้เหมาะสมกับชนิดของวัสดุที่จะขึ้นรูป

1. เม็ดมีดอินเสิร์ทแบบทังสเตนคาร์ไบด์ (Tungsten carbide) เหมาะกับการกลึงงานเหล็กหล่อ เหล็กกล้าคาร์บอน เหล็กที่ไม่ผ่านชุบแข็งเป็นต้น ดังแสดงในรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 แสดงเม็ดมีดอินเสิร์ทแบบทังสเตนคาร์ไบด์  
(ที่มา : <http://tungsten-carbide-knives.com>)

2. เม็ดมีดอินเสิร์ทแบบ Cubic Boron Nitride: CBN เหมาะสำหรับงานกลึงเหล็กชุบแข็งทั่วไป มีคุณสมบัติทนต่อการสึกหรอ และมีความเหนียว สามารถนำไปใช้ กับงานกลึงต่อเนื่อง งานกลึงความเร็วสูง และงานกลึงกระแทกเบา เป็นต้น ดังแสดงในรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 แสดงเม็ดมีดอินเสิร์ทแบบ Cubic Boron Nitride  
(ที่มา <http://www.ntkcuttingtools.com>)

3. เม็ดมีดอินเสิร์ทแบบเซรามิก (Ceramics) เหมาะสำหรับงานกลึงเหล็กหล่อ ข้อดีของเม็ดมีดอินเสิร์ทชนิดนี้คือทนความร้อนได้สูงแต่มีข้อเสียคือเปราะและทนแรง กระแทกไม่ดี ดังแสดงในรูปที่ 3.4

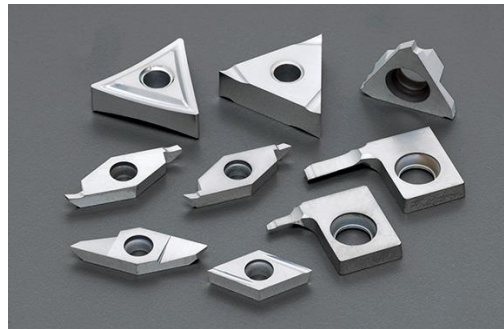


รูปที่ 3.4 แสดงเม็ดมีดอินเสิร์ทแบบเซรามิก  
(ที่มา : <http://www.ntkcuttingtools.com>)

4. เม็ดมีดอินเสิร์ตเคลือบผิวแข็ง(Coated Insert) เหมาะกับงาน ที่มีความแข็งมากๆ หรือชิ้นงานที่มีการชุบแข็งมาโดยจะทำการเคลือบสารผิวแข็งเพื่อเพิ่มความแข็งทนต่อความร้อนและป้องกันการสึกหรอโดยทาเคลือบสารไทเทเนียมไนไตรด์(Titanium Nitride) ผิวของเม็ดมีดอินเสิร์ตจะเป็นสีทองแต่ถ้าเคลือบด้วยสารไทเทเนียมคาร์ไบด์ (Titanium Carbide) ผิวของเม็ดมีดอินเสิร์ตจะเป็นสีเทา ดังแสดงในรูปที่ 3.5-3.6

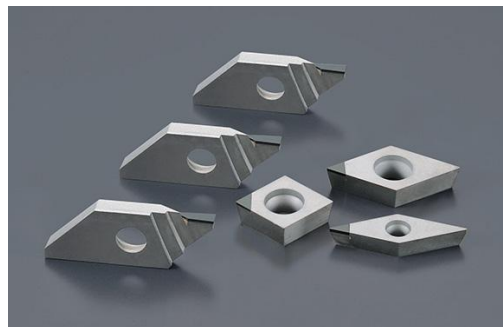


รูปที่ 3.5 แสดงเม็ดมีดอินเสิร์ตที่มีการเคลือบสารไทเทเนียมไนไตรด์  
(ที่มา : <http://www.ntkcuttingtools.com> )



รูปที่ 3.6 แสดงเม็ดมีดอินเสิร์ตที่มีการเคลือบด้วยสารไทเทเนียมคาร์ไบด์  
(ที่มา : <http://www.ntkcuttingtools.com>)

5. เม็ดมีดอินเสิร์ตแบบเพชรสังเคราะห์(Polycrystalline Diamond: PCD) เป็นมีดอินเสิร์ตที่มีความแข็งและเปราะสูงมากเป็นพิเศษเหมาะกับงานที่ต้องการความแม่นยำและผิวสำเร็จที่ดีเยี่ยมเพราะสามารถมีค่าความเร็วตัดได้สูง ใช้กลึงโลหะเช่นอลูมิเนียมและโลหะที่ไม่ใช่เหล็กส่วนใหญ่จะทำให้เป็นคมตัดบริเวณส่วนปลายของเม็ดอินเสิร์ตดังแสดงในรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 แสดงเม็ดมีดอินเสิร์ตแบบเพชรสังเคราะห์(Polycrystalline Diamond: PCD)  
(ที่มา : <http://www.ntkcuttingtools.com>)

นอกจากเม็ดมีดอินเสิร์ตแล้วยังมีด้ามมีดอินเสิร์ต ที่ต้องเลือกใช้แล้ว ด้ามมีดอินเสิร์ตสำหรับงานกลึงซีเอ็นซีแบ่งตามลักษณะการใช้งานได้เป็น 2 แบบคือ

1. แบบด้ามกลึงด้านนอก (External Machining) ดังแสดงในรูปที่ 3.8
2. แบบด้ามกลึงด้านใน (Internal Machining) ดังแสดงในรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.8 แสดงแบบด้ามกลึงด้านนอก  
(ที่มา : ฉัตรชัย สมพงษ์. 2559)

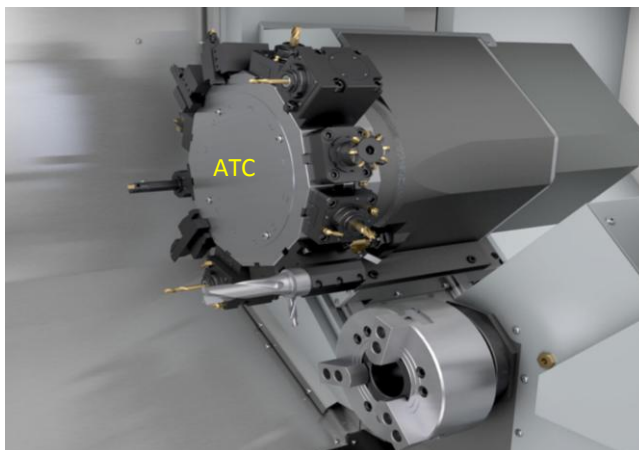


รูปที่ 3.9 แสดงแบบด้ามกลึงด้านใน  
(ที่มา : ฉัตรชัย สมพงษ์. 2559)

นอกจากนี้ยังมีเม็ดมีดอินเสิร์ต และด้ามมีดอินเสิร์ตอีกหลายชนิด ซึ่งขึ้นอยู่กับเลือกใช้ใช้ในการผลิตชิ้นงานของงานกลึงซีเอ็นซี เช่น งานกลึงปาดหน้า (Facing) งานกลึงปอก (Roughing) งานกลึงเรียว ( Tapering) งานกลึงโค้ง (Curved Cutting) งานกลึงเซาะร่อง (Grooving) งานกลึงตัด (Parting Off) งานกลึงคว้านรู ( Boring) และงานกลึงเกลียว (Threading) เป็นต้น

### 3.1.1.2 อุปกรณ์จับยึดเครื่องมือตัดสำหรับงานกลึงซีเอ็นซี

ในเครื่องกลึงซีเอ็นซีจะมีชุดเปลี่ยนเครื่องมือตัดแบบอัตโนมัติ (Automatic Tool Changer) : ATC ผู้ปฏิบัติงาน จะต้องติดตั้งเครื่องมือตัดกับชุดเปลี่ยนเครื่องมือตัดแบบอัตโนมัติก่อนการใช้งานโดยทั่วไปเครื่องกลึงซีเอ็นซี จะใช้ชุดเปลี่ยนเครื่องมือตัด โดยการเขียนคำสั่งแกปโปรแกรมเอ็นซี จะทำให้ชุดป้อมมีดหมุนไปยังตำแหน่งหมายเลขเครื่องของเครื่องมือตัดตามที่ต้องการดังแสดงในรูปที่ 3.10



รูปที่ 3.10 แสดงชุดเปลี่ยนเครื่องมือตัดแบบอัตโนมัติ (Automatic Tool Changer) สำหรับเครื่องกลึงซีเอ็นซี (ที่มา : ฉัตรชัย สมพงศ์. 2559)

### 3.1.2 เครื่องมือตัดสำหรับงานกัดซีเอ็นซี

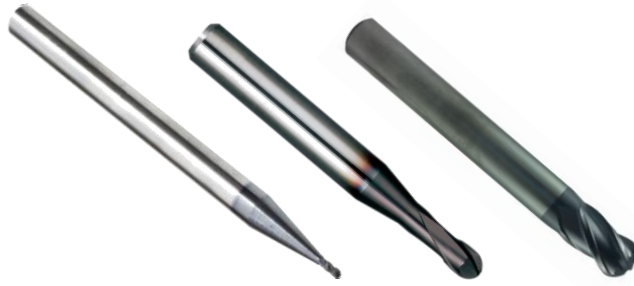
ลักษณะของเครื่องมือตัดแบบต่าง ๆ ที่นิยมใช้ ใน งานกัดซีเอ็นซี หรือเครื่องแมชชีนนิ่งเซนเตอร์ มีหลากหลายรูปแบบตัวอย่างที่นิยมใช้เช่น (ที่มา : อำนวย ทองเสน. 2556 : 157)

3.1.2.1 ดอกกัดเอ็นด์มิลล์ (End Mill) เป็นเครื่องมือตัดที่ใช้สำหรับเครื่องกัดซีเอ็นซี วัสดุที่ใช้ทำดอกกัดเอ็นด์มิลล์นั้น มีทั้งที่ทำจากเหล็กกล้ารอบสูง (HSS) และคาร์ไบด์ (Carbide) ดอกกัดเอ็นด์มิลล์ มีหลายลักษณะ เช่น ดอกกัดเอ็นด์มิลล์แบบปลายหน้าตัดตรง (Flat End MILL) และแบบปลายครึ่งวงกลม (Ball Nose End Mill) ซึ่งแต่ละชนิดมีแบบ 2 คมตัด, 3 คมตัด, 4 คมตัด หรือ 6 คมตัด สามารถเลือกใช้ในงานทั้ง งานกัดผิวหยาบ และงานกัดผิวละเอียด ดังแสดงในรูปที่ 3.11-3.12



รูปที่ 3.11 แสดงดอกกัดเอ็นด์มิลล์แบบปลายหน้าตัดตรง (Flat End MILL)

(ที่มา : ฉัตรชัย สมพงศ์. 2559)



**รูปที่ 3.12** แสดงดอกกัดเอ็นด์มิลล์แบบปลายครึ่งวงกลม (Ball Nose End Mill)

(ที่มา : ฉัตรชัย สมพงษ์. 2559)

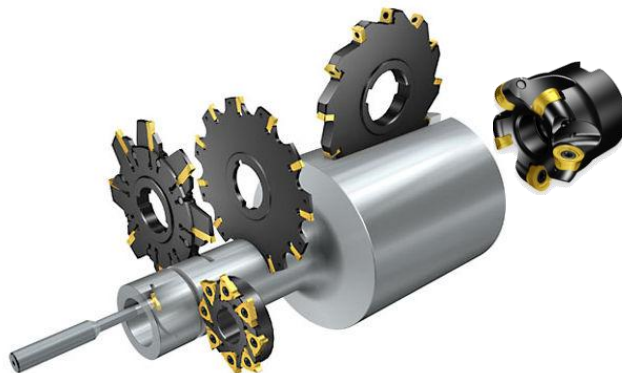
3.1.2.2 หัวกัดปาดผิวหน้า (Face Mill) ที่ใช้สำหรับเครื่องกัดซีเอ็นซี ส่วนใหญ่จะเป็นแบบ อินเสิร์ต ซึ่งสามารถถอดเปลี่ยนเม็ดมิดอินเสิร์ตได้ ดังแสดงในรูปที่ 3.10 หัวกัดปาดผิวหน้ายังมีรูปร่างลักษณะและรูปร่างที่แตกต่าง ดังนั้นการเลือกใช้งานจึงควรพิจารณาถึงรูปร่าง และวัสดุของชิ้นงานด้วยรายละเอียดสามารถดูได้จากคู่มือของบริษัทผู้ผลิตดังแสดงในรูปที่ 3.13



**รูปที่ 3.13** แสดงหัวกัดปาดผิวหน้าที่ใช้สำหรับปาดผิวชิ้นงาน (Face Mill)

(ที่มา : <http://www.ibsrt.com>)

3.1.2.3 หัวกัดแบบปลอก (Shell End Mill) ส่วนใหญ่จะเป็นเม็ดมิดอินเสิร์ต ซึ่งสามารถถอดเปลี่ยนได้ โดยมีทั้ง แบบหน้าตัดตรงและแบบปลายตัดครึ่งวงกลม ใช้สำหรับงานกัดหยาบ (Roughing) งานกัด ผิวละเอียด (Finishing) งานกัดเจาะร่อง (Slot) และงานคว้านรู (Boring) ดังแสดงในรูปที่ 3.14



**รูปที่ 3.14** แสดงหัวกัดแบบปลอก (Shell End Mill)

(ที่มา : ฉัตรชัย สมพงษ์. 2559)

3.1.2.4 ดอกสว่าน (Drill) ดอกสว่านที่ใช้สำหรับเจาะรูชิ้นงาน โดยทั่วไปนิยมใช้ดอกสว่านชนิดเกลียวบิด (Twist Drill) ที่ทำจากเหล็กโรบสูง ดังแสดงในรูปที่ 3.15



รูปที่ 3.15 แสดงดอกสว่านชนิดเกลียวบิดที่ทำจากเหล็กกล้าโรบสูง  
(ที่มา : <http://www.celebikesicitakim.com.tr>)

นอกจากดอกสว่านชนิดเกลียวบิดแล้ว ยังมีดอกสว่านอีกหลายชนิด ที่ใช้กับเครื่องกัดซีเอ็นซี เช่น ดอกสว่านชนิด อินเสิร์ตคาร์ไบด์ ดอกสว่านชนิดนี้ใช้กับงานเจาะรูที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดใหญ่ และบางชนิดสามารถเจาะรูหลายขนาดในการเจาะเพียงครั้งเดียวข้อดีของดอกสว่านชนิดนี้คือจะช่วยให้การไหลของเศษเจาะ ในขณะที่ทำการเจาะชิ้นงานได้ดี ทำให้ช่วยประหยัดในเรื่องของ การลับคมตัดดอกสว่านและเวลาการผลิตชิ้นงาน ดังแสดงในรูปที่ 3.16



รูปที่ 3.16 แสดงดอกสว่านชนิด อินเสิร์ตคาร์ไบด์  
(ที่มา : ฉัตรชัย สมพงษ์. 2559)

ในการเจาะรูขนาดใหญ่ ในงานซีเอ็นซีจะใช้ หัวคว้านรู (Boring Head) ซึ่งสามารถปรับขนาดได้ตามต้องการ ดังแสดงในรูปที่ 3.17



รูปที่ 3.17 แสดงหัวคว้านรู  
(ที่มา : <http://criterionmw.blogspot.com>)



3.1.2.5 ดอกเจาะนำศูนย์ (Center Drill) ดอกเจาะนำศูนย์ใช้ในการเจาะนำดอกสว่านหรือเครื่องมือตัดอื่นๆ กรณีที่ต้องการ ความเที่ยงตรงของตำแหน่ง จุดศูนย์กลางของรูเจาะ เพื่อป้องกันการ เยื้องตำแหน่ง ดังแสดงใน รูปที่ 3.18



รูปที่ 3.18 แสดงดอกเจาะนำศูนย์ (Center Drill)

(ที่มา : [http:// www.yamawa.com](http://www.yamawa.com) )

3.1.2.6 ดอกกลมคมแบบอินเสิร์ต (Chamfer mills) ใช้ลบคมชิ้นงานเพราะเวลาที่ชิ้นงานผ่านกระบวนการผลิตมานั้นบริเวณของขอบชิ้นงานจะมีส่วนที่คมอยู่ เพื่อให้เกิดความเรียบร้อยของชิ้นงาน ผู้ปฏิบัติงานต้องทำการลบคมเพื่อไม่ให้เกิดอันตรายที่เกิดจากความคมบริเวณขอบชิ้นงาน ดังแสดงในรูปที่ 3.19



รูปที่ 3.19 แสดงดอกกลมคมแบบอินเสิร์ต (Chamfer mills)

(ที่มา : ฉัตรชัย สมพงศ์. 2559)

3.1.2.7 ดอกคว้านเรียบ (Reamer) เป็นกระบวนการตัดเอาเนื้อวัสดุชิ้นงานภายในรูเจาะให้เกิดผิวเรียบ เนื่องจากการเจาะด้วยดอกสว่านนั้นจะไม่สามารถทำให้ผิวรูเจาะเรียบได้คมของดอกคว้านเรียบแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือดอกคว้านเรียบแบบคมตัดเฉียงและ ดอกคว้านเรียบแบบคมตัดตรงดังแสดงในรูปที่ 3.20-3.21



รูปที่ 3.20 แสดงดอกคว้านเรียบแบบคมตัดเฉียง

(ที่มา : ฉัตรชัย สมพงศ์. 2559)



รูปที่ 3.21 แสดงดอกคว้านเรียบแบบคมตัดตรง

(ที่มา : <http://www.burhanitools.in>)

3.1.2.8 ดอกตัดาป (Taps) ที่ใช้ในงานซีเอ็นซีเป็นชนิดแมชชีนตัดาป (Machine Taps) แบ่งออกได้เป็น 2 แบบ คือ แบบร่องคมตัดเฉียง (Spiral Fluted Taps) และแบบร่องคมตัดตรง (Straight Fluted Taps) ดังแสดงในรูปที่ 3.22-3.23



รูปที่ 3.22 แสดงดอกตัดาปแบบร่องคมตัดเฉียง (Spiral Fluted Taps)

(ที่มา : ฉัตรชัย สมพงค์. 2559)



รูปที่ 3.23 แสดงดอกตัดาปแบบร่องคมตัดตรง (Straight Fluted Taps)

(ที่มา : ฉัตรชัย สมพงค์. 2559)

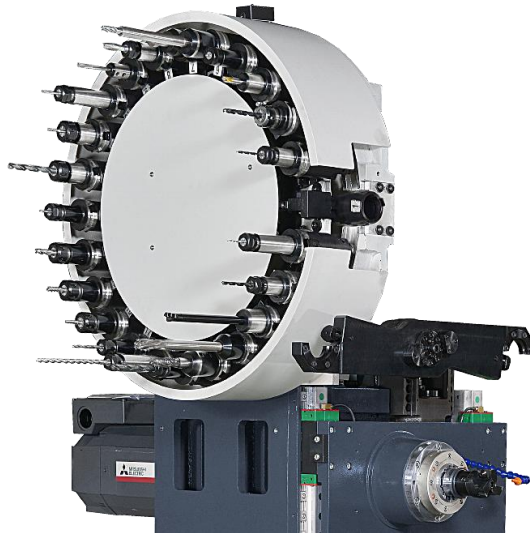
สำหรับเครื่องจักรซีเอ็นซีส่วนใหญ่ใช้ดอกตัดาปเกลียวแบบคมเฉียง (Spiral Fluted Taps) นอกจากนี้ยังมีตัดาปเกลียวแบบอินเสิร์ตเป็นอีกแบบหนึ่งที่นิยมใช้ในโรงงานผลิตในระบอบอุตสาหกรรม ดังแสดงในรูปที่ 3.24



รูปที่ 3.24 แสดงดอกตัดาปเกลียวแบบอินเสิร์ต

(ที่มา : ฉัตรชัย สมพงค์. 2559)

3.1.2.9 อุปกรณ์จับยึดเครื่องมือตัด สำหรับเครื่องกัดซีเอ็นซีส่วนมากจะมีระบบ ในการเปลี่ยนเครื่องมือตัดอัตโนมัติ (Automatic Tool Changer): ATC. เพื่อความสะดวกรวดเร็ว และง่ายต่อการปฏิบัติงานของช่างผู้ควบคุมเครื่อง เพราะเวลาทำงานนั้นจะต้องบรรจุ เครื่องมือตัดไว้ที่ตัวเครื่องจักร เมื่อจะเรียกใช้ต้องสั่งโปรแกรมเอ็นซี ให้เครื่องเปลี่ยนเครื่องมือตัด แต่ถึงอย่างไรก็ต้องอาศัยอุปกรณ์จับยึดเครื่องมือตัดเป็นจำนวนมากในการจัดเก็บเครื่องมือตัด ดังแสดงในรูปที่ 3.25



รูปที่ 3.25 แสดงชุดเปลี่ยนเครื่องมือตัด (Automatic Tool Changer) สำหรับเครื่องกัดซีเอ็นซี  
(ที่มา : <http://www.macocnc.com>)

ดังนั้นในการพิจารณาในการเลือกใช้อุปกรณ์จับยึดเครื่องมือตัดจะต้องเลือกให้ถูกต้อง และมีความเหมาะสมกับเครื่องมือตัดแต่ละชนิดซึ่งปัจจุบันระบบรูเพลลาจับเครื่องมือตัดของเครื่องกัดซีเอ็นซีและอุปกรณ์จับยึดเครื่องมือตัดนั้น จะมีขนาด ซึ่งเป็นมาตรฐานที่สามารถเลือกใช้งานได้ โดยการดูจากคู่มือ ของแต่ละบริษัทที่ผลิตดังแสดงในรูปที่ 3.26 (ที่มา : สมบัติ ชิวหา. 2557 : 117)



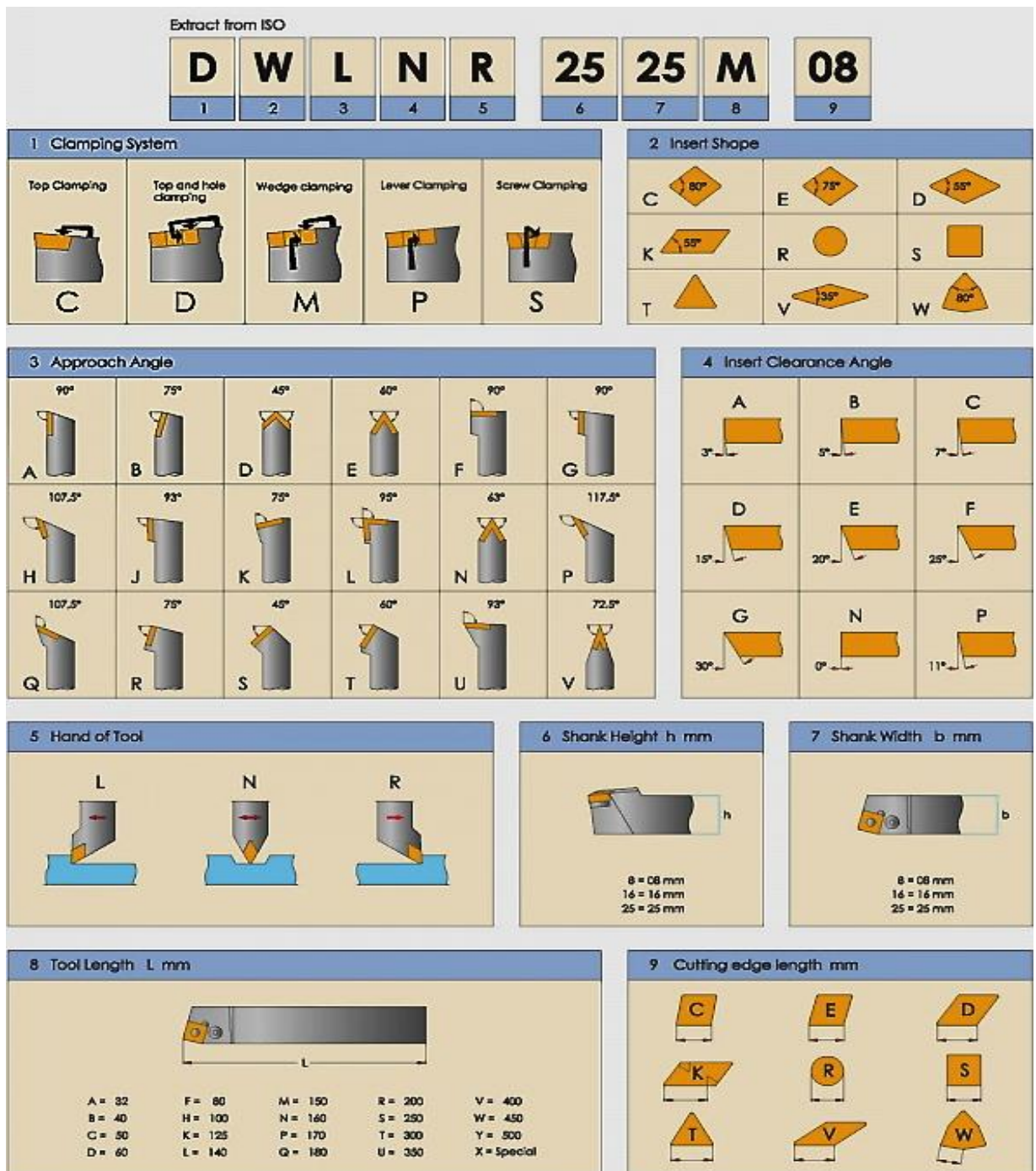
รูปที่ 3.26 แสดงอุปกรณ์จับยึดเครื่องมือตัดสำหรับเครื่องกัดซีเอ็นซี  
(ที่มา : <http://www.fabricatingandmetalworking.com>)

### 3.2 มาตรฐานสำหรับด้ามมีดและเม็ดมีดกลึงอินเสิร์ต (Insert Shape Standard)

#### 3.2.1 รหัสมาตรฐานสำหรับด้ามมีดกลึง

โดยส่วนมากด้ามมีดกลึงที่ใช้ในอุตสาหกรรม สำหรับงานกลึงซีเอ็นซี แบ่งตามลักษณะการใช้งานได้ เป็น 2 แบบคือ แบบด้ามมีดกลึงด้านนอก (External Machining) และแบบด้ามมีดกลึงด้านใน (Internal Machining) โดยผู้ผลิตจะระบุไว้บนแถบฉลากบนด้ามมีดเป็นรหัสตัวเลขและตัวอักษร

1. รหัสมาตรฐานสำหรับด้ามกลึงด้านนอกแสดงด้วยรหัสตัวเลขและตัวอักษร 9 ตัวดังแสดงในรูปที่ 3.27



รูปที่ 3.27 แสดงตัวอย่างรหัสมาตรฐานสำหรับด้ามมีดกลึงด้านนอก  
(ที่มา : <http://www.aydosa-tools.com>)

ความหมายของกลุ่มรหัสด้ามมีดกลึงนอก (External Machining)

- รหัสตัวที่ 1 ลักษณะรูปแบบการจับยึดเม็ดมีดอินเสิร์ท (Clamping System)
- รหัสตัวที่ 2 รูปร่างของเม็ดมีดอินเสิร์ท (Insert Shape)
- รหัสตัวที่ 3 รูปแบบด้ามมีดแบ่งตามมุมปรับตั้งหน้ามีด (Approach Angle)
- รหัสตัวที่ 4 ขนาดมุมหลบหน้ามีดเม็ดมีดอินเสิร์ท (Insert Clearance Angle)

- รหัสตัวที่ 5 ทิศทางการตัดเฉือนของพูล (Hand of Tool)
- รหัสตัวที่ 6 ความสูงด้ามมีดอินเสิร์ต (Shank Height)
- รหัสตัวที่ 7 ความกว้างด้ามมีดอินเสิร์ต (Shank width)
- รหัสตัวที่ 8 ความยาวด้ามมีดอินเสิร์ต (Tool Length)
- รหัสตัวที่ 9 ความยาวคมตัดของเม็ดอินเสิร์ต (Cutting Edge Length)

ตัวอย่างการอ่านรหัสด้ามมีดกลึงนอก (External Machining) จากรหัสบนด้ามมีดกลึงดังแสดงในรูปที่ 3.28



รูปที่ 3.28 แสดงด้ามมีดกลึงด้านนอกและรหัสของด้ามมีด  
(ที่มา : <https://es.aliexpress.com>)

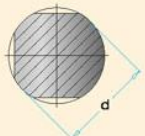


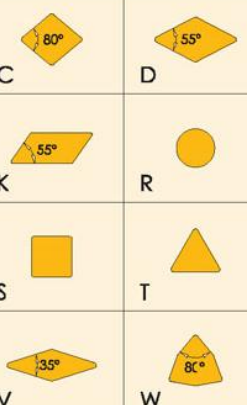
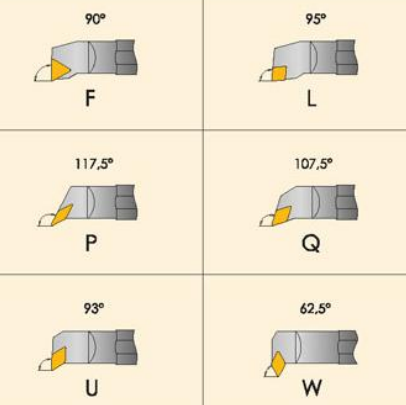
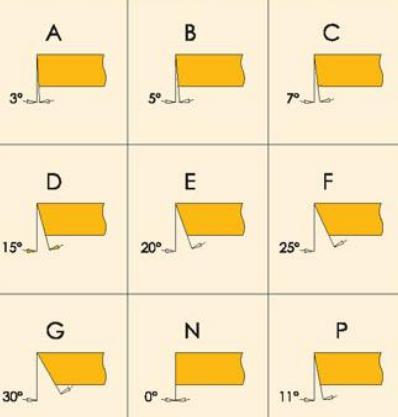
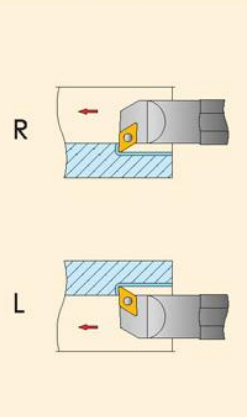
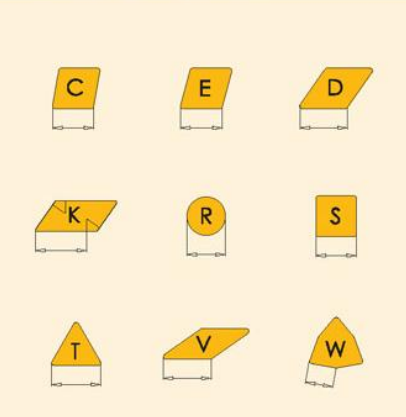
การอ่านรหัสจากด้ามมีดจากรูปที่ 3.28 ด้านบน

- S รูปแบบการยึดมีดด้วยสกรูยึด
- D รูปทรงเม็ดมีดสี่เหลี่ยมข้าวหลามตัดมุม 55 องศา
- Q มุมปรับตั้งหน้ามีด 107.5 องศา
- C มุมหลบ 7 องศา
- R รูปแบบด้ามมีดกลึงด้านขวามือ
- 20 ความสูงด้ามมีด 20 มิลลิเมตร
- 20 ความกว้างด้ามมีด 20 มิลลิเมตร
- K ความยาวด้ามมีด 125 มิลลิเมตร
- 11 ความยาวคมตัด 11 มิลลิเมตร

2. รหัสมาตรฐานสำหรับด้ามกลึงด้านใน (Internal Machining) จะแสดงด้วยรหัสตัวเลขและตัวอักษร 9 ตัว ดังแสดงในรูปที่ 3.29

Extract from ISO

<b>S</b>	<b>25</b>	<b>T</b>	<b>D</b>	<b>W</b>	<b>L</b>	<b>N</b>	<b>R</b>	<b>08</b>
1	2	3	4	5	6	7	8	9

<p><b>1 Type of Bar</b></p> <p>A : Steel shank internal coolant supply</p> <p>C : Carbide Shank</p> <p>E : Carbide Shank internal coolant supply</p> <p>S : Steel Shank</p>	<p><b>2 Bar Diameter mm</b></p>  <p>8 = 08    25 = 25 10 = 10    32 = 32 12 = 12    40 = 40 16 = 16    50 = 50 20 = 20    60 = 60</p>	<p><b>3 Tool Length L<sub>1</sub> mm</b></p>  <p>F = 80    M = 150    R = 200    V = 400 H = 100    N = 160    S = 250    W = 450 K = 125    P = 170    T = 300    Y = 500 L = 140    Q = 180    U = 350    X = Special</p>
<p><b>4 Clamping System</b></p> <p>Top Clamping    Top and hole clamping    Wedge clamping</p>  <p>C    D    M</p> <p>P    S</p>	<p><b>5 Insert Shape</b></p>  <p>C    D</p> <p>K    R</p> <p>S    T</p> <p>V    W</p>	<p><b>6 Approach Angle</b></p>  <p>F    L</p> <p>P    Q</p> <p>U    W</p>
<p><b>7 Insert Clearance Angle</b></p>  <p>A    B    C</p> <p>D    E    F</p> <p>G    N    P</p>	<p><b>8 Hand of Tool</b></p>  <p>R</p> <p>L</p>	<p><b>9 Cutting Edge Length mm</b></p>  <p>C    E    D</p> <p>K    R    S</p> <p>T    V    W</p>

รูปที่ 3.29 แสดงรหัสมาตรฐานสำหรับด้ามมิดกลึงด้านใน (ที่มา : <http://www.aydosa-tools.com>)

### ความหมายของรหัสด้ามมีดกลึงด้านใน (Internal Machining)

- รหัสตัวที่ 1 ชนิดของด้ามมีดอินเสิร์ท(Type of Bar)
- รหัสตัวที่ 2 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของด้ามมีดอินเสิร์ท (Bar Diameter)
- รหัสตัวที่ 3 ขนาดความยาวของด้ามมีดอินเสิร์ท (Tool Length)
- รหัสตัวที่ 4 ลักษณะรูปแบบการจับยึดเม็ดมีดอินเสิร์ท (Clamping System)
- รหัสตัวที่ 5 รูปร่างของเม็ดมีดอินเสิร์ท (Insert Shape)
- รหัสตัวที่ 6 รูปแบบด้ามมีดแบ่งตามมุมปรับตั้งหน้ามีด (Approach Angle)
- รหัสตัวที่ 7 ขนาดมุมหลบหน้ามีดเม็ดมีดอินเสิร์ท (Insert Clearance Angle)
- รหัสตัวที่ 8 ทิศทางการตัดเฉือนของทูล (Hand of Tool)
- รหัสตัวที่ 9 ความยาวคมตัดของเม็ดอินเสิร์ท (Cutting Edge Length)

ตัวอย่างการอ่านรหัสด้ามมีดกลึงด้านใน (Internal Machining) จากรหัสบนด้ามมีดกลึงดังแสดงในรูปที่ 3.30



รูปที่ 3.30 แสดงด้ามมีดกลึงด้านในและรหัสของด้ามมีด  
(ที่มา : <https://es.aliexpress.com>)

การอ่านรหัสจากด้ามมีดจากรูปที่ 3.30 ด้านบน

- S ด้ามมีดชนิดเหล็กกล้า
- 25 เส้นผ่านศูนย์กลางด้ามมีด 25 มิลลิเมตร
- R ความยาวด้ามมีด 200 มิลลิเมตร
- P ยึดแผ่นคมตัดด้วยวิธียึดผ่านรูเจาะ
- C รูปแบบอินเสิร์ทแบบสี่เหลี่ยมมุม 80 องศา
- L มุมปรับตั้งหน้ามีดมีด 95 องศา
- N มุมหลบ 0 องศา
- R รูปแบบด้ามมีดกลึงด้านขวามือ
- 12 ความยาวคมตัด 12 มิลลิเมตร

### 3.2.2 มาตรฐานเม็ดมีดกลึงอินเสิร์ต (Insert Shape)

ในการเลือกใช้งานเม็ดมีดกลึงอินเสิร์ตต้องมีการระบุข้อมูลทูล และเงื่อนไขในการตัดเฉือนที่เหมาะสม สำหรับเกรดเม็ดมีดนั้นๆ โดยผู้ผลิตจะระบุไว้บนแถบฉลากบนกล่องเม็ดมีดเป็นรหัสตัวเลขและตัวอักษรจำนวน 9 ตัว ดังแสดงในรูปที่ 3.31-3.32

## มาตรฐานการบ่งชี้เม็ดมีด

(ตัวอย่าง) **C N M G**

① รูปทรงเม็ดมีด (ตาราง 1)

② มุมหลบ (ตาราง 2)

③ ค่าที่กักความเค้นเม็ดมีด (ตาราง 3)

④ แบบของรูเม็ดมีดหรือลายหน้ามีด (ตาราง 4)

**(ตาราง 1) ① รูปทรงเม็ดมีด**

สัญลักษณ์	รูปทรงเม็ดมีด	มุม
C		80°
D		55°
E		75°
F		50°
V		35°
R		ทรงกลม
S		ทรงสี่เหลี่ยม
T		ทรงสามเหลี่ยม
W		ทรงหกเหลี่ยม
A		85°
B		82°
K		55°
H		120°
O		135°
P		108°
L		90°
M		86°

**(ตาราง 2) ② มุมหลบ**

สัญลักษณ์	มุมหลบ
A	3°
B	5°
C	7°
D	15°
E	20°
F	25°
G	30°
N	0°
P*	11°
O	มุมอื่นๆ

\* เม็ดมีดที่มีมุมหลบ 0° บางครั้งพิจารณาที่ช่อง "P"

**(ตาราง 3) ③ ค่าที่กักความเค้น (มม.)**

สัญลักษณ์	ระยะทางสูงสุดจากมุมมีด (มม.)	วงกลมภายใน (มม.)	ความหนา (มม.)
A	± 0.005	± 0.025	± 0.025
F	± 0.005	± 0.013	± 0.025
C	± 0.013	± 0.025	± 0.025
H	± 0.013	± 0.013	± 0.025
E	± 0.025	± 0.025	± 0.025
G	± 0.025	± 0.025	± 0.13
J*	± 0.005	± 0.05 ~ ± 0.15	± 0.025
K*	± 0.013	± 0.05 ~ ± 0.15	± 0.025
L*	± 0.025	± 0.05 ~ ± 0.15	± 0.025
M*	± 0.08 ~ ± 0.2	± 0.05 ~ ± 0.15	± 0.13
N*	± 0.08 ~ ± 0.2	± 0.05 ~ ± 0.15	± 0.025
U*	± 0.13 ~ ± 0.38	± 0.08 ~ ± 0.25	± 0.13

\* โดยทั่วไปเม็ดมีดเหล่านี้จะไม่เจียมนิวริ่ง

**(ตาราง 4) ④ แบบของรูเม็ดมีดหรือลายหน้ามีด**

สัญลักษณ์	รู	ชนิดของรู	ช่องหน้ามีด	ลายหน้ามีด	สัญลักษณ์	รู	ชนิดของรู	ช่องหน้ามีด	ลายหน้ามีด
N	ไม่มีรู	—	ไม่มี		A	มีรู	รูทรง	หน้ามีด	
R	ไม่มีรู	—	หน้ามีด		M	มีรู	รูทรง	หน้ามีด	
F	ไม่มีรู	—	สองหน้า		G	ไม่มีรู	—	—	
W	มีรู	รูทรง (หน้ามีด 10-20)	ไม่มี		B	มีรู	รูทรง (หน้ามีด 10-20)	ไม่มี	
T	มีรู	รูทรง (หน้ามีด 10-20)	หน้ามีด		H	มีรู	รูทรง	หน้ามีด	
Q	มีรู	รูทรง (หน้ามีด 10-20)	ไม่มี		C	มีรู	รูทรง	ไม่มี	
U	มีรู	รูทรง (หน้ามีด 10-20)	สองหน้า		J	มีรู	รูทรง	หน้ามีด	
					X	—	—	—	แบบพิเศษ

**● ค่าที่กักความเค้นขนาดวงกลมภายใน (มม.) ประเภทกลึงงานหยาบ (M-Class)**

ขนาดหน้ามีด	สามเหลี่ยม	สี่เหลี่ยม	สี่เหลี่ยมมุม 90°	สี่เหลี่ยมมุม 60°	ทรงกลม
6.35	± 0.08	± 0.08	± 0.08	± 0.11	± 0.16
9.525	± 0.08	± 0.08	± 0.08	± 0.11	± 0.16
12.70	± 0.13	± 0.13	± 0.13	± 0.15	—
15.875	± 0.15	± 0.15	± 0.15	± 0.18	—
19.05	± 0.15	± 0.15	± 0.15	± 0.18	—
25.40	± 0.18	± 0.18	± 0.18	—	—
31.75	—	± 0.20	—	—	—

**● ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางวงกลมภายใน (มม.)**

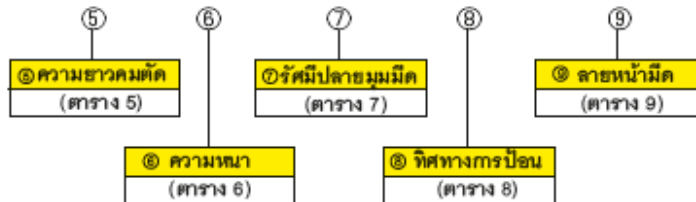
ขนาดหน้ามีด	สามเหลี่ยม	สี่เหลี่ยม	สี่เหลี่ยมมุม 90°	สี่เหลี่ยมมุม 60°	ทรงกลม
6.35	± 0.05	± 0.05	± 0.05	± 0.05	—
9.525	± 0.05	± 0.05	± 0.05	± 0.05	± 0.05
12.70	± 0.08	± 0.08	± 0.08	± 0.08	± 0.08
15.875	± 0.10	± 0.10	± 0.10	± 0.10	± 0.10
19.05	± 0.10	± 0.10	± 0.10	± 0.10	± 0.10
25.40	± 0.13	± 0.13	± 0.13	—	± 0.13
31.75	—	± 0.15	—	—	± 0.15

รูปที่ 3.31 แสดงรหัสเม็ดมีดกลึงอินเสิร์ต (ที่มา : <http://www.sumitool.com>)



# มาตรฐานการบ่งชี้เม็ดมีด

## 12 04 08 N - GE



(ตาราง 5) ⑤ ความยาวคมตัด หน่วยมิลลิเมตร : ขนาดของคมตัดเป็นค่ามาตรฐานของเม็ดมีดเม็ดนี้

รูปทรง	รูปทรง			รูปทรง			รูปทรง					
	สัญลักษณ์	ความยาวคมตัด (mm)	วงกลมภายใน	สัญลักษณ์	ความยาวคมตัด (mm)	วงกลมภายใน	สัญลักษณ์	ความยาวคมตัด (mm)	วงกลมภายใน			
C รูปทรง ใบมีด	03	3.55	3.50	D 55° รูปทรง ใบมีด	07	7.7	6.35	W รูปทรง ใบมีด	03	3.8	5.56	
	04	4.97	4.30		09	9.7	7.94		04	4.3	6.35	
	06	6.4	6.35		11	11.6	9.525		05	5.4	7.94	
	08	8.0	7.94		15	15.5	12.70		06	6.5	9.525	
	09	9.7	9.525		19	19.4	15.875		08	8.7	12.70	
	12	12.9	12.70						10	10.9	15.875	
	16	16.1	15.875		V 35° รูปทรง ใบมีด	08	8.3		4.76			
	19	19.3	19.05			09	9.7		5.56			
	25	25.8	25.4			11	11.1		6.35			
						16	16.6		9.525			
			22	22.1		12.7						
S รูปทรง สี่เหลี่ยม จัตุรัส	06	6.35	6.35	T รูปทรง สี่เหลี่ยม	06	6.9	3.97	R รูปทรง กลม	08	8.0	8.0	
	S7	7.14	7.14		08	8.2	4.76		10	10.0	10.0	
	07	7.94	7.94		09	9.6	5.56		12	12.0	12.0	
	09	9.525	9.525		11	11.0	6.35		12	12.70	12.70	
	12	12.70	12.70		16	16.5	9.525		15	15.875	15.875	
	15	15.875	15.875		22	22.0	12.70		16	16.0	16.0	
	19	19.05	19.05		27	27.5	15.875		19	19.05	19.05	
	25	25.40	25.40		33	33.0	19.05		25	25.0	25.0	
	31	31.75	31.75						25	25.40	25.40	

(ตาราง 6) ⑥ ความหนา

สัญลักษณ์	ความหนา (mm.)
X1	*
01	1.59
02	2.38
T2	2.78
03	3.18
T3	3.97
04	4.76
05	5.56
06	6.35
07	7.94
09	9.52

(\*)  
OCET0300 ความหนาเม็ดมีด: 1.40  
OCET0400 ความหนาเม็ดมีด: 1.80

(ตาราง 7) ⑦ รัศมีมุมมีด

สัญลักษณ์	รัศมีมุมมีด (mm.)
00	Sharp Point
01	0.1
015	0.15
018	0.18
02	0.2
035	0.35
04	0.4
08	0.8
10	1.0
12	1.2
16	1.6
24	2.4
M0	Round Insert (Metric)
00	Round Insert (Inch)
00	Non-arc-shaped Insert

กรณีที่ใช้ค่ารัศมีมีดกับขนาดของสัญลักษณ์ ขนาดค่าจะเท่ากับรัศมีมีด

(ตาราง 8) ⑧ ทิศทางการบด

สัญลักษณ์	ทิศทาง
R	ปัดขวา
L	ปัดซ้าย
N	2 ทิศทาง

(ตาราง 9) ⑨ ลายหน้ามีด

สัญลักษณ์	ระบบรหัส	ชนิดใบมีดรูป	ชนิดมาตรฐาน	ชนิดพิเศษของ
F□	งานกลึงและใช้กับงานกัดกลึงละเอียด	FA, FL, FB, FC, FK, FP		FT, FX, FZ, FY, FW
S□ L□	งานกลึงเบา	SE, SEW, SI, SC, SF, SP, SS, SJ, SX, LU, LUW, LB		SD, SDW, ST
G□ U□	งานกลึงทั่วไป	GE, GU, GUW, UG, UP, US, UX	GZ, UZ	UM
M□	งานกลึงขาน	MP, MU, MX, ME	MC	MM, HM
H□	งานกลึงหนัก	HG, HP, HF	HU, HW	

ลายหน้ามีดแบบพิเศษ	
ลายหน้ามีดแบบร่องกว้าง	W
ลายหน้ามีด 2 มุมฉาก	GX
สำหรับงานกัดพิเศษเชิงลึก	C
สำหรับมีดพิเศษของกลม	RD, RP, RX, RH
สำหรับกัดพิเศษของเหล็ก	EF, EG, EX
สำหรับงานเซรามิกพิเศษ	AW, AG, AX, AY, LQ, GD
สำหรับกัดพิเศษของเหล็กกล้า	FV, LV, GH
สำหรับกัดพิเศษ	SV
สำหรับกัดพิเศษของเหล็ก	EF, EG, EM

รูปที่ 3.32 แสดงรหัสเม็ดมีดกลึงอินเลิร์ต (ที่มา : <http://www.sumitool.com>)

หมายเหตุ สำหรับรหัสเม็ดมีดอินเสิร์ตตัวที่ 9 จะเป็นรหัสของแต่ละผู้ผลิตกำหนดดังตารางเปรียบเทียบ แสดงในรูปที่ 3.33

ตารางเปรียบเทียบ ลายหน้ามีดของแต่ละผู้ผลิต												
■ เม็ดมีดลบ												
ประเภทของเม็ดมีด	การใช้งาน	Sumitomo Electric	Mitsubishi	Tungaloy	Kyocera	Hitachi	Sandvik	Kamamoto	SECO Tools spa	WALTER	ISCAR	
P เหล็ก	กลึงละเอียดสูง	FA	FH	TF	GP		QF	FF	FF1		SF	
		FL	FS,FY	NS,ZF	XP,XF	FE				FP5		
	กลึงละเอียด	LU	SA,SY	SS,NM	XQ,CQ	BE	LC	FN		NF3		
		SU	SH	TS,TSF,11	PP,HQ	CE,B,BH	XFMF		MP2		NF,TF	
	โฉบ	LUW		AFW	WP		WL,WP					
		SEW	SW	ASW	WQ		WF,WMX	FW	W-MF2	NF	WF	
	กลึงละเอียด-กลึงผก	SE,SX	LP	AS,ZM,27	CJ,XS	AB,CT	PF,KF	LF	MF5	MP3,N96	F3P	
	กลึงปานกลาง	GU(UG)	MA,MV	TM,37	HS,PS	AH	XM,CM	PMG	M3			HT,M4M,GN
		GE,UX	MH,MP	DM,CM	PQ,CS,GS,PT	AE,AY	PM,SM,KM	MN		MP5,NM,MN6		
	โฉบ	GUW	MW									
	กลึงหยาบ	MU,ME	RP,GH	TH	HT,GT,PH	RE,AR	MG,MR,WR	RP	M5,MR7	RF5,NM7,M9	M3P,NR	
		MX	HAS,MT	CH					RN			
กลึงหนัก	HG	HAJ,ZHX,HS	THS,TU,57	PX,HX	TE,UE	MM,PR,QR	RM,MR	R4,R5,R8	NR6,NRF	NM,HR		
	HP	HH,HXD	66			HR,SR	RH	R7	NR8			
	HU,HW	HV,HDS			H							
	HF	HCS	TUS		HX,HE	MR		RR9	NRR	R3P,T3P		
M เหล็กชุบแข็ง	กลึงละเอียด	SU,EF	LM,SH	SS	MQ,GU	SE,MP	MF	FPFS,LF	MF2	NF4		
	กลึงปานกลาง	EX,EG	GM,MS	SF,SA	SU,MS,MU	PV	23	MS	MF1,M1		TF,VL	
	กลึงปานกลาง	GU	MM	SM	HU	DE	MM	MP	MF3,M3	NM4	MBM,PP	
	กลึงหยาบ	HM	ES,1M,2M	S	ST						NR4	
EM,MU		RM,GH	SH	TK		MR		M5,MR3		MR,MH		
K เหล็กหล่อ	กลึงปานกลาง	UZ	LK,NM,K,SW	CM,CF	Standard	V,VA	KF	UN	M5	NM5	GN	
	กลึงปานกลาง	GZ(UX)	GK,RK,GH,MW	Standard,CH33	ZS,GC	Y,RE	KM,KR	UM	MR7			
N เหล็กชุบแข็ง	กลึงละเอียด	AX		P	A3,AH			MS,GP				
	กลึงปานกลาง	EG,EX	MS,MJ	HMM,SA			SM			NMT		
S เหล็กชุบแข็ง	กลึงหยาบ	MU	RS,GJ				SMR			NRT		
	กลึงละเอียด	GH,FV*										
H เหล็กชุบแข็ง	กลึงปานกลาง	LV*										
	Carbided Layer Hard	SV*										
■ เม็ดมีดบวก												
ประเภทของเม็ดมีด	การใช้งาน	Sumitomo Electric	Mitsubishi	Tungaloy	Kyocera	Hitachi	Sandvik	Kamamoto	SECO Tools spa	WALTER	ISCAR	
P เหล็ก	กลึงละเอียด	FC	FL,AM	01	CF,GF		UM		GT-F1	PF5		
		FB,LU(FP,FK)	FP,FM,FV,SO	FP,FP2,3S,JS	GP,XP	JQ,MP	PF,UFMF,KF	11,UF	FF1	PF4	PF	
	โฉบ	LUW	SW				WF	FW	WF1	PF	WF	
M เหล็กชุบแข็ง	SDW					WK						
	กลึงละเอียด-กลึงผก	SI	SMG	JS	CK							
K เหล็กหล่อ	กลึงปานกลาง	LB,SU(SK,SF)	LP,UM,SK,MO	RS,PS,N,TS,16	HQ,XQ,GK	JE	PM,UM,MM	LF	F1	PS5	SM,14	
		SC			MF,GQ							
N เหล็กชุบแข็ง	กลึงปานกลาง	MU	MP,NM,K,MW	PM			PR,UR,MR,WR	MF	F2	PM5	17,19	
	กลึงละเอียด	AG,AW,AY	AZ	AL,PP	AH,A3		AL	HP	AL	PM2	AS,AF	
H เหล็กชุบแข็ง	กลึงละเอียด-กลึงผก	LD*,GD*										
	กลึงละเอียด	FV*										
H เหล็กชุบแข็ง	กลึงปานกลาง	LV*										

รูปที่ 3.33 แสดงตารางเปรียบเทียบลายหน้ามีดของบริษัทผู้ผลิตทุก (ที่มา : <http://www.sumitool.com>)

ตัวอย่างการอ่านรหัสเม็ดมีดอินเสิร์ต จากกล่องบรรจุเม็ดมีดอินเสิร์ต

งานกลึงดังแสดงในรูปที่ 3.34



รูปที่ 3.34 แสดงรหัสเม็ดมีดอินเสิร์ตบนกล่องบรรจุเม็ดมีดอินเสิร์ตSUMITOMO  
(ที่มา : <https://www.aliexpress.com>)

การอ่านรหัสกล่องบรรจุเม็ดมีดอินเสิร์ตจากรูปที่ 334 ด้านบน

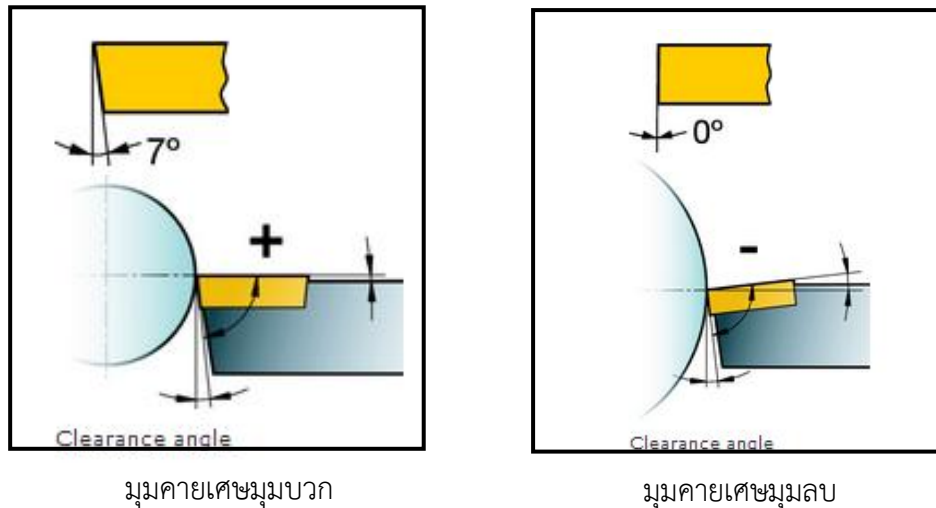
- S รูปทรงเม็ดอินเสิร์ตเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส
- N มุมหลบเม็ดมีด 0 องศา
- M พิกัดความเผื่อเม็ดมีดตามตารางอักษรM
- G เม็ดมีดอินเสิร์ตแบบมีรู
- 12 ความยาวคมตัดเม็ดมีดอินเสิร์ต 12.9 มิลลิเมตร
- 04 ความหนาเม็ดมีดอินเสิร์ต 4.76 มิลลิเมตร
- 08 รัศมีปลายมุมมีด 0.8 มิลลิเมตร
- N รูปแบบการกลึงกลึงได้ทั้งด้านซ้ายมือและขวามือ
- MU ปลายหน้ามีดชนิดป้อนขึ้นรูป

### 3.2.2.1 ชนิดของเม็ดมีดอินเสิร์ท

โดยทั่วไปจะเลือกใช้งานจากลักษณะของมุมคายเศษของเม็ดอินเสิร์ทแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิดได้แก่

1. เม็ดมีดอินเสิร์ทแบบมุมคายเศษเป็นบวก ( Positive Insert)
2. เม็ดมีดอินเสิร์ทแบบมุมคายเศษเป็นลบ ( Negative Insert)

ในการเลือกใช้งานจะขึ้นอยู่กับวัสดุที่จะทำการตัดเฉือนสามารถเลือกใช้งานตามคำแนะนำของผู้ผลิตโดยมีลักษณะของมุมคายเศษดังแสดงในรูปที่ 3.35 (ที่มา : สมบัติ ชิวหา. 2555 : 123)



รูปที่ 3.35 แสดงลักษณะมุมคายเศษที่เป็นมุมบวกและมุมลบของเม็ดอินเสิร์ท  
(ที่มา <http://www.sandvik.coromant.com>)

### 3.3 เงื่อนไขในการตัดเฉือนงานกลึงและงานกัดซีเอ็นซี

ผู้เขียนโปรแกรมจะต้องมีความรู้ในทฤษฎีการตัดเฉือนโดยต้องมีการเลือกใช้หรือคำนวณค่า ข้อมูลเงื่อนไขที่ต้องใช้ในการตัดเฉือนได้แก่ค่าความเร็วรอบเพลสปีนเดิล (Spindle Speed : S), ความเร็วตัด (Cutting Speed : V) อัตราป้อน (Feed Rate : F) และระยะการป้อนลึก (Depth of Cut : Dc) ซึ่งจะต้องสัมพันธ์กับเครื่องจักรและข้อมูลต่าง ๆ เช่น ข้อมูลวัสดุชิ้นงาน วัสดุมีดตัด เป็นต้น ข้อมูลเหล่านี้มีผลต่ออายุการใช้งานของเม็ดมีดอินเสิร์ทและยังรวมถึงคุณภาพของผิวของชิ้นงาน ข้อมูลการตัดเฉือนที่จำเป็นมีดังนี้

1. ความเร็วรอบ (Spindle Speed : S) หมายถึง จำนวนรอบที่ชิ้นงานหมุนต่อหนึ่งนาที สำหรับงานกลึงหรือจำนวนรอบที่เครื่องมือตัดหมุนต่อหนึ่งนาทีสำหรับงานกัดมีหน่วยเป็นรอบต่อนาที
2. อัตราป้อน (Feed Rate : F) หมายถึง ความเร็วของการเดินของเครื่องมือตัดไปตามความยาวของชิ้นงานในแต่ละรอบของการหมุนเพลสปีนเดิล (งานกลึง) มีหน่วยเป็น มิลลิเมตร/รอบ ( mm/rev) หรือความเร็วการเดินทูลตัดเฉือนชิ้นงานต่อหนึ่งนาที (งานกัด) มีหน่วยเป็น มิลลิเมตร/นาที (mm/min)
3. ความเร็วตัด (Cutting Speed : V) หมายถึง ความยาวของเนื้อโลหะที่ถูกตัดเฉือนผ่านปลายคมตัด มีหน่วยเป็นเมตรต่อนาที (m/min) ความเร็วตัดสามารถกำหนดได้จากตารางความเร็วของวัสดุที่ต้องการขึ้นรูป หรือจากตารางคู่มือของเครื่องมือตัดจากบริษัทผู้ผลิต
4. ความลึกตัด (Depth of Cut : Dc) หมายถึง ความลึกของการตัดเฉือนเนื้อชิ้นงานโดยการกำหนดค่าความลึกตัดและค่าอัตราป้อน ต้องคำนึงถึงความสามารถในการรับแรงของหัวเครื่องจักร เครื่องมือตัดที่จะนำมาใช้

และ ความลึกตัด ถ้าลึกมากจะทำให้คมมีรับแรงกระจายเต็มหน้า และเครื่องจักรจะรับภาระมากตามไปด้วย ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับรูปทรงของเม็ดมีดด้วย สำหรับการขึ้นรูปชิ้นงานเหล็กหล่อ หรือโลหะอื่นที่มีผิวเป็นผิวดิบ หรือเป็น สะเก็ด ความลึกในการขึ้นรูปชิ้นงานครั้งแรก ต้องให้คมตัดของเครื่องมือตัดเข้าผิวให้ลึกพอที่จะทำให้ผิวหรือเปลือกที่แข็ง หลุดออกมาจนหมด เพราะเปลือกแข็งนี้ ทำให้คมตัดของเครื่องมือตัด สึกหรือแตกเร็ว โดยระดับความลึกสูงสุดที่เครื่องมือตัด สามารถขึ้นรูปชิ้นงานได้ และค่าอัตราป้อน ที่เหมาะสมระบุไว้ในหนังสือคู่มือของบริษัทผู้ผลิต เครื่องมือตัด (ที่มา : ซาลี ตระการกุล. 2540 : 73)

### 3.3.1 ลักษณะของการขึ้นรูปชิ้นงาน

การขึ้นรูปตัดเฉือนชิ้นงานแบ่งออก ได้เป็น 2 กรณีดังนี้

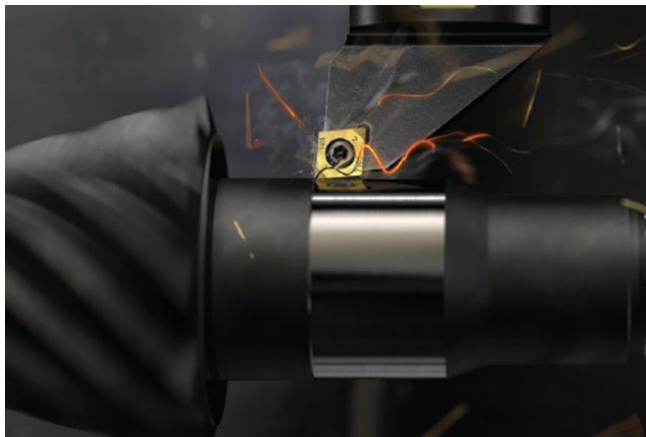
1. การขึ้นรูปชิ้นงานหยาบ (Roughing) คือการขึ้นรูปชิ้นงานที่ทำให้เศษโลหะไหลออกมาเร็วมากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ แต่ผิวงานที่ออกมา จะไม่เรียบนัก เพราะมีค่าความลึกตัดมาก หรือเป็นขั้นหนา โดยที่จะเหลือผิว สำหรับการขึ้นรูปชิ้นงานในขั้นสุดท้ายอีกครั้งหนึ่ง

2. การขึ้นรูปชิ้นงานละเอียด (Finishing) คือการขึ้นรูปชิ้นงานที่ทำให้ เศษโลหะไหลออกมาน้อยหรือมีค่าความลึกตัดน้อย หรือเป็นขั้นที่บางมาก ผิวงานออกมาเรียบดังแสดงในรูปที่ 3.36

การกำหนดเงื่อนไขการตัดต่าง ๆ ให้เหมาะสมกับการขึ้นรูปชิ้นงานขึ้นอยู่กับปัจจัย ดังนี้

1. วัสดุที่ใช้ทำเครื่องมือตัด
2. วัสดุชิ้นงานความแข็งมากต้องใช้ค่าความเร็วตัดต่ำกว่าวัสดุอ่อน
3. รูปทรงเรขาคณิตของคมตัด ซึ่งมีรูปแบบเฉพาะ ที่เหมาะสมกับกระบวนการขึ้นรูปชิ้นงานนั้น ๆ เช่น เครื่องมือตัดสำหรับการตัดให้ชิ้นงานกลิ้งขาด (Parting Off) จะใช้ความเร็วรอบต่ำกว่าเครื่องมือตัดที่ใช้ในการกลิ้งปอกผิวชิ้นงาน โดยมีลักษณะต่างๆของการตัดเฉือนที่ต้องคำนึงถึงดังนี้

- ความลึกตัดลึกมากใช้ความเร็วรอบต่ำกว่ากลิ้งตื้นๆ
- กลิ้งหยาบใช้อัตราป้อนสูง และความเร็วตัดต่ำ
- กลิ้งละเอียดใช้อัตราป้อนต่ำ แต่ความเร็วตัดสูง
- เครื่องจักรที่แข็งแรงมีกำลังขับสูง ใช้ความเร็วตัดสูงได้
- การจับยึดชิ้นงานมั่นคงแข็งแรง

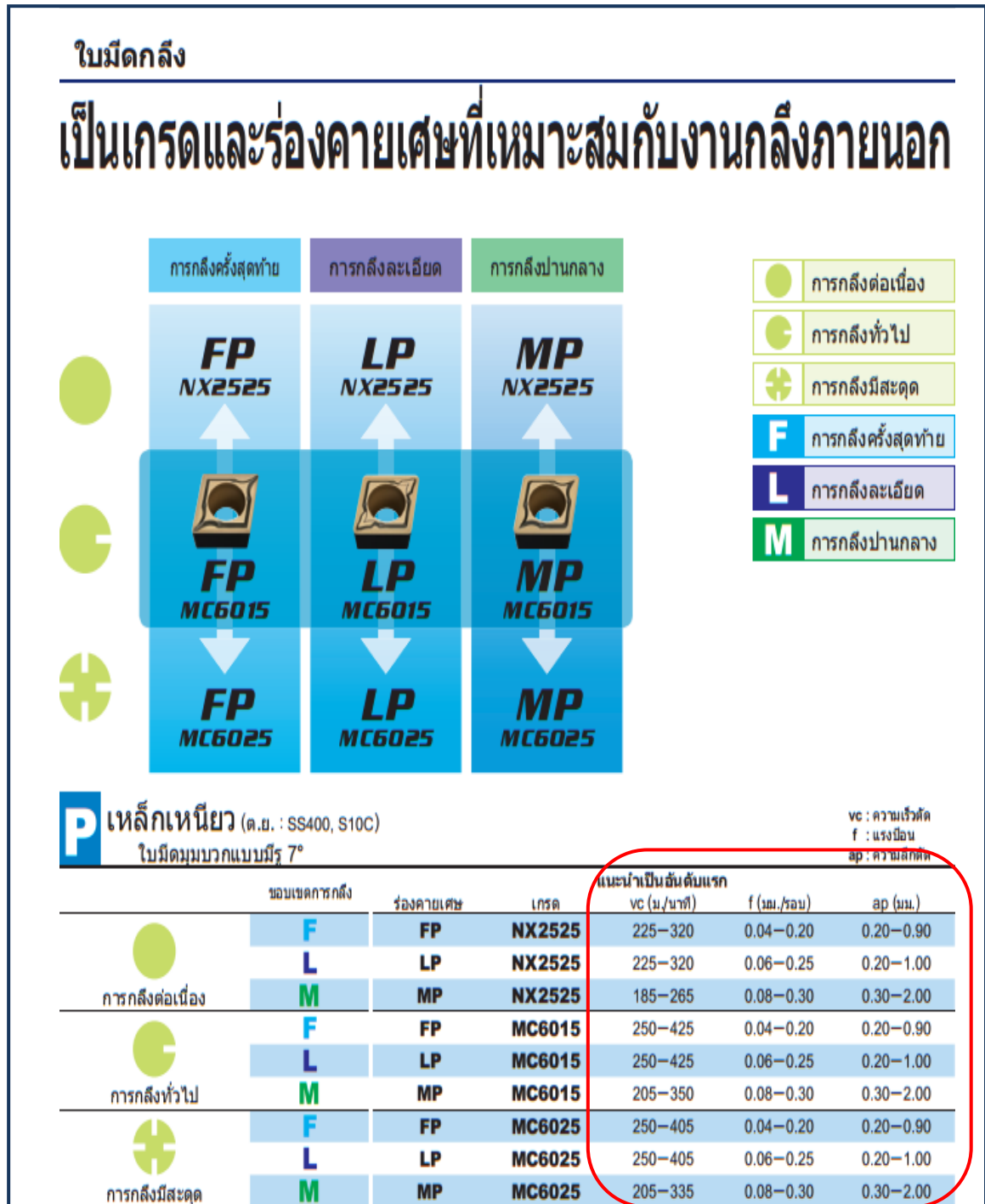


รูปที่ 3.36 แสดงการกลิ้งชิ้นงานละเอียด (Finishing) ที่ต้องการคุณภาพผิวงาน

(ที่มา <http://machinetoolmarket.co.za>)

### 3.3.2 การหาค่าเงื่อนไขการตัดเฉือนสำหรับงานกลึงซีเอ็นซีและงานกัดซีเอ็นซี

3.3.2.1 การหาค่าการตัดเฉือนจากคู่มือผู้ผลิตเครื่องมือตัดแนะนำ เป็นข้อมูลการตัดเฉือนที่ดีที่สุดสำหรับการเลือกใช้งานกับเครื่องจักรกลึงซีเอ็นซีสามารถเลือกใช้ตามคู่มือของแต่ละบริษัท ดังแสดงในรูปที่ 3.37-3.38



รูปที่ 3.37 แสดงตัวอย่างตารางการหาค่าข้อมูลการตัดเฉือนสำหรับงานกลึง (ที่มา : <https://www.mitsubishicarbide.com>)

## MIRACLE END ALIMASTER

**CARBIDE**

# C2MHA

End mill, Medium cut length, 2 flute, For aluminium alloy

Carbon Steel, Alloy Steel, Cast Iron (<30HRC)	Tool Steel, Pre-Hardened Steel, Hardened Steel (<=45HRC)	Hardened Steel (<=55HRC)	Hardened Steel (>55HRC)	Austenitic Stainless Steel	Titanium Alloy, Heat Resistant Alloy	Copper Alloy	Aluminium Alloy
---	--	--------------------------	-------------------------	----------------------------	--------------------------------------	--------------	-----------------

**SQUARE**

**BALL**

DC ≤ 12	DC > 12		
0	0		
- 0.020	- 0.030		
DCON = 6	8 ≤ DCON ≤ 10	12 ≤ DCON ≤ 16	20 ≤ DCON ≤ 25
0	0	0	0
- 0.008	- 0.009	- 0.011	- 0.013

h6

**RADIUS**

**TAPER**

**SOLID END MILLS**

Order Number	DC	APMX	LF	DCON	No. of Flutes	Stock	Type
C2MHAD0300	3	9	60	6	2	●	1
C2MHA D0400	4	12	60	6	2	●	1
C2MHA D0500	5	15	60	6	2	●	1
C2MHA D0600	6	18	60	6	2	●	2
C2MHA D0800	8	20	75	8	2	●	2
C2MHA D1000	10	25	75	10	2	●	2
C2MHA D1200	12	25	75	12	2	●	2
C2MHA D1400	14	32	75	12	2	●	3
C2MHA D1600	16	32	100	16	2	●	2
C2MHA D2000	20	38	125	20	2	●	2
C2MHA D2500	25	38	125	25	2	●	2

Unit : mm

● High efficiency machining for aluminium alloys.

### RECOMMENDED CUTTING CONDITIONS

#### Side milling

Work material	Aluminium alloy	
Dia. DC (mm)	Revolution (min <sup>-1</sup> )	Feed rate (mm/min)
3	40000	2400
4	36000	2600
5	30000	4000
6	27000	4000
8	20000	4000
10	16000	4500
12	13000	4500
16	10000	4500
20	8000	4300
25	6000	3600

#### Slotting

Work material	Aluminium alloy	
Dia. DC (mm)	Revolution (min <sup>-1</sup> )	Feed rate (mm/min)
3	40000	1500
4	36000	1800
5	30000	2800
6	27000	2800
8	20000	2800
10	16000	3200
12	13000	3200
16	10000	3200
20	8000	3000
25	6000	2500

- 1) Water-soluble cutting fluid is recommended.
- 2) Climb cutting is recommended for side milling.
- 3) If tool clamping is poor, the tool can be pulled out of the holder. Ensure that the tool is sufficiently clamped.
- 4) If the rigidity of the machine or the work materials installation is very low, or chattering and noise are generated, reduce the re feed rate proportionately.

รูปที่ 3.38 แสดงตัวอย่างตารางการหาค่าข้อมูลการตัดเฉือนสำหรับงานกัด  
(ที่มา : <https://www.mitsubishicarbide.com>)

3.3.2.2 การหาค่าการตัดเฉือนจากการคำนวณ โดยข้อมูลที่จำเป็นต้องคำนวณหาค่าเพื่อนำไปใช้ในโปรแกรมเอ็นซีได้แก่ ค่าความเร็วรอบเพลาสปินเดิล (Spindle Speed) หรือค่า S และอัตราป้อน (Feed Rate) หรือค่า F ในโปรแกรมเอ็นซี

### 3.4 การหาค่าความเร็วรอบ,ความเร็วตัด และอัตราป้อน

**3.4.1 ความเร็วรอบเพลาสปินเดิล (Spindle Speed)** หมายถึงจำนวนรอบที่ชิ้นงานหมุนต่อหนึ่งนาที (สำหรับการกลึงหรือจำนวนรอบที่เครื่องมือตัดหมุน ต่อหนึ่งนาที (สำหรับการกัดหรือการเจาะ) มีหน่วยเป็น รอบ/นาที (r/minหรือ rpm)

สูตรการคำนวณความเร็วรอบ (n)

$$\text{จากสูตร} \quad V_c = \frac{\pi \times D \times n}{1,000} \quad \text{ถ้าต้องการหาความเร็วรอบ (n)}$$

$$\text{ดังนั้น} \quad n = \frac{V_c \times 1,000}{\pi \times D}$$

เมื่อกำหนดให้

- $V_c$  = ความเร็วตัด มีหน่วยเป็น เมตร/นาที (m/min)
- $D$  =  $\varnothing$  ของเพลางาน มีหน่วยเป็น มิลลิเมตร (mm)
- $n$  = ความเร็วรอบของเพลางาน มีหน่วยเป็น รอบ/นาที (r/min หรือ rpm)
- $\pi$  = มีค่าเท่ากับ 3.1416
- 1,000 = ตัวเลขคงที่สำหรับเปลี่ยนหน่วยมิลลิเมตรเป็นเมตร

ซึ่งค่า  $D$  นั้นจะขึ้นอยู่กับลักษณะงาน เช่น ถ้างานกลึงค่า  $D$  คือ ค่าของเส้นผ่านศูนย์กลางของชิ้นงาน สำหรับงานกัดค่า  $D$  คือ เส้นผ่านศูนย์กลางของเครื่องมือตัด และถ้าเป็นงานเจาะค่า  $D$  คือ เส้นผ่านศูนย์กลางของดอกสว่าน เป็นต้น ในงานซีเอ็นซีค่า  $D$  คือค่าของ  $S$  (Spindle Speed) ที่ผู้เขียนโปรแกรมเอ็นซีต้องกำหนดในโปรแกรมเอ็นซี

**ตัวอย่างที่ 3.1** ต้องการกลึงปอกชิ้นงานให้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 35 มิลลิเมตร ถ้าใช้ความเร็วตัด 25 เมตรต่อนาที ผู้ปฏิบัติงานต้องใช้ความเร็วรอบงในการกลึงชิ้นงานเท่าใด

**วิธีการคำนวณ**

$$\text{จากสูตร} \quad n = \frac{V_c \times 1,000}{\pi \times D}$$

$$\text{จะได้ว่า} \quad n = \frac{25 \times 1,000}{3.1416 \times 35} = 227.36 \text{ รอบ/นาที}$$

ดังนั้นผู้ปฏิบัติงานต้องกำหนดค่า Spindle Speed (S) สำหรับกลึงชิ้นงานในโปรแกรมเอ็นซีเท่ากับ 227 รอบ/นาที



**ตัวอย่างที่ 3.2** ต้องการขึ้นรูปชิ้นงานโดยใช้ดอกกัดเอ็นมิลล์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12 มิลลิเมตรถ้าใช้ค่าความเร็วตัด 120 เมตร/นาที ต้องใช้ค่าความเร็วรอบเพลาสปินเดิลเท่าไร

#### วิธีการคำนวณ

$$\text{จากสูตร } n = \frac{V_c \times 1,000}{\pi \times D}$$

$$\text{จะได้ว่า } n = \frac{120 \times 1,000}{3.1416 \times 12} = 3183.09 \text{ รอบ/นาที}$$

ดังนั้นผู้ปฏิบัติงานต้องกำหนดค่า Spindle Speed (S) สำหรับการกัดชิ้นงานในโปรแกรมเอ็นซีเท่ากับ 3183 รอบ/นาที

**3.4.2 ความเร็วตัด (Cutting Speed)** หมายถึง ความยาวของเนื้อโลหะที่ถูกตัดเฉือนผ่านปลายคมตัด มีหน่วยเป็น เมตรต่อนาที (m/min) ความเร็วตัดสามารถกำหนดได้จากการคำนวณหรือตารางความเร็วตัดของวัสดุที่ต้องการขึ้นรูป

สูตร การคำนวณหาความเร็วตัด ( $V_c$ )

$$\text{จากสูตร } V_c = \frac{\pi \times D \times n}{1,000}$$

เมื่อกำหนดให้

- $V_c$  = ความเร็วตัด เมตร/นาที (m/min)
- $D$  =  $\varnothing$  ของงานกลึงหรือขนาด  $\varnothing$  ทูลสำหรับงานกัดหรือเจาะ มิลลิเมตร (mm)
- $n$  = ความเร็วรอบของเพลางาน รอบ/นาที ( r/min หรือ rpm)
- $\pi$  = มีค่าเท่ากับ 3.1416
- 1,000 = ตัวเลขคงที่สำหรับเปลี่ยนหน่วยมิลลิเมตรเป็นเมตร

**ตัวอย่างที่ 3.3** ต้องการกลึงชิ้นงานให้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 35 มิลลิเมตร ถ้าใช้ความเร็วรอบ 227 รอบ/นาทีผู้ปฏิบัติงานต้องใช้ค่าความเร็วตัดงานกลึงเท่าใด

#### วิธีการคำนวณ

$$\text{จากสูตร } V_c = \frac{\pi \times D \times n}{1,000}$$

$$\text{จะได้ว่า } V_c = \frac{3.1416 \times 35 \times 227}{1,000} = 24.96 \text{ เมตร/นาที}$$

ดังนั้นผู้ปฏิบัติงานต้องใช้ความเร็วตัดในการกลึงชิ้นงานเท่ากับ 25 เมตร/นาที

**ตัวอย่างที่ 3.4** ต้องการขึ้นรูปชิ้นงานโดยใช้ดอกกัดเอ็น ดมีลล์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12 มิลลิเมตร ถ้าใช้ค่าความเร็วรอบ 3183 รอบ/นาที ต้องใช้ค่าความเร็วตัดเท่าไรในการกัดงาน

**วิธีการคำนวณ**

$$\text{จากสูตร } V_c = \frac{\pi \times D \times n}{1,000}$$

$$\text{จะได้ว่า } V_c = \frac{3.1416 \times 12 \times 3183}{1,000} = 119.99 \text{ เมตร/นาที}$$

ดังนั้นผู้ปฏิบัติงานต้องใช้ค่าความเร็วตัดในการกลึงชิ้นงานเท่ากับ 120 เมตร/นาที

**3.4.3 อัตราป้อน (Feed Rate)** หมายถึง ความเร็วของการเดินของเครื่องมือตัด ไปตามความยาวของชิ้นงานในแต่ละรอบของการหมุนเพลาทัวจับชิ้นงาน (งานกลึง) มีหน่วยเป็น มิลลิเมตร/รอบ (mm/r) หรือความเร็วการเดินทูลตัดเนื้อชิ้นงานต่อหนึ่งนาที (งานกัด) มีหน่วยเป็น มิลลิเมตร/นาที (mm/min)

**3.4.3.1 อัตราป้อนต่อรอบ (Feed Rate per Revolution)**

ส่วนใหญ่จะใช้กับงานกลึงซีเอ็นซี และงานเจาะซีเอ็นซี โดยที่อัตราป้อนต่อรอบนั้นคือ ระยะทางที่เครื่องมือตัดเคลื่อนที่ไปในขณะที่ชิ้นงานหมุน 1 รอบ มีหน่วยเป็นมิลลิเมตร/รอบ

สูตรการ หาอัตราป้อนต่อรอบ หาได้จากสูตร

$$\text{สูตร } f_n = \frac{L}{n}$$

เมื่อกำหนดให้

$f_n$  = อัตราป้อนต่อรอบมีหน่วยเป็น มิลลิเมตร/รอบ (mm/r)

$L$  = ระยะทางที่เครื่องมือตัดเคลื่อนที่ไปมีหน่วยเป็น มิลลิเมตร (mm)

$n$  = ความเร็วรอบของชิ้นงาน มีหน่วยเป็น รอบ/นาที (r/min หรือ rpm)

**ตัวอย่างที่ 3.5** ต้องการกลึงชิ้นงาน ให้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง เท่ากับ 35 มิลลิเมตร ยาว 50 มิลลิเมตร ถ้าใช้ความเร็วรอบ 227 รอบ/นาที ผู้ปฏิบัติงานควรใช้อัตราป้อนในการกลึงชิ้นงานเท่าไร

**วิธีการคำนวณ**

$$\text{จากสูตร } f_n = \frac{L}{n}$$

$$\text{จะได้ว่า } f_n = \frac{50}{227} = 0.22 \text{ มิลลิเมตร/รอบ}$$

ดังนั้นผู้ปฏิบัติงานควรใช้อัตราป้อนในการกลึงชิ้นงาน ( $f_n$ ) = 0.22 มิลลิเมตร/รอบ

ตัวอย่างที่ 3.6 ต้องการเจาะ ชิ้นงานชิ้นหนึ่งให้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง เท่ากับ 25 มิลลิเมตร มีความลึก 12 มิลลิเมตร จำนวน 1 รู ถ้าใช้ความเร็วรอบ 318 รอบ/นาที ผู้ปฏิบัติงานควรใช้อัตราป้อนเท่าไร

วิธีการคำนวณ

จากสูตร  $f_n = \frac{L}{n}$

จะได้ว่า  $f_n = \frac{12}{318} = 0.03$  มิลลิเมตร/รอบ

ดังนั้นผู้ปฏิบัติงานต้องใช้อัตราป้อนในการเจาะชิ้นงาน ( $f_n$ ) = 0.03 มิลลิเมตร/รอบ

3.4.3.2 อัตราป้อนต่อนาที (Feed Rate per Minute)

ส่วนใหญ่ใช้สำหรับงานกัดมีหน่วยเป็น มิลลิเมตร/นาที (mm/min) ซึ่งสามารถหาได้จากสูตร

สูตรการ หาอัตราป้อนต่อนาที หาได้จากสูตร

สูตร  $F = f_z \times Z \times n$

เมื่อกำหนดให้

$f_z$  = อัตราป้อนต่อฟันของทูลมีหน่วยเป็น มิลลิเมตร/ฟัน (mm/tooth) ส่วนใหญ่นิยมเปิด

ตารางหาค่าจากตารางหรือคู่มือผู้ผลิตเครื่องมือตัด

$Z$  = จำนวนฟันของเครื่องมือตัดหรือทูล

$n$  = ความเร็วรอบของชิ้นงานมีหน่วยเป็น รอบ/นาที (r/min หรือ rpm)

ตัวอย่างที่ 3.7 ต้องการกัดชิ้นงานชิ้นหนึ่งวัสดุเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำโดยใช้ดอกเอ็นด์มิลล์ ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12 มิลลิเมตร มีคมตัดจำนวน 4 ฟัน ใช้ความเร็วรอบเพลาสปีนเดิล 1200 รอบต่อนาที โดยเปิดตารางผู้ผลิต ดังแสดงในรูปที่ 3.39 ได้ค่าอัตราป้อนต่อฟัน (Feed per Tooth) มีค่าเท่ากับ 0.0601 มิลลิเมตรต่อฟันจงคำนวณหาค่าอัตราป้อน

วิธีการคำนวณ

จากสูตร  $F = f_z \times Z \times n$

จะได้ว่า  $F = 0.0601 \times 4 \times 1200 = 288.4$  มิลลิเมตร / นาที

ดังนั้นผู้ปฏิบัติงานควรใช้อัตราป้อนในการกัดชิ้นงาน = 288 มิลลิเมตร / นาที

M104 Application Guide (metric) • Speed & Feed												
ISO Classification	Work Material	Type of Cut	Axial DOC	Radial DOC	Number of Flutes	Speed (M/Min)	Feed (MM Per Tooth)					
							6,0	8,0	10,0	12,0	16,0	20,0
P	Low Carbon Steel 1018, 12L14, 8620	Slotting	1 x D	1 x D	4	107	0.0301	0.0403	0.0499	0.0601	0.0800	0.1004
		Peripheral - Rough	1.25 x D	.4 x D	4	130	0.0376	0.0504	0.0624	0.0752	0.1000	0.1255
	Medium Carbon Steels < 38 HRC 4140, 4340	Slotting	.75 x D	1 x D	4	84	0.0290	0.0389	0.0482	0.0581	0.0772	0.0970
		Peripheral - Rough	1.25 x D	.4 x D	4	107	0.0363	0.0486	0.0602	0.0726	0.0965	0.1212
M	Tool & Die Steels <= 38 HRC A2, D2, H13, P20	Slotting	.5 x D	1 x D	4	84	0.0299	0.0401	0.0497	0.0599	0.0796	0.1000
		Peripheral - Rough	1.25 x D	.3 x D	4	107	0.0374	0.0501	0.0621	0.0748	0.0995	0.1250
M	Martensitic Stainless Steel 416, 410, 440C	Slotting	.5 X D	1 x D	4	76	0.0266	0.0357	0.0442	0.0532	0.0708	0.0889
		Peripheral - Rough	1.25 x D	.3 x D	4	91	0.0333	0.0446	0.0552	0.065	0.0885	0.1111

รูปที่ 3.39 แสดงตารางหาค่าอัตราป้อนต่อฟัน (Feed per Tooth) จากคู่มือผู้ผลิตเครื่องมือตัด

(ที่มา : <http://www.imcousa.com>)

### 3.5 สารหล่อเย็นสำหรับการตัดเฉือนโลหะของเครื่องกลึงและเครื่องกัดซีเอ็นซี

สารหล่อเย็น เป็นน้ำมันที่ได้จากพืช สัตว์ และผลิตภัณฑ์อื่นๆ ที่ได้มาจากธรรมชาติ เพื่อนำมาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันของมวลมนุษยชาติ โดยผ่านกรรมวิธีต่างๆ เพื่อให้ได้คุณสมบัติของน้ำมันตามความต้องการใช้งาน ซึ่งจะนำมาใช้ทางตรงและทางอ้อม ส่วนใหญ่แล้วจะใช้ในการหล่อลื่นมากกว่าใช้จุดให้เกิดแสงสารหล่อเย็นเป็นส่วนสำคัญที่มีบทบาทต่องานช่างอุตสาหกรรมเป็นอย่างยิ่ง โดยเฉพาะการทำงานของเครื่องจักรที่เกี่ยวข้องกับงานโลหะ เพราะใช้ในการลดแรงเสียดสี และระบายความร้อนที่เกิดขึ้นกับคมตัดชิ้นงาน ซึ่งสารหล่อเย็นที่นิยมใช้ในวงการอุตสาหกรรมมีมากมายหลายชนิดแตกต่างกันออกไป และแต่ละชนิดจะขึ้นอยู่กับความต้องการ และเหมาะสมกับงานเฉพาะ ซึ่งมีชื่อเรียกกันแตกต่างกันออกไปหลายอย่าง เช่น Coolant, Cutting oil, Cutting compound, Cutting lubricant จุดประสงค์ของการใช้สารหล่อเย็นคือช่วยระบายความร้อนช่วยระบายเศษโลหะออกจากปลายคมตัด ช่วยให้คมตัดมีอายุการใช้งานได้นาน ช่วยหล่อลื่นบริเวณพื้นที่สัมผัส ช่วยป้องกันผิวไม่ให้เกิดสนิม ช่วยลดการเสียดสี และทำให้เครื่องจักรมีอายุการใช้งานยาวนานขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 3.40



รูปที่ 3.40 แสดงการใช้สารหล่อเย็นในการตัดเฉือนชิ้นงาน

(ที่มา : <http://www.aaroncnc.co.uk>)

#### 3.5.1 ประเภทของสารหล่อลื่นเย็น

สารหล่อลื่นเย็นที่ใช้ในอุตสาหกรรมการตัดเฉือนชิ้นงานมีหลายชนิดขึ้นอยู่กับความต้องการและความเหมาะสมกับงานเฉพาะ ซึ่งมีชื่อเรียกกันแตกต่างกันออกไปหลายอย่าง ได้แก่

1. Soluble oil มีชื่อเรียกทั่วไปว่า น้ำมันสบู่ สามารถผสมกับน้ำแล้วจะมีลักษณะขาวขุ่น ข้อดีของ Soluble oil คือ สามารถละลายและรวมตัวกับน้ำได้ดีมีประโยชน์เกี่ยวกับการตัดเฉือนมากช่วยในการคายเศษโลหะ (Chip bearing pressure) ส่วนมากจะใช้กับงานโลหะประเภทเหล็ก ยกเว้นเหล็กหล่อ โดยทั่วไปใช้ผสมในอัตราส่วนผสม คือ น้ำมัน 1 ส่วน ต่อ น้ำ 50 ส่วน สำหรับเครื่องเจียระไน (Grinding machine) ควรจะเลือกใช้สารหล่อเย็น ที่ไม่มีไขมัน ถ้ามีไขมันจะเข้าไปฝังอยู่ตามหน้าหินเจียระไน ทำให้เกิดการอุดตัน ดังนั้น ส่วนมากสารหล่อเย็นจะผสมน้ำยากันสนิมเข้าไปด้วย

2. Mineral oil เป็นน้ำมันแร่ที่ได้จากการสกัดจากปิโตรเลียม หรือ น้ำมันที่มีสารพวกไฮโดรคาร์บอนอื่นๆ ที่ได้จากแหล่งแร่ โดยทั่วไปใช้สำหรับงานเบา และพวกโลหะที่ไม่ใช่เหล็ก เช่น นิกเกิลโครเมียม และจำพวกอโลหะทั้งหลาย จะใช้น้ำมัน Mineral oil เป็นตัวระบายความร้อนข้อควรระวังคือ จะเป็นสารไวไฟ (flamable substance) ความหนืดประมาณ 100 cP ที่ 37.7 องศาเซลเซียส

3. Lard oil ได้จากการสกัดไขมันจากสัตว์ เช่น โค กระบือ หมู หรือการกลั่นจากสารเคมี สามารถผสมกับน้ำ โดยใช้ในการระบายความร้อนของการคายเศษ เช่น เหล็ก อะลูมิเนียม

4. Mineral lard oil ใช้ในกรณีทำการตัดเฉือนที่ละเอียดมาก ๆ เกิดจากส่วนผสมของ mineral oil กับ Lard oil เข้าด้วยกัน

### 3.5.2 วิธีการเลือกใช้น้ำมันหล่อเย็น

การเลือกใช้น้ำมันหล่อเย็น ขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุ งานที่จะทำการขึ้นรูปแบบต่างๆ ตลอดจนกรรมวิธีการตัดเฉือน ซึ่งจะมีผลกระทบต่อการทำงานมาก ดังนี้

1. เหล็กคาร์บอนต่ำ (low carbon steel) แบ่งการใช้น้ำมันหล่อเย็นออกไปตามลักษณะของเครื่องจักร
  - ก. งานกลึง ใช้พวก Soluble oil ส่วน ต่อ น้ำ 15 ส่วน
  - ข. งานเจาะและงานกัด (Drilling and milling) ใช้ Soluble oil 1 ส่วน ต่อ น้ำ 15 ส่วน
2. เหล็กผสม (Alloy steel)
  - ก. งานกลึงจะใช้ Mineral oil 75% ผสมกับ Soluble oil 25%
  - ข. งานตัดเกลียว (Tapping) จะใช้ Miner oil 80-90% กับ Lard oil 10%
3. ทองเหลืองรีด (Brass rod)
  - ก. งานกลึง ใช้ Mineral oil
  - ข. งานกัด ใช้ Soluble oil 5% ผสมกับน้ำ 95%

อัตราการผสมของสารระบายความร้อนกับน้ำเปล่า ต้องให้ได้ตามสัดส่วนที่กำหนดจากผู้ผลิตเช่นนั้นแล้ว อาจทำให้ชิ้นส่วนภายในเครื่องจักรเกิดสนิมขึ้นได้ โดยค่าความเป็นกรด/เป็นด่าง (pH) อยู่ในช่วง 8 ถึง 9.5 โดยประโยชน์ของน้ำหล่อเย็น มีดังนี้

1. ช่วยให้อายุการใช้งานของคมตัดทุล (Tools) ยาวนานขึ้น
2. ระบายความร้อนของคมตัดในขณะที่ขึ้นรูปชิ้นงาน
3. ขจัดเศษโลหะออกจากคมตัด
4. ลดการเสียดสีระหว่างผิวงานกับคมตัด
5. ป้องกันสนิมและช่วยลดการสึกกร่อน
6. ควบคุมขนาดของชิ้นงานที่ผิดพลาดจากความร้อนให้ถูกต้อง

### แบบฝึกหัดหน่วยที่ 3

คำสั่ง จงทำเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่ถูกต้องและทำเครื่องหมาย ✗ หน้าข้อความที่ไม่ถูกต้อง

- .....1. วัสดุชิ้นงานจะมีคุณสมบัติแข็งกว่าวัสดุคมตัดที่จะนำมาตัดเฉือน
- ..... 2. การตัดเฉือนหยาบ (Roughing) คือการขึ้นรูปชิ้นงานที่ทำให้เศษโลหะไหลออกมาเร็วมากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ในขณะปฏิบัติงาน
- ..... 3. เม็ดมีดกลึงที่เคลือบสารไทเทเนียมไนไตรด์ (Titanium Nitride) ผิวของเม็ดมีดอินเสิร์ตจะเป็นสีทอง
- ..... 4. การระบายความร้อนจะช่วยป้องกันสนิมและช่วยลดการสึกกร่อนของเครื่องมือตัด
- ..... 5. ด้ามมีดกลึงซีเอ็นซีแบ่งเป็นด้ามมีดกลึงด้านนอกและด้ามมีดกลึงดกร่อง
- ..... 6. ชนิดของเม็ดมีดอินเสิร์ต แบ่งได้ 2 ชนิดตามลักษณะมุมคายเศษของเม็ดมีด
- .....7. การขึ้นรูปชิ้นงานละเอียด (finishing) คือการขึ้นรูปชิ้นงานที่ทำให้เศษโลหะไหลออกมาน้อยหรือมีค่าความลึกตื้นน้อยในขณะปฏิบัติงาน
- ..... 8. Soluble oil มีชื่อเรียกทั่วไปว่าน้ำมันสบู
- ..... 9. สารหล่อเย็นช่วยให้อายุการใช้งานของคมตัดทุกล (Tools) ยาวนานขึ้น
- ..... 10. Mineral oil เป็นน้ำมันแร่ที่ได้จากการสกัดจากปิโตรเลียม

ตอนที่ 2 คำสั่ง จงเติมคำตอบให้สมบูรณ์

1. จงบอกเม็ดมีดอินเสิร์ตที่ใช้ในงานกลึงซีเอ็นซี

- 1.1.....
- 1.2.....
- 1.3.....
- 1.4.....
- 1.5.....

2. จงบอกเครื่องมือตัดที่นิยมใช้ในงานกัดซีเอ็นซีมาอย่างน้อย 5 ชนิด

- 2.1.....
- 2.2.....
- 2.3.....
- 2.4.....
- 2.5.....

3. จงอธิบายรหัสมาตรฐานของด้ามมีดกลึงต่อไปนี้

3.1 มีดกลึงด้านนอก SDQCR 2020K11 ตัวอักษรตัวหนาที่ขีดเส้นใต้หมายถึง.....

3.2 มีดกลึงด้านใน S25R-PCLNR12 ตัวอักษรตัวหนาที่ขีดเส้นใต้หมายถึง.....

4. จงอธิบายรหัสมาตรฐานของเม็ดมีดกลึงต่อไปนี้

SNMG120408N-MU ตัวอักษรตัวหนาที่ขีดเส้นใต้หมายถึง.....

5. จงบอกชนิดของเม็ดมีดอินเลิร์ตที่ใช้ในการตัดเฉือนชิ้นงานเมื่อเลือกใช้จากมุมคายเศษ

.....

.....

6. ต้องการกลึงปอกชิ้นงานให้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 25 มิลลิเมตร ถ้าใช้ความเร็วตัด 5 เมตร/ นาที ผู้ปฏิบัติงานต้องใช้ความเร็วรอบงานกลึงเท่าไร

.....

.....

.....

7. ต้องการขึ้นรูปชิ้นงานโดยใช้ดอกกัดเอ็นท์มีลล์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 มิลลิเมตร ถ้าใช้ค่าความเร็วรอบ 1250 รอบ/นาที ต้องใช้ค่าความเร็วตัดเท่าไรในการกัดชิ้นงาน

.....

.....

.....

8. ต้องการกลึงชิ้นงานชิ้นหนึ่ง ให้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 25 มิลลิเมตร ยาว 50 มิลลิเมตร ถ้าใช้ความเร็วรอบ 318 รอบต่อนาที ผู้ปฏิบัติงานควรใช้อัตราป้อนเท่าไรในการกลึงชิ้นงาน

.....

.....

.....

.....

9. จงอธิบายลักษณะการขึ้นรูปตัดเฉือนชิ้นงานของงานกลึงและงานกัดต่อไปนี้

9.1 การขึ้นรูปชิ้นงานหยาบ (Roughing)

.....

.....

.....

.....

9.2 การขึ้นรูปชิ้นงานละเอียด (Finishing)

.....  
.....  
.....  
.....

10. จงบอกชนิดของสารหล่อเย็นสำหรับงานกลึงและงานกัด

.....  
.....  
.....  
.....

11. จงบอกประโยชน์ของการหล่อเย็นชิ้นงานในขณะกลึง และกัดชิ้นงาน อย่างน้อย 5 ข้อ

- 11.1.....
- 11.2.....
- 11.3.....
- 11.4.....
- 11.5.....



### แบบเฉลยแบบฝึกหัดหน่วยที่ 3

คำสั่ง จงทำเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่ถูกต้องและทำเครื่องหมาย ✗ หน้าข้อความที่ไม่ถูกต้อง

- .... ✗ ....1. วัสดุชิ้นงานจะมีคุณสมบัติแข็งกว่าวัสดุคมตัดที่จะนำมาตัดเฉือน
- .... ✓ ....2. การตัดเฉือนหยาบ (Roughing) คือการขึ้นรูปชิ้นงานที่ทำให้เศษโลหะไหลออกมาเร็วมากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ในขณะที่ปฏิบัติงาน
- .... ✗ ....3. เม็ดมีดกลึงที่เคลือบสารไทเทเนียมไนไตรด์ (Titanium Nitride) ผิวของเม็ดมีดอินเสิร์ตจะเป็นสีเทา
- .... ✓ ....4. รหัสมาตรฐานสำหรับด้ามกลึงด้านใน (Internal Machining) จะแสดงด้วยรหัสตัวเลขและตัวอักษร 9 ตัว
- .... ✗ ....5. ด้ามมีดกลึงซีเอ็นซีแบ่งเป็นด้ามมีดกลึงด้านนอกและด้ามมีดกลึงทรง
- .... ✓ ....6. ชนิดของเม็ดมีดอินเสิร์ต แบ่งได้ 2 ชนิดตามลักษณะมุกกายเศษของเม็ดมีด
- .... ✗ .... 7. การขึ้นรูปชิ้นงานละเอียด (Finishing) คือการขึ้นรูปชิ้นงานที่ทำให้เศษโลหะไหลออกมาน้อยหรือมีค่าความลึกตัดมากในขณะที่ปฏิบัติงาน
- .... ✓ ....8. Soluble oil มีชื่อเรียกทั่วไปว่าน้ำมันสบู
- .... ✓ ....9. สารหล่อเย็นช่วยให้อายุการใช้งานของคมตัดทุล (Tools) ยาวนานขึ้น
- .... ✓ ....10. Mineral oil เป็นน้ำมันแร่ที่ได้จากการสกัดจากปิโตรเลียม

ตอนที่ 2 คำสั่ง จงเติมคำตอบให้สมบูรณ์

#### 1. จงบอกเม็ดมีดอินเสิร์ตที่ใช้ในงานกลึงซีเอ็นซี

- 1.1 เม็ดมีดอินเสิร์ตแบบทังสเตนคาร์ไบด์ (Tungsten carbide)
- 1.2 เม็ดมีดอินเสิร์ตแบบ Cubic Boron Nitride: CBN
- 1.3 เม็ดมีดอินเสิร์ตแบบเซรามิค (Ceramics)
- 1.4 เม็ดมีดอินเสิร์ตเคลือบผิวแข็ง (Coated Insert)
- 1.5 เม็ดมีดอินเสิร์ตแบบเพชรสังเคราะห์ Polycrystalline Diamond: PCD

#### 2. จงบอกเครื่องมือตัดที่นิยมใช้ในงานกัดซีเอ็นซีอย่างน้อย 5 ชนิด

- 2.1 ดอกกัดเอ็นด์มิลล์ (End Mill)
- 2.2 หัวกัดปาดผิวหน้า (Face Mill)
- 2.3 หัวกัดแบบปลอก (Shell End Mill)
- 2.4 ดอกสว่าน (Drill)
- 2.5 ดอกลบคมแบบอินเสิร์ต (Chamfer mills)
- 2.6 ดอกเจาะนำศูนย์ (Center Drill)
- 2.7 ดอกคว้านเรียบ (Reamer)
- 2.8 ดอกตีป (Taps)

### 3. จงอธิบายรหัสมาตรฐานของด้ามมีดกลึงต่อไปนี้

3.1 มีดกลึงด้านนอก SDQCR 2020K11 ตัวอักษรตัวหนาที่ขีดเส้นใต้หมายถึงรูปทรงเม็ดมีดสี่เหลี่ยม  
ข้าวหลามตัดมุม 55 องศา

3.2 มีดกลึงด้านใน S25R-PCLNR12 ตัวอักษรตัวหนาที่ขีดเส้นใต้หมายถึงความยาวคมตัด 12 มิลลิเมตร

### 4. จงอธิบายรหัสมาตรฐานของเม็ดมีดกลึงต่อไปนี้

SNMG120408N-MU ตัวอักษรตัวหนาที่ขีดเส้นใต้หมายถึงเม็ดมีดอินเสิร์ตแบบมีรู

### 5. จงบอกชนิดของเม็ดมีดอินเสิร์ตที่ใช้ในการตัดเฉือนชิ้นงานเมื่อเลือกใช้จากมุมคายพิเศษ

1. เม็ดมีดอินเสิร์ตแบบมุมคายพิเศษเป็นบวก ( Positive Insert)

2. เม็ดมีดอินเสิร์ตแบบมุมคายพิเศษเป็นลบ ( Negative Insert)

### 6. ต้องการกลึงปอกชิ้นงานให้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 25 มิลลิเมตร ถ้าใช้ความเร็วตัด 25 เมตร / นาที ผู้ปฏิบัติงานต้องใช้ความเร็วรอบงานกลึงเท่าไร

$$\text{จากสูตร } n = \frac{V_c \times 1,000}{\pi \times D}$$

$$\text{จะได้ว่า } n = \frac{25 \times 1,000}{3.1416 \times 25} = 318.30 \text{ รอบ/นาที}$$

### 7. ต้องการขึ้นรูปชิ้นงานโดยใช้ดอกกัดเอ็นท์มีลล์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 มิลลิเมตร ถ้าใช้ค่าความเร็วรอบ 1250 รอบ/นาที ต้องใช้ค่าความเร็วตัดเท่าไรในการกัดชิ้นงาน

$$\text{จากสูตร } V_c = \frac{\pi \times D \times n}{1,000}$$

$$\text{จะได้ว่า } V_c = \frac{3.1416 \times 10 \times 1250}{1,000} = 39.27 \text{ เมตร/นาที}$$

### 8. ต้องการกลึง ชิ้นงานชิ้นหนึ่งให้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 25 มิลลิเมตร ยาว 50 มิลลิเมตร ถ้าใช้ความเร็วรอบ 318 รอบ/นาที ผู้ปฏิบัติงานควรใช้อัตราป้อนเท่าไรในการกลึงชิ้นงาน

$$\text{จากสูตร } f_n = \frac{L}{n}$$

$$\text{จะได้ว่า } f_n = \frac{50}{318} = 0.15 \text{ มิลลิเมตร/รอบ}$$

### 9. จงอธิบายลักษณะการขึ้นรูปตัดเฉือนชิ้นงานของงานกลึงและงานกัดต่อไปนี้

#### 9.1 การขึ้นรูปชิ้นงานหยาบ (Roughing)

คือการขึ้นรูปชิ้นงานที่ทำให้เศษโลหะไหลออกมามากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ แต่ผิวงานที่ออกมาจะไม่เรียบนัก เพราะมีค่าความลึกตัดมาก หรือเป็นขั้นหนาโดยจะเหลือผิวสำหรับการขึ้นรูปชิ้นงานในขั้นสุดท้ายอีกครั้งหนึ่ง

## 9.2 การขึ้นรูปชิ้นงานละเอียด (Finishing)

คือการขึ้นรูปชิ้นงานที่ทำให้เศษโลหะไหลออกม่น้อย หรือมีค่าความลึกตื้นน้อย หรือเป็นชั้นที่บางมาก ผิวงานออกมาเรียบเงา

### 10. จงบอกชนิดของสารหล่อเย็นสำหรับงานกลึงและงานกัด

1. Soluble oil มีชื่อเรียกทั่วไปว่า น้ำมันสบู่อ
2. Mineral oil เป็นน้ำมันแร่ที่ได้จากการสกัดจากปิโตรเลียม
3. Lard oil ได้จากการสกัดไขมันจากสัตว์
4. Mineral lard oil เกิดจากส่วนผสมของ Mineral oil กับ Lard oil

### 11. จงบอกประโยชน์ของการหล่อเย็นชิ้นงานในขณะกลึง และกัดชิ้นงาน อย่างน้อย 5 ข้อ

1. ช่วยให้อายุการใช้งานของคมตัดทุล (Tools) ยาวนานขึ้น
2. ระบายความร้อนของคมตัดในขณะที่ขึ้นรูปชิ้นงาน
3. ขจัดเศษโลหะออกจากคมตัด
4. ลดการเสียดสีระหว่างผิวงานกับคมตัด
5. ป้องกันสนิมและช่วยลดการสึกกร่อน
6. ควบคุมขนาดของชิ้นงานที่ผิดพลาดจากความร้อนให้ถูกต้อง