



แผนการจัดการเรียนรู้

มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพและบูรณาการปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง
สถานศึกษา 3 D

วิชา ลับคมเครื่องมือตัด รหัสวิชา 20102-2010

☒ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)

☐ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)

ประเภทวิชา ช่างอุตสาหกรรม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2569

โดย

นายศราวุฒิ อีสระชาญพานิช

แผนกวิชาช่างกลโรงงาน

วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

กระทรวงศึกษาธิการ

หลักสูตรรายวิชา

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)

ประเภทวิชา อุตสาหกรรม กลุ่มอาชีพ อุตสาหกรรมการผลิต สาขาวิชา ช่างกลโรงงาน

รหัส 20102-2010 ชื่อวิชา ลับคมเครื่องมือตัด

ทฤษฎี 1 ชั่วโมง/สัปดาห์ ปฏิบัติ 3 ชั่วโมง/สัปดาห์ จำนวน 2 หน่วยกิต

อ้างอิงมาตรฐาน

มาตรฐานอาชีพ สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ (องค์การมหาชน) อาชีพช่างผลิตชิ้นส่วนอุปกรณ์แม่พิมพ์ปั๊มโลหะ ระดับ 2 ประกอบด้วยหน่วยสมรรถนะดังนี้

MLD-DMT-2-039ZA เลือกใช้เครื่องมือตัด (Cutting Tools)

ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับรายวิชา

บูรณาการเลือกใช้เครื่องมือตัดให้เหมาะสมกับกระบวนการผลิตและลักษณะชิ้นส่วนที่จะผลิต ตามมาตรฐานการปฏิบัติงาน

จุดประสงค์รายวิชา เพื่อให้

1. เข้าใจเกี่ยวกับหลักการใช้เครื่องมือตัด มุมของคมตัด การลับคมตัดเดี่ยว การลับคมตัดหลายคมตัด
2. มีทักษะการลับคมตัดเดี่ยว การลับคมตัดหลายคมตัด
3. มีกิจนิสัยในการทำงานอย่างมีระเบียบแบบแผน มีความรับผิดชอบต่องานของตนเอง ส่วนรวม และปฏิบัติงานตามหลักความปลอดภัย
4. มีคุณธรรม จริยธรรม คุณลักษณะที่พึงประสงค์ที่ดีในการทำงานด้วยความละเอียดรอบคอบ ปลอดภัย มีความคิดสร้างสรรค์เป็น ระเบียบ สะอาด ตรงต่อเวลา ความซื่อสัตย์รับผิดชอบ และรักษาสภาพแวดล้อม
5. ประยุกต์ใช้งานลับเครื่องมือตัด คมตัดเดี่ยว ลับคมตัดหลายคม และใช้ปฏิบัติงานกับเครื่องมือกลตามหลักการและกระบวนการ เพื่อพัฒนาและสนับสนุนงานอาชีพ

สมรรถนะรายวิชา

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับหลักการลับคมเครื่องมือตัด
2. ลับคมเครื่องมือตัดตามหลักการและกระบวนการ

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาและปฏิบัติเกี่ยวกับชนิด และวัสดุเครื่องมือตัด เครื่องมือตัดคมตัดเดี่ยว หลายคมตัด มุมคมตัด การลับคมตัดดอกสว่าน ดอกกัด มีดกัด มีดกลึง วัดและตรวจสอบเครื่องมือตัด การบำรุงรักษาเครื่องมือกล ปฏิบัติตามกฎความปลอดภัย เลือกใช้เครื่องมือตัดให้เหมาะสมกับกระบวนการผลิตและลักษณะชิ้นส่วนที่จะผลิต ตรวจสอบระบบการทำงานของเครื่องลับคมตัดและอุปกรณ์ก่อนและหลังปฏิบัติงาน



คำนำ

เอกสารประกอบการสอนรายวิชา ลับคมเครื่องมือตัด รหัสวิชา 2102 – 2105 ตามหลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 สาขาวิชาช่างกลโรงงาน สาขางานเครื่องมือกล ได้แบ่งหน่วยการเรียนรู้การสอนออกเป็น 5 หน่วยการเรียนรู้ ใน 3 บทแรกเป็นเนื้อหาทฤษฎีทั่วไปที่เกี่ยวกับ คุณสมบัติและชนิดของวัสดุที่นำมาทำเป็นเครื่องมือตัดที่ใช้กันอยู่ทั่วไปในงานอุตสาหกรรม เพื่อให้ นักเรียนนักศึกษาได้ทราบถึง วัสดุเครื่องมือตัดต่างๆ ที่ไม่ได้มีโอกาสพบเห็นในสถานศึกษามากนัก รวมถึงมุมต่างๆ ของเครื่องมือตัด การเลือกใช้หินเจียรระไนในการลับคมเครื่องมือตัดตามชนิดวัสดุของเครื่องมือตัด ในส่วนของ 2 บทหลังจะเน้นใน ส่วนงานปฏิบัติ เป็นการลับคมตัดพื้นฐานที่ใช้กันทั่วไป เช่น มีดกลึงชนิดต่างๆ และลับคมดอกสว่าน เพื่อให้ นักเรียนเข้าใจถึงหลักการและสามารถปฏิบัติงานลับคมตัดพื้นฐานที่ต้องใช้ในการผลิตทั่วไปได้

ผู้เรียบเรียงหวังเป็นอย่างยิ่งว่าเอกสารประกอบการสอนเล่มนี้จะเป็นประโยชน์ และใช้ในการ ประกอบการเรียนการสอนได้เป็นอย่างดี ขอขอบพระคุณ ท่านอาจารย์ ครูผู้สอน ผู้ประสาวิชาความรู้ เอกสารอ้างอิง หนังสือและแหล่งข้อมูลอื่นๆ ที่ใช้ประกอบในการเรียบเรียง รวมทั้งผู้บริหารและคุณครูแผนก วิชาช่างกลโรงงาน วิทยาลัยเทคนิคสระบุรี และผู้ที่เกี่ยวข้อง ที่ได้ให้ความช่วยเหลือและให้กำลังใจมาด้วยดี หากมีสิ่งหนึ่งสิ่งใดขาดตกบกพร่องและมีข้อเสนอแนะประการใด ผู้เรียบเรียงยินดีรับข้อเสนอแนะเพื่อแก้ไขและ ปรับปรุงให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้นต่อไป

สุรชัย บุญโสภณ
แผนกวิชาช่างกลโรงงาน
วิทยาลัยเทคนิคสระบุรี



สารบัญ

หน้า

คำนำ.....	ก
สารบัญ.....	ข
สารบัญรูปภาพ.....	ง
สารบัญตาราง.....	ฉ
หลักสูตรรายวิชา.....	ฐ
คำชี้แจงการใช้เอกสารประกอบการสอน.....	ท
โครงการจัดการเรียนรู้รายสัปดาห์.....	ด
หน่วยที่ 1 ชนิดและวัสดุเครื่องมือตัด.....	1
แบบทดสอบก่อนเรียนหน่วยที่ 1	2
1.1 คุณสมบัติของวัสดุที่ผลิตเป็นเครื่องมือตัด.....	4
1.2 ชนิดของวัสดุเครื่องมือตัด.....	9
กิจกรรมเสริม	20
แบบทดสอบหลังเรียนหน่วยที่ 1.....	21
แบบประเมินด้วยตนเอง.....	23
หน่วยที่ 2 เครื่องมือคมตัดเดี่ยวและหลายคมตัด.....	24
แบบทดสอบก่อนเรียนหน่วยที่ 2.....	25
2.1 มุมของเครื่องมือคมตัดเดี่ยว (Single-point tools).....	29
2.2 มุมของเครื่องมือตัดหลายคมตัด (Multiple-cutting-edge tools).....	35
กิจกรรมเสริม	44
แบบทดสอบหลังเรียนหน่วยที่ 2.....	45
แบบประเมินด้วยตนเอง.....	49
หน่วยที่ 3 เครื่องเจียรไนลับคมตัด.....	50
แบบทดสอบก่อนเรียนหน่วยที่ 3.....	51
3.1 ชนิดของเครื่องเจียรไนลับคมตัด	53
3.2 ส่วนประกอบและหน้าที่ของส่วนประกอบเครื่องเจียรไนลับคมตัด	54
3.3 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้กับเครื่องเจียรไนลับคมตัด.....	56
3.4 การใช้งานเครื่องเจียรไนลับคมตัด.....	57
3.5 การบำรุงรักษาเครื่องเจียรไนลับคมตัด.....	59
3.6 ความปลอดภัยในการใช้เครื่องเจียรไนลับคมตัด	60
กิจกรรมเสริม	61
แบบทดสอบหลังเรียนหน่วยที่ 3.....	62
แบบประเมินด้วยตนเอง.....	64



สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
หน่วยที่ 4 เครื่องกลึงและงานลับมีดกลึง	65
แบบทดสอบก่อนเรียนหน่วยที่ 4	66
4.1 ชนิดของเครื่องกลึง	68
4.2 ส่วนประกอบของเครื่องกลึงยืนศูนย์	70
4.3 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้กับเครื่องกลึงยืนศูนย์	76
4.4 เครื่องมือตัดที่ใช้กับเครื่องกลึงยืนศูนย์	80
4.5 ความเร็วรอบ ความเร็วตัด อัตราป้อน ความลึกการป้อนตัดในงานกลึง	85
4.6 การลับคมตัดมีดกลึง	88
4.6.1 การลับคมตัดมีดกลึงปาดหน้า	89
4.6.2 การลับคมตัดมีดกลึงปอก	98
4.6.2.1 การลับคมตัดมีดกลึงปอกขวา	99
4.6.2.1 การลับคมตัดมีดกลึงปอกซ้าย	100
4.6.3 การลับคมตัดมีดกลึงเซาะร่อง	108
4.6.4 การลับคมตัดมีดกลึงเกลียวสามเหลี่ยม 60 องศา	120
4.6.5 การลับคมตัดมีดกลึงคว้านรูใน	130
แบบทดสอบหลังเรียนหน่วยที่ 4	143
แบบประเมินด้วยตนเอง	145
ใบงานที่ 4.1 งานลับมีดกลึงปาดหน้า	146
ใบงานที่ 4.2 งานลับมีดกลึงปอกขวา	153
ใบงานที่ 4.3 งานลับมีดกลึงปอกซ้าย	160
ใบงานที่ 4.4 งานลับมีดกลึงเซาะร่อง	166
ใบงานที่ 4.5 งานลับมีดกลึงเกลียวสามเหลี่ยม 60 องศา	174
ใบงานที่ 4.6 งานลับมีดกลึงคว้านรูใน	181
หน่วยที่ 5 เครื่องเจาะและงานลับคมตัดดอกสว่าน	189
แบบทดสอบก่อนเรียนหน่วยที่ 5	190
5.1 ชนิดของเครื่องเจาะ	192
5.2 ส่วนประกอบและหน้าที่การทำงานของเครื่องเจาะ	193
5.3 เครื่องมือตัดที่ใช้กับเครื่องเจาะ	196
5.4 ความเร็วรอบ ความเร็วตัด อัตราป้อนในงานเจาะ	199
5.5 ความปลอดภัยในงานเจาะ	201
5.6 การบำรุงรักษาเครื่องเจาะ	201
5.7 การลับคมตัดดอกสว่าน	202
แบบทดสอบหลังเรียนหน่วยที่ 5	212
แบบประเมินด้วยตนเอง	214
ใบงานที่ 5.1 งานลับคมตัดดอกสว่าน	215
บรรณานุกรม	222



สารบัญรูปภาพ

รูปที่	หน้า
1.1 แสดงลักษณะการยึดติดของเนื้อวัสดุและเครื่องมือตัด.....	5
1.2 แสดงลักษณะของการสึกหรอของเครื่องมือตัด.....	5
1.3 แสดงปริมาณความร้อนสะสมจากการตัดเฉือน.....	7
1.4 แสดงอุณหภูมิเป็นองศาเซลเซียส, °C ณ จุดที่เกิดการตัดเฉือน.....	7
1.5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งกับอุณหภูมิของวัสดุที่ใช้ทำเครื่องมือตัดชนิดต่างๆ.....	8
1.6 แสดงเครื่องมือตัดที่ผลิตจากวัสดุเหล็กกล้าคาร์บอนสูง.....	9
1.7 แสดงเครื่องมือตัดที่ผลิตจากวัสดุเหล็กกล้าความเร็วสูง.....	10
1.8 แสดงเครื่องมือตัดที่ผลิตจากวัสดุซีเมนต์คาร์ไบด์.....	12
1.9 แสดงเครื่องมือตัดแบบเม็ดเม็ดที่ผลิตจากวัสดุเซรามิกส์.....	13
1.10 แสดงการจับยึดเม็ดเม็ดเซรามิกส์กับฐานยึด.....	13
1.11 แสดงเครื่องมือตัดแบบเม็ดเม็ดที่ผลิตจากวัสดุเซอร์เมท.....	14
1.12 แสดงลักษณะของเพชรสังเคราะห์แบบโพลีคริสตัลลิน (PCD).....	15
1.13 แสดงเครื่องมือตัดที่ใช้วัสดุเพชรสังเคราะห์รูปแบบโพลีคริสตัลลิน (PCD) ยึดเป็นคมตัด.....	16
1.14 แสดงลักษณะของเพชรสังเคราะห์แบบซิงเกิลคริสตัลลิน (SCD).....	17
1.15 เพชรสังเคราะห์แบบ SCD ยึดติดกับฐานสำหรับเป็นเม็ดตัด.....	17
1.16 แสดงลักษณะของแผ่น CBN และชิ้นส่วนที่ตัดเป็นรูปร่างต่างๆ เพื่อใช้เป็นคมตัด.....	18
1.17 แสดงเครื่องมือตัดแบบเม็ดเม็ดที่ใช้วัสดุ คิวบิกโบรอนไนไตรด์ (CBN) ยึดเป็นคมตัด.....	19
1.18 แสดงเครื่องมือตัดแบบเม็ดเม็ดที่ใช้วัสดุ คิวบิกโบรอนไนไตรด์ (CBN) กลึงงานชุบแข็ง.....	19
2.1 แสดงมุมของเครื่องมือตัดคมเดียว.....	29
2.2 แสดงตำแหน่งของมุมภายในเครื่องมือตัดคมเดียว.....	30
2.3 แสดงรูปแบบของมุมภายในเครื่องมือตัดคมเดียว.....	31
2.4 แสดงลักษณะของการตัดด้วยมุมภายใน 2 รูปแบบ.....	32
2.5 แสดงตำแหน่งของมุมหลบ 2 มุม ในเครื่องมือตัดคมเดียว.....	32
2.6 แสดงลักษณะของการตัดด้วยมุมหลบ.....	33
2.7 แสดงตำแหน่งของมุมเอียงคมตัดในเครื่องมือตัดคมเดียว.....	33
2.8 แสดงลักษณะของการตัดด้วยมุมเอียงคมตัดร่วมกับมุมนำที่เอียงด้วยป้อมมีด.....	34
2.9 แสดงตำแหน่งของมุมตัดหน้ามีดในเครื่องมือตัดคมเดียว.....	34
2.10 แสดงตำแหน่งของมุมรวมปลายมีดในเครื่องมือตัดคมเดียว.....	34
2.11 แสดงตำแหน่งของรัศมีงูมกมิดในเครื่องมือตัดคมเดียว.....	35
2.12 แสดงลักษณะของระยะของอัตราป้อนกับรัศมีปลายมีด.....	35
2.13 แสดงลักษณะของดอกสว่าน.....	36
2.14 แสดงลักษณะโครงสร้างของดอกสว่าน.....	36
2.15 มุมคมตัดที่สำคัญของดอกสว่าน.....	37
2.16 แสดงตำแหน่งมุมคมตัดของดอกสว่าน.....	37
2.17 แสดงตำแหน่งมุมหลบของดอกสว่าน.....	37
2.18 แสดงตำแหน่งมุมภายในของดอกสว่าน.....	38



สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
2.19 แสดงค่ามุมจิกของดอกสว่าน.....	38
2.20 แสดงลักษณะของดอกเอนมิล.....	39
2.21 แสดงลักษณะของเครื่องกัดแนวตั้ง.....	39
2.22 แสดงโครงสร้างของดอกเอนมิล.....	39
2.23 แสดงลักษณะทิศทางการตัดงานของเอนมิล.....	40
2.24 แสดงลักษณะของมุมหลักและมุมหลังของดอกเอนมิล.....	40
2.25 แสดงลักษณะของมุมเฮลิคของเอนมิลขนาดต่างๆ.....	41
2.26 แสดงลักษณะของมีดกัด (Cutter).....	42
2.27 แสดงลักษณะของเครื่องกัดแนวนอน.....	42
2.28 แสดงลักษณะการกัดงานของมีดกัด.....	42
2.29 แสดงลักษณะของมุมของมีดกัด.....	43
3.1 แสดงลักษณะของเครื่องเจียรในลับคมตัดแบบตั้งโต๊ะ.....	53
3.2 แสดงลักษณะของเครื่องเจียรในลับคมตัดแบบตั้งโต๊ะ.....	53
3.3 แสดงส่วนประกอบของเครื่องเจียรในลับคมตัดแบบตั้งโต๊ะ.....	54
3.4 แสดงลักษณะของเครื่องเจียรในลับคมตัดแบบตั้งโต๊ะ.....	54
3.5 แสดงลักษณะของล้อหินเจียรใน.....	55
3.6 แสดงป้ายบอกขนาดของล้อหินเจียรใน.....	55
3.7 แสดงระยะห่างระหว่างแท่นรองรับชิ้นงานกับล้อหินเจียรใน.....	55
3.8 แสดงลักษณะของล้อแต่งหน้าหินเจียรใน.....	56
3.9 แสดงลักษณะของใบวัดมุมและส่วนประกอบ.....	56
3.10 แสดงลักษณะของเกจวัดมุมดอกสว่าน.....	57
3.11 แสดงลักษณะของเกจวัดมุมเกลียวสามเหลี่ยม.....	57
3.12 แสดงลักษณะของแว่นนิรภัย.....	57
3.13 แสดงลักษณะการวางด้ามจับล้อแต่งหน้าหินเจียรในบนแท่นรองรับชิ้นงาน.....	58
3.14 แสดงลักษณะการจับด้ามล้อแต่งหน้าหินเจียรในเพื่อแต่งหน้าล้อหินเจียรใน.....	58
3.15 แสดงลักษณะการเลื่อนด้ามจับล้อแต่งหน้าหินเจียรใน.....	59
3.16 แสดงการปรับระยะของแท่นรองรับชิ้นงานกับล้อหินเจียรใน.....	59
4.1 แสดงลักษณะของเครื่องกลึงยืนศูนย์.....	68
4.2 แสดงลักษณะของเครื่องกลึงหน้างาน.....	68
4.3 แสดงลักษณะของเครื่องกลึงแนวตั้ง.....	69
4.4 แสดงลักษณะของเครื่องกลึงป้อมมีด.....	69
4.5 แสดงลักษณะของเครื่องกลึงควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์.....	70
4.6 แสดงส่วนประกอบหลักของเครื่องกลึงยืนศูนย์.....	70
4.7 แสดงลักษณะของฐานของเครื่องกลึงยืนศูนย์.....	71
4.8 แสดงลักษณะของสะพานแท่นเครื่องกลึงยืนศูนย์.....	71



สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.9 แสดงลักษณะของชุดเฟืองทดในชุดหัวเครื่องกลึงยันทัน	72
4.10 แสดงลักษณะของชุดแท่นเลื่อนเครื่องกลึงยันทัน	72
4.11 แสดงลักษณะของแคร่คร่อมในชุดแท่นเลื่อน	73
4.12 แสดงลักษณะของกล่องเฟืองในชุดแท่นเลื่อน	73
4.13 แสดงลักษณะของแท่นเลื่อนขวางในชุดแท่นเลื่อน	74
4.14 แสดงลักษณะของแท่นปรับเอียงป้อมมิดในชุดแท่นเลื่อน	74
4.15 แสดงลักษณะของแท่นเลื่อนบนในชุดแท่นเลื่อน	74
4.16 แสดงลักษณะของป้อมมิดในชุดแท่นเลื่อน	75
4.17 แสดงลักษณะของชุดท้ายแท่นเครื่องกลึงยันทัน	76
4.18 แสดงลักษณะของหัวจับแบบสามพื้นพร้อม	76
4.19 แสดงลักษณะของหัวจับแบบสี่พื้นอิสระ	77
4.20 แสดงลักษณะของประแจขันหัวจับ	77
4.21 แสดงลักษณะของประแจขันสลักเกลียวป้อมมิด	77
4.22 แสดงลักษณะของจานพา	78
4.23 แสดงลักษณะของห่วงพา	78
4.24 แสดงลักษณะของยันทันตาย	78
4.25 แสดงลักษณะของยันทันเป็นหรือยันทันหมุน	79
4.26 แสดงลักษณะของกันสะท้านนิ่ง	79
4.27 แสดงลักษณะของกันสะท้านตาม	79
4.28 แสดงลักษณะของมีดกลึงลักษณะแบบเป็นแท่ง	80
4.29 แสดงลักษณะของด้ามมีดกลึงแบบแท่ง	80
4.30 แสดงลักษณะของเม็ดมีดแบบบัดกรีติดด้ามมีด	81
4.31 แสดงลักษณะของเม็ดมีดกลึงคาร์ไบด์ที่เชื่อมติดกับด้ามแล้ว	81
4.32 แสดงลักษณะของเม็ดมีดแบบถอดเปลี่ยนกับด้ามได้	81
4.33 แสดงลักษณะของด้ามจับเม็ดมีดแบบถอดเปลี่ยนได้	82
4.34 แสดงลักษณะของดอกสว่านก้านตรง	82
4.35 แสดงลักษณะของหัวจับดอกสว่าน	82
4.36 แสดงลักษณะของดอกสว่านก้านเรียว	83
4.37 แสดงลักษณะของปลอกเรียว	83
4.38 แสดงลักษณะของดอกเจาะนำศูนย์	83
4.39 แสดงลักษณะของล้อพิมพ์ลาย	83
4.40 แสดงลักษณะของรีมเมอร์แบบตายตัว	84
4.41 แสดงลักษณะของรีมเมอร์แบบปรับได้	84
4.42 แสดงลักษณะของดอกตัดแปเกลียว	85
4.43 แสดงลักษณะของตาย	85

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.44 แสดงลักษณะของดอกตำปเกลียวร่องบิด.....	85
4.45 แสดงลักษณะของระยะอัตราบิด.....	87
4.46 แสดงลักษณะความลึกการบิดในแกนกลึง.....	88
4.47 แสดงลักษณะของมีดกลึงซ้ายและมีดกลึงขวา.....	88
4.48 แสดงลักษณะการกลึงปาดหน้า.....	89
4.49 แสดงลักษณะของมีดกลึงปาดหน้า.....	89
4.50 แสดงมุมของมีดปาดหน้า.....	89
4.51 แสดงลักษณะการแตงหน้าล้อหินเจียรระโน.....	90
4.52 แสดงเส้นสำหรับเล็งแนวมุมเอียงคมตัด.....	90
4.53 แสดงการลับมุมเอียงคมตัด.....	91
4.54 แสดงการลับมุมหลบด้านข้าง.....	91
4.55 แสดงการวัดตรวจสอบมุมเอียงคมตัด.....	91
4.56 แสดงการวัดตรวจสอบมุมหลบด้านข้าง.....	92
4.57 แสดงแนวสมมุติ 0 องศาและ 90 องศา เพื่อแก้ไขมุมเอียงคมตัด.....	92
4.58 แสดงแนวในการแก้ไขมุมหลบด้านข้าง.....	93
4.59 แสดงเส้นสำหรับเล็งแนวมุมรวมปลายมีด.....	93
4.60 แสดงการลับมุมรวมปลายมีด.....	93
4.61 แสดงการลับมุมหลบหน้ามีด.....	94
4.62 แสดงการวัดตรวจสอบมุมรวมปลายมีด.....	94
4.63 แสดงการวัดตรวจสอบมุมหลบหน้ามีด.....	94
4.64 แสดงแนวในการแก้ไขมุมรวมปลายมีด.....	95
4.65 แสดงแนวในการแก้ไขมุมหลบหน้ามีด.....	95
4.66 แสดงการแนวในการลับมุมคายข้าง.....	96
4.67 แสดงการลับคมมีดปาดหน้าด้านที่ 3.....	96
4.68 แสดงการวัดตรวจสอบมุมคายข้าง.....	97
4.69 แสดงแนวในการแก้ไขมุมคายข้าง.....	97
4.70 แสดงลักษณะการกลึงปอกขวา.....	98
4.71 แสดงลักษณะของการกลึงปอกซ้าย.....	98
4.72 แสดงลักษณะของมีดกลึงปอกขวา.....	99
4.73 แสดงมุมของมีดกลึงปอกขวา.....	99
4.74 แสดงลักษณะของมีดกลึงปอกซ้าย.....	100
4.75 แสดงมุมของมีดกลึงปอกซ้าย.....	100
4.76 แสดงการลับมุมเอียงคมตัดมีดกลึงปอกซ้าย.....	101
4.77 แสดงการลับมุมหลบด้านข้างมีดกลึงปอกซ้าย.....	101
4.78 แสดงการวัดตรวจสอบมุมเอียงคมตัดมีดกลึงปอกซ้าย.....	102



สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.79 แสดงการวัดตรวจสอบมุมหลบด้านข้างมีดกลิ้งปกซ้าย.....	102
4.80 แสดงแนวสมมุติ 0 องศาและ 90 องศา เพื่อแก้ไขมุมเอียงคมตัด.....	103
4.81 แสดงแนวในการแก้ไขมุมหลบด้านข้าง.....	103
4.82 แสดงการลับมุมรวมปลายมีด.....	103
4.83 แสดงการลับมุมหลบหน้ามีด.....	104
4.84 แสดงการวัดตรวจสอบมุมรวมปลายมีด.....	104
4.85 แสดงการวัดตรวจสอบมุมหลบหน้ามีด.....	104
4.86 แสดงแนวในการแก้ไขมุมรวมปลายมีด มีดกลิ้งปกซ้าย.....	105
4.87 แสดงแนวในการแก้ไขมุมหลบหน้ามีด.....	105
4.88 แสดงการแนวในการลับมุมคายข้าง.....	106
4.89 แสดงการลับคมมีดปาดหน้าด้านที่ 3.....	106
4.90 แสดงการวัดตรวจสอบมุมคายข้าง.....	106
4.91 แสดงแนวในการแก้ไขมุมคายข้าง.....	107
4.92 แสดงลักษณะการกลิ้งเซาะร่อง.....	108
4.93 แสดงลักษณะของมีดกลิ้งเซาะร่อง.....	108
4.94 แสดงมุมของมีดกลิ้งเซาะร่อง.....	109
4.95 แสดงการลับมุมฉากปลายมีด.....	109
4.96 แสดงการลับมุมหลบหน้ามีด.....	110
4.97 แสดงการวัดตรวจสอบมุมฉากปลายมีด.....	110
4.98 แสดงการวัดตรวจสอบมุมหลบมุมหลบหน้ามีด.....	110
4.99 แสดงแนวในการแก้ไขมุมฉากปลายมีด.....	111
4.100 แสดงแนวในการแก้ไขมุมหลบด้านข้าง.....	111
4.101 แสดงลักษณะของการร่างระยะหน้ามีดและความยาวก้านคมตัด.....	112
4.102 แสดงการลับมุมเอียงหลบซ้าย.....	112
4.103 แสดงการลับมุมหลบข้างซ้าย.....	112
4.104 แสดงลักษณะของมีดกลิ้งเซาะร่องที่ลับด้านที่ 2 แล้ว.....	113
4.105 แสดงการวัดตรวจสอบมุมเอียงหลบซ้าย.....	113
4.106 แสดงการวัดตรวจสอบมุมหลบข้างซ้าย.....	114
4.107 แสดงแนวในการแก้ไขมุมเอียงหลบซ้าย.....	114
4.108 แสดงแนวในการแก้ไขมุมหลบข้างซ้าย.....	115
4.109 แสดงการลับมุมเอียงหลบขวา.....	115
4.110 แสดงการลับมุมหลบข้างขวา.....	115
4.111 แสดงลักษณะของมีดกลิ้งเซาะร่องที่ลับด้านที่ 3 แล้ว.....	116
4.112 แสดงการวัดตรวจสอบมุมเอียงหลบขวา.....	116
4.113 แสดงการวัดตรวจสอบมุมหลบข้างขวา.....	117

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.114 แสดงการวัดระยะความกว้างหน้ามิด.....	117
4.115 แสดงแนวในการแก้ไขมุมเอียงหลบขวา.....	118
4.116 แสดงแนวในการแก้ไขมุมหลบข้างขวา.....	118
4.117 แสดงแนวในการลบมุมคายหลังมิด.....	118
4.118 แสดงการวัดตรวจสอบมุมคายหลังมิด.....	119
4.119 แสดงแนวในการแก้ไขมุมคายหลังมิด.....	119
4.120 แสดงแนวในการแก้ไขมุมคายหลังมิด.....	120
4.121 แสดงลักษณะทิศทางการป้อนลึกเพื่อกลึงเกลียว.....	120
4.122 แสดงลักษณะการกินเนื้องานจากทิศทางการป้อน.....	121
4.123 แสดงลักษณะของมีดกลึงเกลียวสามเหลี่ยม 60 องศา.....	121
4.124 แสดงมุมของมีดกลึงเกลียวสามเหลี่ยม 60 องศา.....	122
4.125 แสดงการลบมุมเอียงด้านที่ 1.....	122
4.126 แสดงการลบมุมหลบด้านข้างซ้าย.....	123
4.127 แสดงการวัดตรวจสอบมุมเอียงด้านแรก 30 องศา.....	123
4.128 แสดงการวัดตรวจสอบมุมหลบด้านข้างซ้าย.....	123
4.129 แสดงแนวในการแก้ไขมุมเอียงด้านแรก 30 องศา.....	124
4.130 แสดงแนวในการแก้ไขมุมหลบด้านข้างซ้าย.....	124
4.131 แสดงการลบมุมเอียงด้านที่ 2 ให้เกิดมุมรวมปลายมิด 60 องศา.....	125
4.132 แสดงการลบมุมหลบด้านข้างขวา.....	125
4.133 แสดงการวัดตรวจสอบมุมรวมปลายมิด.....	125
4.134 แสดงการวัดตรวจสอบมุมหลบด้านข้างขวา.....	126
4.135 แสดงแนวในการแก้ไขมุมรวมปลายมิด 60 องศา.....	126
4.136 แสดงแนวในการแก้ไขมุมหลบด้านข้างขวา.....	127
4.137 แสดงแนวในการลบมุมคายข้าง.....	127
4.138 แสดงการลบคมมุมคายข้างมีดกลึงเกลียว.....	128
4.139 แสดงการวัดตรวจสอบมุมคายข้าง.....	128
4.140 แสดงแนวในการแก้ไขมุมคายข้าง.....	129
4.141 แสดงการวัดตรวจสอบมุมคายหลังมิด.....	129
4.142 แสดงลักษณะการกลึงคว้านรูใน.....	130
4.143 แสดงลักษณะการป้อนกินเนื้องานของมีดคว้านรูใน.....	130
4.144 แสดงลักษณะของมีดกลึงคว้านรูใน.....	131
4.145 แสดงลักษณะของมีดกลึงคว้านรูในที่ลับจากเหล็กกล้าความเร็วสูงขนาด 3/8x3/8 นิ้ว.....	131
4.146 แสดงลักษณะของมุมเอียงคมตัดมีดกลึงคว้านรูในมีผลกับปาดานด้านใน.....	131
4.147 แสดงลักษณะของมุมหลบปลายมีดกลึงคว้านรูใน.....	132
4.148 แสดงลักษณะของมีดที่ลับเพื่อลดพื้นที่ด้านล่างของมีดคว้านรูใน.....	132

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.149 แสดงมุมของมิดกึ่งเซาะร่อง.....	133
4.150 แสดงลักษณะเส้นร่างบนมิดกึ่งสำหรับเจียรไนร่อง.....	133
4.151 แสดงแนวการวางมิดลับริ่องมิดกึ่ง.....	134
4.152 แสดงการลับริ่องมิดกึ่งที่เป็นร่องแล้ว.....	134
4.153 แสดงลักษณะการร่างเส้นบนมิดกึ่งสำหรับลับริ่องเอียงคมตัดด้านหน้า.....	134
4.154 แสดงลักษณะเส้นร่างบนมิดกึ่งสำหรับลับริ่องเอียงคมตัดด้านหน้า.....	135
4.155 แสดงลักษณะการลับริ่องเอียงคมตัดด้านหน้า.....	135
4.156 แสดงลักษณะการลับริ่องหลบด้านหน้า.....	135
4.157 แสดงการวัดตรวจสอบมุมเอียงคมตัดด้านหน้า.....	136
4.158 แสดงการวัดตรวจสอบมุมหลบด้านหน้า.....	136
4.159 แสดงแนวในการแก้ไขมุมเอียงคมตัดด้านหน้า.....	137
4.160 แสดงแนวในการแก้ไขมุมหลบด้านหน้า.....	137
4.161 แสดงการลับริ่องรวมปลายมิดกึ่งคว้านรูใน 75 องศา.....	138
4.162 แสดงการลับริ่องหลบด้านข้าง.....	138
4.163 แสดงการวัดตรวจสอบมุมรวมปลายมิดกึ่งคว้านรูใน.....	138
4.164 แสดงการวัดตรวจสอบมุมหลบด้านข้าง.....	139
4.165 แสดงแนวในการแก้ไขมุมรวมปลายมิดกึ่งคว้านรูใน.....	139
4.166 แสดงแนวในการแก้ไขมุมหลบด้านข้าง.....	139
4.167 แสดงแนวในการลับริ่องคายหลังมิด.....	140
4.168 แสดงการวัดตรวจสอบมุมคายหลังมิด.....	140
4.169 แสดงแนวในการลับริ่องคายหลังมิด.....	141
4.170 แสดงลักษณะเส้นร่างเพื่อลับริ่องหลบผิวงานด้านล่าง.....	141
4.171 แสดงลักษณะการลับริ่องหลบผิวงานด้านล่าง.....	141
4.172 แสดงการวัดตรวจสอบมุมหลบผิวงานด้านล่างมิด.....	142
4.173 แสดงการวัดตรวจสอบมุมหลบผิวงานด้านล่างมิด.....	142
5.1 แสดงลักษณะของเครื่องเจาะตั้งโต๊ะ.....	192
5.2 แสดงลักษณะของเครื่องเจาะตั้งพื้น.....	192
5.3 แสดงลักษณะของเครื่องเจาะรัศมี.....	193
5.4 แสดงลักษณะส่วนประกอบของเครื่องเจาะตั้งโต๊ะ.....	193
5.5 แสดงส่วนประกอบของชุดหัวเครื่องเจาะตั้งโต๊ะ.....	194
5.6 แสดงส่วนประกอบของโต๊ะงานเครื่องเจาะตั้งโต๊ะ.....	194
5.7 แสดงส่วนประกอบของเครื่องเจาะรัศมี.....	195
5.8 แสดงส่วนประกอบของชุดหัวเครื่องเจาะรัศมี.....	196
5.9 แสดงลักษณะของดอกสว่านก้านตรง.....	196
5.10 แสดงลักษณะของหัวจับดอกสว่าน.....	197
5.11 แสดงลักษณะของดอกสว่านก้านเรียว.....	197



สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
5.12 แสดงลักษณะของปลอกเรียว.....	197
5.13 แสดงลักษณะของดอกเจาะนำศูนย์.....	197
5.14 แสดงลักษณะของริมเมอร์.....	198
5.15 แสดงลักษณะของดอกผายปากจุ.....	198
5.16 แสดงลักษณะของดอกฝังหัวสกรู.....	198
5.17 แสดงลักษณะของดอกตัดปเกลียว.....	199
5.18 แสดงส่วนประกอบต่างๆ ของดอกสว่าน.....	202
5.19 แสดงส่วนประกอบของปลายดอกสว่าน.....	203
5.20 แสดงมุมตัดที่ปลายดอกสว่าน.....	204
5.21 แสดงมุมดอกสว่านขนาดต่างๆ ที่เหมาะกับวัสดุงานต่างกัน.....	205
5.23 แสดงลักษณะการเจาะงานด้วยดอกสว่าน.....	206
5.24 แสดงลักษณะของดอกสว่านก้านตรง.....	206
5.25 แสดงมุมของดอกสว่าน.....	206
5.26 แสดงลักษณะการแตงหน้าล้อหินเจียรไน.....	207
5.27 แสดงการปรับระยะของแท่นรองรับชิ้นงานกับล้อหินเจียรไน.....	207
5.28 แสดงการลับปลายดอกสว่านเดิมออก.....	207
5.29 แสดงลักษณะของปลายดอกสว่านที่ลับออกแล้ว.....	208
5.30 แสดงลักษณะการหมุนดอกสว่านตามแนวสันเกลียว.....	208
5.31 แสดงลักษณะการลับมุมจิก 59 องศา ด้านที่ 1.....	208
5.32 แสดงลักษณะการวัดมุมจิก 59 องศา ด้านที่ 1.....	209
5.33 แสดงลักษณะการวัดมุมหลบ 12 องศา ด้านที่ 1.....	209
5.34 แสดงลักษณะการวัดมุมจิก 59 องศา ด้านที่ 2.....	210
5.35 แสดงลักษณะการความยาวของคมตัด.....	210
5.36 แสดงการลับปลายคมตัดดอกสว่านที่ไม่ดี.....	211



สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 ค่าความแข็งที่อุณหภูมิห้องและค่าความแข็งแรงของวัสดุ.....	6
2.1 ตารางค่ามุมของมีดกลึงปอกผิว (องศา) ของมีดกลึงเหล็กกล้าความเร็วสูงในการตัดวัสดุงาน.....	30
4.1 แสดงค่าความเร็วตัดสำหรับวัสดุชนิดต่างๆ (เมตรต่อนาที).....	87
5.1 แสดงค่าความเร็วรอบและความเร็วตัดสำหรับดอกสว่านที่ทำจากเหล็กกล้าความเร็วสูง (H.S.S.)200	
5.2 แสดงค่าอัตราป้อนในการเจาะของดอกสว่านขนาดต่างๆ.....	201



หลักสูตรรายวิชา

หลักสูตร : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) พุทธศักราช 2556

รหัสวิชา : 2102-2105

ชื่อวิชา : ลับคมเครื่องมือตัด

หน่วยกิต : 2 หน่วยกิต (ท - ป - น : 1 - 3 - 2)

จำนวน : 4 คาบ ต่อ สัปดาห์

จุดประสงค์รายวิชา

1. เข้าใจหลักการใช้เครื่องมือตัด มุมของคมตัด การลับคมตัดเดี่ยว การลับคมตัดหลายคมตัด
2. มีทักษะการลับคมตัดเดี่ยว การลับคมตัดหลายคมตัด
3. มีกิจนิสัยในการทำงานอย่างมีระเบียบแบบแผน มีความรับผิดชอบต่อตนเอง ส่วนรวม และปฏิบัติงานตามหลักความปลอดภัย

สมรรถนะรายวิชา

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับหลักการลับคมเครื่องมือตัด
2. ลับคมเครื่องมือตัดตามหลักการและกระบวนการ

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาและปฏิบัติเกี่ยวกับชนิด และวัสดุเครื่องมือตัด เครื่องมือตัดคมตัดเดี่ยว หลายคมตัด มุมคมตัด การลับคมตัดดอกสว่าน ดอกกัด มีดกัด มีดกลึง วัดและตรวจสอบเครื่องมือตัด การบำรุงรักษาเครื่องมือกล ปฏิบัติตามกฎหมายความปลอดภัย

คำชี้แจงการใช้เอกสารประกอบการสอน

วิชา ลับคมเครื่องมือตัด รหัสวิชา 2102-2105 (ท-ป-น : 1-3-2)

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) พุทธศักราช 2556 ประเภทวิชาอุตสาหกรรม
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

1. ส่วนประกอบของเอกสารประกอบการสอน

เอกสารประกอบการสอนวิชาลับคมเครื่องมือตัด รหัสวิชา 2102-2105 เล่มนี้ใช้สำหรับ ประกอบการจัดการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนพร้อมกันทั้งห้อง โดยในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้เรียนจะต้องปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ เช่น แบบทดสอบก่อนเรียน แบบทดสอบหลังเรียน และฝึกทักษะในการปฏิบัติงานตามใบสั่งงานที่มอบหมาย เอกสารประกอบการสอนมีส่วนประกอบต่างๆ ที่สำคัญดังนี้

1.1 หลักสูตรรายวิชา ได้แก่ จุดประสงค์รายวิชา สมรรถนะรายวิชา และคำอธิบายรายวิชา

1.2 เนื้อหาวิชา จำนวน 4 หน่วยเรียนประกอบด้วย

1.2.1 หน่วยที่ 1 ชนิดและวัสดุเครื่องมือตัด

1.2.2 หน่วยที่ 2 เครื่องมือคมตัดเดี่ยวและหลายคมตัด

1.2.3 หน่วยที่ 3 หินเจียรระไนในงานลับคมตัด

1.2.4 หน่วยที่ 4 เครื่องกลึงและงานลับมีดกลึง

1.2.5 หน่วยที่ 5 เครื่องเจาะและงานลับคมตัดดอกสว่าน

1.3 ส่วนประกอบของหน่วยเรียน เอกสารประกอบการสอนแต่ละหน่วยเรียน ประกอบด้วย

1.3.1 ชื่อหน่วยเรียน ได้แก่ ชนิดและวัสดุเครื่องมือตัด เครื่องมือคมตัดเดี่ยวและหลายคมตัด หินเจียรระไนในงานลับคมตัด เครื่องกลึง และงานลับมีดกลึงและเครื่องเจาะและงานลับคมตัดดอกสว่าน

1.3.2 สารสำคัญ คือ ส่วนแนะนำเนื้อหาในแต่ละหน่วยเรียนเพื่อให้ผู้เรียนทราบว่าเนื้อหาที่กำลังเรียนนั้นเกี่ยวข้องกับเรื่องใด สำคัญอย่างไร เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจที่จะเรียนรู้

1.3.3 เนื้อหาการเรียนรู้ คือ หัวข้อเรื่องหรือหัวข้อย่อยของแต่ละหน่วยเรียน

1.3.4 จุดประสงค์การเรียนรู้ คือ พฤติกรรมที่คาดหวังไว้เป็นเป้าหมายหรือสิ่งที่ต้องการให้ผู้เรียนประสบผลสำเร็จหลังจากเรียนจบแต่ละหน่วยเรียนแล้ว ซึ่งมีทั้งด้านความรู้ ทักษะและเจตคติ

1.3.5 ใบเนื้อหาหรือใบความรู้ในแต่ละหัวข้อเรื่อง คือ เอกสารที่รวบรวมเนื้อหาสาระที่ต้องการให้ผู้เรียนต้องเรียนรู้ ได้แก่ คุณสมบัติ ชนิดของเครื่องมือตัด เครื่องมือและอุปกรณ์ ความปลอดภัย การบำรุงรักษา และขั้นตอนในการปฏิบัติงานตามใบงาน เป็นต้น

1.3.6 แบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน คือ ชุดของข้อคำถามที่สร้างขึ้นเพื่อใช้วัดความรู้ของผู้เรียนก่อนเรียนและหลังเรียนแต่ละหน่วยเรียน

1.3.7 ใบงาน คือ เอกสารที่แสดงรายละเอียดการปฏิบัติงานที่เป็นขั้นตอนในงานนั้น ประกอบด้วย สมรรถนะในการปฏิบัติงานหรือจุดมุ่งหมายของใบงาน เครื่องมือและอุปกรณ์ วัสดุที่ใช้กับงานนั้นๆ คำสั่งให้นักเรียนปฏิบัติงาน ขั้นตอนในการปฏิบัติงาน และคำแนะนำวิธีการปฏิบัติงานให้เกิดความปลอดภัย

1.3.8 ใบประเมินการปฏิบัติงานคือ เครื่องมือที่ใช้ประเมินความสามารถในการแสดงพฤติกรรมที่เป็นผลมาจากความรู้ (Knowledge) ทักษะ (Skills) และคุณลักษณะเฉพาะ (Attributes) ที่ทำให้ผู้เรียนสามารถปฏิบัติงานตามใบงานที่มอบหมาย โดยการแปลงเป็นคะแนนรวมของผลสัมฤทธิ์ของงานให้เป็นคะแนนที่มีฐานคะแนนเต็มเป็น 100 คะแนน

1.4 โครงการสอนรายสัปดาห์ คือ แนวทางหรือเป้าหมายในการจัดการเรียนการสอนรายสัปดาห์ที่ทำการแยกชั่วโมงในการจัดการเรียนรู้ภาคทฤษฎี และชั่วโมงปฏิบัติออกจากกัน

2. คำชี้แจงสำหรับผู้สอน

2.1 ก่อนทำการสอนทุกครั้ง ผู้สอนจะต้องศึกษาเนื้อหาวิชาและจัดทำแผนการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับโครงการจัดการเรียนการสอนแต่ละสัปดาห์

2.2 ก่อนทำการสอน และจะต้องจัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ต่างๆ เพื่อที่จะใช้ในการจัดการเรียนรู้ตามที่ระบุไว้ในโครงการจัดการเรียนรู้แต่ละสัปดาห์

2.3 ก่อนจัดการเรียนรู้ในสัปดาห์แรก ครูผู้สอนจะต้องให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แล้วเก็บรวบรวมข้อมูลการเรียนรู้และจัดทำประวัติการเรียนรู้ของผู้เรียนรายบุคคล

2.4 ผู้สอนต้องดำเนินการสอนตามโครงการจัดการเรียนรู้ให้ครบทุกสัปดาห์ตามที่กำหนดไว้

2.5 ก่อนการจัดการเรียนรู้แต่ละหน่วยเรียน ครูผู้สอนต้องให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนแล้วเก็บรวบรวมข้อมูลการเรียนรู้ และจัดทำประวัติการเรียนรู้ของผู้เรียนรายบุคคล

2.6 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบ่งออกเป็นขั้นตอน ดังนี้

2.6.1 ขั้นที่ 1 ขั้นสนใจปัญหา (Motivation)

2.6.2 ขั้นที่ 2 ขั้นศึกษาข้อมูล (Information)

2.6.3 ขั้นที่ 3 ขั้นพยายามหรือขั้นทำกิจกรรม (Application)

2.6.4 ขั้นที่ 4 ขั้นสำเร็จผล (Progress)

2.7 หลังจากการจัดการเรียนรู้ครบแต่ละหน่วยเรียนแล้ว ครูผู้สอนต้องให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดท้ายหน่วยเรียน แล้วเก็บรวบรวมข้อมูลไว้เปรียบเทียบกับผลการทดสอบก่อนเรียน เพื่อดูการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและความก้าวหน้าของผู้เรียน

3. บทบาทผู้เรียน

เนื่องจากเอกสารประกอบการสอนวิชาสังคมเครื่องมือตัด รหัสวิชา 2102-2105 นี้ เป็นการจัดการเรียนรู้สำหรับให้ครูผู้สอนเป็นผู้ดำเนินการ ดังนั้นเพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ของแต่ละหน่วยเรียนผู้เรียนต้องปฏิบัติตามกิจกรรมตามบทบาทผู้เรียน ดังนี้

3.1 ก่อนเข้าชั้นเรียนทุกครั้งผู้เรียนต้องนำเอกสารประกอบการสอนมาด้วยทุกครั้ง และจัดเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์การเรียนมาให้พร้อม

3.2 ผู้เรียนต้องปฏิบัติตามคำแนะนำของครูผู้สอนอย่างเคร่งครัด

3.3 ในขั้นตอนการทำกิจกรรมก่อนและหลังเรียน เช่น การทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน และการฝึกปฏิบัติตามใบงานต่างๆ ที่มอบหมาย ผู้เรียนต้องพยายามอย่างเต็มความรู้ความสามารถและปราศจากอคติ

4. การจัดชั้นเรียน

4.1 การสอนภาคทฤษฎี จัดชั้นเรียนตามปกติ การจัดการเรียนการสอนเป็นแบบบรรยายหรือถามตอบ ดังนั้นสภาพการจัดชั้นเรียนต้องจัดให้มีความเหมาะสม สามารถจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้แก่ผู้เรียนได้อย่างทั่วถึง มีการจัดเตรียมสื่อและสื่อทัศนูปกรณ์ตามความเหมาะสม

4.2 การสอนภาคปฏิบัติ จัดการเรียนการสอนแบบสาธิตแล้วให้ผู้เรียนปฏิบัติตามใบงานที่มอบหมาย เพื่อให้เกิดทักษะ รวมถึงเจตคติตามจุดประสงค์ของแต่ละใบงาน และผ่านเกณฑ์ตามใบประเมินผลการปฏิบัติงาน

5. การประเมินผลการเรียน

- 5.1 ประเมินผลจากการทำแบบทดสอบก่อนเรียน และแบบทดสอบหลังเรียนของแต่ละหน่วยเรียน
- 5.2 ประเมินผลจากการปฏิบัติตามใบงานต่างๆ ที่มอบหมาย
- 5.3 ประเมินผลจากเวลาเรียน ความมีวินัย คุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ โดยการสังเกตพฤติกรรมการเรียน และการปฏิบัติงาน ตามหลักของปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

6. เกณฑ์การวัดและประเมินผล

การวัดผลประเมินผลในรายวิชาสังคมศึกษามือตัด รหัสวิชา 2102-2105 ได้กำหนดให้ใช้สัดส่วนของคะแนนระหว่างการเรียนต่อคะแนนทดสอบปลายภาคเรียนเท่ากับ 80 : 20 ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

6.1 คะแนนระหว่างเรียนตลอดภาคเรียน = 80 คะแนน

6.1.1 คะแนนเวลาเรียน ความมีวินัย คุณธรรม
จริยธรรมและคุณลักษณะอันพึงประสงค์
ความตั้งใจและกิจนิสัยการเรียน

(ตามเกณฑ์ของสถานศึกษา) = 20 คะแนน

6.1.2 คะแนนทำแบบทดสอบหลังเรียน = 10 คะแนน

6.1.3 คะแนนจากการทำใบงาน = 50 คะแนน

6.2 คะแนนสอบปลายภาคเรียน = 20 คะแนน

6.3 เกณฑ์การประเมินผลใช้เกณฑ์การประเมินแบบอิงเกณฑ์ ซึ่งมีระดับผลการเรียนดังนี้

6.3.1 ช่วงคะแนน 80-100 ผลการเรียน (เกรด) = 4.0

6.3.2 ช่วงคะแนน 75-79 ผลการเรียน (เกรด) = 3.5

6.3.3 ช่วงคะแนน 70-74 ผลการเรียน (เกรด) = 3.0

6.3.4 ช่วงคะแนน 65-69 ผลการเรียน (เกรด) = 2.5

6.3.5 ช่วงคะแนน 60-64 ผลการเรียน (เกรด) = 2.0

6.3.6 ช่วงคะแนน 55-59 ผลการเรียน (เกรด) = 1.5

6.3.7 ช่วงคะแนน 50-54 ผลการเรียน (เกรด) = 1.0

6.3.8 ช่วงคะแนน 0-49 ผลการเรียน (เกรด) = 0.0



โครงการจัดการเรียนรู้รายสัปดาห์						
ชื่อวิชา : ลับคมเครื่องมือตัด				รหัสวิชา : 2102-2105		
ระดับชั้น : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)				ท.ป.น. : 1 - 3 - 2 (4 ชม./สัปดาห์)		
สัปดาห์ ที่	หน่วย ที่	หน่วยการเรียนรู้	จำนวนคาบ (ชั่วโมง)		รวม (ชั่วโมง)	เวลาเรียน รวม (ชั่วโมง)
			ทฤษฎี	ปฏิบัติ		
1-2		- ปฐมนิเทศ - แนะนำหลักสูตรรายวิชา - เนื้อหาวิชา - การวัดและประเมินผลการเรียน	3.00	-	3.00	3.00
	1	ชนิดและวัสดุเครื่องมือตัด	5.00	-	5.00	8.00
3	2	มุมของเครื่องมือตัด	4.00	-	4.00	12.00
4	3	เครื่องเจียรไนลับคมตัด	4.00	-	4.00	16.00
5-14	4	เครื่องกลึงและงานลับมีดกลึง	3.30	36.30	40.00	56.00
15-17	5	เครื่องเจาะและงานลับคมดอกสว่าน	1.00	11.00	12.00	68.00
18		- ทบทวนเนื้อหาวิชา	1.30	-	1.30	69.30
		- ทดสอบปลายภาคเรียน	1.30	-	1.30	71.00
		- ปัจฉินิเทศ	1.00	-	1.00	72.00
รวม			24.30	47.30	72.00	



โครงการจัดการเรียนรู้รายสัปดาห์						
ชื่อวิชา : ลับคมเครื่องมือตัด				รหัสวิชา : 2102-2105		
ระดับชั้น : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)				ท.ป.น. : 1 - 3 - 2 (4 ชม./สัปดาห์)		
สัปดาห์ ที่	หน่วย ที่	หัวข้อเรื่อง/งาน	จำนวนคาบ (ชั่วโมง)		รวม (ชั่วโมง)	เวลาเรียน รวม (ชั่วโมง)
			ทฤษฎี	ปฏิบัติ		
1		- ปฐมนิเทศ - แนะนำหลักสูตรรายวิชา - เนื้อหาวิชา - การวัดและประเมินผลการเรียน	2.00	-	2.00	2.00
	1	ชนิดและวัสดุเครื่องมือตัด ทดสอบก่อนเรียน	0.30	-	0.30	2.30
		1.1 คุณสมบัติของวัสดุที่ผลิตเป็น เครื่องมือตัด	1.00	-	1.00	3.30
		- กิจกรรมเสริม (ดูคลิปจากอินเทอร์เน็ต) และอภิปราย ถาม-ตอบ	0.30	-	0.30	4.00
2		1.2 ชนิดของวัสดุเครื่องมือตัด	3.00	-	3.00	7.00
		- กิจกรรมเสริม (ดูคลิปจากอินเทอร์เน็ต) และอภิปราย ถาม-ตอบ	0.30	-	0.30	7.30
		ทดสอบหลังเรียน	0.30	-	0.30	8.00
3	2	มุมของเครื่องมือตัด ทดสอบก่อนเรียน	0.30	-	0.30	8.30
		2.1 มุมของเครื่องมือตัดคมเดียว 2.2 มุมของเครื่องมือตัดหลายคมตัด	2.30	-	2.30	11.00
		- กิจกรรมเสริม (ดูคลิปจากอินเทอร์เน็ต) และอภิปราย ถาม-ตอบ	0.30	-	0.30	11.30
		ทดสอบหลังเรียน	0.30	-	0.30	12.00
4	3	เครื่องเจียรไนลับคมตัด ทดสอบก่อนเรียน	0.30	-	0.30	12.30
		3.1 ชนิดของเครื่องเจียรไนลับคมตัด 3.2 ส่วนประกอบและหน้าที่ของส่วนประกอบเครื่องเจียรไนลับคมตัด 3.3 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้กับเครื่องเจียรไนลับคมตัด 3.4 การใช้งานเครื่องเจียรไนลับคมตัด 3.5 การบำรุงรักษาเครื่องเจียรไนลับคมตัด 3.6 ความปลอดภัยในการใช้เครื่องเจียรไนลับคมตัด	2.30	-	2.30	15.00



โครงการจัดการเรียนรู้รายสัปดาห์						
ชื่อวิชา : ลับคมเครื่องมือตัด				รหัสวิชา : 2102-2105		
ระดับชั้น : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)				ท.ป.น. : 1 - 3 - 2 (4 ชม./สัปดาห์)		
สัปดาห์ ที่	หน่วย ที่	หัวข้อเรื่อง/งาน	จำนวนคาบ (ชั่วโมง)		รวม (ชั่วโมง)	เวลาเรียน รวม (ชั่วโมง)
			ทฤษฎี	ปฏิบัติ		
4		- กิจกรรมเสริม (ดูคลิปจากอินเทอร์เน็ต) และอภิปราย ถาม-ตอบ	0.30	-	0.30	15.30
		ทดสอบหลังเรียน	0.30	-	0.30	16.00
5-6	4	เครื่องกลึงและงานลับมีดกลึง ทดสอบก่อนเรียน	0.30	-	0.30	16.30
		4.1 ชนิดของเครื่องกลึง 4.2 ส่วนประกอบของเครื่องกลึงยืนศูนย์ 4.3 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้กับ เครื่องกลึงยืนศูนย์ 4.4 เครื่องมือตัดที่ใช้กับเครื่องกลึงยืนศูนย์ 4.5 ความเร็วรอบ ความเร็วตัด อัตราป้อน ความลึกการป้อนตัดในงานกลึง	2.30	-	2.30	19.00
		ทดสอบหลังเรียน	0.30	-	0.30	19.30
		4.6 งานลับคมตัดมีดกลึง 4.6.1 งานลับมีดกลึงปาดหน้า	0.30	-	0.30	20.00
		ใบงานที่ 4.1 ใบงานลับมีดกลึงปาดหน้า	0.30	3.30	4.00	24.00
		4.6 งานลับคมตัดมีดกลึง 4.6.2 งานลับมีดกลึงปอก	0.30	-	0.30	24.30
		ใบงานที่ 4.2 ใบงานลับมีดกลึงปอกขวา	0.20	3.10	3.30	28.00
8-9		4.6 งานลับคมตัดมีดกลึง 4.6.2 งานลับมีดกลึงปอก	0.30	-	0.30	28.30
		ใบงานที่ 4.3 ใบงานลับมีดกลึงปอกซ้าย	0.30	7.00	7.30	36.00
10-11		4.6 งานลับคมตัดมีดกลึง 4.6.3 งานลับมีดกลึงเจาะร่อง	0.30	-	0.30	36.30
		ใบงานที่ 4.4 ใบงานลับมีดกลึงเจาะร่อง	0.30	7.00	7.30	44.00
12		4.6 งานลับคมตัดมีดกลึง 4.6.4 งานลับมีดกลึงเกลียวสามเหลี่ยม 60 องศา	0.30	-	0.30	44.30
		ใบงานที่ 4.5 ใบงานลับมีดกลึงเกลียว สามเหลี่ยม 60 องศา	0.30	3.00	3.30	48.00



โครงการจัดการเรียนรู้รายสัปดาห์						
ชื่อวิชา : ลับคมเครื่องมือตัด				รหัสวิชา : 2102-2105		
ระดับชั้น : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)				ท.ป.น. : 1 - 3 - 2 (4 ชม./สัปดาห์)		
สัปดาห์ ที่	หน่วย ที่	หัวข้อเรื่อง/งาน	จำนวนคาบ (ชั่วโมง)		รวม (ชั่วโมง)	เวลาเรียน รวม (ชั่วโมง)
			ทฤษฎี	ปฏิบัติ		
13-14		4.6 งานลับคมตัดมีดกลึง	0.30	-	0.30	48.30
		4.6.5 งานลับมีดกลึงคว้านรูใน				
		ใบงานที่ 4.4 ใบงานลับมีดกลึงคว้านรูใน	0.30	7.00	7.30	56.00
15-17	5	เครื่องเจาะและงานลับคมดอกสว่าน ทดสอบก่อนเรียน	0.30	-	0.30	56.30
		5.1 ชนิดของเครื่องเจาะ	3.00	-	3.00	59.30
		5.2 ส่วนประกอบและหน้าที่การทำงาน ของเครื่องเจาะ				
		5.3 เครื่องมือตัดที่ใช้กับเครื่องเจาะ				
		5.4 ความเร็วรอบ ความเร็วตัด อัตราป้อน ในงานเจาะ				
		5.5 ความปลอดภัยในงานเจาะ				
		5.6 การบำรุงรักษาเครื่องเจาะ				
		ทดสอบหลังเรียน	0.30	-	0.30	60.00
		5.7 การลับคมตัดดอกสว่าน	0.30	-	0.30	60.30
ใบงานที่ 5.1 ใบงานลับคมตัดดอกสว่าน	0.30	7.00	7.30	68.00		
18		- ทบทวนเนื้อหาวิชา	2.00	-	2.00	70.00
		- ทดสอบปลายภาคเรียน	1.00	-	1.00	71.00
		- ปักฉัมนิเทศ	1.00	-	1.00	72.00
รวม			24.30	47.30	72.00	

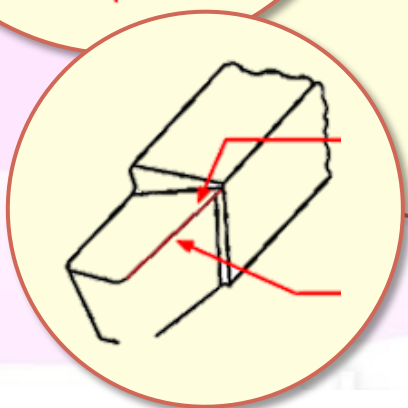
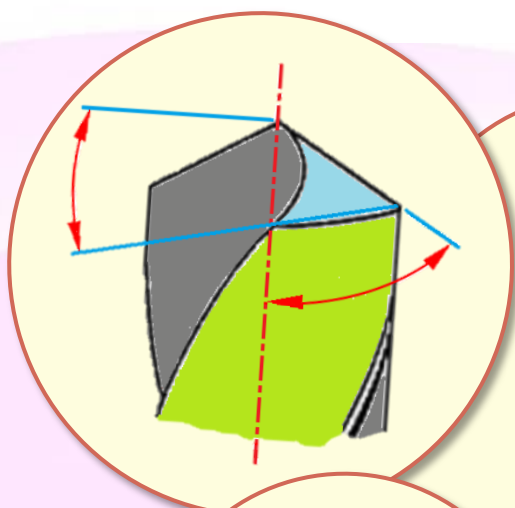


เอกสารประกอบการสอน

รหัสวิชา 2102-2105

ลับคมเครื่องมือตัด

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ



จัดทำโดย นายสุรชัย บุญโสภณ
ตำแหน่ง ครูชำนาญการ

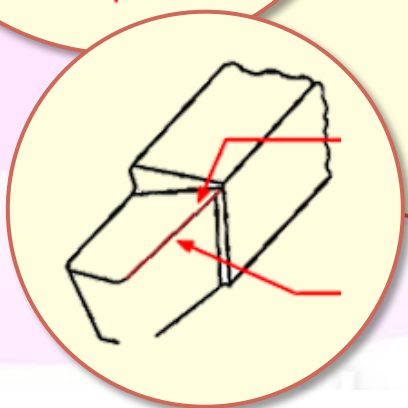
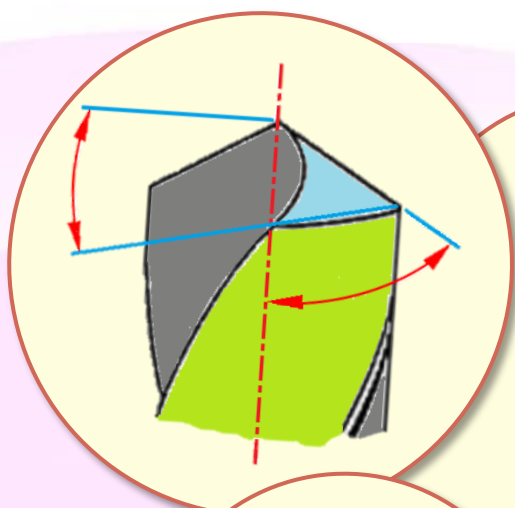


เอกสารประกอบการสอน

รหัสวิชา 2102-2105

ลับคมเครื่องมือตัด

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ



จัดทำโดย นายสุรชัย บุญโสภณ
ตำแหน่ง ครูชำนาญการ

หน่วยที่ 3

เครื่องเจียรในลับคมตัด

สาระสำคัญ

เครื่องเจียรในลับคมตัด (Grinder Machine) เป็นเครื่องมือกลที่ใช้สำหรับการลับเครื่องมือตัดที่ใช้กับเครื่องมือกล เช่น มีดกลึงชนิดต่างๆ มีดไส และดอกสว่าน เป็นต้น โดยการเลือกใช้ล้อหินเจียรในต้องเหมาะสมกับชนิดของวัสดุที่นำมาทำเป็นเครื่องมือตัด เพื่อให้สามารถลับคมของเครื่องมือตัดได้ ซึ่งในหน่วยนี้จะกล่าวถึงชนิด ส่วนประกอบและหน้าที่สำคัญของเครื่องเจียรในลับคมตัด เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้กับเครื่องเจียรในลับคมตัด ขั้นตอนการใช้งาน การบำรุงรักษา และความปลอดภัยในการใช้เครื่องเจียรในลับคมตัด

เนื้อหาการเรียนรู้

- 3.1 ชนิดของเครื่องเจียรในลับคมตัด
- 3.2 ส่วนประกอบและหน้าที่ของส่วนประกอบเครื่องเจียรในลับคมตัด
- 3.3 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้กับเครื่องเจียรในลับคมตัด
- 3.4 การใช้งานเครื่องเจียรในลับคมตัด
- 3.5 การบำรุงรักษาเครื่องเจียรในลับคมตัด
- 3.6 ความปลอดภัยในการใช้เครื่องเจียรในลับคมตัด

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. จำแนกชนิดของเครื่องเจียรในลับคมตัดได้
2. บอกชื่อและหน้าที่การทำงานของส่วนประกอบเครื่องเจียรในลับคมตัดได้
3. บอกชื่อเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้กับเครื่องเจียรในลับคมตัดได้
4. อธิบายวิธีการใช้งานของเครื่องเจียรในลับคมตัดได้
5. อธิบายวิธีการบำรุงรักษาเครื่องเจียรในลับคมตัดได้
6. บอกถึงความปลอดภัยในการใช้เครื่องเจียรในลับคมตัดได้

แบบทดสอบก่อนเรียนหน่วยที่ 3

เครื่องเจียระไนลับคมตัด

จงทำเครื่องหมายกากบาท (X) ข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว (10 คะแนน)

1. การจำแนกชนิดของเครื่องเจียระไนลับคมตัดแบบตั้งพื้นและแบบตั้งโต๊ะ เราจะพิจารณาจากส่วนใด

ก. ล้อหินเจียระไน	ข. ขนาดกำลังมอเตอร์
ค. การวางฐานตั้งเครื่อง	ง. ฐานเครื่อง
จ. แท่นรองรับชิ้นงาน	
2. ส่วนประกอบใดของเครื่องเจียระไนลับคมตัดทำหน้าที่เป็นต้นกำลัง

ก. ล้อหินเจียระไน	ข. มอเตอร์
ค. สวิตช์เปิด-ปิด	ง. ระบบไฟฟ้า
จ. ถูกทุกข้อ	
3. ส่วนประกอบที่ใช้รองรับชิ้นงานของเครื่องเจียระไนลับคมตัดคือ

ก. ขาตั้ง	ข. ฐานเครื่อง
ค. ล้อหินเจียระไน	ง. กระจกนิรภัย
จ. แท่นรองรับชิ้นงาน	
4. ไบวัตมุม (Angle Protractor) แสดงมุมที่ไบครึ่งวงกลมกี่องศา

ก. 30 องศา	ข. 90 องศา
ค. 180 องศา	ง. 270 องศา
จ. 360 องศา	
5. ล้อแต่งหน้าหินเจียระไนมีชื่อเรียกว่าอย่างไร

ก. Wheel Dresser	ข. Drill Point Gage
ค. Center Gage	ง. Safety Glasses
จ. Angle Protractor	
6. ข้อใด **ไม่ใช่** วัตถุประสงค์ในการแต่งหน้าล้อหินเจียระไน

ก. แต่งหน้าล้อหินเจียระไนที่นำมาติดตั้งใหม่ เพื่อไม่ให้ล้อหินแฉก	ข. ลดขนาดความโตของล้อหิน เพื่อให้ใส่ในกรอบได้ไม่ชูดกับฝาครอบหินเจียระไน
ค. ปรับผิวหน้าของล้อหินเจียระไนที่ ขรุขระหรือเป็นร่อง ให้เรียบเสมอกัน	ง. แต่งคมตัดผิวหน้าหินเจียระไนเมื่อผิวหน้าหินที่อหรือมีเศษไปอุดตันในเม็ดหิน
จ. ผิดทุกข้อ	
7. การปรับแท่นรองรับชิ้นงาน ควรมีระยะห่างจากล้อหินเจียระไนเท่าใด

ก. ไม่เกิน 1 มิลลิเมตร	ข. 2-3 มิลลิเมตร
ค. 4-5 มิลลิเมตร	ง. 6-7 มิลลิเมตร
จ. ไม่น้อยกว่า 7 มิลลิเมตร	

8. การปรับแท่นรองรับชิ้นงาน ควรทำในขั้นตอนใด
 - ก. หลังจากการเปิดสวิตช์เครื่องครั้งแรก
 - ข. หลังจากขั้นตอนการตรวจสอบความเรียบร้อยของเครื่องเจียระไนเรียบร้อยแล้ว
 - ค. หลังจากขั้นตอนการเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ที่จะใช้ในการเจียระไน
 - ง. หลังจากการแต่งหน้าหินเจียระไนเรียบร้อยแล้ว
 - จ. หลังจากปฏิบัติงานลับคมตัดเรียบร้อยแล้ว
9. ข้อใด **ไม่ใช่** วิธีการบำรุงรักษาเครื่องเจียระไนลับคมตัดที่ถูกต้อง
 - ก. ตรวจสอบความพร้อมของเครื่องเจียระไนลับคมตัดก่อนการใช้งาน
 - ข. ตรวจสอบการทำงานของมอเตอร์ขณะหมุนมีอาการผิดปกติหรือไม่
 - ค. ตรวจสอบสภาพล้อหินเจียระไนก่อนใช้งานทุกครั้งว่ามีรอยร้าวหรือรอยบิ่นหรือไม่
 - ง. ทำความสะอาดเครื่องเจียระไนหลังการใช้งาน
 - จ. ใช้งานเครื่องเจียระไนลับคมตัดขณะเกิดกระแสไฟฟ้าขัดข้อง
10. ข้อใดแสดงลักษณะของการใช้เครื่องเจียระไนลับคมตัดที่ถูกต้องและปลอดภัย
 - ก. ผูกเน็คไท ใส่เครื่องประดับ ขณะใช้เครื่องเจียระไนลับคมตัด
 - ข. ใช้เครื่องเจียระไนลับคมตัดในสภาพร่างกายไม่พร้อมปฏิบัติงาน
 - ค. สวมแว่นนิรภัยขณะใช้เครื่องเจียระไนลับคมตัด
 - ง. สวมถุงมือขณะใช้เครื่องเจียระไนลับคมตัด
 - จ. ถูกทุกข้อ

3.1 ชนิดของเครื่องเจียรไนลับคมตัด

เครื่องเจียรไนลับคมตัด โดยทั่วไปแบ่งเป็น 2 ชนิด คือ เครื่องเจียรไนแบบตั้งโต๊ะและเครื่องเจียรไนแบบตั้งพื้น

3.1.1 เครื่องเจียรไนแบบตั้งโต๊ะ (Bench Grinder Machine)

เครื่องเจียรไนชนิดนี้จะมีฐานยึดติดแน่นอยู่กับโต๊ะเพื่อเพิ่มความสูงและสะดวกในการใช้งาน



รูปที่ 3.1 แสดงลักษณะของเครื่องเจียรไนลับคมตัดแบบตั้งโต๊ะ
(ที่มา : <http://th.bosch-pt.com/>, วันเข้าถึง 11 มีนาคม 2559)

3.1.2 เครื่องเจียรไนแบบตั้งพื้น (Pedestal Grinder Machine)

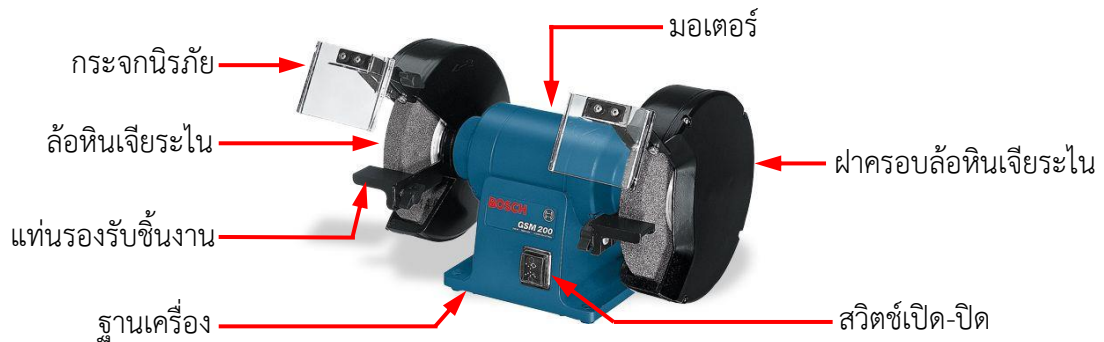
เครื่องเจียรไนชนิดนี้มีขนาดใหญ่กว่าแบบตั้งโต๊ะ โดยมีขาตั้งและฐานเครื่องเพิ่มเติมเพื่อใช้ยึดติดกับพื้นของโรงฝึกงาน ทำให้เครื่องเจียรไนมีความมั่นคงแข็งแรงขณะใช้งาน



รูปที่ 3.2 แสดงลักษณะของเครื่องเจียรไนลับคมตัดแบบตั้งโต๊ะ
(ที่มา : <https://sites.google.com/>, วันเข้าถึง 11 มีนาคม 2559)

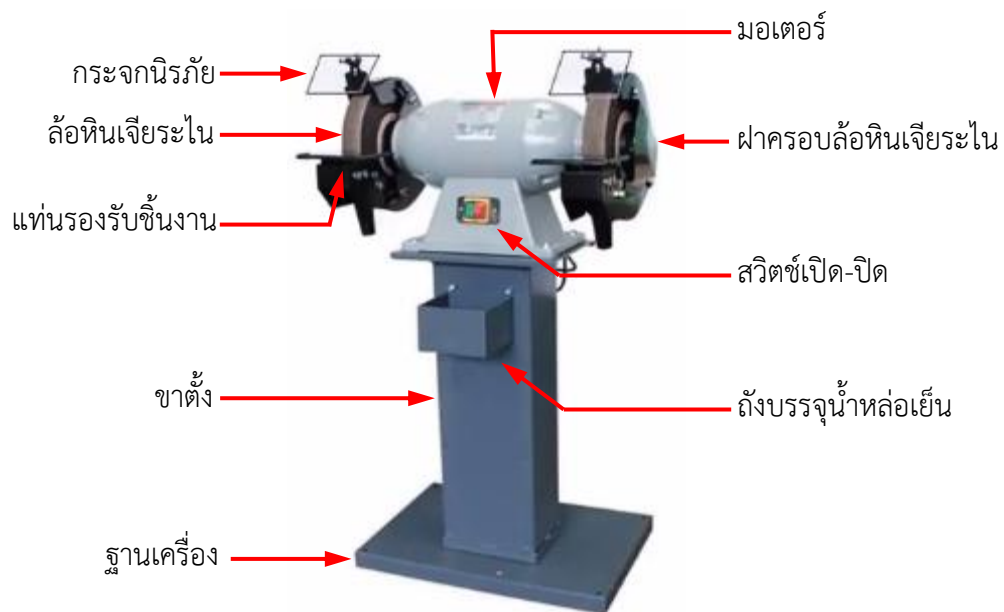
3.2 ส่วนประกอบและหน้าที่ของส่วนประกอบเครื่องเจียรในลับคมตัด

ส่วนประกอบของเครื่องเจียรในแบบตั้งโต๊ะและเครื่องเจียรในแบบตั้งพื้นนั้น มีส่วนประกอบที่สำคัญและหน้าที่ในการทำงานไม่แตกต่างกัน ซึ่งมีส่วนประกอบที่สำคัญแต่ละส่วนดังนี้



รูปที่ 3.3 แสดงส่วนประกอบของเครื่องเจียรในลับคมตัดแบบตั้งโต๊ะ

(ที่มา : <http://th.bosch-pt.com/>, วันเข้าถึง 11 มีนาคม 2559)



รูปที่ 3.4 แสดงลักษณะของเครื่องเจียรในลับคมตัดแบบตั้งโต๊ะ

(ที่มา : <https://sites.google.com/>, วันเข้าถึง 11 มีนาคม 2559)

1. **มอเตอร์ (Motor)** ทำหน้าที่เป็นต้นกำลังขับเคลื่อนให้ล้อหินเจียรในหมุนด้วยความเร็วรอบคงที่ ปลายแกนเพลาทิ้งสองข้างใช้จับยึดล้อหินเจียรใน มอเตอร์ส่วนใหญ่ใช้กระแสไฟฟ้า 220 โวลต์ หรือ 380 โวลต์ ตามขนาดและความต้องการในการใช้งาน

2. **ล้อหินเจียรใน (Grinding Wheel)** แบ่งเป็นสองชนิดคือ ล้อหินเจียรในชนิดหยาบและล้อหินเจียรในชนิดละเอียด ล้อหินเจียรในจะยึดติดกับแกนเพลามอเตอร์ทำหน้าที่ขัดและชุบคมของชิ้นงานหรือเครื่องมือตัดให้ได้ขนาด ผิวเรียบและมุมที่ต้องการ การเลือกใช้ล้อหินเจียรในจะต้องเลือกล้อหินเจียรในให้ตรงกับวัสดุของมีดตัดที่จะนำมาลับ เช่น การลับคมตัดมีดกลึงชนิดเหล็กกล้าความเร็วสูงจะใช้ล้อหินเจียรในชนิดอลูมิเนียมออกไซด์ (A) เม็ดหินของล้อหินจะเป็นสีเทา และการลับมีดกลึงคาร์ไบด์หรือมีดเล็บบจะใช้ล้อหินเจียรในชนิดซิลิคอนคาร์ไบด์ (GC) เม็ดหินของล้อหินจะเป็นสีเขียว



(ก) ล้อหินเจียรไนชนิดอลูมิเนียมออกไซด์ (A)



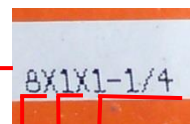
(ข) ล้อหินเจียรไนชนิดซิลิคอนคาร์ไบด์ (GC)

รูปที่ 3.5 แสดงลักษณะของล้อหินเจียรไน

(ที่มา : <http://sgginter.welovesshopping.com/>, วันเข้าถึง 11 มีนาคม 2559)

การเลือกล้อหินเจียรไนลับคมตัดยังจำเป็นต้องคำนึงถึงขนาดของล้อหินเจียรไนจะนำมาติดตั้งกับเครื่องเจียรไนด้วยว่าหินเจียรไนที่นำมาใช้นั้น มีขนาดเหมาะสมกับเครื่องเจียรไนที่ใช้งานหรือไม่ โดยสามารถดูได้จากป้ายที่ติดอยู่กับล้อหินเจียรไน ได้แก่

- 1) ขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางโตนอกของล้อหินเจียรไน
- 2) ความหนาของล้อหินเจียรไน
- 3) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางรูในของล้อหินเจียรไน



ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางรูใน
= 1- 1/4 นิ้ว

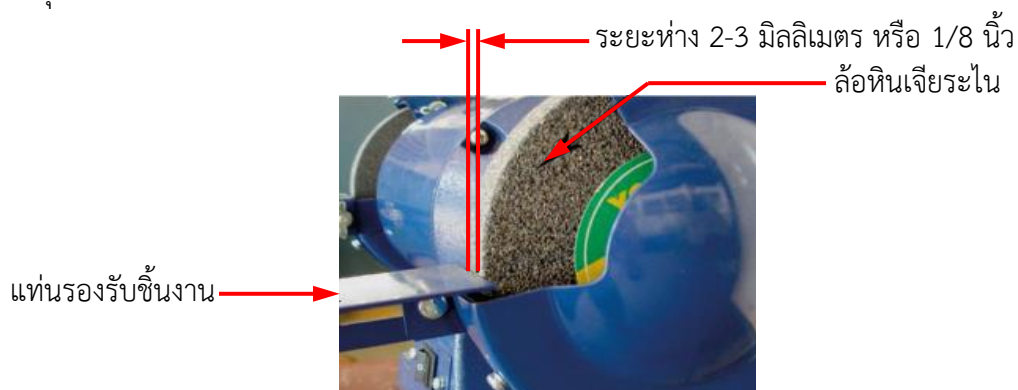
ความหนาล้อหิน = 1 นิ้ว

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโตนอก = 8 นิ้ว

รูปที่ 3.6 แสดงป้ายบอกขนาดของล้อหินเจียรไน

(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559))

4. แท่นรองรับชิ้นงาน (Tool Rest) ทำหน้าที่รองรับงานหรือเครื่องมือตัดและยังช่วยประคองมือผู้ปฏิบัติงานให้มั่นคงขึ้น แท่นรองรับชิ้นงานนี้ต้องคอยตรวจสอบระยะห่างระหว่างขอบแท่นและหน้าล้อหินเจียรไนอยู่เสมอให้มีระยะห่างระหว่าง 2-3 มิลลิเมตร หรือ 1/8 นิ้ว เพื่อป้องกันอันตรายจากเครื่องมือตัดหรือชิ้นงานหลุดลงไปในช่องทำให้เกิดอันตรายได้



รูปที่ 3.7 แสดงระยะห่างระหว่างแท่นรองรับชิ้นงานกับล้อหินเจียรไน

(ที่มา : <http://ie.eng.cmu.ac.th/>, วันเข้าถึง 13 มีนาคม 2559)

4. **กระจกนิรภัย (Safety Glass)** ทำหน้าที่ป้องกันเศษโลหะจากการเจียรระไนไม่ให้กระเด็นเข้าตาขณะปฏิบัติงาน และขณะใช้เครื่องเจียรระไนควรมองผ่านกระจกนิรภัยเท่านั้น

5. **ฝารอบล้อหินเจียรระไน (Wheel Guard)** ทำหน้าที่ประกบล้อหินเจียรระไนให้แน่นและเพื่อป้องกันอันตรายในขณะล้อหินเจียรระไนหมุน

6. **สวิตช์เปิด-ปิด (On-off Switch)** ทำหน้าที่เปิด-ปิด การทำงานของเครื่องเจียรระไนลัคมตัด

7. **ถังบรรจุน้ำหล่อเย็น (Water Pot)** ใช้บรรจุน้ำหล่อเย็นสำหรับจุ่มงานเพื่อระบายความร้อนขณะเจียรระไน

8. **ขาตั้ง (Pedestal Stand)** ทำหน้าที่รองรับน้ำหนักของมอเตอร์ ล้อหินเจียรระไน ขาตั้งนี้ต้องมีความแข็งแรงและมั่นคง ไม่สั่นสะเทือนขณะล้อหินเจียรระไนหมุน

9. **ฐานเครื่อง (Base)** ใช้ยึดติดกับโต๊ะหรือพื้นโรงงานและทำหน้าที่รองรับน้ำหนักทั้งหมดของเครื่องเจียรระไนลัคมตัด

3.3 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้กับเครื่องเจียรระไนลัคมตัด

3.3.1 ล้อแต่งหน้าหินเจียรระไน (Wheel Dresser)

ล้อหินเจียรระไนเมื่อมีการใช้งานหรือขณะใช้งานจะทำให้เกิดการสึกหรอเป็นร่อง ผิวหน้าไม่ราบเรียบ หรือมีรอยบิ่น แตกหัก หดคมตัด ทื่อ ไม่กินเนื้องานเนื่องจากมีเศษวัสดุอุดตันในช่องว่างของร่องหินเจียรระไน เป็นต้น ดังนั้นก่อนการใช้งานทุกครั้งจึงต้องแต่งหน้าล้อหินเจียรระไนใหม่ให้เรียบโดยใช้ล้อแต่งหน้าล้อหินเจียรระไน



(ก) ด้ามจับล้อแต่งหน้าหินเจียรระไน



(ข) ล้อแต่งหน้าหินเจียรระไน

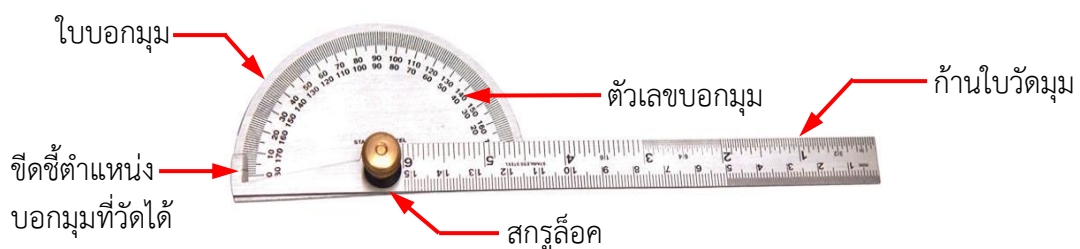
รูปที่ 3.8 แสดงลักษณะของล้อแต่งหน้าหินเจียรระไน

(ที่มา : <https://sites.google.com/>, วันเข้าถึง 11 มีนาคม 2559)

3.3.2 เครื่องมือวัดและตรวจสอบคมตัด

เครื่องมือวัดและตรวจสอบคมตัดที่ใช้ในการวัดความยาวและมุมต่างๆ ของคมตัด เช่น มีดกลึงหรือดอกสว่าน เป็นต้น

1. **ใบวัดมุม (Angle Protractor)** เป็นเครื่องมือวัดมุมสำหรับวัดมุมของเครื่องมือตัด เช่น มุมของมีดกลึง สามารถวัดได้ตั้งแต่ 0-180 องศา โดยมีส่วนประกอบสำคัญ ดังรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.9 แสดงลักษณะของใบวัดมุมและส่วนประกอบ

(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

2. เกจวัดมุมดอกสว่าน (Drill Point Gage) เป็นเกจสำหรับใช้วัดมุมของดอกสว่าน เช่นมุมรวมปลายดอกสว่าน และความยาวของคมตัดดอกสว่าน



รูปที่ 3.10 แสดงลักษณะของเกจวัดมุมดอกสว่าน

(ที่มา : <http://sales.paxpat.com/>, วันเข้าถึง 11 มีนาคม 2559)

3. เกจวัดมุมเกลียวสามเหลี่ยม (Center Gage) เป็นเครื่องมือวัดสำหรับวัดมุมมีดกลึงเกลียวสามเหลี่ยมและใช้ตั้งมีดกลึงเกลียวสามเหลี่ยม โดยทั่วไปจะมีมุมรวมยอดเกลียว 60 องศา ยกเว้นเกลียววีตเวอต จะมีมุมรวม 55 องศา



รูปที่ 3.11 แสดงลักษณะของเกจวัดมุมเกลียวสามเหลี่ยม

(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

3.3.3 อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล

ส่วนใหญ่นิยมใช้แว่นนิรภัย (Safety Glasses) สวมใส่เพื่อป้องกันอันตรายจากเศษเจียรไนกระเด็นเข้าตาขณะปฏิบัติงาน



รูปที่ 3.12 แสดงลักษณะของแว่นนิรภัย

(ที่มา : <https://www.mixbjth.com/>, วันเข้าถึง 11 มีนาคม 2559)

3.4 การใช้งานเครื่องเจียรไนลับคมตัด

วิธีการใช้งานเครื่องเจียรไนลับคมตัด มีวิธีการดังนี้

1. ศึกษาวิธีการทำงานและหลักการทำงานให้เข้าใจก่อนลงมือปฏิบัติงาน
2. เตรียมเครื่องมือตัดที่จะลับคม อุปกรณ์ที่จะใช้ในการวัดมุม อุปกรณ์ในการแต่งหน้าล้อหินเจียรไน และอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลให้พร้อม

3. ตรวจสอบความพร้อมและความเรียบร้อยของเครื่องเจียรไนลับคมตัดที่จะใช้ เช่น ตรวจสอบระบบไฟฟ้า สายไฟฟ้าและล้อยินเจียรไนว่ามีรอยแตกร้าวหรือไม่ หน้าล้อยินเจียรไนไม่เรียบหรือที่หมดคมแล้วหรือไม่

4. สวมอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล เช่น แว่นนิรภัย

5. เปิดสวิทช์เครื่องให้ล้อยินเจียรไนหมุน และรอจนกว่าล้อยินเจียรไนจะหมุนด้วยความเร็วคงที่เสียก่อน

6. แต่งหน้าหินเจียรไนให้เรียบโดยใช้ล้อแต่งหน้าหินเจียรไน ด้วยวิธีการดังนี้

1) วางแท่นของด้ามจับล้อแต่งหน้าหินเจียรไนบนแท่นรองรับชิ้นงาน

2) มือขวาจับด้ามจับล้อแต่งหน้าหินเจียรไน มือซ้ายคว่ำมือและประคองที่ด้ามส่วนบน ให้ก้าวเท้าซ้ายไปข้างหน้าครึ่งก้าว หันตัวเบี่ยงไปทางขวาเล็กน้อย ประมาณ 45 องศา

3) เลื่อนด้ามจับล้อแต่งหน้าหินเจียรไนไปทางซ้ายและขวาโดยสังเกตุน้ำหน้าล้อยินเจียรไนให้เรียบเสมอกัน



รูปที่ 3.13 แสดงลักษณะการวางด้ามจับล้อแต่งหน้าหินเจียรไนบนแท่นรองรับชิ้นงาน
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

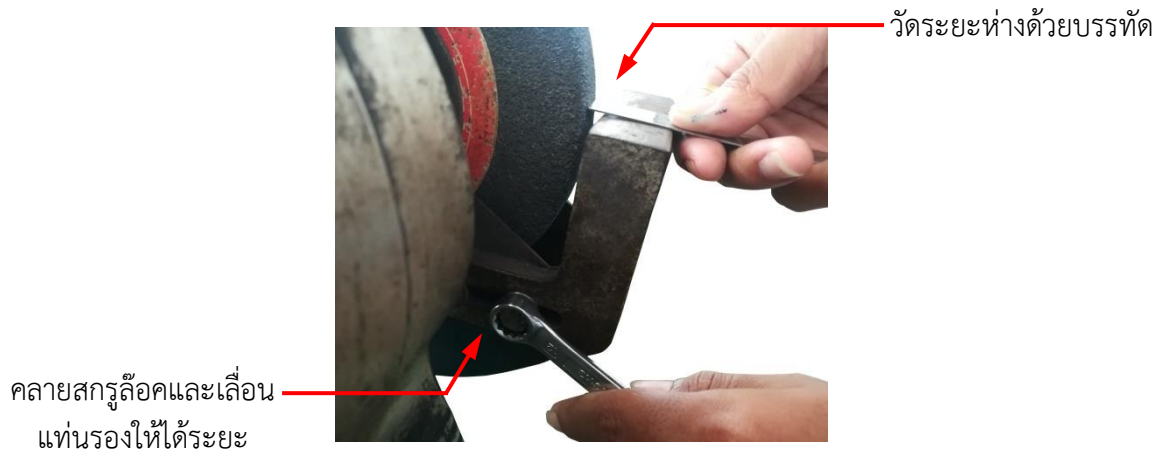


รูปที่ 3.14 แสดงลักษณะการจับด้ามล้อแต่งหน้าหินเจียรไนเพื่อแต่งหน้าล้อยินเจียรไน
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)



รูปที่ 3.15 แสดงลักษณะการเลื่อนด้ามจับล้อแต่งหน้าหินเจียร์ไน
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

7. ปิดสวิตช์เครื่อง รอให้ล้อหินเจียร์ไนหยุดหมุนจนนิ่งสนิทเสียก่อน จากนั้นให้ทำการปรับระยะแทนรองรับชิ้นงานให้ห่างจากล้อหินเจียร์ไนประมาณ 2-3 มิลลิเมตร หรือ 1/8 นิ้ว



รูปที่ 3.16 แสดงการปรับระยะของแท่นรองรับชิ้นงานกับล้อหินเจียร์ไน
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

8. เปิดสวิตช์เครื่องให้ล้อหินเจียร์ไนหมุน และรอจนกว่าล้อหินเจียร์ไนจะหมุนด้วยความเร็วคงที่อีกครั้งเพื่อปฏิบัติงานลับคมตัด

9. ปฏิบัติงานลับคมตัดตามขั้นตอนในใบงาน ขณะลับคมให้จุ่มปลายคมตัดด้านที่ลับลงในน้ำหล่อเย็นบ่อยๆ เพื่อช่วยระบายความร้อนและป้องกันไม่ให้คมตัดไหม้ และให้ตรวจสอบมุมของคมตัดด้วยเครื่องมือวัดเป็นระยะๆ ด้วย

10. เมื่อปฏิบัติงานเสร็จให้ปิดสวิตช์เครื่องเจียร์ไนให้เรียบร้อย เก็บอุปกรณ์เครื่องมือทำความสะอาด

11. รอจนล้อหินหยุดนิ่งจึงทำความสะอาดเครื่องเจียร์ไน และพื้นที่บริเวณรอบๆ

3.5 การบำรุงรักษาเครื่องเจียร์ไนลับคมตัด

หลักการบำรุงรักษาเครื่องเจียร์ไนลับคมตัด มีดังนี้

1. ตรวจสอบความเรียบร้อยของเครื่องเจียร์ไนลับคมตัดทุกๆ จุด ได้แก่ แท่นรองรับชิ้นงาน สวิตช์เปิด-ปิด ฝารอบล้อหินเจียร์ไน ฯลฯ ให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งานเสมอ หากเกิดการชำรุดเสียหายควรแจ้งครูผู้สอนเพื่อทำการซ่อมแซมให้ใช้งานได้

2. ตรวจสอบสภาพล้อยินเจียร์ไนก่อนใช้งานทุกครั้งว่ามีรอยร้าวหรือรอยบิ่นหรือไม่ ถ้ามีให้แจ้งครูผู้สอนเมื่อล้อยินเจียร์ไนที่ต่อไม่คม จะต้องแต่งหน้าล้อยินเจียร์ไนใหม่ก่อนการปฏิบัติงาน
3. ตรวจสอบการทำงานของมอเตอร์ สังเกตเสียงของมอเตอร์ขณะหมุนว่ามีเสียงดังผิดปกติหรือไม่
4. ตรวจสอบระยะห่างของแท่นรองรับงานเป็นประจำ โดยให้มีระยะห่างมากที่สุดไม่ควรเกิน 2-3 มิลลิเมตร เพื่อป้องกันชิ้นงานหรือเครื่องมือตัดหลุดเข้าไประหว่างล้อยิน อาจทำให้ล้อยินแตกหรือแท่นรองรับงานแตกหักทำให้เกิดความเสียหายได้
5. หลังจากเลิกใช้งานทุกครั้ง ควรปิดสวิทช์และทำความสะอาดเครื่องเจียร์ไนให้เรียบร้อย

3.6 ความปลอดภัยในการใช้เครื่องเจียร์ไนลับคมตัด

หลักความปลอดภัยในการใช้ล้อยินเจียร์ไน มีดังนี้

1. เคลื่อนย้ายล้อยินเจียร์ไนด้วยความระมัดระวัง ไม่ควรให้วิ่งหล่น กระแทกกระแทกกับของแข็งหรือของมีคม
2. ควรตรวจสอบล้อยินเจียร์ไนว่ามีรอยร้าวหรือไม่ก่อนใช้งาน
3. ควรตรวจสอบความเร็วรอบของเครื่องว่าเหมาะสมกับล้อยินเจียร์ไนหรือไม่
4. ไม่ควรติดตั้งล้อยินเจียร์ไนโดยการฝืนหรือดัดแปลงขนาดของรูกกลางล้อยินเจียร์ไน
5. ควรตั้งระยะระหว่างแท่นรองรับชิ้นงานกับล้อยินเจียร์ไนให้เหมาะสมอยู่ระหว่าง 2-3 มิลลิเมตรหรือ 1/8 นิ้ว เพื่อป้องกันไม่ให้เครื่องมือตัดหลุดเข้าไปในช่องว่างของแท่นรองรับชิ้นงาน ซึ่งอาจจะทำให้ล้อยินเจียร์ไนแตก
6. ควรมีฝาครอบปิดล้อยินเจียร์ไนเพื่อป้องกันการแตกกระจายของหิน และฝาครอบควรห่างจากล้อยินเจียร์ไน เกิน 1/4 นิ้ว
8. ไม่ควรใช้ด้านข้างของล้อยินเจียร์ไน เพราะอาจทำให้หินแตกได้
9. ในการประกอบล้อยินเจียร์ไนกับเครื่อง ต้องแน่ใจว่าเครื่องเจียร์ไนมีความเร็วรอบไม่เกินที่กำหนดไว้ในป้ายของล้อยินเจียร์ไน
10. ในการปฏิบัติงานทุกครั้งต้องใช้อุปกรณ์ป้องกันดวงตา ระบบการหายใจ แต่งกายให้รัดกุม ไม่รุ่มร่าม และปฏิบัติงานด้วยความระมัดระวัง
11. การเจียร์ไนลับคมตัด ห้ามใส่ถุงมือและห้ามใช้ผ้าจับเครื่องมือตัดหรือชิ้นงานเด็ดขาด เนื่องจากอาจเกิดอันตรายจากการที่ถุงมือหรือผ้าถูกดึงเข้าไปติดกับล้อยินเจียร์ไนที่กำลังหมุน ทำให้นิ้วมือของผู้ปฏิบัติงานถูกดึงเข้าไปหาล้อยินเจียร์ไนได้
12. ในขณะที่เริ่มเปิดสวิทช์เครื่องเจียร์ไนเพื่อปฏิบัติงาน จะต้องระมัดระวัง ไม่ยืนตรงกับล้อยินเจียร์ไน ทั้ง 2 ด้านเพราะเมื่อเริ่มเปิดเครื่องใหม่ๆ ล้อยินเจียร์ไนจะมีแรงเหวี่ยงเพิ่มขึ้น อาจมีเศษวัสดุที่เกิดจากการเจียร์ไนติดค้างอยู่ในฝาครอบล้อยินเจียร์ไนกระเด็นถูกผู้ปฏิบัติงานได้
13. การลับคมตัดต้องจับเครื่องมือตัดให้แน่น และมั่นคงแข็งแรง ไม่หลุดง่ายขณะสัมผัสกับของล้อยินเจียร์ไน
14. เครื่องเจียร์ไนทุกเครื่องจะต้องมีการติดตั้งสายดินเพื่อป้องกันไฟฟ้าดูดผู้ปฏิบัติงาน

กิจกรรมเสริม

ครูให้นักเรียนนักศึกษาดูคลิปวิดีโอจากอินเทอร์เน็ตเกี่ยวกับหินเจียร์ไนและอธิบายเนื้อหาที่เกี่ยวข้อง เช่น

<https://www.youtube.com/watch?v=67djRLG8zuw> (สื่อการสอนเรื่องเครื่องเจียร์ไนลับคมตัด)

<https://www.youtube.com/watch?v=LSv1jqLjCqQ> (การผลิตหินลับมีด)

<https://www.youtube.com/watch?v=RJVn-G2nZaQ&t=7s> (การ BALANCING หินเจียร์ไน)

<https://www.youtube.com/watch?v=lPZB9tXGg8k> (การ Balance และแต่งหน้าหินเจียร์ไนราบ)

https://www.youtube.com/watch?v=-Om66hPs_YE (การผลิตหินเจียร์ไน)

<https://www.youtube.com/watch?v=54ooRf3WUGw> (การแต่งหน้าหินเจียร์ไนตั้งพื้นด้วย Star dresser)

https://www.youtube.com/watch?v=wrSI-_cooBs (การลับมีดกลิ้งปาดหน้าขวา)

- ครูสอบถามให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นว่านักเรียนเคยพบเห็นหินเจียร์ไนสีใดมาบ้าง และคิดว่าเป็นหินเจียร์ไนประเภทใด

- ครูนำตัวอย่างชนิดของหินเจียร์ไนมาให้ให้นักเรียนดู

แบบทดสอบหลังเรียนหน่วยที่ 3

เครื่องเจียระไนลับคมตัด

จงทำเครื่องหมายกากบาท (X) ข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว (10 คะแนน)

จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด

1. การจำแนกชนิดของเครื่องเจียระไนลับคมตัดแบบตั้งพื้นและแบบตั้งโต๊ะ เราจะพิจารณาจากส่วนใด

ก. ล้อหินเจียระไน	ข. ขนาดกำลังมอเตอร์
ค. การวางฐานตั้งเครื่อง	ง. ฐานเครื่อง
จ. แท่นรองรับชิ้นงาน	
2. ส่วนประกอบใดของเครื่องเจียระไนลับคมตัดทำหน้าที่เป็นต้นกำลัง

ก. ล้อหินเจียระไน	ข. มอเตอร์
ค. สวิตช์เปิด-ปิด	ง. ระบบไฟฟ้า
จ. ถูกทุกข้อ	
3. ส่วนประกอบที่ใช้รองรับชิ้นงานของเครื่องเจียระไนลับคมตัดคือ

ก. ขาตั้ง	ข. ฐานเครื่อง
ค. ล้อหินเจียระไน	ง. กระจกนิรภัย
จ. แท่นรองรับชิ้นงาน	
4. ไบวัตมุม (Angle Protractor) แสดงมุมที่ไบครึ่งวงกลมกี่องศา

ก. 30 องศา	ข. 90 องศา
ค. 180 องศา	ง. 270 องศา
จ. 360 องศา	
5. ล้อแต่งหน้าหินเจียระไนมีชื่อเรียกว่าอย่างไร

ก. Wheel Dresser	ข. Drill Point Gage
ค. Center Gage	ง. Safety Glasses
จ. Angle Protractor	
6. ข้อใด **ไม่ใช่** วัตถุประสงค์ในการแต่งหน้าล้อหินเจียระไน

ก. แต่งหน้าล้อหินเจียระไนที่นำมาติดตั้งใหม่ เพื่อไม่ให้ล้อหินแหว่ง	ข. ลดขนาดความโตของล้อหิน เพื่อให้ใส่ในกรอบได้ไม่ชูดกับฝาครอบหินเจียระไน
ค. ปรับผิวหน้าของล้อหินเจียระไนที่ ขรุขระหรือเป็นร่อง ให้เรียบเสมอกัน	ง. แต่งคมตัดผิวหน้าหินเจียระไนเมื่อผิวหน้าหินที่หยาบหรือมีเศษไปอุดตันในเม็ดหิน
จ. เป็นวัตถุประสงค์ในการแต่งหน้าล้อหินเจียระไนทุกข้อ	
7. การปรับแท่นรองรับชิ้นงาน ควรมีระยะห่างจากล้อหินเจียระไนเท่าใด

ก. ไม่เกิน 1 มิลลิเมตร	ข. 2-3 มิลลิเมตร
ค. 4-5 มิลลิเมตร	ง. 6-7 มิลลิเมตร
จ. ไม่น้อยกว่า 7 มิลลิเมตร	

8. การปรับแท่นรองรับชิ้นงาน ควรทำในขั้นตอนใด
 - ก. หลังจากการเปิดสวิตช์เครื่องครั้งแรก
 - ข. หลังจากขั้นตอนการตรวจสอบความเรียบร้อยของเครื่องเจียระไนเรียบร้อยแล้ว
 - ค. หลังจากขั้นตอนการเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ที่จะใช้ในการเจียระไน
 - ง. หลังจากการแต่งหน้าหินเจียระไนเรียบร้อยแล้ว
 - จ. หลังจากปฏิบัติงานลับคมตัดเรียบร้อยแล้ว
9. ข้อใด ไม่ใช่ วิธีการบำรุงรักษาเครื่องเจียระไนลับคมตัดที่ถูกต้อง
 - ก. ตรวจสอบความพร้อมของเครื่องเจียระไนลับคมตัดก่อนการใช้งาน
 - ข. ตรวจสอบการทำงานของมอเตอร์ขณะหมุนมีอาการผิดปกติหรือไม่
 - ค. ตรวจสอบสภาพล้อหินเจียระไนก่อนใช้งานทุกครั้งว่ามีรอยร้าวหรือรอยบิ่นหรือไม่
 - ง. ทำความสะอาดเครื่องเจียระไนหลังการใช้งาน
 - จ. ใช้งานเครื่องเจียระไนลับคมตัดขณะเกิดกระแสไฟฟ้าขัดข้อง
10. ข้อใดแสดงลักษณะของการใช้เครื่องเจียระไนลับคมตัดที่ถูกต้องและปลอดภัย
 - ก. ผูกเน็คไท ใส่เครื่องประดับ ขณะใช้เครื่องเจียระไนลับคมตัด
 - ข. ใช้เครื่องเจียระไนลับคมตัดในสภาพร่างกายไม่พร้อมปฏิบัติงาน
 - ค. สวมแว่นนิรภัยขณะใช้เครื่องเจียระไนลับคมตัด
 - ง. สวมถุงมือขณะใช้เครื่องเจียระไนลับคมตัด
 - จ. ถูกทุกข้อ

แบบประเมินด้วยตนเอง

ชื่อ.....นามสกุล.....ระดับชั้น.....ปีที่.....เลขที่.....

ด้านทักษะการเรียนรู้ (ทักษะพิสัย) จากการทำแบบประเมินผลการเรียนรู้ เกณฑ์ผ่าน 60 % ขึ้นไป

เฉลยแบบฝึกหัดก่อนและหลังเรียน

ข้อที่	เฉลย	ข้อที่	เฉลย
1	ค	6	ข
2	ข	7	ข
3	จ	8	ง
4	ค	9	จ
5	ก	10	ค

คะแนนแบบทดสอบก่อนเรียน ได้.....คะแนน คิดเป็น..... % ได้เกณฑ์.....

คะแนนแบบทดสอบหลังเรียน ได้.....คะแนน คิดเป็น..... % ได้เกณฑ์.....

ด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ (จิตพิสัย) เกณฑ์ผ่าน 15 คะแนน

ให้นักเรียนประเมินตนเอง โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

2 คะแนน หมายถึง ดีมาก

1 คะแนน หมายถึง ปานกลาง

0 คะแนน หมายถึง ต้องปรับปรุง

หัวข้อประเมิน	คะแนน	นร.	ครู
ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ เช่น ใช้ความคิดหลากหลายเพื่อแก้ปัญหา, คิดสิ่งใหม่ ๆ ที่เป็นประโยชน์	2		
ความมีวินัย เช่น แต่งกายถูกต้องตามระเบียบ-ข้อตกลง, ตรงต่อเวลา	2		
ความรับผิดชอบ เช่น มีการเตรียมความพร้อมในการเรียน และการปฏิบัติงาน	2		
ความซื่อสัตย์สุจริต เช่น ตั้งใจทำแบบทดสอบด้วยตนเอง ไม่ทุจริต	2		
ความรักสามัคคี เช่น ร่วมมือกันทำกิจกรรมกลุ่ม, ยอมรับความคิดเห็นด้วยเหตุผล	2		
ความสนใจใฝ่รู้ เช่น ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง, ซักถามปัญหาข้อสงสัย	2		
การพึ่งตนเอง เช่น แก้ปัญหาเฉพาะหน้าได้, ทำงานได้ภายใต้ข้อกำหนด	2		
มนุษยสัมพันธ์ที่ดี เช่น กิริยาท่าทาง พุดจาสุภาพ, ช่วยเหลือผู้อื่น	2		
ความเชื่อมั่นในตนเอง เช่น แสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล, เสนอตัวแข่งขันหรือทำงานท้าทาย	2		
การประหยัด เช่น ใช้ทรัพยากร ทั้งของตนเองและส่วนรวมอย่างคุ้มค่า	2		
รวม	20		

คะแนนด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ ได้.....คะแนน คิดเป็น..... %
ได้เกณฑ์.....

4.6.3 การลับคมตัดมีดกลึงเซาะร่อง

การกลึงเซาะร่องหรือการกลึงตกป๋อ เป็นกระบวนการลดขนาดของชิ้นงานในแนวเส้นผ่านศูนย์กลางให้ลดขนาดลงเป็นช่วงๆ โดยใช้คมตัดหน้ามีดในการตัดเฉือน ซึ่งสามารถลับคมตัดหน้ามีดให้เป็นรูปร่างต่างๆ ตามต้องการ เช่นคมตัดด้านหน้าแบบเรียบ คมตัดด้านหน้าแบบโค้ง หรือคมตัดด้านหน้าที่มีรูปร่างตามแบบงาน ซึ่งมีดกลึงเซาะร่องคมตัดด้านหน้าแบบเรียบสามารถใช้เป็นมีดกลึงตัดชิ้นงานได้ มีดกลึงเซาะร่องจำเป็นต้องมีมุมหลบในทุกด้านที่ลับเพื่อให้สามารถตัดเฉือนชิ้นงานได้ทั้งหน้ามีด ด้านซ้ายและด้านขวา



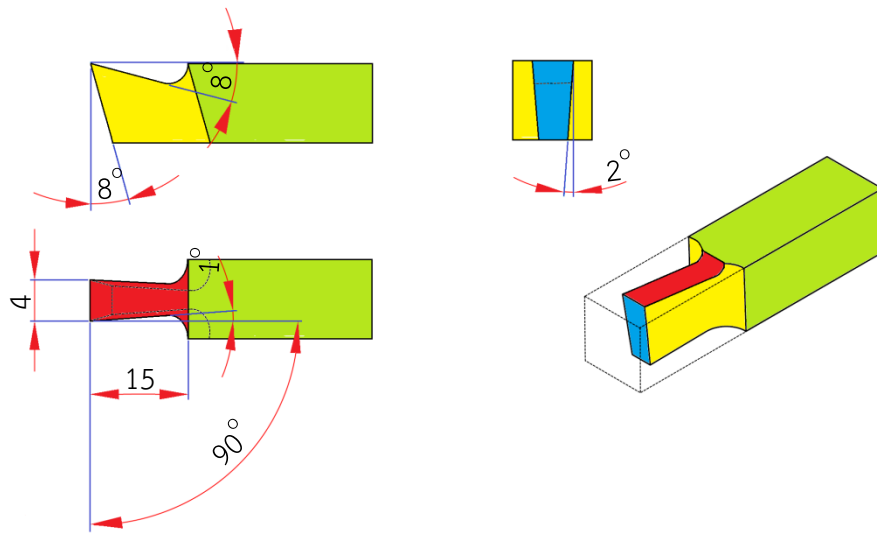
รูปที่ 4.92 แสดงลักษณะการกลึงเซาะร่อง
(ที่มา : สุรชัย บุญโสภณ, 2559)



รูปที่ 4.93 แสดงลักษณะของมีดกลึงเซาะร่อง
(ที่มา : สุรชัย บุญโสภณ, 2559)

จากลักษณะของมีดกลึงเซาะร่อง มีมุมที่สำคัญที่จะต้องลับคมตัด ดังนี้

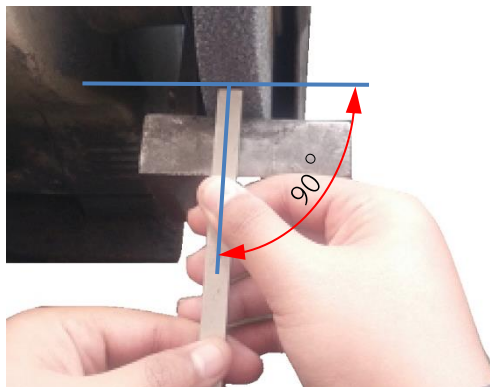
- 1) มุมฉากปลายมีด ขนาด 90 องศา
- 2) มุมหลบหน้ามีด ขนาด 8 องศา
- 3) มุมเอียงหลบซ้าย ขนาด 1 องศา
- 4) มุมหลบข้างซ้าย ขนาด 2 องศา
- 5) มุมเอียงหลบขวา ขนาด 1 องศา
- 6) มุมหลบข้างขวา ขนาด 2 องศา
- 7) มุมคายหลังมีด ขนาด 8 องศา



รูปที่ 4.94 แสดงมุมของมิดกึ่งเซาะร่อง
(ที่มา : : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

ขั้นตอนการปฏิบัติงานลับคมตัดมิดกึ่งเซาะร่อง

1. เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ในการลับคมตัดและการวัดมุม
2. ตรวจสอบสภาพความพร้อมของเครื่องเจียระไนลับคมตัดก่อนปฏิบัติงาน ถ้าหน้าหินเจียระไน ไม่เรียบหรือหมดคม ต้องแต่งหน้าหินใหม่ (ดังรูปที่ 3.54) และปรับระยะแท่นรองชิ้นงาน และปรับระยะแท่นรองรับชิ้นงานให้ห่างประมาณ 2-3 มม.
3. ลับคมตัด ด้านที่ 1 ให้ลับ 2 มุม พร้อมๆ กันในการเจียระไน คือ
 - 1) ลับมุมฉากปลายมิดขนาด 90 องศา โดยวางมิดกึ่งบนแท่นรองรับชิ้นงาน ให้หน้ามิดตั้งฉากกับหน้าล้อหินเจียระไน



รูปที่ 4.95 แสดงการลับมุมฉากปลายมิด
(ที่มา : : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

- 2) ลับมุมหลบหน้ามิดขนาด 8 องศาโดย วางปลายมิดบนแท่นรองรับชิ้นงานในแนวระนาบพื้น เนื่องจากล้อหินเจียระไนจะลับด้านล่างของมิดกึ่งก่อนอยู่แล้วเพราะหินเจียระไนเป็นทรงกลม จากนั้นค่อยตรวจสอบมุม 8 องศา ถ้ายังไม่ได้ให้แก้ไขต่อไป



รูปที่ 4.96 แสดงการลับมุมหลบหน้ามีด
(ที่มา : สุรัชชัย บุญโสภณ, 2559)

4. วัดตรวจสอบมุมด้วยใบวัดมุมครึ่งวงกลม ทั้ง 2 มุม ดังนี้

1) วัดตรวจสอบลับมุมฉากปลายมีดขนาด 90 องศา โดยใช้มือขวาจับให้ด้ามมีดแนบขนานไปกับก้านบรรทัดและใช้มือซ้ายทาบทใบครึ่งวงกลมแนบขนานไปกับด้านที่ลับมุม จึงอ่านค่าองศาที่ใบวัด



รูปที่ 4.97 แสดงการวัดตรวจสอบมุมฉากปลายมีด
(ที่มา : สุรัชชัย บุญโสภณ, 2559)

2) วัดตรวจสอบมุมหลบหน้ามีดขนาด 8 องศา โดยกำหนดให้มุมที่ใบวัดมุม 90 องศาเป็นมุมเริ่มต้นที่ 0 องศา จากนั้นวางด้านล่างของมีดแนบกับก้านบรรทัดตามแนวยาวและให้สันปลายมีดแนบกับใบครึ่งวงกลม จึงอ่านค่าองศาที่ใบวัด



รูปที่ 4.98 แสดงการวัดตรวจสอบมุมหลบมุมหลบหน้ามีด
(ที่มา : สุรัชชัย บุญโสภณ, 2559)

เมื่อตรวจสอบมุมของมุมฉากปลายมีดและมุมหลบหน้ามีดแล้ว หากพบว่ามุมที่ลับคมนั้นไม่ได้ตามที่ต้องการ เช่น มีมุมมากเกินไป หรือมีมุมน้อยเกินไป ให้แก้ไขดังนี้

1) การแก้ไขมุมฉากปลายมีด

- ให้สมมุติว่า แนวขนานกับหน้าหินบั่นแนว 0 องศา และแนวตั้งฉากกับหน้าหินให้เป็นแนว 90 องศา

- มุมฉากปลายมีดมากกว่า 90 องศา หรือปลายมีดลาดลงทางซ้ายให้ปรับลดมุมมีดโดยการขยับแนวมีดให้ปลายด้ามของมีดกลิ้งไปทางขวามากขึ้น ให้มีดกลิ้งได้แนวตั้งฉากกับหน้าหินเจียรใน 90 องศา ตามองศาที่เกินไปจากการวัดตรวจสอบมุม

- มุมฉากปลายมีดน้อยกว่า 90 องศา หรือปลายมีดลาดลงทางขวาให้ปรับเพิ่มมุมมีดโดยการขยับแนวมีดให้ปลายด้ามของมีดกลิ้งไปทางซ้ายมากขึ้น ให้มีดกลิ้งได้แนวตั้งฉากกับหน้าหินเจียรใน 90 องศา ตามองศาที่ขาดไปจากการวัดตรวจสอบมุม



รูปที่ 4.99 แสดงแนวในการการแก้ไขมุมฉากปลายมีด

(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

2) การแก้ไขมุมหลบหน้ามีด

- มุมหลบหน้ามีดมากกว่า 8 องศา ให้ปรับลดมุมโดยการ ปรับมือให้ลดมือซ้ายที่จับมีดลงเพื่อให้ปลายมีดลดลงเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

- มุมหลบหน้ามีดน้อยกว่า 8 องศา ให้ปรับเพิ่มมุมโดยการ ปรับมือให้กดมือซ้ายที่จับมีดเชิดขึ้นเพื่อให้ปลายมีดเชิดขึ้นเพียงเล็กน้อย

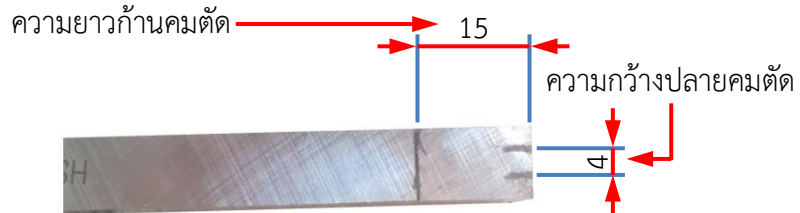


รูปที่ 4.100 แสดงแนวในการแก้ไขมุมหลบด้านข้าง

(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

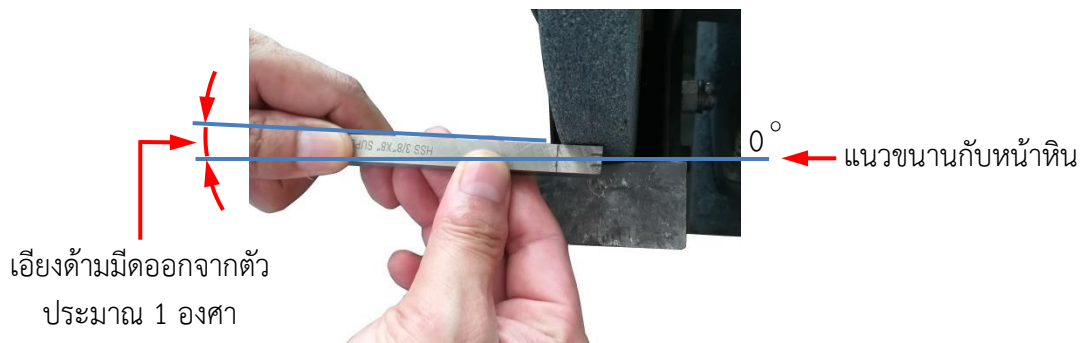
5. ลับคมตัด ด้านที่ 2 ให้ลับ 2 มุม พร้อมๆ กันในการเจียรระโน คือ มุมเอียงหลบซ้าย 1 องศา และมุมหลบข้างซ้าย 2 องศา

1) ขีดเส้นร่างระยะของคมตัดก่อนเพื่อให้ความกว้างของปลายคมตัดอยู่ระหว่างกลางของมิตตัดและให้ได้ขนาดที่กำหนดคือ 4 มิลลิเมตร และความยาวของร่องก้านคมตัด 15 มิลลิเมตรเพื่อเป็นแนวไม่ให้ลับมิตจนเล็กหรือใหญ่มากเกินไป



รูปที่ 4.101 แสดงลักษณะของการร่างระยะหน้ามิตและความยาวก้านคมตัด
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

2) ลับมุมเอียงหลบซ้าย 1 องศา โดยให้ด้านข้างเข้าขอบหินเจียรระโนฝั่งซ้ายระยะประมาณ 15 มม. และให้ปลายท้ายของด้ามมิตเอียงออกจากตัวเล็กน้อย ประมาณ 1 องศา เนื่องจากปลายคมตัดจะต้องมีขนาดใหญ่กว่าโคนมิต เพื่อให้เกิดมุมเอียงหลบซ้าย



รูปที่ 4.102 แสดงการลับมุมเอียงหลบซ้าย
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

2) ลับมุมหลบข้างซ้าย 2 องศาโดยเอียงด้านล่างของมิตเข้าหาล้อหินเพียงเล็กน้อยหรือไม่เอียงเลยก็ได้ เนื่องจากล้อหินกลมจึงจะกินเนื้อมิตด้านล่างก่อนด้านบนอยู่แล้วแต่ก็ขึ้นอยู่กับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของล้อหินเจียรระโน ดังนั้นจึงต้องวัดขนาดมุมหลบข้างซ้ายขณะลัคมก่อนถึงขนาดจริงที่กำหนดไว้



รูปที่ 4.103 แสดงการลับมุมหลบข้างซ้าย
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)



(ก) ภาพด้านบน มีมุมเอียงหลบซ้าย 1 องศา



(ข) ภาพด้านหน้ามีมุมหลบข้างซ้าย 2 องศา



(ค) ภาพแสดงลักษณะของมิดเชาร่องด้านที่ 2

รูปที่ 4.104 แสดงลักษณะของมิดกลิ้งเชาร่องที่ลับด้านที่ 2 แล้ว

(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

6. วัดตรวจสอบมุมด้วยใบวัดมุมครึ่งวงกลม ทั้ง 2 มุม ดังนี้

1) วัดตรวจสอบมุมเอียงหลบซ้าย 1 องศา โดยตั้งมุมใบวัดมุมที่ 1 องศาไว้ให้ใช้มือซ้ายจับประคองให้บรรทัดทาบทับลงไปบนค้ำมิดฝั่งซ้ายโดยขอบของใบครึ่งวงกลมแนบกับแนวขอบปลายมิด แล้วดูแนวของบรรทัดตามแนวขอบที่ลับให้อยู่ในแนวเดียวกัน



รูปที่ 4.105 แสดงการวัดตรวจสอบมุมเอียงหลบซ้าย

(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

2) วัดตรวจสอบมุมที่ 2 มุมหลบข้างซ้าย 2 องศา โดยกำหนดให้มุมที่ใบวัดมุม 90 องศาเป็นมุมเริ่มต้นที่ 0 องศา จากนั้นจับมิดด้วยมือซ้าย หันปลายมิดหันเข้าหาตัวจากนั้นวางด้านล่างของมิดแนบกับใบครึ่งวงกลมและดันก้านบรรทัดแนบกับด้านที่ลับ จึงอ่านค่าองศาที่ใบวัด



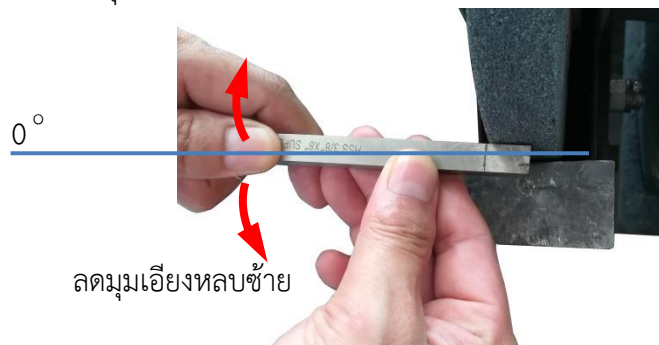
รูปที่ 4.106 แสดงการวัดตรวจสอบมุมหลบข้างซ้าย
(ที่มา : สุรัชชัย บุญโสภณ, 2559)

เมื่อตรวจสอบองศาของมุมเอียงหลบซ้ายและมุมหลบข้างซ้ายแล้ว หากพบว่ามุมที่ลับคมนั้นไม่ได้ตามที่ต้องการ เช่น มีมุมมากเกินไป หรือมีมุมน้อยเกินไป ให้แก้ไขดังนี้

1) การแก้ไขมุมเอียงหลบซ้าย

- ให้สมมุติว่า แนวขนานกับหน้าหินป็นแนว 0 องศา
- มุมเอียงหลบซ้ายมากกว่า 1 องศา ให้ปรับลดมุมมืดโดยการขยับมือซ้ายให้ปลายด้ามของมีดกลึงเอียงเข้าหาแนว 0 องศา หรือเอียงเข้าหาตัวมากขึ้น ตามองศาที่เกินไปจากการวัดตรวจสอบมุม
- มุมเอียงหลบซ้ายน้อยกว่า 1 องศา ให้ปรับเพิ่มมุมมืดโดยการขยับมือซ้ายให้ปลายด้ามของมีดกลึงเอียงออกจากแนว 0 องศา หรือเอียงออกจากตัวมากขึ้น ตามองศาที่ขาดไปจากการวัดตรวจสอบมุม

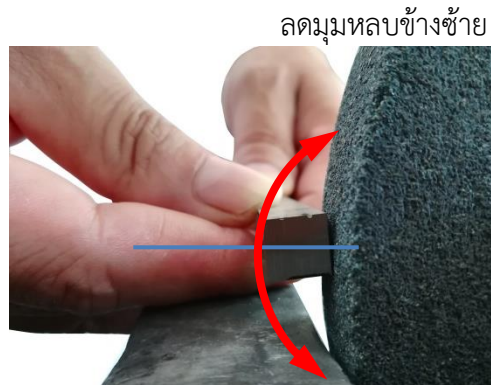
เพิ่มมุมเอียงหลบซ้าย



รูปที่ 4.107 แสดงแนวในการแก้ไขมุมเอียงหลบซ้าย
(ที่มา : สุรัชชัย บุญโสภณ, 2559)

2) การแก้ไขมุมหลบข้างซ้าย

- มุมหลบข้างซ้ายมากกว่า 2 องศา ให้ปรับลดมุมมืดโดยการ ปรับมือให้เอียงด้านบนของมีดเข้าหาล้อหินเจียรระไนเพิ่มขึ้นเล็กน้อย
- มุมหลบข้างซ้ายน้อยกว่า 2 องศา ให้ปรับเพิ่มมุมมืดโดยการ ปรับมือให้เอียงด้านล่างของมีดเข้าหาล้อหินเจียรระไนเพิ่มขึ้นเล็กน้อย

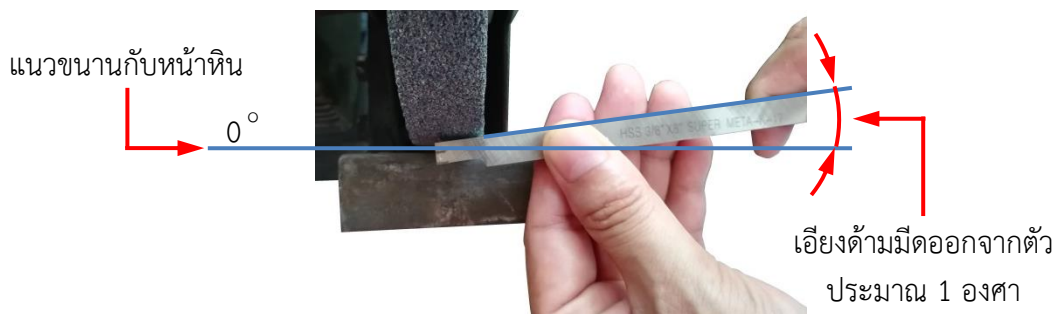


เพิ่มมุมหลบข้างซ้าย

รูปที่ 4.108 แสดงแนวในการแก้ไขมุมหลบข้างซ้าย
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

7. ลับคมตัด ด้านที่ 3 ให้ลับ 2 มุม พร้อมๆ กันในการเจียรระโน คือ มุมเอียงหลบขวา 1 องศา และมุมหลบข้างขวา 2 องศา และให้มีความกว้างหน้ามีดขนาด 4 มิลลิเมตร

1) ลับมุมเอียงหลบขวา 1 องศา โดยให้ด้านข้างเข้าขอบหินเจียรระโนฝั่งขวา ระยะประมาณ 15 มม. และให้ปลายท้ายของด้ามมีดเอียงออกจากตัวเล็กน้อย ประมาณ 1 องศา เนื่องจากปลายคมตัดจะต้องมีขนาดใหญ่กว่าโคนมีด เพื่อให้เกิดมุมเอียงหลบขวา



รูปที่ 4.109 แสดงการลับมุมเอียงหลบขวา
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

2) โดยเอียงด้านล่างของมีดเข้าหาล้อหินเพียงเล็กน้อยหรือไม่เอียงเลยก็ได้ เนื่องจากล้อหินกลมจึงจะกินเนื้อมีดด้านล่างก่อนด้านบนอยู่แล้วแต่ก็ขึ้นอยู่กับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของล้อหินเจียรระโน ดังนั้นจึงต้องวัดขนาดมุมหลบข้างขวาขณะลับคมก่อนถึงขนาดจริงที่กำหนดไว้



รูปที่ 4.110 แสดงการลับมุมหลบข้างขวา
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)



(ก) ภาพด้านบน มีมุมเอียงหลบขวา 1 องศา



(ข) ภาพด้านหน้ามีมุมหลบซ้ายขวา 2 องศา



(ค) ภาพแสดงลักษณะของมีดเจาะร่องด้านที่ 3

รูปที่ 4.111 แสดงลักษณะของมีดกลึงเจาะร่องที่ลับด้านที่ 3 แล้ว
(ที่มา : สุรชัย บุญโสภณ, 2559)

8. วัดตรวจสอบมุมด้วยใบวัดมุมครึ่งวงกลม ทั้ง 2 มุม และระยะความกว้างหน้ามีด ดังนี้

1) วัดตรวจสอบมุมเอียงหลบซ้าย 1 องศา โดยตั้งมุมใบวัดมุมที่ 1 องศาไว้ให้ใช้มือขวาจับประคองให้บรรทัดทาบตั้งลงไปตามด้านมีดฝั่งขวาโดยขอบของใบครึ่งวงกลมแนบกับแนวขอบปลายมีด แล้วดูแนวของบรรทัดตามแนวขอบที่ลับให้อยู่ในแนวเดียวกัน



รูปที่ 4.112 แสดงการวัดตรวจสอบมุมเอียงหลบขวา
(ที่มา : สุรชัย บุญโสภณ, 2559)

2) วัดตรวจสอบมุมที่ 2 มุมหลบซ้ายขวา 2 องศา โดยกำหนดให้มุมที่ใบวัดมุม 90 องศาเป็นมุมเริ่มต้นที่ 0 องศา จากนั้นจับมีดด้วยมือขวา หันปลายมีดหันเข้าหาตัวจากนั้นวางด้านล่างของมีดแนบกับใบครึ่งวงกลมและดันก้านบรรทัดแนบกับด้านที่ลับ จึงอ่านค่าองศาที่ใบวัด



รูปที่ 4.113 แสดงการวัดตรวจสอบมุมหลบข้างขวา
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

3) วัดระยะความกว้างหน้ามีด 4 มิลลิเมตร โดยทาบทวัดกับสเกลของก้านบรรทัดวัดมุม



รูปที่ 4.114 แสดงการวัดระยะความกว้างหน้ามีด
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

เมื่อตรวจสอบองศาของมุมเอียงหลบขวาและมุมหลบข้างขวาแล้ว หากพบว่ามุมที่ลับคมนั้นไม่ได้ตามที่ต้องการ เช่น มีมุมมากเกินไป หรือมีมุมน้อยเกินไป ให้แก้ไขดังนี้

1) การแก้ไขมุมเอียงหลบขวา

- ให้สมมุติว่า แนวขนานกับหน้าหินป็นแนว 0 องศา
- มุมเอียงหลบขวามากกว่า 1 องศา ให้ปรับลดมุมมีดโดยการขยับมือขวาให้ปลายด้ามของมีดกลิ้งเอียงเข้าหาแนว 0 องศา หรือเอียงเข้าหาตัวมากขึ้น ตามองศาที่เกินไปจากการวัดตรวจสอบมุม
- มุมเอียงหลบขวาน้อยกว่า 1 องศา ให้ปรับเพิ่มมุมมีดโดยการขยับมือขวาให้ปลายด้ามของมีดกลิ้งเอียงออกจากแนว 0 องศา หรือเอียงออกจากตัวมากขึ้น ตามองศาที่ขาดไปจากการวัดตรวจสอบมุม

2) การแก้ไขมุมหลบข้างขวา

- มุมหลบข้างขวามากกว่า 2 องศา ให้ปรับลดมุมโดยการ ปรับมือให้เอียงด้านบนของมีดเข้าหาล้อหินเจียรระไนเพิ่มขึ้นเล็กน้อย
- มุมหลบข้างขวาน้อยกว่า 2 องศา ให้ปรับเพิ่มมุมโดยการ ปรับมือให้เอียงด้านล่างของมีดเข้าหาล้อหินเจียรระไนเพิ่มขึ้นเล็กน้อย

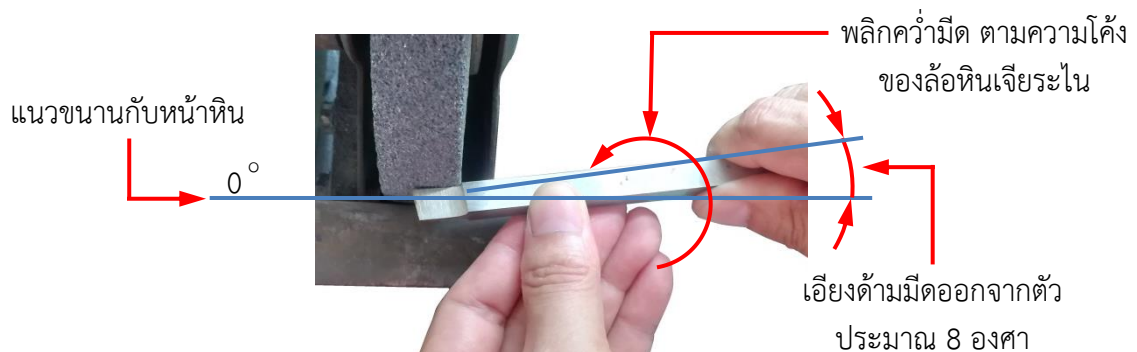


รูปที่ 4.115 แสดงแนวในการแก้ไขมุมเอียงหลบขวา
(ที่มา : สุรัชชัย บุญโสภณ, 2559)



รูปที่ 4.116 แสดงแนวในการแก้ไขมุมหลบซ้ายขวา
(ที่มา : สุรัชชัย บุญโสภณ, 2559)

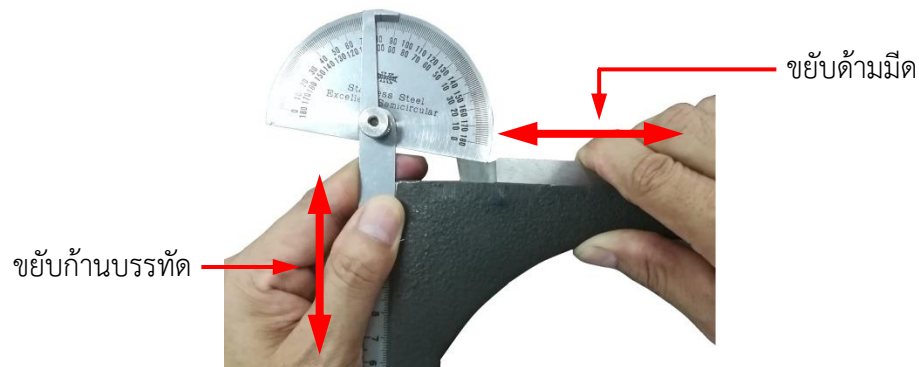
9. ลับคมตัดด้านที่ 4 ให้ลับ 1 มุม คือ ลับมุมคายหลังมีด 8 องศา เข้าหินโดยพลิกหันด้านบนของมีดเข้าหาล้อยหินเจียรระโนเอียงปลายท้ายของมีดออกจากตัวเล็กน้อยหรือเอียงจากแนวขนานของล้อยหินประมาณ 8 องศา โดยให้ระดับของปลายมีดขนานเสมอเท่าเดิมไม่เอียงซ้ายหรือขวาแบบมุมคายข้าง เนื่องจากหินเจียรระโนเป็นทรงกลมทำให้จะกินเนื้อมีดด้านล่างก่อน จึงต้องคว่ำมีดเล็กน้อย ตามความโค้งของล้อยหินเจียรระโน



รูปที่ 4.117 แสดงแนวในการลับมุมคายหลังมีด
(ที่มา : สุรัชชัย บุญโสภณ, 2559)

10. วัดตรวจสอบมุมด้วยใบวัดมุมครึ่งวงกลม มุมคายหลังมีด 8 องศา

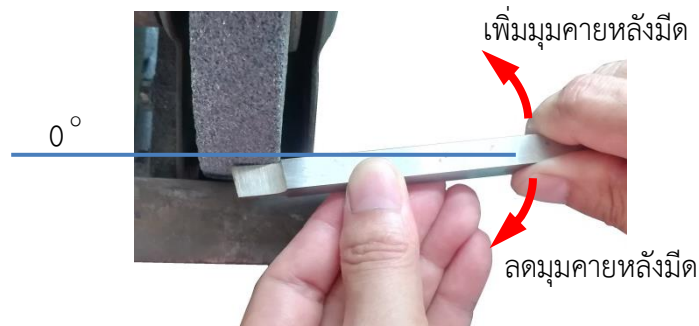
โดยกำหนดให้มุมที่ใบวัดมุม 90 องศาเป็นมุมเริ่มต้นที่ 0 องศา จากนั้น ให้นำมีดไปวางที่ขอบของฉากระดับบนแทนหินระดับโดยให้ด้านล่างของมีดวางกับฉากระดับนำบรรทัดวัดมุมแนบกับอีกด้านของฉากโดยให้ขอบของใบครึ่งวงกลมแนบไปกับหลังมีด ขยับเลื่อนมีดและก้านบรรทัดเพื่อให้ใบครึ่งวงกลมแนบกับแนวของมุมคายหลังมีดมากที่สุด



รูปที่ 4.118 แสดงการวัดตรวจสอบมุมคายหลังมีด
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

เมื่อตรวจสอบขนาดมุมของมุมคายหลังมีดแล้ว หากพบว่ามุมที่ลับคมนั้นไม่ได้ตามที่ต้องการ เช่น มีมุมมากเกินไป หรือมีมุมน้อยเกินไป ให้แก้ไขดังนี้

- ให้สมมุติว่า แนวขนานกับหน้าหินป็นแนว 0 องศา
- มุมคายหลังมีดมากกว่า 8 องศา ให้ปรับลดมุมมีดโดยการขยับมือขวาให้ปลายด้านของมีดคลึงเอียงเข้าหาแนว 0 องศา หรือเอียงเข้าหาตัวมากขึ้น ตามองศาที่เกินไปจากการวัดตรวจสอบมุม
- มุมคายหลังมีดน้อยกว่า 8 องศา ให้ปรับเพิ่มมุมมีดโดยการขยับมือขวาให้ปลายด้านของมีดคลึงเอียงออกจากแนว 0 องศา หรือเอียงออกจากตัวมากขึ้น ตามองศาที่ขาดไปจากการวัดตรวจสอบมุม



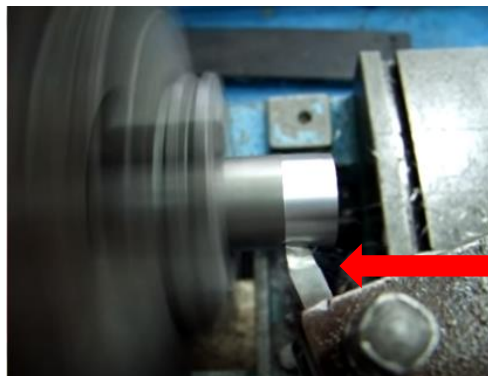
รูปที่ 4.119 แสดงแนวในการแก้ไขมุมคายหลังมีด
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

4.6.2 การลับคมตัดมีดกลึงปอก

การกลึงปอกเป็นกระบวนการลดขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางชิ้นงานให้ได้ขนาดตามต้องการ ด้วยการใช้แท่นเลื่อนขวางในการป้อนลิคและชุดแท่นเลื่อนเคลื่อนที่เพื่อเลื่อนกินเนื้องาน โดยส่วนใหญ่แล้วการลดขนาดด้วยการกลึงปอกจะทำการกลึงปอกหยาบก่อนเพื่อลดขนาดของชิ้นงานและเพื่อความรวดเร็ว มักจะใช้ความลึกการป้อนตัดมาก แล้วจึงทำการกลึงละเอียดเพื่อให้ได้ขนาดตามต้องการและมีผิวงานที่เรียบสม่ำเสมอ มักป้อนตัดในการกลึงละเอียดด้วยความลึกการป้อนตัดน้อยๆ และลับมีดกลึงปอกให้ปลายมีดมนโค้ง มีรัศมีปลายมีดมากๆ การกลึงปอกจะป้อนลิคมากน้อยเท่าใด จำเป็นต้องพิจารณาปัจจัยอื่นๆ ประกอบ เช่น วัสดุชิ้นงาน วัสดุมีดกลึง เป็นต้น

การกลึงปอกยังสามารถแบ่งออกตามทิศทางการป้อนเข้ากินเนื้องาน 2 ลักษณะ คือ

- 1) การกลึงปอกขวา จะมีทิศทางการเดินกินเนื้องานจากทางขวาไปทางซ้ายใช้มีดกลึงปอกขวา
- 2) การกลึงปอกซ้าย จะมีทิศทางการเดินกินเนื้องานจากทางซ้ายไปทางขวาใช้มีดกลึงปอกซ้าย



ทิศทางการกินงานจาก
ขวาไปซ้าย

รูปที่ 4.70 แสดงลักษณะการกลึงปอกขวา
(ที่มา : สุรชัย บุญโสภณ, 2559)



ทิศทางการกินงานจาก
ซ้ายไปขวา

รูปที่ 4.71 แสดงลักษณะของการกลึงปอกซ้าย
(ที่มา : สุรชัย บุญโสภณ, 2559)

4.6.2.1 การลับมีดกลิ้งปกขวา

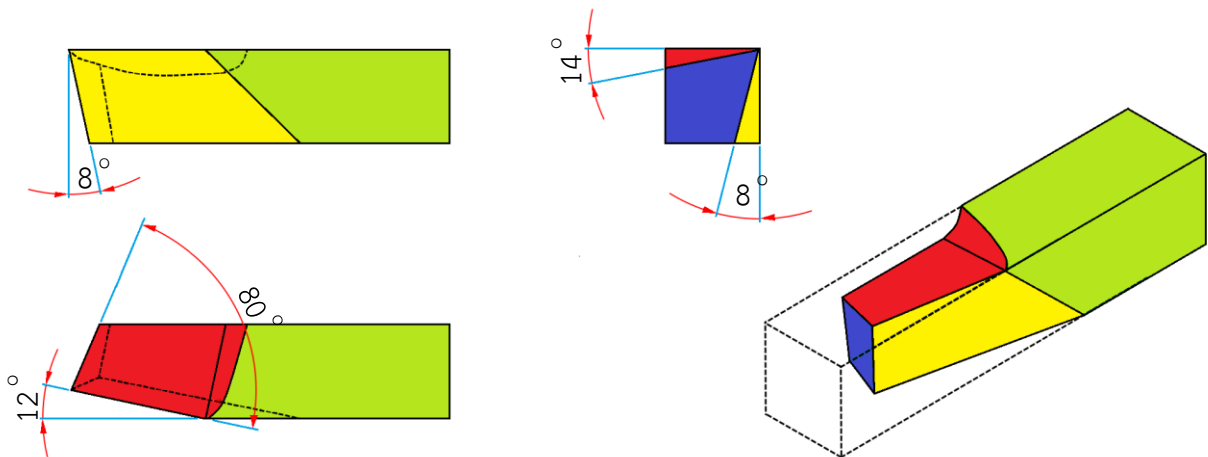
มีดกลิ้งปกขวาเป็นมีดกลิ้งที่นิยมใช้ในการกลิ้งปกผิวในงานทั่วไป ถือว่าเป็นพื้นฐานของการใช้ในงานกลิ้งปกผิวที่นักเรียนจำเป็นต้องลับคมให้ได้ถูกต้อง



รูปที่ 4.72 แสดงลักษณะของมีดกลิ้งปกขวา
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

จากลักษณะของมีดกลิ้งปกขวา มีมุมที่สำคัญที่จะต้องลับคมตัด ดังนี้

- 1) มุมหลบหน้ามีด ขนาด 8 องศา
- 2) มุมเอียงคมตัด ขนาด 12 องศา
- 3) มุมรวมปลายมีด ขนาด 80 องศา
- 4) มุมคายข้าง ขนาด 14 องศา
- 5) มุมหลบด้านข้าง ขนาด 8 องศา



รูปที่ 4.73 แสดงมุมของมีดกลิ้งปกขวา
(ที่มา :: สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

ขั้นตอนการปฏิบัติงานลับคมตัดมีดกลิ้งปกขวา

เนื่องจากลักษณะของรูปแบบมีดกลิ้งปกขวามีรูปร่างเหมือนกับมีดกลิ้งปาดหน้าขวาที่ผ่านมา แต่จะแตกต่างกันที่องศาของมุมหลบหน้ามีดและมุมรวมปลายมีดเท่านั้นจึงใช้การปฏิบัติตามขั้นตอนการลับมีดกลิ้งปาดหน้าได้ทุกขั้นตอนแต่ให้ลับคมและวัดตรวจสอบมุมตามขนาดของมีดกลิ้งปกขวา

4.6.2.2 การลับมีดกลึงปอกซ้าย

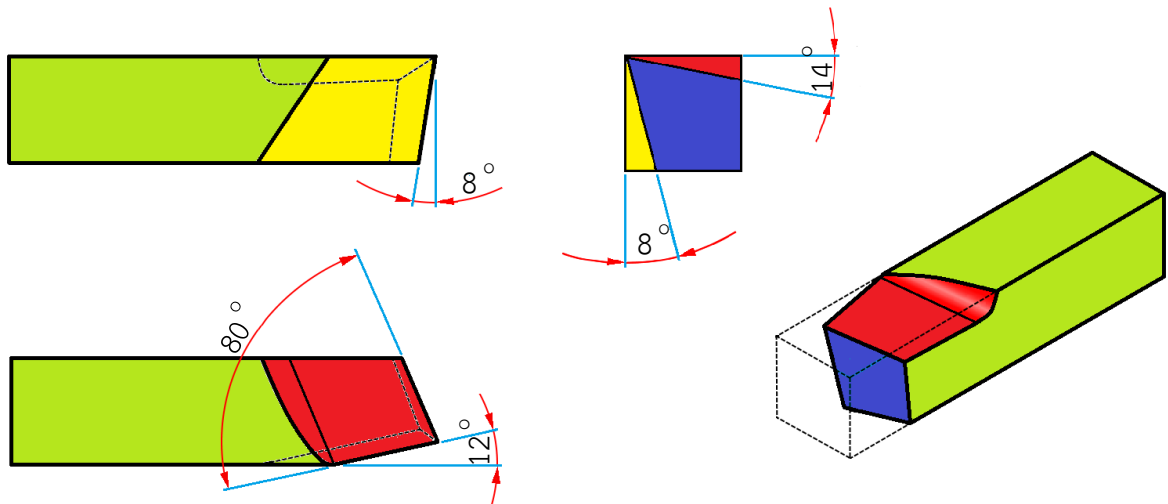
มีดกลึงปอกซ้ายเป็นมีดกลึงที่ใช้ในการกลึงปอกผิวในงานที่มีทิศทางการเดินกินเนื้องานจากทางซ้ายไปทางขวา ในการใช้มีดกลึงปอกซ้ายจะใช้ในงานกลึงบางกรณีสำหรับงานกลึงที่ไม่สามารถใช้มีดกลึงปอกขวาได้มีดกลึงปอกซ้ายจะมีด้านที่สลับกับมีดกลึงปอกขวาแต่จะมีมุมที่เหมือนกัน จึงมีความจำเป็นที่นักเรียนจะต้องลับคมให้ได้อย่างถูกต้องเช่นกัน



รูปที่ 4.74 แสดงลักษณะของมีดกลึงปอกซ้าย
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

จากลักษณะของมีดกลึงปอกซ้าย มีมุมที่สำคัญที่จะต้องลับคมตัด ดังนี้

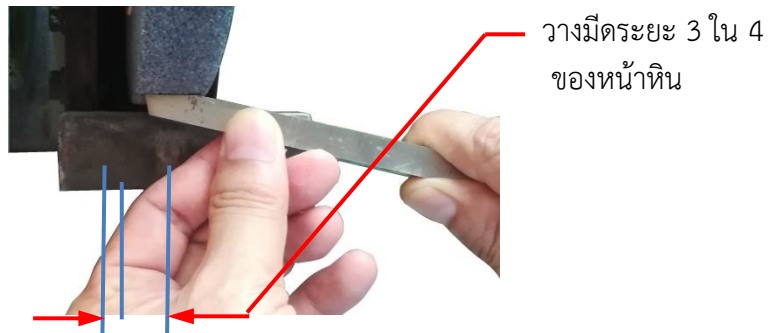
- 1) มุมหลบหน้ามีด ขนาด 8 องศา
- 2) มุมเอียงคมตัด ขนาด 12 องศา
- 3) มุมรวมปลายมีด ขนาด 80 องศา
- 4) มุมคายข้าง ขนาด 14 องศา
- 5) มุมหลบด้านข้าง ขนาด 8 องศา



รูปที่ 4.75 แสดงมุมของมีดกลึงปอกซ้าย
(ที่มา :: สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

ขั้นตอนการปฏิบัติงานลับคมตัดมีดกลึงปอกซ้าย

1. เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ในการลับคมตัดและการวัดมุม
2. ตรวจสอบสภาพความพร้อมของเครื่องเจียระไนลับคมตัดก่อนปฏิบัติงาน ถ้าหน้าหินเจียระไน ไม่เรียบหรือหมดคม ต้องแต่งหน้าหินใหม่ (ดังรูปที่ 4.51) และปรับระยะแท่นรองชิ้นงาน และปรับระยะแท่นรองรับชิ้นงานให้ห่างประมาณ 2-3 มม. (ดังรูปที่ 3.16)
3. ลับคมตัด ด้านที่ 1 ให้ลับ 2 มุม พร้อมๆ กันในการเจียระไน คือ
 - 1) ลับมุมเอียงคมตัด 12 องศา เข้าหินโดยวางมีดที่หน้าหินประมาณ 3 ใน 4 ของหน้าหิน เอียงด้ามมีดจากแนวขนานหน้าหินประมาณ 12 องศา



รูปที่ 4.76 แสดงการลับมุมเอียงคมตัดมีดกลึงปอกซ้าย
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

- 2) ลับมุมหลบด้านข้าง 8 องศาโดย ให้แนวของมีดกลึงอยู่ในแนวระนาบปกติ เนื่องจากล้อนหินเจียระไนเป็นทรงกลมจึงจะลับมีดกลึงด้านล่างก่อนอยู่แล้ว จากนั้นลองวัดองศาของมุมหลบด้านข้าง ว่าได้กี่องศาจึงทำการปรับแก้ไข



รูปที่ 4.77 แสดงการลับมุมหลบด้านข้างมีดกลึงปอกซ้าย
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

4. วัดตรวจสอบมุมด้วยใบวัดมุมครึ่งวงกลม ทั้ง 2 มุม ดังนี้
 - 1) วัดตรวจสอบมุมเอียงคมตัด 12 องศา โดยใช้มือซ้ายจับให้ด้ามมีดแนบขนานไปกับก้านบรรทัดและใช้มือขวาหาบให้ใบครึ่งวงกลมแนบขนานไปกับด้านที่ลับมุม จึงอ่านค่าองศาที่ใบวัด



รูปที่ 4.78 แสดงการวัดตรวจสอบมุมเอียงคมตัดมีดกลึงปอกซ้าย
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

2) วัดตรวจสอบมุมหลบด้านข้าง 8 องศา โดยกำหนดให้มุมที่ใบวัดมุม 90 องศาเป็นมุมเริ่มต้นที่ 0 องศา จากนั้นใช้มือขวาจับมีดหันปลายมีดเข้าหาตัวแล้ววางด้านล่างของมีดกับใบเครื่องวงกลม ใช้มือซ้ายจับใบวัดมุมนี้หัวแม่มือกดก้านวัดเบาๆ แล้วใช้นิ้วชี้ดันก้านบรรทัดแนบกับด้านที่ลับมุมเมื่อเห็นว่าแนบแล้วให้กดนิ้วหัวแม่มือเพื่อไม่ให้ก้านวัดมุมขยับ จึงอ่านค่าองศาที่ใบวัด



รูปที่ 4.79 แสดงการวัดตรวจสอบมุมหลบด้านข้างมีดกลึงปอกซ้าย
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

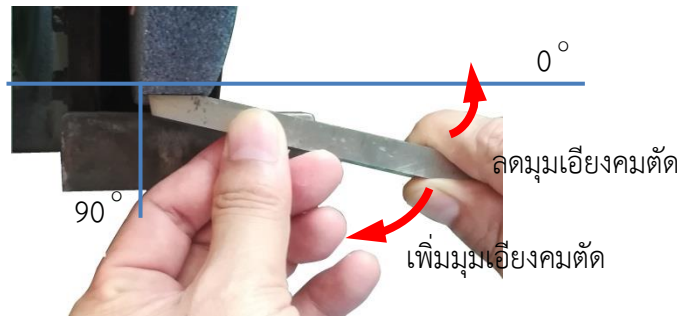
เมื่อตรวจสอบมุมของมุมเอียงคมตัดและมุมหลบด้านข้างแล้ว หากพบว่ามุมที่ลับคมนั้นไม่ได้ตามที่ต้องการ เช่น มีมุมมากเกินไป หรือมีมุมน้อยเกินไป ให้แก้ไขดังนี้

1) การแก้ไขมุมเอียงคมตัด

- ให้สมมุติว่า แนวขนานกับหน้าหินป็นแนว 0 องศา และแนวตั้งฉากกับหน้าหินให้เป็นแนว 90 องศา

- มุมเอียงคมตัดมากกว่า 12 องศา ให้ปรับลดมุมมีดโดยการขยับมือขวาให้ปลายด้ามของมีดกลึงเอียงเข้าหาแนว 0 องศา มากขึ้น ตามองศาที่เกินไปจากการวัดตรวจสอบมุม

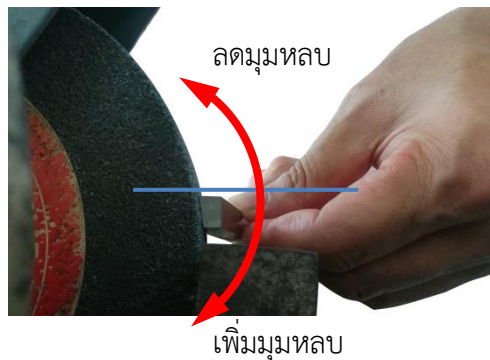
- มุมเอียงคมตัดน้อยกว่า 12 องศา ให้ปรับเพิ่มมุมมีดโดยการขยับมือขวาให้ปลายด้ามของมีดกลึงเอียงเข้าหาแนว 90 องศา มากขึ้น ตามองศาที่เกินไปจากการวัดตรวจสอบมุม



รูปที่ 4.80 แสดงแนวสมมุติ 0 องศาและ 90 องศา เพื่อแก้ไขมุมเอียงคมตัด
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

2) การแก้ไขมุมหลบด้านข้าง

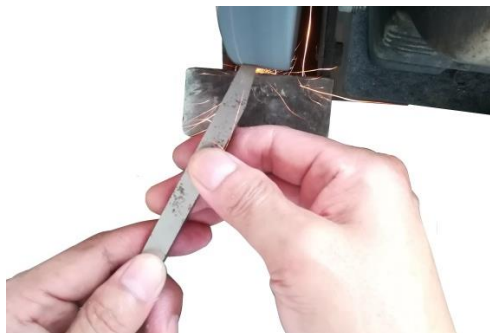
- มุมหลบด้านข้างมากกว่า 8 องศา ให้ปรับลดมุมโดยการ ปรับมือให้เอียงด้านบนของมีดเข้าหาล้อหินเจียรไนเพิ่มขึ้นเล็กน้อย
- มุมหลบด้านข้างน้อยกว่า 8 องศา ให้ปรับเพิ่มมุมโดยการ ปรับมือให้เอียงด้านล่างของมีดเข้าหาล้อหินเจียรไนเพิ่มขึ้นเล็กน้อย



รูปที่ 4.81 แสดงแนวในการแก้ไขมุมหลบด้านข้าง
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

5. ลับคมตัด ด้านที่ 2 ให้ลับ 2 มุม พร้อมๆ กันในการเจียรไน คือ

- 1) ลับมุมรวมปลายมีด 80 องศา เข้าหินโดยให้สลับด้านปลายมีดและสลับมือที่จับด้ามมีด ให้มือขวานำและมือซ้ายจับด้ามมีด วางนิ้วบนแท่นรองรับชิ้นงาน เลื่อนมีดเข้าหินโดยเอียงจากหน้าหินประมาณ 80 องศา โดยสามารถขีดเส้นเล็งแนว 80 องศา ที่แท่นรองรับชิ้นงาน



รูปที่ 4.82 แสดงการลับมุมรวมปลายมีด
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

2) ลับมุมหลบหน้ามีด 8 องศาโดยวางมีดแนวขนานกับแท่นรองแต่ยกปลายมีดเชิดขึ้นเล็กน้อยเท่านั้น เนื่องจากล้อหินจะกลมทำให้จะลัดด้านล่างของมีดก่อนอยู่แล้ว ดังนั้นจึงต้องวัดขนาดมุมหลบหน้ามีดแล้วจึงปรับแก้ไข



รูปที่ 4.83 แสดงการลับมุมหลบหน้ามีด
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

6. วัดตรวจสอบมุมด้วยใบวัดมุมครึ่งวงกลม ทั้ง 2 มุม ดังนี้

1) วัดตรวจสอบมุมรวมปลายมีด 80 องศา โดยใช้มือซ้ายจับประคองให้ด้านที่ลับคมด้านที่ 1 แนบกับก้านบรรทัด มือขวาจับใบวัดมุม ประคองใบครึ่งวงกลม นิ้วหัวแม่มือกดก้านบรรทัดเบาๆ ให้ด้านที่ลับใหม่ด้านที่ 2 แนบกับใบครึ่งวงกลม จึงอ่านค่าองศาที่ใบวัด



รูปที่ 4.84 แสดงการวัดตรวจสอบมุมรวมปลายมีด
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

2) วัดตรวจสอบมุมที่ 2 มุมหลบหน้ามีด 8 องศา โดยกำหนดให้มุมที่ใบวัดมุม 90 องศาเป็นมุมเริ่มต้นที่ 0 องศา จากนั้นวางด้านล่างของมีดแนบกับก้านบรรทัดตามแนวยาวและให้สันปลายมีดแนบกับใบครึ่งวงกลม จึงอ่านค่าองศาที่ใบวัด



รูปที่ 4.85 แสดงการวัดตรวจสอบมุมหลบหน้ามีด
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

เมื่อตรวจสอบองศาของมุมรวมปลายมีดและมุมหลบหน้ามีดแล้ว หากพบว่ามุมที่ลับคมนั้นไม่ได้ตามที่ต้องการ เช่น มีมุมมากเกินไป หรือมีมุมน้อยเกินไป ให้แก้ไขดังนี้

1) การแก้ไขมุมรวมปลายมีด

- ให้สมมติว่า แนวขนานกับหน้าหินบั่นแนว 0 องศา และแนวตั้งฉากกับหน้าหินให้เป็นแนว 90 องศา

- มุมรวมปลายมีดมากกว่า 80 องศา ให้ปรับลดมุมมีดโดยการขยับมือขวาให้ปลายด้ามของมีดคลึงเอียงเข้าหาแนว 0 องศา มากขึ้น ตามองศาที่เกินไปจากการวัดตรวจสอบมุม

- มุมรวมปลายมีดน้อยกว่า 80 องศา ให้ปรับเพิ่มมุมมีดโดยการขยับมือขวาให้ปลายด้ามของมีดคลึงเอียงเข้าหาแนว 90 องศา มากขึ้น ตามองศาที่ขาดไปจากการวัดตรวจสอบมุม



รูปที่ 4.86 แสดงแนวในการแก้ไขมุมรวมปลายมีด มีดกลึงปกซ้าย
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

2) การแก้ไขมุมหลบหน้ามีด

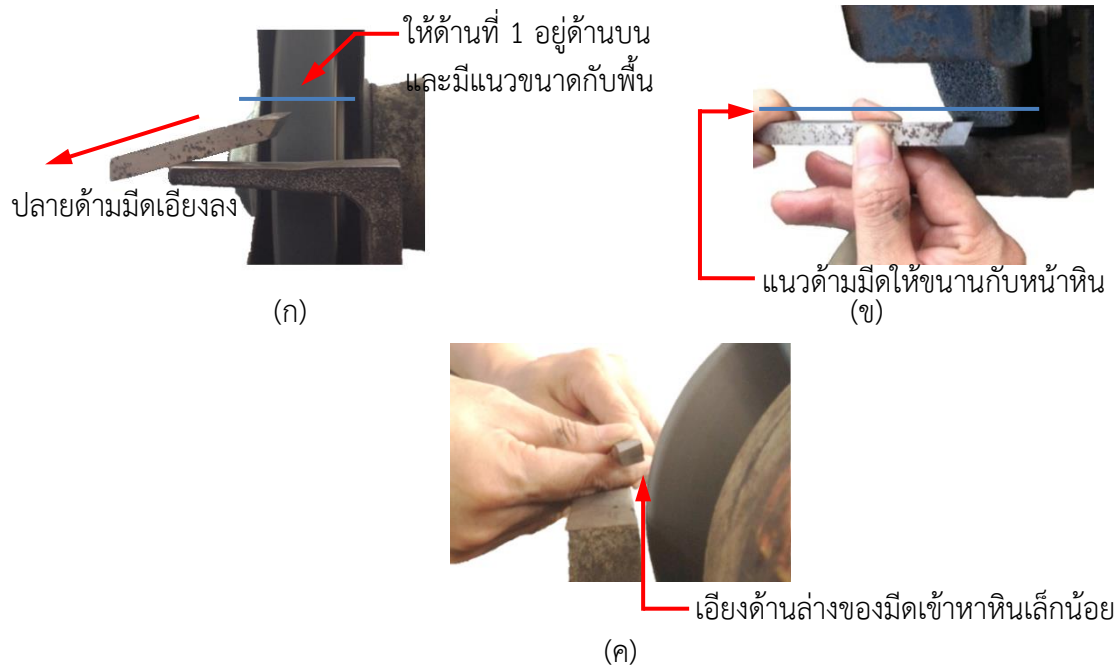
- มุมหลบหน้ามีดมากกว่า 8 องศา ให้ปรับลดมุมโดยการ ปรับมือให้ปลายมีดที่เชิดอยู่ลดระดับองศาตามที่วัดได้ให้เชิดน้อยลงในขณะที่เจียรไน

- มุมหลบหน้ามีดน้อยกว่า 8 องศา ให้ปรับเพิ่มมุมโดยการ ปรับมือให้ปลายมีดเชิดมากขึ้นตามระดับองศาที่วัดได้ในขณะเจียรไน



รูปที่ 4.87 แสดงแนวในการแก้ไขมุมหลบหน้ามีด
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

7. ลับคมตัด ด้านที่ 3 ให้ลับ 1 มุม คือ ลับมุมคายข้าง 14 องศา เข้าหินโดยพลิกมีดให้ด้านที่ลับด้านที่ 1 อยู่ด้านบนและให้แนวขนานกับพื้น ปลายด้ามจะชี้ลงเล็กน้อย (รูปที่ 4.88 (ก)) แนวของด้ามมีดให้ขนานไปกับแนวหน้าหินเจียร (รูปที่ 4.88 (ข)) และพลิกด้านล่างเข้าหินเจียรระโนเล็กน้อยประมาณไม่ถึง 14 องศา เนื่องจาก ล้อหินเจียรระโนจะกลมทำให้จะกินเนื้อมีดด้านล่างก่อนอยู่แล้ว (รูปที่ 4.88 (ค))



รูปที่ 4.88 แสดงการแนวในการลับมุมคายข้าง
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)



รูปที่ 4.89 แสดงการลับคมมีดปาดหน้าด้านที่ 3
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

8. วัดตรวจสอบมุมด้วยใบวัดมุมครึ่งวงกลม มุมคายข้าง 14 องศา

1) วัดตรวจสอบมุมคายข้าง 14 องศา โดยกำหนดให้มุมที่ใบวัดมุม 90 องศาเป็นมุมเริ่มต้นที่ 0 องศา จากนั้น จับมีดด้วยมือซ้ายหันปลายมีดเข้าหาตัว มือขวาจับใบวัดมุม ให้ก้านบรรทัดแนบกับด้านข้างที่ไม่ได้ลับและใบครึ่งวงกลมแนบเอียงไปกับด้านที่ 3 ที่เป็นมุมคายข้าง จึงอ่านค่าองศาที่ใบวัด



รูปที่ 4.90 แสดงการวัดตรวจสอบมุมคายข้าง
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

เมื่อตรวจสอบขนาดมุมของมุมคายข้างแล้ว หากพบว่ามุมที่กลับคมนั้นไม่ได้ตามที่ต้องการ เช่น มีมุมมากเกินไป หรือมีมุมน้อยเกินไป ให้แก้ไขดังนี้

1) การแก้ไขมุมคายข้าง

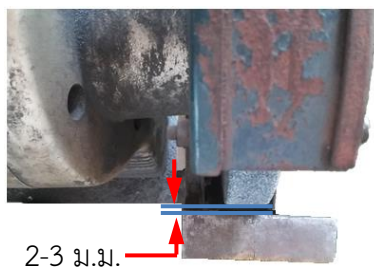
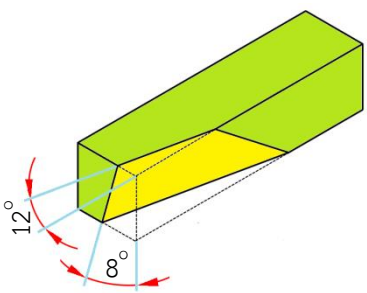
- มุมคายข้างมากกว่า 14 องศา ให้ปรับลดมุมมิตโดยการปรับมือให้เอียงด้านล่างของมิตเข้าหาล้อหินเจียรระไนลดลงเล็กน้อย แล้วเลื่อนเข้าล้อหินเจียรระไน

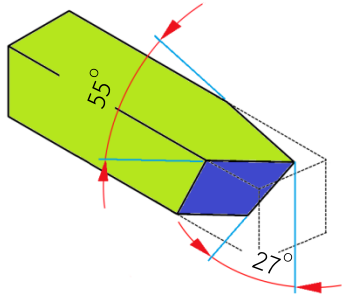
- มุมคายข้างน้อยกว่า 14 องศา ให้ปรับเพิ่มมุมมิตโดยการปรับมือให้เอียงด้านล่างของมิตเข้าหาล้อหินเจียรระไนเพิ่มขึ้นเล็กน้อย แล้วเลื่อนเข้าล้อหินเจียรระไน

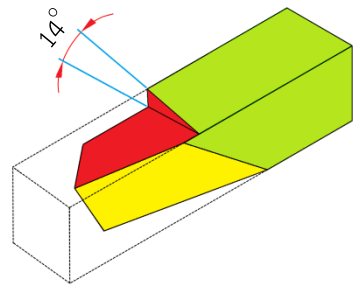


รูปที่ 4.91 แสดงแนวในการแก้ไขมุมคายข้าง
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

ใบงานที่ 4.1	
วิชา ลับคมเครื่องมือตัด	รหัสวิชา 2102-2105
หน่วยที่ 3 เครื่องกลึงและงานลับมีดกลึง	สป.ที่ 5 - 6
ชื่องาน งานลับมีดกลึงปาดหน้า	เวลา 6 ชั่วโมง
จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม 1. สามารถลับคมมีดกลึงปาดหน้าได้ 2. สามารถวัดมุมมีดกลึงปาดหน้าที่ลับได้ 3. สามารถปฏิบัติงานด้วยความปลอดภัย	
คำสั่ง: จงลับมีดกลึงปาดหน้าตามมุมที่กำหนดให้ 1) มุมหลบหน้ามีด ขนาด 27 องศา 2) มุมเอียงคมตัด ขนาด 12 องศา 3) มุมรวมปลายมีด ขนาด 55 องศา 4) มุมคายข้าง ขนาด 14 องศา 5) มุมหลบด้านข้าง ขนาด 8 องศา	
เครื่องมือและอุปกรณ์ 1. เครื่องเจียระไนตั้งพื้น 2. น้ำหล่อเย็น 3. ใบวัดมุม 4. แวนตานิรภัย 5. อุปกรณ์แต่งหน้าหินเจียระไน 6. ชุดประแจสำหรับปรับแท่นรองชิ้นงาน	
วัสดุ - มีดกลึงเหล็กกล้ารอบสูง (High Speed Steel) ขนาด 3/8 x 3/8 นิ้ว ยาว 8 นิ้ว	
** งานลับมีดกลึงปาดหน้าขวา ให้ส่งครูผู้สอนที่ละด้าน และการส่งงานให้นักเรียนวัดงานด้วยตนเอง ให้ครูผู้สอนดูและครูวัดตรวจสอบอีกครั้ง**	

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	
คำอธิบาย	รูปแสดงขั้นตอนการปฏิบัติงาน
1. ศึกษารูปแบบของมีดกลึงปาดหน้า และขั้นตอนการปฏิบัติงานในใบงาน 2. เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ น้ำหล่อเย็นให้พร้อมก่อนปฏิบัติงาน 3. แต่งกายให้ถูกระเบียบ รัดกุมและสวมแว่นตาเพื่อป้องกันอันตราย 4. ตรวจสอบเครื่องเจียระไนลับคมตัดให้พร้อมก่อนปฏิบัติงาน	
5. ตรวจสอบผิวหน้าล้อหินเจียระไน ถ้าหน้าหินทื่อหรือไม่เรียบ ให้แต่งหน้าหินใหม่ ดังนี้ - เปิดสวิตช์ให้เครื่องเจียระไนหมุน รอจนล้อหินหมุนจนความเร็วรอบคงที่ - แต่งหน้าล้อหินให้เรียบเสมอกัน	
6. ตรวจสอบระยะห่างของแท่นรองชิ้นงาน ถ้าห่างมากกว่า 3 มิลลิเมตรให้ปรับระยะใหม่ ให้อยู่ระหว่าง 2-3 มิลลิเมตรดังนี้ - ปิดสวิตช์ให้เครื่องเจียระไนหยุดหมุน รอจนล้อหินหยุดหมุนจนนิ่งอยู่กับที่ - ใช้ประแจขันปรับให้แท่นรองรับชิ้นงานห่างจากหน้าล้อหินประมาณ 2-3 มิลลิเมตร	
7. ชีตเส้นที่แท่นรองชิ้นงานให้เอียงจากหน้าหิน 12 องศา เพื่อเป็นแนวในการลับมุมเอียงคมตัด	
8. ลับด้านที่ 1 ให้เกิด 2 มุม พร้อมกัน คือ มุมที่ 1 มุมเอียงคมตัด 12 องศา มุมที่ 2 มุมหลบข้าง 8 องศา	

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	
คำอธิบาย	รูปแสดงขั้นตอนการปฏิบัติงาน
9. ลับด้านที่ 1 จับมีดกลึงให้มือขวานำและมือซ้ายตาม 10. ดูแนวมีดกลึงกับเส้นที่ขีดไว้ให้เกิดมุมเอียงคมตัด 11. ทำให้เกิดมุมหลบด้านข้างโดยเอียงด้านล่างของมีดกลึงเข้าหา หินเจียรระไนเล็กน้อย 12. เลื่อนมีดกลึงให้เข้าหาหินเจียรระไน โดยรักษามุมไว้ไม่ออกแรง กดที่นิ้วมากเกินไป จะทำให้มุมเปลี่ยนไป	
13. ตรวจสอบมุมเอียงคมตัดที่ลับคมได้ ด้วยใบวัดมุมครึ่งวงกลม กำหนดมุม 12 องศา	
14. ตรวจสอบมุมหลบข้างที่ลับคมได้ ด้วยใบวัดมุมครึ่งวงกลม กำหนดมุม 8 องศา ให้สมมุติมุม 90 องศา เป็น 0 องศา 15. เมื่อวัดตรวจสอบมุมแล้ว ถ้ามุมที่ได้ยังไม่อยู่ในเกณฑ์ให้ทำการ แก้ไข 16. ส่งงานครูผู้สอน และวัดมุมให้ครูผู้สอนดู	
17. ลับด้านที่ 2 ให้เกิด 2 มุม พร้อมกัน คือ มุมที่ 1 มุมรวมปลายมีด 55 องศา มุมที่ 2 มุมหลบหน้ามีด 27 องศา	
18. ขีดเส้นที่แทนร่องขึ้นงานให้เอียงจากหน้าหิน 55 องศา เพื่อ เป็นแนวในการลับมุมรวมปลายมีด	

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	
คำอธิบาย	รูปแสดงขั้นตอนการปฏิบัติงาน
19. ลับด้านที่ 2 จับมีดกลิ้งให้มือซ้ายนำและมือขวาตาม 20. ดูแนวมีดกลิ้งกับเส้นที่ขีดไว้ให้เกิดมุมรวมปลายมีด 21. ทำให้เกิดมุมหลบหน้ามีดโดย ยกปลายมีดเข้ดขึ้นเล็กน้อย 22. เลื่อนมีดกลิ้งให้เข้าหาหินเจียรระโน โดยรักษามุมไว้ไม่ออกแรงกดมากเกินไป จะทำให้มุมเปลี่ยนไป	
23. ตรวจสอบมุมรวมปลายมีดที่ลับคมได้ ด้วยใบวัดมุมครึ่งวงกลม กำหนดมุม 55 องศา	
24. ตรวจสอบมุมหลบหน้ามีดที่ลับคมได้ ด้วยใบวัดมุมครึ่งวงกลม กำหนดมุม 27 องศา ให้สมมุติมุม 90 องศา เป็น 0 องศา 25. เมื่อวัดตรวจสอบมุมแล้ว ถ้ามุมที่ได้ยังไม่อยู่ในเกณฑ์ให้ทำการแก้ไข 26. ส่งงานครูผู้สอน และวัดมุมให้ครูผู้สอนดู	
27. ลับด้านที่ 3 ให้เกิด 1 มุม คือ มุมคายข้าง 14 องศา โดยที่ มุมคายหลังมีด เป็นศูนย์องศา	
28. ลับด้านที่ 3 จับมีดกลิ้งให้มือซ้ายนำและมือขวาจับด้ามมีด ให้มือซ้ายวางบนแท่นรองชิ้นงานเพื่อประคองมีดกลิ้งขณะลับคม	

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	
คำอธิบาย	รูปแสดงขั้นตอนการปฏิบัติงาน
29. ตรวจสอบมุมคายข้างที่ลับคมได้ ด้วยใบวัดมุมครึ่งวงกลม กำหนดมุม 14 องศา 30. เมื่อวัดตรวจสอบมุมแล้ว ถ้ามุมที่ได้ยังไม่อยู่ในเกณฑ์ให้ทำการแก้ไข	
31. ปิดสวิทช์เครื่องเจียรระไน รอให้ล้อหินหยุดหมุน 32. ทำความสะอาดเครื่องมือและอุปกรณ์ ส่งคืนผู้สอนให้เรียบร้อย 33. ทำความสะอาดเครื่องเจียรระไนและพื้นที่ปฏิบัติงาน ให้เรียบร้อย 34. ส่งงานครูผู้สอน และวัดมุมให้ครูผู้สอนดู	

ใบประเมินผลการปฏิบัติงาน (ใบงานที่ 4.1)					
วิชาลัทธิเครื่องมือตัด				รหัสวิชา 2102-2105	
หน่วยที่ 3 เครื่องกลึงและงานลัทธิเครื่องมือตัด				สป.ที่ 5 - 6	
ชื่องาน งานลัทธิเครื่องมือตัดหน้าขวา				เวลา 6 ชั่วโมง	
ชื่อ-สกุล เลขที่					
ระดับชั้นปี กลุ่มที่ สาขาวิชาวิชา					
จุดที่	รายการ	พิภพที่กำหนด	คะแนน	ขนาดที่วัดได้	คะแนนที่ได้
1	มุมเอียงคมตัด 12 องศา	± 1 องศา	10		
2	มุมหลบด้านข้าง 8 องศา	± 1 องศา	10		
3	มุมรวมปลายมีด 80 องศา	± 1 องศา	10		
4	มุมหลบด้านหน้า 8 องศา	± 1 องศา	10		
5	มุมคายข้าง 14 องศา	± 1 องศา	10		
6	ความเรียบของผิวลัทธิ		10		
7	การแต่งกายตามกฎระเบียบ		10		
8	การตรงต่อเวลา		10		
9	ความปลอดภัยในการทำงาน		10		
10	การทำความสะดวก		10		
คะแนนรวม			100		
เกณฑ์การประเมิน ระดับคะแนน คะแนน 90 - 100 = ดีมาก 80 - 89 = ดี 70 - 79 = ปานกลาง 60 - 69 = พอใช้ 50 - 59 = ต้องปรับปรุง			ระดับผลรวมของคะแนนได้ผลประเมิน ดังนี้ () ได้คะแนน 90 - 100 = ดีมาก () ได้คะแนน 80 - 89 = ดี () ได้คะแนน 70 - 79 = ปานกลาง () ได้คะแนน 60 - 69 = พอใช้ () ได้คะแนน 50 - 59 = ต้องปรับปรุง		
ข้อเสนอแนะ.....					
.....					
ผู้ประเมิน.....			วันที่.....เดือน.....พ.ศ.		

ใบประเมินผลการปฏิบัติงาน (ใบงานที่ 4.1)		
วิชาลัษคเครื่องมือตัด	รหัสวิชา 2102-2105	
หน่วยที่ 3 เครื่องกลึงและงานลัษคมีดกลึง	สป.ที่ 5 - 6	
ชื่องาน งานลัษคมีดกลึงปาดหน้าขวา	เวลา 6 ชั่วโมง	
เกณฑ์การให้คะแนนตามใบประเมินผลการปฏิบัติงาน		
รายการตรวจสอบ	ระดับการประเมิน	คะแนน
จุดที่ 1 – 5 ขนาดพิกัฒความเผื่อของมุม	± 1 องศา	10
	± 2 องศา	8
	± 3 องศา	5
	± 4 องศา	3
	มากกว่า ± 4 องศา	0
จุดที่ 6 ความเรียบของผิวลัษค	ผิวของรอยลัษคเรียบทุกด้าน	10
	ผิวของรอยลัษคไม่เรียบ 1 ด้าน	8
	ผิวของรอยลัษคไม่เรียบ 2 ด้าน	5
	ผิวของรอยลัษคไม่เรียบ 3 ด้าน	3
	ผิวของรอยลัษคไม่เรียบ 3 ด้านและมีรอยไหม้	0
จุดที่ 7 การแต่งกายตามกฎระเบียบ	แต่งกายถูกต้องตามระเบียบ	10
	แต่งกายไม่เรียบร้อยแต่ถูกระเบียบ	5
	แต่งกายไม่ถูกระเบียบ	0
จุดที่ 8 การตรงต่อเวลา	ทำงานเสร็จตามเวลาที่กำหนด	10
	ทำงานเกินเวลาที่กำหนด (ส่งงานช้า สป. ที่ 1)	8
	ทำงานเกินเวลาที่กำหนด (ส่งงานช้า สป. ที่ 2)	6
	ทำงานเกินเวลาที่กำหนด (ส่งงานช้า สป. ที่ 3)	4
	ทำงานเกินเวลาที่กำหนด (ส่งงานช้า สป. ที่ 4)	2
	ทำงานเกินเวลาที่กำหนด(ส่งงานเกิน สป. ที่ 5)	0
จุดที่ 9 ความปลอดภัยในการทำงาน	ปฏิบัติงานปลอดภัยและใช้อุปกรณ์ป้องกัน	10
	ปฏิบัติงานไม่ปลอดภัยและใช้อุปกรณ์ป้องกัน	5
	ปฏิบัติงานไม่ปลอดภัยและไม่ใช้อุปกรณ์ป้องกัน	0
จุดที่ 10 การทำความสะอาด	ทำความสะอาดหลังปฏิบัติงานเรียบร้อย	10
	ทำความสะอาดหลังปฏิบัติงานไม่เรียบร้อย	7
	ต้องเตือนให้ทำความสะอาด	5
	ไม่ทำความสะอาดหลังปฏิบัติงาน	0

หน่วยที่ 1

ชนิดและวัสดุเครื่องมือตัด

สาระสำคัญ

อุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนในปัจจุบัน มีความก้าวหน้าของเทคโนโลยีอย่างรวดเร็ว ในการผลิตชิ้นส่วนหรือชิ้นงานจำเป็นต้องคำนึงถึง คุณภาพชิ้นงานที่กำหนด เช่น ความละเอียดของผิวงาน ความเที่ยงตรงของขนาดงาน เป็นต้น ทั้งนี้ยังต้องคำนึงถึง กระบวนการในการผลิต ต้นทุนการผลิต ดังนั้นการเลือกเครื่องมือตัดให้เหมาะสมกับวัสดุงานและเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตนั้น เป็นปัจจัยที่สำคัญเป็นอย่างยิ่ง นักศึกษาต้องมีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับคุณสมบัติของวัสดุที่นำมาใช้เป็นเครื่องมือตัดว่ามีคุณสมบัติอย่างไร เพื่อที่จะเลือกใช้ให้ถูกต้อง วัสดุเครื่องมือตัดที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนสามารถแบ่งออกได้เป็นกลุ่มดังนี้

1. เหล็กกล้าคาร์บอนสูง (High Carbon Steel)
2. เหล็กกล้าความเร็วสูง (High Speed Steel)
3. โลหะผสมหล่อนอกกลุ่มเหล็ก (Cast Nonferrous Alloys)
4. ซีเมนต์คาร์ไบด์ (Cemented Carbide)
5. เซรามิกส์ (Ceramic)
6. เซอร์เมท (Cermets)
7. เพชร สังเคราะห์ (Synthetic Diamond)
8. CBN (Cubic Boron Nitride)

วัสดุคมตัดแต่ละชนิดจะใช้กับเงื่อนไขในการตัดตามคุณภาพและคุณลักษณะต่างๆ กัน

เนื้อหาการเรียนรู้

- 1.1 คุณสมบัติของวัสดุที่ผลิตเป็นเครื่องมือตัด
- 1.2 ชนิดของวัสดุเครื่องมือตัด

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. บอกคุณสมบัติหลักของของวัสดุเครื่องมือตัดได้
2. บอกความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและวัสดุเครื่องมือตัดได้
3. บอกคุณสมบัติของวัสดุของเครื่องมือตัดชนิดต่างๆ ได้

แบบทดสอบก่อนเรียนหน่วยที่ 1

ชนิดและวัสดุเครื่องมือตัด

จงทำเครื่องหมายกากบาท (X) ข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว (10 คะแนน)

1. ข้อใดคือลักษณะของคุณสมบัติแบบ ความเหนียว (Toughness) ของวัสดุเครื่องมือตัด
 - ก. ความสามารถของวัสดุที่จะรับพลังงานโดยไม่เกิดการพังหรือแตกหัก
 - ข. ความสามารถของวัสดุที่จะยังคความแข็งไว้ได้ที่อุณหภูมิสูง
 - ค. ความสามารถของวัสดุที่ทนต่อการสึกกร่อนขณะตัดเนื้อวัสดุ
 - ง. ความสามารถของวัสดุที่ทนต่อการขัดถูระหว่างเนื้อชิ้นงานกับขอบของเครื่องมือตัด
 - จ. ความสามารถของวัสดุที่ทนต่อการที่มีแรงมากกระทำกับวัสดุจนเกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งขนาดและรูปร่างไปอย่างถาวร
2. ข้อใดคือลักษณะของคุณสมบัติแบบ ความแข็งแรงเมื่ออุณหภูมิสูง (Hot hardness) ของวัสดุเครื่องมือตัด
 - ก. ความสามารถของวัสดุที่ไม่เกิดการแลกเปลี่ยนอะตอมระหว่างผิวสัมผัสของงานและวัสดุเครื่องมือตัดที่ทำให้สูญเสียความแข็ง (hardness)
 - ข. ความสามารถของวัสดุที่จะยังคความแข็งไว้ได้ที่อุณหภูมิสูง
 - ค. ความสามารถของวัสดุที่จะรับพลังงานโดยไม่เกิดการพังหรือแตกหัก
 - ง. ความสามารถของวัสดุที่จะถ่ายเทความร้อนออกจากเครื่องมือตัดอย่างรวดเร็ว
 - จ. ความสามารถของวัสดุที่ทนต่อการที่มีแรงมากกระทำกับวัสดุจนเกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งขนาดและรูปร่างไปอย่างถาวร
3. ข้อใดคือลักษณะของคุณสมบัติแบบ ความต้านทานการสึกหรอ (Wear resistance) ของวัสดุเครื่องมือตัด
 - ก. ความสามารถของวัสดุที่จะรับพลังงานโดยไม่เกิดการพังหรือแตกหัก
 - ข. ความสามารถของวัสดุที่จะยังคความแข็งไว้ได้ที่อุณหภูมิสูง
 - ค. ความสามารถของวัสดุที่ทนต่อการสึกกร่อนขณะตัดเนื้อวัสดุ
 - ง. ความสามารถของวัสดุที่จะถ่ายเทความร้อนออกจากเครื่องมือตัดอย่างรวดเร็ว
 - จ. ความสามารถของวัสดุที่ทนต่อการที่มีแรงมากกระทำกับวัสดุ
4. วัสดุที่ใช้ทำเครื่องมือตัดชนิดใดที่มีคุณสมบัติด้านความเหนียว (Toughness) มากที่สุด

ก. เหล็กกล้าความเร็วสูง (High-speed steel)	ข. ซีเมนต์คาร์ไบด์ (Cemented Carbide)
ค. CBN (Cubic Boron Nitride)	ง. เซรามิกส์ (Ceramics)
จ. เหล็กกล้าคาร์บอนสูง (High carbon steel)	
5. วัสดุที่ใช้ทำเครื่องมือตัดชนิดใดที่มีคุณสมบัติด้านความแข็ง (Hardness) มากที่สุด

ก. เหล็กกล้าความเร็วสูง (High-speed steel)	ข. ซีเมนต์คาร์ไบด์ (Cemented Carbide)
ค. CBN (Cubic Boron Nitride)	ง. เซรามิกส์ (Ceramics)
จ. เหล็กกล้าคาร์บอนสูง (High carbon steel)	

6. ข้อใดเป็นความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและวัสดุเครื่องมือตัดที่เกิดขณะตัดเฉือนชิ้นงานที่ถูกตัด
 - ก. ความเหนียว (Toughness) ของวัสดุจะลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น
 - ข. คุณสมบัติ ความต้านทานการสึกหรอ (Wear resistance) จะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น
 - ค. การตัดเฉือนชิ้นงานจะเกิดความร้อนสะสมที่วัสดุเครื่องมือตัดน้อยที่สุด
 - ง. ความแข็ง (hardness) ของวัสดุจะลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น
 - จ. คุณสมบัติ ความแข็งแรง (strength) ของวัสดุจะไม่ลดลงแม้เครื่องมือตัดจะมีอุณหภูมิสูงขึ้น
7. กรรมวิธีการเคลือบผิว (Coating) วัสดุเครื่องมือตัด วิธีใดที่ใช้การเหนี่ยวนำทางไฟฟ้าและเกิดอุณหภูมิในการเคลือบผิวประมาณ 600 องศา
 - ก. Chemical Vapor Deposition (CVD)
 - ข. Physical Vapor Deposition (PVD)
 - ค. Spraying Vapor Deposition (SVD)
 - ง. Electrostatic Vapor Deposition (EVD)
 - จ. Polyvinyl Vapor Deposition (EVD)
8. กรรมวิธีการเคลือบผิว (Coating) วัสดุเครื่องมือตัด ประเภท เหล็กกล้าความเร็วสูง (High-speed steel) ควรใช้ กรรมวิธีใด
 - ก. Chemical Vapor Deposition (CVD)
 - ข. Physical Vapor Deposition (PVD)
 - ค. Spraying Vapor Deposition (SVD)
 - ง. Electrostatic Vapor Deposition (EVD)
 - จ. Polyvinyl Vapor Deposition (EVD)
9. ข้อใดเป็นลักษณะของคุณสมบัติของวัสดุเครื่องมือตัดชนิดเหล็กกล้าความเร็วสูง (High-Speed Steel)
 - ก. มี ความแข็ง (hardness) มากกว่าเหล็กกล้าคาร์บอนสูง
 - ข. มีค่า ความแข็งแรงเมื่อมีอุณหภูมิสูง (Hot hardness) สูงกว่า เซรามิกส์ (Ceramics)
 - ค. มีความต้านทานการสึกหรอดีกว่า ซีเมนต์คาร์ไบด์ (Cemented Carbide)
 - ง. มีค่า ความต้านทานการสึกหรอ (Wear resistance) สูงกว่า CBN (Cubic Boron Nitride)
 - จ. ถูกทุกข้อ
10. ข้อใด **ไม่เหมาะสม** กับงานที่ใช้เครื่องมือตัดชนิดเซรามิกส์ (Ceramics)
 - ก. งานที่สามารถทนแรงกระแทก ใช้กลึง-กัดหยาบได้ดี
 - ข. ใช้งานได้ในอุณหภูมิสูงกว่า 1000°C
 - ค. งานที่ไม่ต้องการการหล่อเย็น
 - ง. ใช้สำหรับงานกลึง-กัดวัสดุแข็งได้ดี
 - จ. ถูกทุกข้อ

1.1 คุณสมบัติของวัสดุที่ผลิตเป็นเครื่องมือตัด

วัสดุที่นำมาผลิตเป็นเครื่องมือในการตัดเฉือนวัสดุในงานเครื่องมือกลปัจจุบันได้มีการพัฒนาไปอย่างกว้างขวาง เพื่อให้ตอบสนองกับเทคโนโลยีการผลิตที่ทันสมัยในปัจจุบัน ซึ่งการปฏิบัติงานตัดเฉือนวัสดุเองก็มีอยู่หลายระดับคุณภาพที่แตกต่างกันไปตามแต่ลักษณะกระบวนการและวัสดุงาน หรือการใช้เครื่องมือตัดสำหรับงานเฉพาะด้าน เช่น การตัดเฉือนวัสดุที่มีความแข็งมาก ราคาของเครื่องมือตัดมักจะสูงกว่าเครื่องมือตัดสำหรับงานทั่วไป แต่ก็ไม่ได้หมายความว่า การที่เราเลือกใช้เครื่องมือตัดราคาแพงจะให้ผลของการตัดที่มีคุณภาพดีตามราคาที่สูงเสมอไป แต่การตัดเฉือนชิ้นงานนั้นจำเป็นต้องเลือกวัสดุของเครื่องมือตัดตามความเหมาะสม เพื่อให้เกิดความคุ้มค่าในแง่ของค่าใช้จ่ายต่างๆ ในกระบวนการผลิต โดยยังสามารถกำหนดให้มีคุณภาพงานที่ดีในระดับที่ต้องการได้

วัสดุที่นำมาผลิตเป็นเครื่องมือตัดที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันมีอยู่หลากหลายชนิด วัสดุที่พบได้ทั่วไปในท้องตลาด เช่น เหล็กกล้าคาร์บอนสูง (High Carbon Steel) หรือเหล็กกล้าความเร็วสูง (High Speed Steel) ไปจนถึงวัสดุพิเศษที่ใช้เป็นเครื่องมือตัดในอุตสาหกรรมเฉพาะ เช่น เซรามิกส์ (Ceramics) หรือ เพชร (Diamond) ด้วยความหลากหลายของผลิตภัณฑ์ในปัจจุบันที่สามารถนำวัสดุต่างๆ มาใช้ในการผลิตของอุตสาหกรรมปัจจุบัน สิ่งสำคัญคือ การเข้าใจว่าวัสดุเครื่องมือตัดแต่ละชนิดมีคุณสมบัติแตกต่างกันอย่างไร และจะเลือกเครื่องมือตัดให้เหมาะสมกับงานตัดเฉือนให้มีคุณภาพได้อย่างไร

1.1.1 คุณสมบัติหลักที่สำคัญของวัสดุที่จะนำมาผลิตเป็นเครื่องมือตัด ได้แก่

- 1) ความเหนียว (Toughness)
- 2) ความแข็งแรงเมื่ออุณหภูมิสูง (Hot hardness)
- 3) ความต้านทานการสึกหรอ (Wear resistance)

1) ความเหนียว (Toughness)

เป็นคุณสมบัติของวัสดุที่สามารถจะทนทานแรงที่มากกระทำอย่างเฉียบพลันได้โดยไม่เกิดการพังหรือแตกหักเสียหาย สามารถวัดได้จากพลังงานที่ซับไว้ได้ระหว่างถูกแรงกระทำ โดยวัสดุที่จะนำมาใช้ทำเป็นเครื่องมือตัด ควรมีลักษณะที่ผสมกันระหว่าง ความแข็งแรง (strength) และความเหนียว (Toughness) เครื่องมือตัดที่มีความแข็งแรงจะสามารถรับภาระหรือแรงที่เกิดจากการตัดและความเหนียวจะ ช่วยต้านทานการเปลี่ยนรูป การแตกหักเสียหายได้

2) ความแข็งแรงเมื่ออุณหภูมิสูง (Hot hardness)

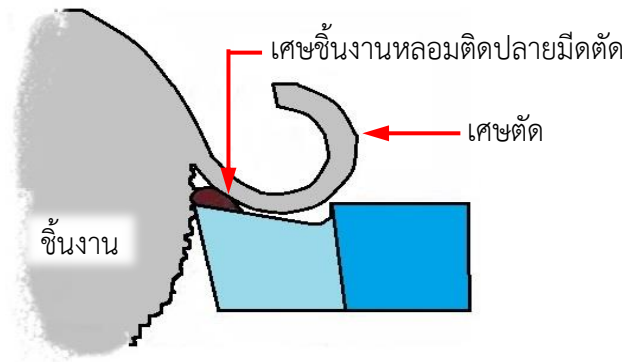
เป็นคุณสมบัติของวัสดุที่สามารถจะยังรักษาความแข็งแรงไว้ได้เมื่อวัสดุเครื่องมือตัดมีอุณหภูมิสูงในขณะที่ตัดเฉือน โดยวัสดุที่จะนำมาใช้ทำเป็นเครื่องมือตัด ควรรักษาคุณสมบัติที่เป็นลักษณะผสมระหว่าง ความแข็ง (hardness) และความแข็งแรง (strength) ของตัวเครื่องมือตัดได้ดี เพราะในขณะที่ทำการตัดเฉือนเนื้อวัสดุงานนั้น เครื่องมือตัดจะเกิดอุณหภูมิสูงขึ้นเป็นอย่างมาก ความสามารถในการคงความแข็งแรงที่อุณหภูมิสูงจึงสำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจากวัสดุเครื่องมือตัดไม่เกิดการอ่อนตัว จากความแข็งที่ลดลงเพราะอุณหภูมิ

3) ความต้านทานการสึกหรอ (Wear resistance)

เป็นคุณสมบัติของวัสดุที่สามารถทนต่อการสึกกร่อนในขณะที่ตัดเนื้อวัสดุ โดยวัสดุที่จะนำมาใช้ทำเป็นเครื่องมือตัด ควรทนทานต่อการขัดสีกับชิ้นงานในขณะที่ตัดเฉือนโดยไม่สูญเสียเนื้อวัสดุของเครื่องมือตัด และมีความเหนียวแน่นของเนื้อวัสดุ เพียงพอที่จะต้านทานการแตกร้าวได้ ซึ่งคุณสมบัติที่สำคัญที่สุดในการต้านทานการสึกหรอคือ ความแข็ง (Hardness) เครื่องมือตัดที่มีการสึกหรอน้อย จะทำให้มีอายุการใช้งานนานขึ้น การสึกหรอของเครื่องมือตัดในทางกายภาพ เกิดจากสาเหตุหลักๆ 4 ประการ คือ

(1) การยึดติดของเนื้อวัสดุ (Adhesion)

การติดกันของเศษชิ้นงานกับเครื่องมือตัด (Build up Edge) เนื่องจาก เมื่ออยู่ภายใต้สภาวะที่เกิดแรงกดของชิ้นงานที่กระทำต่อเครื่องมือตัดและมีอุณหภูมิสูง มักจะเกิดขึ้นที่คมตัดของมีดตัด เป็นสาเหตุให้ผิวชิ้นงานไม่เรียบ หรือผิวเป็นสะเก็ด



รูปที่ 1.1 แสดงลักษณะการยึดติดของเนื้อวัสดุและเครื่องมือตัด

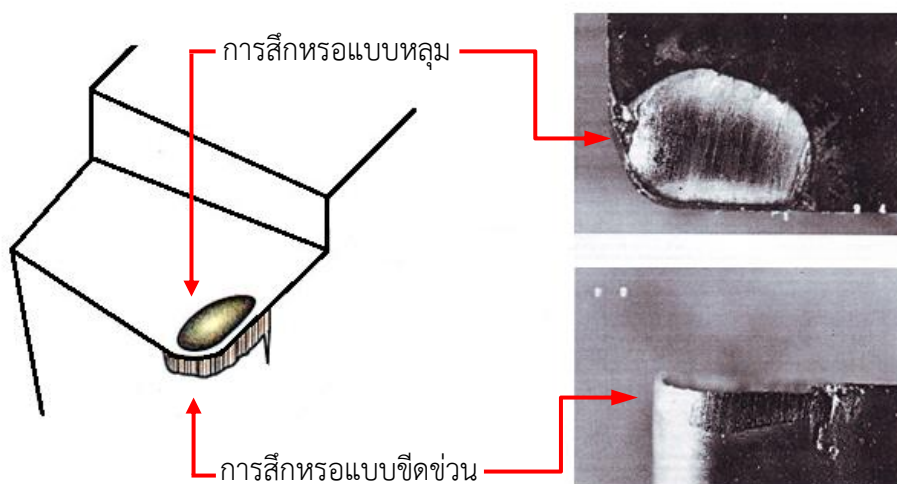
(ที่มา : <http://www.viboon.org/>, วันเข้าถึง 10 พฤษภาคม 2559)

(2) การขีดข่วน (Abrasion)

เกิดจากการขัดถูเสียดสีระหว่างเนื้อชิ้นงานกับขอบของเครื่องมือตัด ทำให้เกิดการสูญเสียเนื้อวัสดุของเครื่องมือตัดในจุดที่สัมผัสกับชิ้นงาน (Flank wear)

(3) การแพร่ (Diffusion)

เกิดจากการแลกเปลี่ยนอะตอมระหว่างผิวสัมผัสของเศษตัด (Chip) และผิวของเครื่องมือตัด (Cutting Tool) เนื่องจากการขัดสีระหว่างเศษตัดกับผิวของเครื่องมือตัดและอุณหภูมิที่สูงขึ้นจากการตัดทำให้เกิดการสูญเสียอะตอมบางส่วนที่ผิวสัมผัสของเครื่องมือตัดไปกับเศษตัดที่หลุดออกไป มีผลทำให้เครื่องมือตัดสูญเสียความแข็ง หากการสึกหรอนี้เกิดอย่างรุนแรงจะมีการสูญเสียอะตอมที่เครื่องมือตัดมากจนเกิดการสึกหรอแบบหลุม (Crater wear) เนื่องจากการไหลของเศษตัดขัดกับผิวหน้าของมีดตัดที่ผิวคายเศษ



รูปที่ 1.2 แสดงลักษณะของการสึกหรอของเครื่องมือตัด

(ที่มา : เทคโนโลยีเครื่องมือตัด (CUTTING TOOL TECHNOLOGY.ppt), วันเข้าถึง 20 เมษายน 2559)

(4) การเปลี่ยนรูป แบบพลาสติก (Plastic deformation)

เกิดจากการที่มีแรงมากระทำกับเครื่องมือตัดมากเกินไป จนถึงจุดที่เกินพิกัดที่จะสามารถทนอยู่ในสภาพนั้นๆ ได้ เครื่องมือตัดจะเกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งขนาดและรูปร่างไปจากเดิมอย่างถาวร จนไม่อาจจะกลับคืนสู่สภาพเดิมได้ ทำให้คมตัดของมีดตัดเปลี่ยนรูปร่างอย่างถาวรในช่วง plastic deformation เนื่องจาก แรงและอุณหภูมิสูง ในขณะที่ตัดเฉือน

1.1.2 ความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งและอุณหภูมิของวัสดุเครื่องมือตัด

วัสดุที่นำมาใช้ทำเครื่องมือตัดจะมีลักษณะของคุณสมบัติในแต่ละด้านแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับวัสดุที่เลือกมาใช้ เช่น ค่าความแข็งและความแข็งแรงของวัสดุชนิดต่างๆ ดังตารางที่ 1-1 (ความสามารถในการรับแรงก่อนชิ้นงานเสียหาย (Transverse rupture strength) เป็นค่าที่ใช้พิจารณา ความเหนียว (toughness) ของวัสดุ ถ้ามีค่ามากแสดงว่ามีค่าความเหนียวมาก)

ตารางที่ 1.1 ค่าความแข็งที่อุณหภูมิห้องและค่าความแข็งแรงของวัสดุ

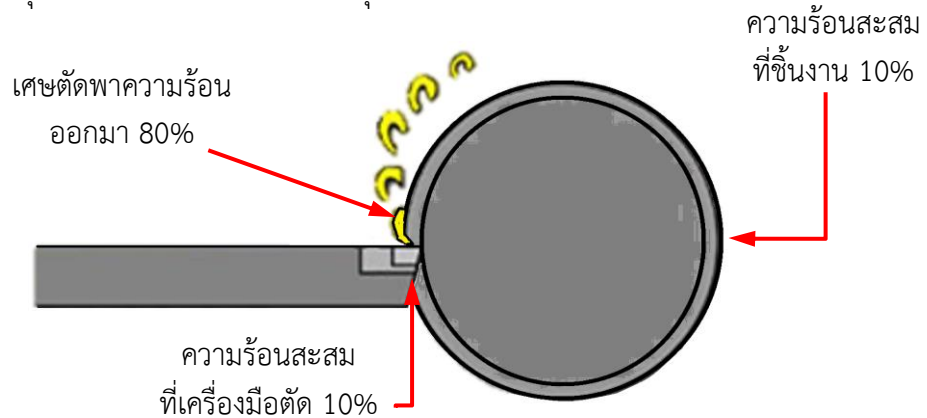
วัสดุ (Material)	ความแข็ง (Hardness)	ความสามารถในการรับแรง (Transverse Rupture Strength)	
		lb/in. ²	(MPa)
เหล็กกล้าคาร์บอน (Plain carbon steel)	60 HRC	750,000	(5200)
เหล็กกล้าความเร็วสูง (High-speed steel-HSS)	65 HRC	600,000	(4100)
โลหะผสมนิกเกิล-โคบอลต์ (Cast cobalt alloys)	65 HRC	325,000	(2250)
ซีเมนต์คาร์ไบด์ (Cemented Carbide -WC)			
ผสมต่ำ (Low Co content)	93 HRA, 1800 HK	200,000	(1400)
ผสมสูง (High Co content)	90 HRA, 1700 HK	350,000	(2400)
เซอเมต (Cermet -TiC)	2400 HK	250,000	(1700)
เซรามิกส์ (Alumina -Al ₂ O ₃)	2100 HK	60,000	(400)
คิวบิกโบรอนไนไตรด์ (Cubic boron nitride-CBN)	5000 HK	100,000	(700)
เพชร สังเคราะห์ (Polycrystalline diamond-PCD)	6000 HK	150,000	(1000)
เพชรธรรมชาติ (Natural diamonds)	8000 HK	215,000	(1500)

(ที่มา: เทคโนโลยีเครื่องมือตัด.pdf, วันเข้าถึง 20 เมษายน 2559, หน้า 8)

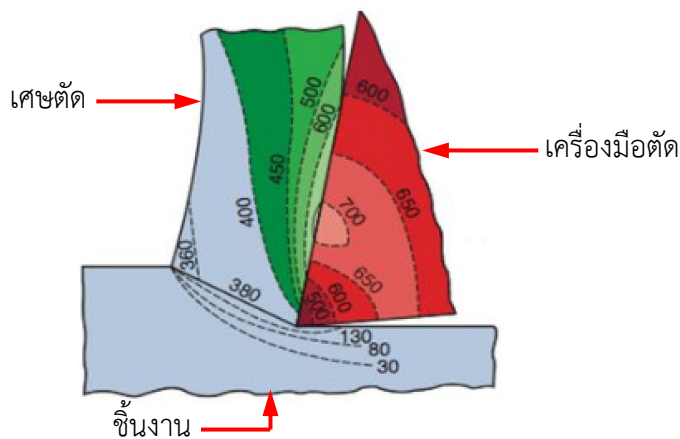
จากตาราง จะเห็นว่า เหล็กกล้าคาร์บอน มีค่าความแข็ง (Hardness) ที่ประมาณ 60 HRC ซึ่งมีความแข็งน้อยที่สุดในตาราง แต่มีค่าความสามารถในการรับแรงก่อนชิ้นงานเสียหายสูงที่สุด แสดงว่ามีค่าความเหนียว (toughness) ของวัสดุมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุเหล็กกล้าความเร็วสูง ที่มีค่าความแข็งสูงกว่าคือประมาณ 65 HRC แต่ก็มีคุณสมบัติด้านความเหนียวน้อยกว่าเหล็กกล้าคาร์บอน โดยวัสดุที่นำมาใช้ผลิตเครื่องมือตัดต่างชนิดกัน ก็จะมีคุณสมบัติด้านต่างๆ แตกต่างกันไป เช่น คุณสมบัติด้านความแข็งและความเหนียวของวัสดุที่นำมาทำเครื่องมือตัด

โดยส่วนใหญ่แล้ว ค่าความแข็งของวัสดุที่ใช้ทำเครื่องมือตัดจะลดลงเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น ดังนั้นเมื่อนำเครื่องมือตัดมาตัดเฉือนชิ้นงาน จะเกิดการเสียดสีจากแรงกดของชิ้นงานและแรงเฉือนจนทำให้อุณหภูมิที่เกิดจากการตัดเฉือนเพิ่มขึ้นอย่างมาก ซึ่งจะมีผลทำให้อายุการใช้งานของเครื่องมือตัดลดลง โดยความร้อนที่เกิดขึ้น

จากการตัดเฉือนชิ้นงานส่วนใหญ่ประมาณ 80% จะสะสมและถูกพาออกไปโดยเศษวัสดุ (Chips) ที่หลุดออกไป อีกประมาณ 10% จะสะสมอยู่ที่ชิ้นงาน (Work piece) และอีกประมาณ 10% จะสะสมอยู่ที่เครื่องมือตัด (Cutting Tool) แต่ที่จุดสัมผัสของคมตัดในขณะที่ตัดเฉือนนั้นจะเกิดการเสียดสีและเกิดความร้อนขึ้นที่ผิวของคมตัดตำแหน่งเดิมตลอดเวลา จึงเกิดความร้อนสะสมที่เครื่องมือตัดสูงมาก ส่งผลให้คุณสมบัติต่างๆ ของเครื่องมือตัดลดลง โดยเฉพาะคุณสมบัติด้านความแข็งของวัสดุ

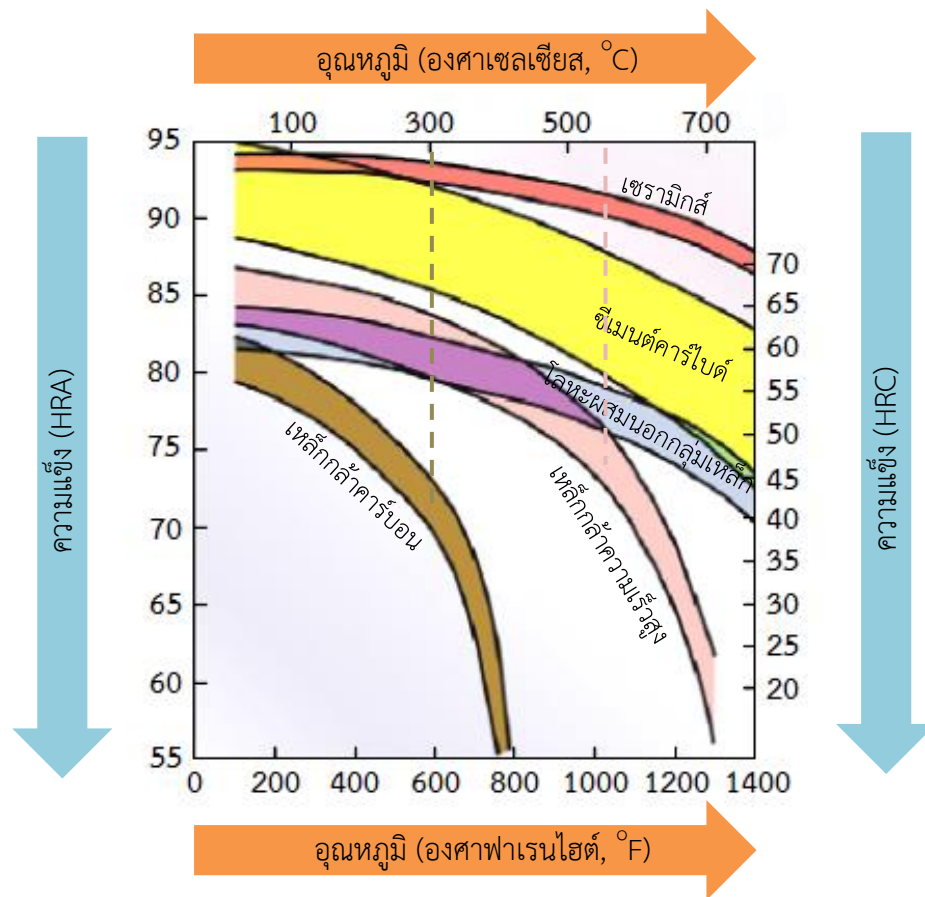


รูปที่ 1.3 แสดงปริมาณความร้อนสะสมจากการตัดเฉือน
(ที่มา : <http://www.ptsc.co.th/>, วันเข้าถึง 20 เมษายน 2559)



รูปที่ 1.4 แสดงอุณหภูมิเป็นองศาเซลเซียส, °C ณ จุดที่เกิดการตัดเฉือน
(ที่มา : <http://www.ptsc.co.th/>, วันเข้าถึง 20 เมษายน 2559)

เมื่อพิจารณาจากวัสดุที่ใช้ในการทำเครื่องมือตัด จากกราฟในรูปที่ 1.5 แสดงถึงการลดลงของความแข็งในวัสดุต่างๆ ตามการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น เช่น เหล็กกล้าคาร์บอนจะสูญเสียความแข็งแรงอย่างรวดเร็วเมื่ออุณหภูมิสูงถึงประมาณ 300 องศาเซลเซียส เหล็กกล้าความเร็วสูงจะสูญเสียความแข็งแรงอย่างรวดเร็วเมื่ออุณหภูมิสูงถึงประมาณ 500 องศาเซลเซียส ส่วนเซรามิกส์และซีเมนต์คาร์ไบด์จะยังสามารถคงค่าความแข็งได้มากแม้จะมีอุณหภูมิสูงกว่า 500 องศาเซลเซียส



รูปที่ 1.5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งกับอุณหภูมิของวัสดุที่ใช้ทำเครื่องมือตัดชนิดต่างๆ
(ที่มา : <http://site.iugaza.edu.ps/pdf>, วันเข้าถึง 9 มิถุนายน 2559)

1.1.3 การเพิ่มคุณสมบัติให้วัสดุเครื่องมือตัด

จากคุณสมบัติหลักของเครื่องมือตัด 3 ประการข้างต้น ในการพัฒนาการผลิตเครื่องมือตัดที่ใช้ในอุตสาหกรรม มีการเพิ่มคุณสมบัติที่ดีต่างๆ ให้กับเครื่องมือตัดเพื่อผลของการตัดที่ดียิ่งขึ้น โดยนำวัสดุที่มีคุณสมบัติทนต่อการกัดกร่อน ทนต่อการเสียดสีและทนต่อปฏิกิริยาทางเคมี มาทำการเคลือบผิว (Coating) ให้กับเครื่องมือตัดแบบต่างๆ เช่น เม็ดมีดกลึง ดอกสว่าน หรือดอกกัด เป็นต้น

เทคโนโลยีการเคลือบผิว (Coating Technology) ได้ถูกพัฒนาอย่างต่อเนื่อง แบ่งวิธีการเคลือบผิวสำหรับเครื่องมือตัดมีวิธีหลักๆ 2 วิธี คือ

1) การเคลือบผิวแบบ CVD (Chemical Vapor Deposition) เป็นการเคลือบผิววัสดุเครื่องมือตัดที่ใช้อุณหภูมิสูงประมาณ 1,300 องศาเซลเซียส สารที่ใช้สำหรับเคลือบผิวในปัจจุบันจะเป็น เซรามิกส์ (Alumina) หรือ ไททาเนียมคาร์ไบด์ไนไตรด์ (TiCN) โดยจะทำการเคลือบผิวเป็นชั้นๆ (Multi-Layer) ความหนาของผิวที่เคลือบจะอยู่ประมาณ 5~15 ไมครอน เครื่องมือตัดจะมีความทนทานต่อการสึกหรอที่อุณหภูมิสูงได้ดี ซึ่งโดยทั่วไปเหมาะสำหรับงานกลึง งานเจาะ ใช้เคลือบเม็ดมีดอินเสิร์ต และดอกสว่าน เป็นต้น

2) การเคลือบผิวแบบ PVD (Physical Vapor Deposition) เป็นการเคลือบผิวที่ใช้วิธีการเหนี่ยวนำทางไฟฟ้า โดยทำการแยกประจุทางไฟฟ้าของสารเคลือบให้ไปเกาะติดบนวัสดุเครื่องมือตัด อุณหภูมิที่ใช้ในการเคลือบผิวจะไม่สูงมากนัก จะอยู่ประมาณ 600 องศาเซลเซียส สารที่ใช้สำหรับเคลือบผิวจะเป็นสารไทเทเนียม-อลูมิเนียม-ไนไตรด์ (TiAlN) จะมีความหนาอยู่ประมาณ 1-3 ไมโครเมตร จุดประสงค์ของการเคลือบผิวแบบนี้เพื่อต้องการที่จะรักษาความคมของคมตัดไว้ ไม่ให้เสียรูปทรง เหมาะสำหรับงานที่ต้องการความละเอียด แม่นยำ เทียงตรงสูง หรือชิ้นงานที่มีขนาดเล็กๆ

1.2 ชนิดของวัสดุเครื่องมือตัด

ปัจจุบันมีผู้ผลิตเครื่องมือตัดออกมามากมายหลายชนิด เพื่อตอบสนองต่ออุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วน ซึ่งแตกต่างกันไปตามแต่ลักษณะกระบวนการทำงานและวัสดุงาน เช่น เครื่องมือตัดที่ใช้กับงานเหล็กทั่วไปที่มีความแข็งไม่มากนัก เครื่องมือตัดสำหรับงานเฉพาะด้าน เครื่องมือตัดสำหรับการตัดวัสดุเหล็กที่มีความแข็งมากๆ ที่ผ่านกรรมวิธีเพื่อให้มีคุณสมบัติเด่นในด้านต่างๆ หรือเครื่องมือตัดสำหรับโลหะที่ไม่ใช่เหล็ก หรือเครื่องมือตัดที่ใช้ตัดวัสดุที่ไม่ใช่โลหะ เช่น ยาง พลาสติก คาร์บอนไฟเบอร์ เป็นต้น วัสดุเครื่องมือตัดที่จะเลือกนำมาใช้ในการตัดเฉือนจึงมีความเหมาะสมแตกต่างกันตามคุณสมบัติของวัสดุงานแต่ละชนิด เนื่องด้วยปัจจุบันเทคโนโลยีด้านวัสดุ การออกแบบและการผลิตเครื่องมือตัด ได้รับการพัฒนาอยู่ตลอดเวลา จึงมีวัสดุใหม่ๆ รูปร่างใหม่ๆ เกิดขึ้นมากมายตามวัตถุประสงค์ของผู้ผลิตเครื่องมือตัด แต่ในบทนี้จะขอกล่าวถึง วัสดุหลักๆ ที่นิยมนำมาทำเป็นเครื่องมือตัดในอุตสาหกรรมปัจจุบัน ได้แก่

- 1.2.1 เหล็กกล้าคาร์บอนสูง (Plain High Carbon Steel)
- 1.2.2 เหล็กกล้าความเร็วสูง (High-Speed Steel, HSS.)
- 1.2.3 โลหะผสมนอกกลุ่มเหล็ก (Cast Nonferrous Alloys)
- 1.2.4 ซีเมนต์คาร์ไบด์ (Cemented Carbide)
- 1.2.5 เซรามิกส์ (Ceramics)
- 1.2.6 เซอร์เมต (Cermet)
- 1.2.7 เพชร สังเคราะห์ (Synthetic Diamond)
- 1.2.8 CBN (Cubic Boron Nitride)

1.2.1 เหล็กกล้าคาร์บอนสูง (Plain High Carbon Steel)

วัสดุชนิดนี้เป็นเหล็กกล้าที่มีคาร์บอนเป็นธาตุผสมหลัก ประมาณ 0.8%-1.20% ซึ่งปริมาณคาร์บอนที่สูงจะช่วยให้มีความสามารถในการอบชุบแข็งเพื่อเพิ่มความแข็งและความแข็งแรงได้ดี มีธาตุอื่นผสมอยู่น้อยมาก สามารถทำให้มีความแข็งได้ถึง 60 HRC (การทดสอบความแข็งแบบบร็อกเวลล์ สเกล C) มีคุณสมบัติที่ดีในหลายด้าน ทั้งความแข็งแรง ความเหนียว และที่สำคัญคือ มีราคาถูก

เหล็กกล้าคาร์บอนสูง เป็นวัสดุชนิดแรกๆ ที่ถูกพัฒนาใช้ทำเครื่องมือตัด แต่มีข้อจำกัดที่สำคัญคือ เมื่อนำไปชุบแข็งจะแข็งที่ผิวลงไปไม่ลึกนัก และความแข็งจะลดลงอย่างรวดเร็วเมื่อวัสดุมีอุณหภูมิประมาณ 300 องศาเซลเซียส ($^{\circ}\text{C}$) (ดังรูป 1.6) ดังนั้นจึงใช้เฉพาะในงานตัดขนาดเล็กที่มีความเร็วตัดต่ำๆ ไม่เกิน 9 เมตรต่อนาที (m/min) ไม่เหมาะกับการตัดด้วยความเร็วตัดสูงหรืองานหนัก ในปัจจุบันไม่ค่อยนิยมใช้ในอุตสาหกรรมเนื่องจากทำงานได้ไม่ดีในสภาวะการตัดที่เกิดความร้อนสูง แต่นิยมใช้ในกระบวนการตัดที่ไม่ก่อให้เกิดความร้อนในระหว่างการทำงานมากนัก เช่น ผลิตเป็นใบเลื่อย ตะไบ สลักลิ้งไม้ เป็นต้น



(ก) ตะไบ



(ข) สลักลิ้งไม้

รูปที่ 1.6 แสดงเครื่องมือตัดที่ผลิตจากวัสดุเหล็กกล้าคาร์บอนสูง

(ที่มา : <http://www.viboon.org/>, วันเข้าถึง 10 พฤษภาคม 2559)

1.2.2 เหล็กกล้าความเร็วสูง (High-Speed Steel, HSS.)

เหล็กกล้าความเร็วสูงที่ใช้ทำเครื่องมือตัดชนิดแรกถูกพัฒนาขึ้นโดย Frederick W. Taylor และ M. White ในปี ค.ศ. 1900 โดยการนำเหล็กกล้าคาร์บอนสูงมาเติมทั้งสแตน (Tungsten) 18% และโครเมียม (Chromium) 5.5% ลงเป็นธาตุผสม (alloy) เพื่อเพิ่ม ความแข็ง ความแข็งแรง ความสามารถในการต้านการสึกหรอ สามารถต้านทานต่อการอ่อนตัวที่อุณหภูมิสูงโดยยังรักษาสภาพของคมตัดที่ดีได้ถึงอุณหภูมิประมาณ 550 องศาเซลเซียส ($^{\circ}\text{C}$) (ดังรูป 1.6) สามารถชุบแข็งได้ดี ให้ความแข็ง (Hardness) สูงถึง 65 HRC

ปัจจุบันเหล็กกล้าความเร็วสูงมีส่วนผสมแปรเปลี่ยนไปตามที่ผู้ผลิตพัฒนาขึ้น แต่ส่วนประกอบของธาตุผสมพื้นฐานที่นำมาปรับปรุงคุณสมบัติของเครื่องมือตัด ส่วนใหญ่จะเป็น คาร์บอน (Carbon), โครเมียม (Chromium), ทั้งสแตน (Tungsten), วานาเดียม (Vanadium), โมลิบดีนัม (Molybdenum) และโคบอลต์ (Cobalt) สามารถจัดกลุ่มในการใช้งานต่างๆ ไปออกได้เป็น 3 กลุ่ม คือ

กลุ่มที่ 1 เหล็กกล้าความเร็วสูง 18-4-1 เหล็กกล้าชนิดนี้ประกอบด้วยทั้งสแตน 18% โครเมียม 4% และวานาเดียม 1% ใช้ในงานเครื่องมือทั่วไป เช่น ดอกสว่าน มีดกลึง มีความแข็ง และต้านทานการสึกหรอได้ดีที่สุดในท้องตลาดจะแบ่งเป็นเกรดความแข็ง

กลุ่มที่ 2 เหล็กกล้าความเร็วสูงผสมโมลิบดีนัม (Molybdenum High Speed Steel) เหล็กกล้าความเร็วสูงแบบเดิมจะใช้ทั้งสแตนเป็นส่วนผสมหลัก แต่ได้มีการปรับปรุงโดยเติมโมลิบดีนัมเติมเพิ่มเนื่องจากหนึ่งส่วนผสมของโมลิบดีนัมจะใช้แทนทั้งสแตนได้ถึงสองส่วน เช่น เหล็กกล้าความเร็วสูงจากโมลิบดีนัม 6-6-4-2 ประกอบด้วยทั้งสแตน 6% โมลิบดีนัม 6% โครเมียม 4% และวานาเดียม 2% มีคุณสมบัติในด้านความเหนียวแน่นและความสามารถในการตัดที่ดีกว่าเหล็กกล้าความเร็วสูง 18-4-1 (โดยเติมโมลิบดีนัม 6% เพื่อลดทั้งสแตน 12%) ในท้องตลาดจะมีเกรดความแข็งสูงกว่า

กลุ่มที่ 3 เหล็กกล้าความเร็วสูงพิเศษ ที่มีการเติมโคบอลต์ (Co) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของเหล็กกล้ารอบสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการตัดเฉือนที่เกิดอุณหภูมิสูงมากๆ ตัวอย่างเช่น เหล็กกล้าความเร็วสูงที่ประกอบด้วยทั้งสแตน 20% โครเมียม 4% วานาเดียม 2% และโคบอลต์ 12% ซึ่งจะเหมาะกับการตัดขนาดหนักที่จะต้องต้านทานกับแรงดันและอุณหภูมิสูง แต่มีราคาค่อนข้างสูงกว่าเหล็กกล้าความเร็วสูงแบบอื่นๆ



(ก) มีดกลึง



(ข) ดอกสว่าน

รูปที่ 1.7 แสดงเครื่องมือตัดที่ผลิตจากวัสดุเหล็กกล้าความเร็วสูง
(ที่มา : <http://www.homemart-thailand.com/>, วันเข้าถึง 10 พฤษภาคม 2559)

1.2.3 โลหะผสมนอกกลุ่มเหล็ก (Cast Nonferrous Alloys)

วัสดุในกลุ่มนี้จะเน้นไปที่ธาตุโลหะผสมที่อยู่นอกกลุ่มเหล็ก (โลหะประเภทที่ไม่ใช่เหล็ก) ส่วนใหญ่เป็นธาตุ โคโรเมียม, โคบอลต์, ทังสเตน กับธาตุผสมอื่นๆ เช่น แทนทาลัม, โมลิบดีนัม, หรือโบรอน โดยวัสดุโลหะผสมนอกกลุ่มเหล็ก นี้จะไม่มีส่วนผสมของเหล็กอยู่ในวัสดุเลย ส่วนผสมโดยทั่วไปจะมีทังสเตน 12%-25%, โคบอลต์ 40%-50% และโคโรเมียม 15%-35% ร่วมกับธาตุที่ทำให้เกิดการก่อตัวของคาร์ไบด์ เช่น คาร์บอน 1%-4% วัสดุนี้มีจุดเด่นคือสามารถต้านทานต่อการอ่อนตัวที่อุณหภูมิสูงได้ดีกว่าเหล็กกล้าความเร็วสูง (HSS.) ทั่วไปมาก สามารถรักษามุมตัดที่ดีไว้ได้จนถึงอุณหภูมิ 925 องศาเซลเซียส เมื่อเปรียบเทียบกับเหล็กกล้าความเร็วสูงแล้ว โลหะผสมนอกกลุ่มเหล็กจะสามารถใช้ที่อัตราความเร็วตัดสูงกว่าถึง 2 เท่า ที่อัตราการป้อนเดียวกัน มีความเปราะมากกว่าเหล็กกล้าความเร็วสูง ส่วนคุณสมบัติในการทนการสึกหรอ (wear resistance) จะมีค่าสูงกว่าเหล็กกล้าความเร็วสูงแต่ไม่ดีเท่าซีเมนต์คาร์ไบด์ คุณสมบัติในการต้านการสึกหรอแบบรอยขีดข่วน (abrasion) สูงมาก สามารถผลิตให้มีรูปร่างตามที่ต้องการด้วยการหล่อในแม่พิมพ์กราไฟต์ แม่แบบเซรามิกส์ หรือโลหะ แล้วทำการเจียรระไนให้มีรูปร่างและความคมตามต้องการ เพราะวัสดุนี้ไม่ตอบสนองต่อกรรมวิธีทางความร้อนและทำการตัดปาดได้ด้วยการเจียรนัยเพียงวิธีเดียวเท่านั้น ส่วนประสิทธิภาพในการตัดจะอยู่ระหว่างเหล็กกล้าความเร็วสูงและซีเมนต์คาร์ไบด์ เครื่องมือตัดชนิดนี้เหมาะกับการกัดหยาบ (heavy roughing cuts) ที่ความเร็วตัดสูงกว่ามิดดัดที่ทำจากเหล็กกล้าความเร็วสูงและที่อัตราการป้อนสูงกว่ามิดดัดที่ทำจากซีเมนต์คาร์ไบด์ สามารถใช้ตัดหรือกัดชิ้นงานได้ทั้งโลหะและอโลหะ รวมถึงพลาสติกและกราไฟต์ แต่ในปัจจุบันมิดดัดที่ทำจากโลหะผสมนอกกลุ่มเหล็กนี้มีนิยมน้อยกว่ามิดดัดที่ทำจากเหล็กกล้าความเร็วสูงและซีเมนต์คาร์ไบด์

1.2.4 ซีเมนต์คาร์ไบด์ (Cemented Carbide)

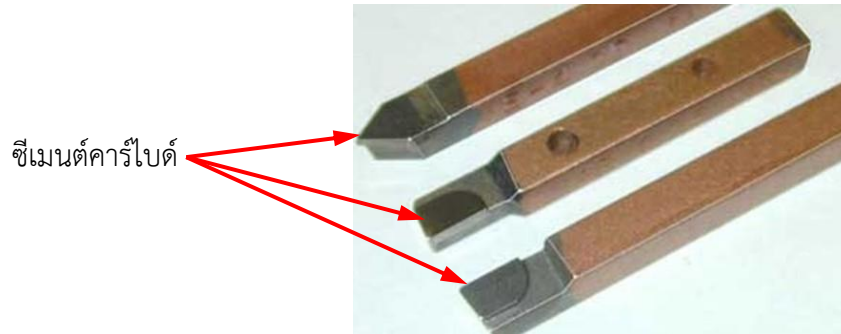
เป็นกลุ่มของวัสดุที่ทำจากทังสเตนคาร์ไบด์ (WC) โดยใช้เทคนิคการขึ้นรูปด้วยการใช้โลหะผง (powder metallurgy technique) โดยมีโคบอลต์ (Co) เป็นวัสดุประสาน ผ่านกรรมวิธีอัดขึ้นรูปเย็น (Cold compacting) ภายใต้อุณหภูมิสูงราว 30,000 psi ให้มีรูปร่างตามต้องการ แล้วนำเข้าสู่กระบวนการความร้อนกึ่งยัดเหนียวในเตา ซึ่งปกคลุมด้วยก๊าซไฮโดรเจนที่อุณหภูมิ 1,370 ถึง 1,600 องศาเซลเซียส ขึ้นอยู่กับส่วนผสมของชิ้นงาน จากนั้นจึงทำผิวสำเร็จโดยการเจียรนัย

คุณสมบัติของ ซีเมนต์คาร์ไบด์ (Cemented Carbide) ได้แก่

- 1) มีค่าความทนแรงอัดสูง (high compressive strength) แต่มีค่าความทนแรงดึงต่ำถึงปานกลาง (low-to-moderate tensile strength)
- 2) มีความแข็งสูง (high hardness)
- 3) คงสภาพความแข็งในการทำงานที่อุณหภูมิสูงได้ดีมาก (high hot hardness)
- 4) ทนต่อการสึกหรอสูง (high wear resistance)
- 5) มีค่าการนำความร้อนสูง (high thermal conductivity)
- 6) มีค่าโมดูลัสของอีลาสติกสูง (high modulus of elasticity)
- 7) มีค่าความเหนียว (toughness) ต่ำกว่าเหล็กกล้าความเร็วสูง

ซีเมนต์คาร์ไบด์ สามารถรักษามุมตัดที่ดีไว้ได้จนถึงอุณหภูมิสูงกว่า 1,200 องศาเซลเซียส และยังมีความแข็งแรงต้านทานแรงอัดจากการตัดเฉือนได้สูง แต่มีข้อเสียที่มีความเปราะสูงและต้านทานต่อกระแทกได้ต่ำ จึงต้องมีฐานรองรับอย่างมั่นคงแข็งแรงเพื่อป้องกันการแตกร้าว ทำการเจียรนัยลับคมได้เฉพาะกับล้อขัดซิลิกอนคาร์ไบด์ หรือเพชรเท่านั้น

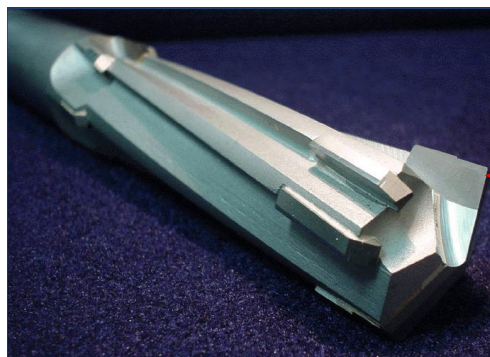
การเพิ่มคุณสมบัติได้ด้วยการเคลือบผิวซีเมนต์คาร์ไบด์ (Coated Carbides) ด้วยวัสดุที่ทนต่อการสึกหรอ เช่น ไททาเนียมคาร์ไบด์ (Titanium carbide) อลูมินัมออกไซด์ (Aluminum Oxide, Al_2O_3) หรือไททาเนียมไนไตรด์ (Titanium Nitride) เป็นต้น



(ก) มีดตัดซีเมนต์คาร์ไบด์แบบมีดเล็บที่ต้องใช้การบัดกรียึดกับฐานรองรับ
(ที่มา : <https://machinemechanics.wordpress.com/>, วันเข้าถึง 10 พฤษภาคม 2559)



(ข) ดอกสว่านคาร์ไบด์และดอกสว่านคาร์ไบด์เคลือบผิวไททาเนียม (สีทอง)
(ที่มา : <http://board.trekkingthai.com/>, วันเข้าถึง 10 พฤษภาคม 2559)



(ค) ดอกสว่านที่ใช้การบัดกรีขึ้นซีเมนต์คาร์ไบด์เข้ากับฐานรองรับที่ขึ้นรูปเป็นดอกสว่าน
(ที่มา : 436304 AUTOMOTIVE PRODUCTION ENGINEERING. ppt., วันเข้าถึง 10 พฤษภาคม 2559)

รูปที่ 1.8 แสดงเครื่องมือตัดที่ผลิตจากวัสดุซีเมนต์คาร์ไบด์

1.2.5 เซรามิกส์ (Ceramics)

เป็นกลุ่มวัสดุที่มีส่วนผสมหลักคือ อลูมิเนียมออกไซด์ (Al_2O_3) ที่มีเกรนละเอียดมาก ประมาณ 99% และอาจมีออกไซด์ชนิดอื่นผสมอยู่ด้วยเล็กน้อยเช่น เซอร์โคเนียมออกไซด์ (zirconium oxide), ไททาเนียม (Titanium), แมกนีเซียม (Magnesium) หรือโครเมียมออกไซด์ (Chromium Oxide) เครื่องมือตัดเซรามิกส์จะผลิตโดยกระบวนการกดอัดขึ้นรูปที่ความดันและอุณหภูมิสูงโดยไม่ใช้วัสดุประสาน (sintering process) ส่วนใหญ่จะผลิตเป็นเม็ดมีดแบบถอดเปลี่ยนกับด้ามจับได้

คุณสมบัติของ เซรามิกส์ (Ceramics) ได้แก่

- 1) มีค่าความทนแรงอัดสูงมาก (high compressive strength) แต่มีค่าความทนแรงดึงต่ำ (low tensile strength)
- 2) มีความแข็งสูง (high hardness)
- 3) คงสภาพความแข็งในการทำงานที่อุณหภูมิสูงได้ดีมาก (high hot hardness) ดีกว่าซีเมนต์คาร์ไบด์
- 4) ทนต่อการสึกหรอสูง (high wear resistance)
- 5) มีค่าความเหนียว (toughness) ต่ำมาก เปราะแตกได้ง่าย



รูปที่ 1.9 แสดงเครื่องมือตัดแบบเม็ดมีดที่ผลิตจากวัสดุเซรามิกส์

(ที่มา : <http://renishaw-thai.exteen.com/20140325/turning-inserts>, วันเข้าถึง 10 พฤษภาคม 2559)



รูปที่ 1.10 แสดงการจับยึดเม็ดมีดเซรามิกส์กับฐานยึด

(ที่มา : 436304 AUTOMOTIVE PRODUCTION ENGINEERING. ppt., วันเข้าถึง 10 พฤษภาคม 2559)

เซรามิกส์มีคุณสมบัติที่แข็งมากและทนความร้อนในขณะตัดเฉือนได้สูง (จุดหลอมเหลวประมาณ 2,200 องศาเซลเซียส) จึงสามารถใช้งานได้ดีในการกลึงเหล็กหล่อ เหล็กกล้า หรือโลหะที่มีความแข็งมากๆ ที่ความเร็วรอบสูงๆ แต่ข้อด้อยคือ โดยไม่ต้องการการหล่อเย็น สามารถกลึงผิวละเอียดซึ่งจะให้ผิวชิ้นงานที่ดีมาก แต่ก็มีจุดด้อย คือ เปราะมาก เนื่องจากมีคุณสมบัติความเหนียวต่ำมาก ทำให้เปราะแตกได้ง่าย ไม่สามารถทนต่อแรงกระแทกและการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิแบบฉับพลันได้ (จึงทำให้ไม่ต้องการการหล่อเย็น)

และต้องจับยึดกับด้ามอย่างมั่นคงแข็งแรง วัสดุเซรามิกส์นี้ไม่เหมาะสมอย่างยิ่งในการกัดหยาบ และงานที่มีการกระแทก เนื่องจากไม่ต่อเนื่อง

ในอุตสาหกรรมการผลิตก่อนที่จะมีการนำวัสดุเซรามิกส์มาใช้เป็นเครื่องมือตัดนั้น การตัดเฉือนงานแข็งๆ ไม่สามารถใช้ความเร็วรอบสูงมากๆ ได้ เพราะจะเกิดความร้อนที่จุดสัมผัสชิ้นงานสูงมาก ส่งผลให้อายุของเครื่องมือตัดลดลงอย่างมาก และถ้าอุณหภูมิสูงถึง 1,200 องศาเซลเซียส ก็จะถึงจุดหลอมเหลวของซีเมนต์คาร์ไบด์ ทำให้ต้องลดความเร็วรอบลง เพื่อให้การใช้งานเครื่องมือตัดมีอายุการทำงานจนจบผิวงาน แต่เซรามิกมีคุณสมบัติที่สามารถคงสภาพความแข็งในการทำงานที่อุณหภูมิสูง และไม่นำความร้อน เมื่อกลึงหรือกัดงานที่ความเร็วสูงมากๆ จะช่วยทำให้วัสดุชิ้นงานมีความอ่อนตัวลงเนื่องจากอุณหภูมิสูง ทำให้ตัดงานได้ง่ายขึ้น คุณสมบัติอันนี้ทำให้เกิดการเปลี่ยนในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนเครื่องปั้นที่มีชิ้นส่วนวัสดุแข็งๆ หรือในกระบวนการผลิตอุปกรณ์ทางการแพทย์ ที่ทำมาจากวัสดุ ไททาเนียม (titanium) เป็นต้น

1.2.6 เซอร์เมท (Cermets)

วัสดุชนิดนี้เป็นส่วนผสมของเซรามิกส์และโลหะบางชนิด เนื่องจากในวงการอุตสาหกรรมได้พยายามที่จะนำข้อดีของวัสดุเซรามิกส์ที่สามารถคงสภาพความแข็งในการทำงานที่อุณหภูมิสูง (Hot Hardness) และข้อดีของโลหะที่มีคุณสมบัติความเหนียว (Toughness) สูงกว่ามารวมเข้าด้วยกัน จนเกิดเป็นวัสดุ เซอร์เมท (Cermets) ที่แม้จะแตกหักได้ง่ายกว่าซีเมนต์คาร์ไบด์แต่ก็ยังเหนียวกว่าเซรามิกส์ โดยมีส่วนผสมของไททาเนียมคาร์ไบด์ (TiC) แทนทาลัมคาร์ไบด์ (TaC) และไททาเนียมคาร์ไบด์ไนไตรด์ (TiCN) มีนิกเกิลและโมลิบดีนัมหรือโคบอลต์ เป็นวัสดุประสาน เหมาะกับการกัดชิ้นงานที่ทำจาก เหล็กกล้า สแตนเลส และเหล็กหล่อ ที่ความเร็วตัดสูงและอัตราการป้อนต่ำซึ่งจะทำให้ผิวของชิ้นงานเรียบมากโดยอาจไม่จำเป็นต้องมีการเจียระไน



รูปที่ 1.11 แสดงเครื่องมือตัดแบบเม็ดเม็ดที่ผลิตจากวัสดุเซอร์เมท

(ที่มา : <https://toolingcafe.com/2015/11/29/cermet grade/>, วันเข้าถึง 10 พฤษภาคม 2559)

เครื่องมือตัดเซอร์เมท มีคุณสมบัติที่ดี ที่จะไม่ค่อยเกิดปัญหาการยึดติดของเนื้อวัสดุกับเม็ดตัด (BUE, Build Up Edge) (รูปที่ 1.1) ซึ่งจะทำให้ผิวงานที่กลึงออกมามีคุณภาพผิวงานดีกว่าการใช้ซีเมนต์คาร์ไบด์ ภายใต้ปัจจัยการกลึงที่เหมือนกัน และสามารถตัดเฉือนชิ้นงานได้โดยใช้ความเร็วตัดสูงกว่าซีเมนต์คาร์ไบด์ เพราะมีคุณสมบัติทนความร้อนสูงได้ดีกว่า แต่ว่าเครื่องมือตัดวัสดุเซอร์เมทนั้นก็สามารถแตกหักได้ง่ายกว่าซีเมนต์คาร์ไบด์ แต่ก็ยังเหนียวกว่าเซรามิกส์ จึงเหมาะกับงานที่ต้องการเก็บขนาดและผิวละเอียด งานที่เน้นผิวงานออกมันวาว และงานที่ใช้ความเร็วตัดสูงเพื่อช่วยลดเวลาในกระบวนการผลิต

ในปัจจุบันมีเทคโนโลยีที่ใช้การเคลือบผิวเม็ดเม็ดเซอร์เมทเพื่อเพิ่มแรงยึดเกาะผิวให้สามารถทนต่อการกระแทกและหักบิ่นได้ดียิ่งขึ้น จากเดิมที่เหมาะสมกับงานกลึงแบบไม่มีการกระแทก ปัจจุบันเม็ดเม็ดเซอร์เมทบางชนิดได้ถูกผลิตมาเพื่อใช้ในงานกัดที่มีการกระแทกตลอดเวลา และยังให้ผิวงานออกมามีคุณภาพ เพราะคุณสมบัติที่ได้รับการพัฒนาให้สามารถรับแรงกระแทกได้ดีขึ้น และมีความเหนียวมากขึ้น

1.2.7 เพชรสังเคราะห์ (Synthetic Diamond)

นักวิทยาศาสตร์มีพยายามที่จะหาวัสดุที่มีความแข็งใกล้เคียงเพชรหรือมากกว่า เพื่อนำมาใช้งานอุตสาหกรรม โดยเฉพาะอุตสาหกรรมการตัดเฉือนวัสดุ จากการวัดค่าความแข็งพบว่า เพชรมีความแข็งมากกว่าทั้งสแตนคาร์ไบด์และเซรามิกส์ประมาณ 3 – 4 เท่า (ดังตารางที่ 1.1) เนื่องจากความแข็งเป็นคุณสมบัติที่สำคัญประการหนึ่งของเครื่องมือตัดที่ดี ทำให้เพชรเป็นหนึ่งในวัสดุที่ถูกพิจารณานำมาใช้งานตัดเฉือนวัสดุ ปัจจุบันมีผู้ผลิตเพชรสังเคราะห์ (Synthetic Diamond) สำหรับงานอุตสาหกรรมขึ้นมาได้ โดยทำการอบวัสดุประเภทที่สามารถให้ธาตุคาร์บอนในปริมาณสูง (carbon-rich) ภายใต้ความดันและอุณหภูมิสูง แต่อย่างไรก็ตามความแข็งของเพชรที่สังเคราะห์ได้ก็ยิ่งถือว่าด้อยกว่าความแข็งของเพชรในธรรมชาติอยู่มาก

เพชรสังเคราะห์สามารถใช้เป็นเครื่องมือตัดคมเดียว สำหรับการตัดวัสดุที่มีความแข็งจนยากต่อการทำงานด้วยเครื่องมือตัดอื่นๆ ให้ความแม่นยำและผิวสำเร็จที่ดีเยี่ยม หรือสำหรับการตัดขนาดเบา (อัตราป้อนน้อย การป้อนลึกน้อย) ที่อัตราความเร็วรอบสูงๆ สำหรับวัสดุอ่อน เช่น การตัดพลาสติก ยางแข็ง คาร์บอนอัดและอลูมิเนียมที่อัตราความเร็วตัด 5-25 เมตรต่อวินาที จึงจำเป็นต้องมีฐานการรองรับในการจับยึดอย่างมั่นคงแข็งแรง เนื่องจากเพชรมีความแข็งและความเปราะสูงมากเป็นพิเศษ

ข้อจำกัดที่สำคัญของเครื่องมือตัดที่ทำจากเพชรสังเคราะห์ก็คือ ไม่สามารถใช้ตัดเฉือนโลหะกลุ่มเหล็กได้ แม้ว่าเพชรสังเคราะห์จะมีความแข็งมากก็ตาม แต่ด้วยคุณสมบัติของตัววัสดุเพชรสังเคราะห์เองที่เป็นธาตุประกอบมาจากคาร์บอน เมื่อทำการตัดเฉือนโลหะในกลุ่มเหล็ก วัสดุเพชรสังเคราะห์จะเกิดความร้อนที่หน้าผิวสัมผัสสูงมาก ซึ่งวัสดุเพชรสังเคราะห์นี้จะสามารถทนความร้อนได้ไม่เกิน 700 องศาเซลเซียส เมื่อมีอุณหภูมิที่สูงเกินจะทำให้คาร์บอนในเพชรเกิดการแพร่เข้าไปยังเนื้อวัสดุของเหล็ก และทำให้เกิดโครงสร้างของเหล็กคาร์ไบด์ (Fe_3C หรือ Iron carbide) ที่ผิววัสดุงาน ทำให้คุณสมบัติของเพชรสังเคราะห์เปลี่ยนไปและด้อยลง จนสูญเสียสภาพของคมตัดไป (เนื้อวัสดุสึกหรอไปอย่างรวดเร็ว) มีดตัดชนิดที่ผลิตจากเพชรสังเคราะห์จึงเหมาะกับ วัสดุที่ไม่ใช่เหล็ก (Non Ferrous)

เครื่องมือตัดชนิดเพชรสังเคราะห์ แบ่งเป็น 2 ประเภท ใหญ่ๆ ดังนี้

1) เพชรสังเคราะห์รูปแบบโพลีคริสตัลลิน (Polycrystalline Diamond: PCD)

ในอุตสาหกรรมจะเรียกกันว่า PCD เป็นกรรมวิธีการนำผลึกผงเพชรเล็กๆ มาทำให้เกิดปฏิกิริยาบนแผ่นซีเมนต์คาร์ไบด์ ซึ่งโคบอลต์ที่เป็นตัวประสานในคาร์ไบด์จะออกไปจับประสานระหว่างอนุภาคเล็กๆ ของผลึกเพชร และอบภายใต้อุณหภูมิและความกดดันที่เหมาะสม เกิดเป็นฟิล์มสีดำ เคลือบอยู่บนแผ่นซีเมนต์คาร์ไบด์ มีคุณสมบัติที่นำความร้อนและนำไฟฟ้าได้ดี สามารถนำไปผลิตเครื่องมือตัดต่างๆ สำหรับตัดวัสดุที่ไม่ใช่เหล็ก (Non Ferrous) เหมาะกับวัสดุที่ตัดแล้วไม่เกิดความร้อนสูง เช่น อลูมิเนียม ทองแดง ทองเหลือง พลาสติก ไฟเบอร์กลาส เป็นต้น



(ก) ผงผลึกเพชร

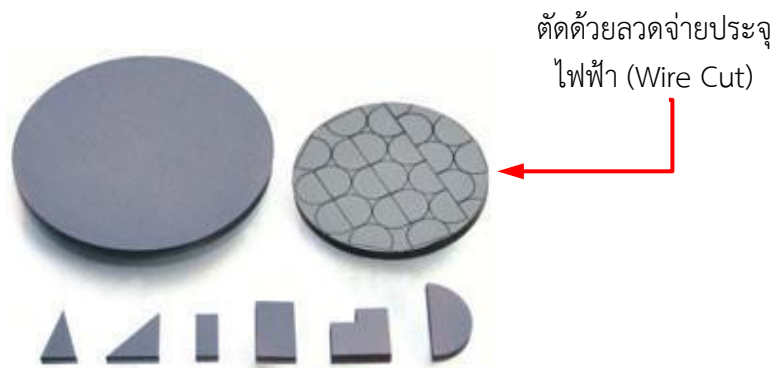


(ข) แท่งซีเมนต์คาร์ไบด์ที่มีผลึกเพชร
ประสานด้วยโคบอลต์เกิดเป็นแผ่นฟิล์มสีดำ

รูปที่ 1.12 แสดงลักษณะของเพชรสังเคราะห์แบบโพลีคริสตัลลิน (PCD)

(ที่มา : http://ussbearings.com/bearings_site/research_article/947/, วันเข้าถึง 10 พฤษภาคม 2559)

เมื่อได้แผ่นวัสดุ PCD จะนำมาตัดเป็นชิ้นเล็กๆ ด้วยกรรมวิธีการใช้ลวดจ่ายประจุไฟฟ้า (Wire Cut) ให้ได้ตามรูปร่างที่ต้องการแล้วยึดติดกับฐานเครื่องมือตัด ซึ่งมักจะเป็น ซีเมนต์คาร์ไบด์หรือเหล็กกล้า โดยจะยึดไว้ในจุดที่จะใช้เป็นคมตัด ส่วนฐานจะผลิตให้เป็นรูปร่างตามที่ต้องการ เช่น มีดกลึง ดอกสว่าน ดอกกัด เป็นต้น



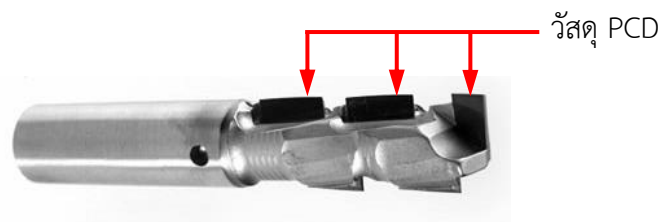
รูปที่ 1.12 แสดงลักษณะของแผ่น PCD ที่ตัดเป็นรูปร่างต่างๆ เพื่อใช้เป็นคมตัด
(ที่มา : <https://www.diytrade.com/>, วันเข้าถึง 13 พฤษภาคม 2559)



(ก) แสดงลักษณะของชิ้นส่วนแผ่น PCD นำมายึดกับเม็ดมีดแบบถอดเปลี่ยนได้
(ที่มา : <http://cuttingtoolchina.com/2-3-pcd-special-insert.html>, วันเข้าถึง 13 พฤษภาคม 2559)



(ข) แสดงลักษณะของชิ้นส่วนแผ่น PCD นำมายึดกับปลายดอกสว่าน
(ที่มา : <http://www.onsrud.com/>, วันเข้าถึง 13 พฤษภาคม 2559)

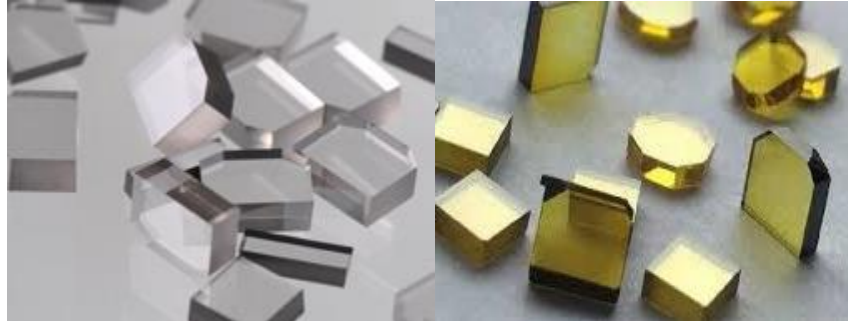


(ค) แสดงลักษณะของชิ้นส่วนแผ่น PCD นำมายึดกับดอกกัด
(ที่มา : <http://razikhah.com/>, วันเข้าถึง 13 พฤษภาคม 2559)

รูปที่ 1.13 แสดงเครื่องมือตัดที่ใช้วัสดุเพชรสังเคราะห์รูปแบบโพลีคริสตัลลีน (PCD) ยึดเป็นคมตัด

2) เพชรสังเคราะห์รูปแบบซิงเกิลคริสตัลไลน์ (Single Crystalline Diamond: SCD)

ในอุตสาหกรรมจะเรียกกันว่า SCD ลักษณะของวัสดุชนิดนี้คือเป็นผลึกคริสตัลแบบเพชร ส่วนใหญ่จะมาจากกระบวนการสร้างด้วยการใช้แรงกดดันสูงและอุณหภูมิสูง (High Pressure, High Temperature: HPHT) มีลักษณะเหมือนเพชร เป็นเม็ดคล้ายแก้ว อาจมีสีใส หรือสีเหลือง (ผลจากไนโตรเจน ในกระบวนการผลิต)



(ก) ผลึก SCD แบบใส

(ข) ผลึก SCD แบบสีเหลือง

รูปที่ 1.14 แสดงลักษณะของเพชรสังเคราะห์แบบซิงเกิลคริสตัลไลน์ (SCD)

(ที่มา : <http://www.e6.com/>, วันเข้าถึง 13 พฤษภาคม 2559)

ในอดีตเครื่องมือตัดเพชรได้มาจากธรรมชาติ เป็นเศษเพชรที่ไม่ได้เอาไปทำเครื่องประดับ การลับคมจะขึ้นอยู่กับช่างที่เจียรระโนว่าจะเลือกเหลี่ยมมุมได้ถูกต้องหรือไม่ ทำให้อายุการใช้งานไม่แน่นอน มากบ้างน้อยบ้าง ส่วนเพชรที่ได้จากการสังเคราะห์หรือที่เรียกกันว่าโมนอดิรา (Monodia) นั้น เหลี่ยมมุมจะถูกกำหนดมาแล้วจากโรงงานที่ผลิต โดยใช้เลเซอร์ในการตัดแต่งมุมของเครื่องมือตัด จึงมีความเที่ยงตรงเท่าๆ กัน มากขึ้น และทำให้อายุการใช้งานเสถียรขึ้น



รูปที่ 1.15 เพชรสังเคราะห์แบบ SCD ยึดติดกับฐานสำหรับเป็นมิดตัด

(ที่มา : <http://www.sonicvd.com/> และ

<http://www.zy-superhardtools.com/>, วันเข้าถึง 13 พฤษภาคม 2559)

ปัจจุบันอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์และอุตสาหกรรมยานยนต์ ใช้วัสดุอลูมิเนียมในชิ้นส่วนประกอบหลายๆ อย่าง และเริ่มมีการนำวัสดุประเภท คาร์บอนไฟเบอร์ (Carbon Fiber Reinforced Polymer: CFRP) ที่ใช้ในอุตสาหกรรมการบิน นำมาประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมยานยนต์ เพื่อลดน้ำหนักของตัวรถให้ส่งผลในการประหยัดพลังงานสำหรับรถยนต์ไฟฟ้า และในหลายๆ อุตสาหกรรมก็เริ่มจะลดการพึ่งพาเหล็ก ลง โดยเปลี่ยนมาใช้วัสดุที่มีน้ำหนักเบาทดแทน เช่น วัสดุงานอลูมิเนียม ซึ่งเดิมอุตสาหกรรมส่วนใหญ่จะใช้มีดตัดคาร์ไบด์ (Carbide) หรือ เหล็กกล้าความเร็วสูง (HSS.) ในการขึ้นรูปอลูมิเนียม ระยะเวลาที่มีการนำเครื่องมือตัดเพชรสังเคราะห์แบบ PCD มาใช้ เนื่องจากคุณสมบัติของเพชรที่ไม่เกิดการหลอมลบกม (Built Up Edge) โดยเฉพาะกับวัสดุงานอลูมิเนียมซึ่งหลอมเหลวและเกาะคมตัดจนป็นได้ง่าย แม้จะมีราคาที่สูงกว่า แต่อายุการ

ใช้งานตามเงื่อนไขที่ถูกต้องนั้น สูงกว่าคาร์ไบด์ประมาณ 5 เท่า และจะให้ผิวที่เรียบกว่าการตัดด้วยคาร์ไบด์มาก ดังนั้นจึงเป็นตัวเลือกหนึ่งที่สามารถช่วยให้ลดต้นทุนได้ โดยต้องคำนึงถึงเงื่อนไขอื่นๆ ด้วย เพราะเครื่องมือตัดแบบเพชรนั้นต้องการเครื่องจักรที่มีความเร็วรอบสูง มั่นคง แข็งแรง ไม่สั่นคลอน เช่น เครื่องจักรประเภท CNC เนื่องจากคุณสมบัติที่แข็งมากแต่ก็เปราะมากเช่นกัน จึงมีโอกาที่จะแตกหักได้สูง

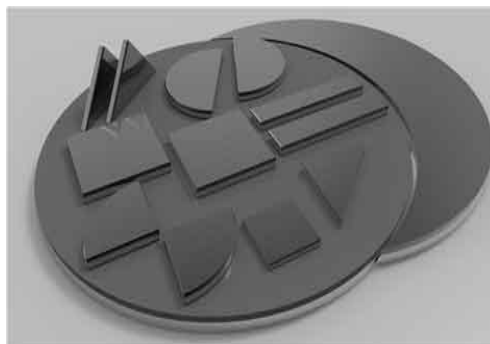
1.2.8 คิวบิกโบรอนไนไตรด์ (Cubic Boron Nitride: CBN)

วัสดุนี้มีชื่อทางโครงสร้างของวัสดุว่า คิวบิก โบรอน ไนไตรด์ แต่ในอุตสาหกรรมเครื่องมือตัดจะเรียกวัสดุนี้ทับศัพท์ไปเลยว่า ซิปีเอ็น (CBN) เป็นวัสดุที่นำมาใช้แทนเพชรสังเคราะห์ ในการเทียบค่าความแข็งของวัสดุต่างๆ ในปัจจุบัน ยังถือว่าเพชร เป็นวัสดุที่แข็งที่สุด แต่โดยพื้นฐานแล้ว องค์ประกอบของเพชร ก็คือคาร์บอน (Carbon) เช่นเดียวกับก้อนถ่าน ไม้ดินสอ หรือกราไฟต์ แต่ความแตกต่างอยู่ที่การจัดเรียงตัวของโครงสร้างผลึก ซึ่งในโครงสร้างผลึกของเพชรจะมีอะตอมคาร์บอนอยู่ใกล้กันมากถึงระดับนาโนเมตร จึงมีความแข็งแรงของพันธะโคเวเลนต์ (covalent) ที่จับกันแน่นๆ มีผลให้เพชรมีความแข็งที่มากขึ้นกว่าคาร์บอนโครงสร้างอื่นๆ

นักวิทยาศาสตร์ได้ทดลองนำวัสดุนิด โบรอน (Boron) ที่มีโครงสร้างใกล้เคียงกับคาร์บอนมากชนิดหนึ่ง มาปรับปรุงให้สามารถนำมาใช้แทนเพชรได้ โดยโบรอนไนไตรด์ (Boron Nitride) เป็นสารสังเคราะห์ที่มีความต้านทานความร้อนและปฏิกิริยาเคมีสูงมาก ประกอบด้วยโบรอนและไนโตรเจนในอัตราส่วน 1:1 มีหลายโครงสร้างผลึกเหมือนกับคาร์บอน ซึ่งโครงสร้างที่นำมาใช้คือ Cubic form (c-BN) มีลักษณะโครงสร้างผลึกฟอร์มตัวเป็นลูกบาศก์คล้ายกับโครงสร้างผลึกของเพชร

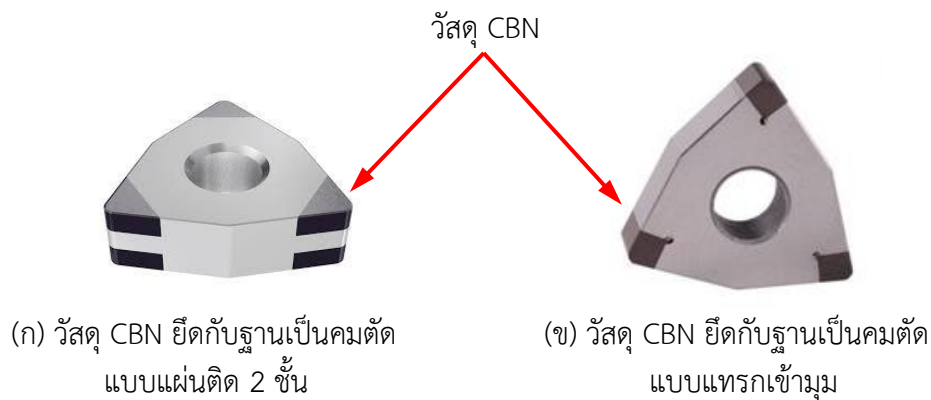
CBN มีคุณสมบัติด้านความแข็งน้อยกว่าเพชร แต่มีคุณสมบัติเด่นที่จะไม่เปลี่ยนแปลงง่ายเมื่อเจออุณหภูมิสูงๆ ซึ่งเพชรสามารถทนความร้อนได้ไม่เกิน 700 องศาเซลเซียส ในขณะที่ CBN สามารถคงค่าความแข็งได้แม้อุณหภูมิจะสูงถึง 1,000 องศาเซลเซียส CBN จึงเหมาะกับการตัดเฉือนวัสดุที่มีความแข็งสูงได้ดี นิยมนำมาใช้ในการตัดเฉือนวัสดุที่มีความแข็งมากๆ และเหล็กที่ผ่านการอบชุบแข็งมาแล้ว

การผลิตวัสดุสังเคราะห์ CBN จะมีกระบวนการผลิตแบบซินเตอร์ภายใต้อุณหภูมิและความกดดันสูงคล้ายการผลิตเพชรสังเคราะห์ และมีรูปร่างลักษณะ เป็นแผ่นฟิล์มสีดำคล้ายกับเพชรสังเคราะห์แบบ PCD จึงมีลักษณะการนำมาใช้เป็นคมตัดลักษณะเดียวกัน คือตัดเป็นชิ้นเล็กๆ รูปร่างตามต้องการด้วยลวดจ่ายประจุไฟฟ้า (Wire Cut) แล้วนำมายึดกับฐานในส่วนที่ต้องการใช้เป็นคมตัด



รูปที่ 1.16 แสดงลักษณะของแผ่น CBN และชิ้นส่วนที่ตัดเป็นรูปร่างต่างๆ เพื่อใช้เป็นคมตัด

(ที่มา : <httpswww.europages.co.uk>, วันเข้าถึง 13 พฤษภาคม 2559)



รูปที่ 1.17 แสดงเครื่องมือตัดแบบเม็ดมิดที่ใช้วัสดุ คิวบิกโบรอนไนไตรด์ (CBN) ยึดเป็นคมตัด
(ที่มา : <https://toolingcafe.com/> และ <http://th.advanced-tool.com/>, วันเข้าถึง 13 พฤษภาคม 2559)

วัสดุเม็ดตัด CBN สามารถนำมาปฏิบัติงานเหล็กแข็งประเภทต่างๆ ได้ดี เหมาะสำหรับงานกลึงโลหะที่มีความแข็งสูง เช่น เหล็กชุบแข็ง, เหล็กหล่อ หรือกลึงตัดคาร์ไบด์ สามารถใช้งานได้ดีที่ความเร็วตัดสูงและอัตราป้อนต่ำ มีคุณสมบัติทนต่อการสึกหรอและความเหนียวในการกัดวัสดุพวกเหล็กชุบแข็งและเหล็กหล่อด้วยวิธีการใช้เกรน CBN ยึดเกาะกับผงเซรามิกพิเศษ สามารถนำไปใช้กับงานกลึงต่อเนื่อง งานกลึงความเร็วสูงและงานกลึงกระแทกเบาได้



รูปที่ 1.18 แสดงเครื่องมือตัดแบบเม็ดมิดที่ใช้วัสดุ คิวบิกโบรอนไนไตรด์ (CBN) กลึงงานชุบแข็ง
(ที่มา : <https://toolingcafe.com/>, วันเข้าถึง 13 พฤษภาคม 2559)

กิจกรรมเสริม

ครูให้นักเรียนนักศึกษาดูคลิปวิดีโอจากอินเทอร์เน็ตเกี่ยวกับวัสดุเครื่องมือตัดและอธิบายเนื้อหาที่เกี่ยวข้อง เช่น

- <https://www.youtube.com/watch?v=dmvjScTx3lI&t=18s> (การทดสอบการกลึงด้วยวัสดุ HSS)
- <https://www.youtube.com/watch?v=4UArW4YHSdw> (การกลึงงานแบบรับภาระงานมากๆ)
- <https://www.youtube.com/watch?v=i9pD5vIHJ8M> (การผลิตชิ้นส่วนต่างๆ ด้วยเครื่องมือตัด)
- <https://www.youtube.com/watch?v=BU14tfjUfQU> (งานกลึงโลหะแข็งด้วยวัสดุเซรามิกส์)
- <https://www.youtube.com/watch?v=c1K5QjR3hyU> (งานกัดโลหะแข็งด้วยวัสดุเซรามิกส์)
- <https://www.youtube.com/watch?v=7ZuBZPop2NU> (งานกลึงด้วยวัสดุเพชรสังเคราะห์แบบ SCD)
- <https://www.youtube.com/watch?v=qkP35yUCB3k> (การผลิตเพชรสังเคราะห์)
- <https://www.youtube.com/watch?v=2MvN5LQO3R4> (งานกลึงโลหะแข็งด้วยวัสดุ CBN)
- <https://www.youtube.com/watch?v=N4-kfSD6XJI> (การผลิตวัสดุโลหะผง)

- ครูสอบถามให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นว่านักเรียนเคยพบเห็นวัสดุเครื่องมือตัดแบบใดมาบ้าง

- ครูนำตัวอย่างชนิดของวัสดุที่นำมาทำเครื่องมือตัดมาให้ให้นักเรียนดู เช่น เหล็กคาร์บอนสูง เหล็กความเร็วสูง หรือ คาร์ไบต์ เป็นต้น

แบบทดสอบหลังเรียนหน่วยที่ 1

ชนิดและวัสดุเครื่องมือตัด

จงทำเครื่องหมายกากบาท (X) ข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว (10 คะแนน)

1. ข้อใดคือลักษณะของคุณสมบัติแบบ ความเหนียว (Toughness) ของวัสดุเครื่องมือตัด
 - ก. ความสามารถของวัสดุที่จะรับพลังงานโดยไม่เกิดการพังหรือแตกหัก
 - ข. ความสามารถของวัสดุที่จะยังคความแข็งไว้ได้ที่อุณหภูมิสูง
 - ค. ความสามารถของวัสดุที่ทนต่อการสึกกร่อนขณะตัดเนื้อวัสดุ
 - ง. ความสามารถของวัสดุที่ทนต่อการขัดถูระหว่างเนื้อชิ้นงานกับขอบของเครื่องมือตัด
 - จ. ความสามารถของวัสดุที่ทนต่อการที่มีแรงมากกระทำกับวัสดุจนเกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งขนาดและรูปร่างไปอย่างถาวร
2. ข้อใดคือลักษณะของคุณสมบัติแบบ ความแข็งแรงเมื่ออุณหภูมิสูง (Hot hardness) ของวัสดุเครื่องมือตัด
 - ก. ความสามารถของวัสดุที่ไม่เกิดการแลกเปลี่ยนอะตอมระหว่างผิวสัมผัสของงานและวัสดุเครื่องมือตัดที่ทำให้สูญเสียความแข็ง (hardness)
 - ข. ความสามารถของวัสดุที่จะยังคความแข็งไว้ได้ที่อุณหภูมิสูง
 - ค. ความสามารถของวัสดุที่จะรับพลังงานโดยไม่เกิดการพังหรือแตกหัก
 - ง. ความสามารถของวัสดุที่จะถ่ายเทความร้อนออกจากเครื่องมือตัดอย่างรวดเร็ว
 - จ. ความสามารถของวัสดุที่ทนต่อการที่มีแรงมากกระทำกับวัสดุจนเกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งขนาดและรูปร่างไปอย่างถาวร
3. ข้อใดคือลักษณะของคุณสมบัติแบบ ความต้านทานการสึกหรอ (Wear resistance) ของวัสดุเครื่องมือตัด
 - ก. ความสามารถของวัสดุที่จะรับพลังงานโดยไม่เกิดการพังหรือแตกหัก
 - ข. ความสามารถของวัสดุที่จะยังคความแข็งไว้ได้ที่อุณหภูมิสูง
 - ค. ความสามารถของวัสดุที่ทนต่อการสึกกร่อนขณะตัดเนื้อวัสดุ
 - ง. ความสามารถของวัสดุที่จะถ่ายเทความร้อนออกจากเครื่องมือตัดอย่างรวดเร็ว
 - จ. ความสามารถของวัสดุที่ทนต่อการที่มีแรงมากกระทำกับวัสดุจนเกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งขนาดและรูปร่างไปอย่างถาวร
4. วัสดุที่ใช้ทำเครื่องมือตัดชนิดใดที่มีคุณสมบัติด้านความเหนียว (Toughness) มากที่สุด

ก. เหล็กกล้าความเร็วสูง (High-speed steel)	ข. ซีเมนต์คาร์ไบด์ (Cemented Carbide)
ค. CBN (Cubic Boron Nitride)	ง. เซรามิกส์ (Ceramics)
จ. เหล็กกล้าคาร์บอนสูง (High carbon steel)	
5. วัสดุที่ใช้ทำเครื่องมือตัดชนิดใดที่มีคุณสมบัติด้านความแข็ง (Hardness) มากที่สุด

ก. เหล็กกล้าความเร็วสูง (High-speed steel)	ข. ซีเมนต์คาร์ไบด์ (Cemented Carbide)
ค. CBN (Cubic Boron Nitride)	ง. เซรามิกส์ (Ceramics)
จ. เหล็กกล้าคาร์บอนสูง (High carbon steel)	

6. ข้อใดเป็นความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและวัสดุเครื่องมือตัดที่เกิดขณะตัดเฉือนชิ้นงานที่ถูกตัด
- ความเหนียว (Toughness) ของวัสดุจะลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น
 - คุณสมบัติ ความต้านทานการสึกหรอ (Wear resistance) จะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น
 - การตัดเฉือนชิ้นงานจะเกิดความร้อนสะสมที่วัสดุเครื่องมือตัดน้อยที่สุด
 - ความแข็ง (hardness) ของวัสดุจะลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น
 - คุณสมบัติ ความแข็งแรง (strength) ของวัสดุจะไม่ลดลงแม้เครื่องมือตัดจะมีอุณหภูมิสูงขึ้น
7. กรรมวิธีการเคลือบผิว (Coating) วัสดุเครื่องมือตัด วิธีใดที่ใช้การเหนี่ยวนำทางไฟฟ้าและเกิดอุณหภูมิในการเคลือบผิวประมาณ 600 องศา
- Chemical Vapor Deposition (CVD)
 - Physical Vapor Deposition (PVD)
 - Spraying Vapor Deposition (SVD)
 - Electrostatic Vapor Deposition (EVD)
 - Polyvinyl Vapor Deposition (EVD)
8. กรรมวิธีการเคลือบผิว (Coating) วัสดุเครื่องมือตัด ประเภท เหล็กกล้าความเร็วสูง (High-speed steel) ควรใช้ กรรมวิธีใด
- Chemical Vapor Deposition (CVD)
 - Physical Vapor Deposition (PVD)
 - Spraying Vapor Deposition (SVD)
 - Electrostatic Vapor Deposition (EVD)
 - Polyvinyl Vapor Deposition (EVD)
9. ข้อใดเป็นลักษณะของคุณสมบัติของวัสดุเครื่องมือตัดชนิดเหล็กกล้าความเร็วสูง (High-Speed Steel)
- มีความแข็ง (hardness) มากกว่าเหล็กกล้าคาร์บอนสูง
 - มีค่า ความแข็งแรงเมื่อมีอุณหภูมิสูง (Hot hardness) สูงกว่า เซรามิกส์ (Ceramics)
 - มีความต้านทานการสึกหรอดีกว่า ซีเมนต์คาร์ไบด์ (Cemented Carbide)
 - มีค่า ความต้านทานการสึกหรอ (Wear resistance) สูงกว่า CBN (Cubic Boron Nitride)
 - ถูกทุกข้อ
10. ข้อใด **ไม่เหมาะสม** กับงานที่ใช้เครื่องมือตัดชนิดเซรามิกส์ (Ceramics)
- งานที่สามารถทนแรงกระแทก ใช้กลึง-กัดหยาบได้ดี
 - ใช้งานได้ในอุณหภูมิสูงกว่า 1000°C
 - งานที่ไม่ต้องการการหล่อเย็น
 - ใช้สำหรับงานกลึง-กัดวัสดุแข็งได้ดี
 - ถูกทุกข้อ

แบบประเมินด้วยตนเอง

ชื่อ.....นามสกุล.....ระดับชั้น.....ปีที่.....เลขที่.....

ด้านทักษะการเรียนรู้ (ทักษะพิสัย) จากการทำแบบประเมินผลการเรียนรู้ เกณฑ์ผ่าน 60 % ขึ้นไป

เฉลยแบบฝึกหัดก่อนและหลังเรียน

ข้อที่	เฉลย	ข้อที่	เฉลย
1	ก	6	ง
2	ข	7	ข
3	ค	8	ข
4	จ	9	ก
5	ค	10	ก

คะแนนแบบทดสอบก่อนเรียน ได้.....คะแนน คิดเป็น..... % ได้เกณฑ์.....

คะแนนแบบทดสอบหลังเรียน ได้.....คะแนน คิดเป็น..... % ได้เกณฑ์.....

ด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ (จิตพิสัย) เกณฑ์ผ่าน 15 คะแนน

ให้นักเรียนประเมินตนเอง โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

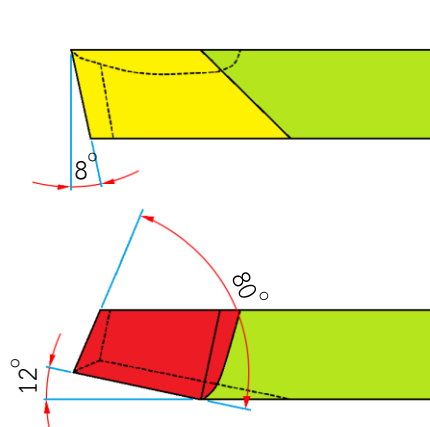
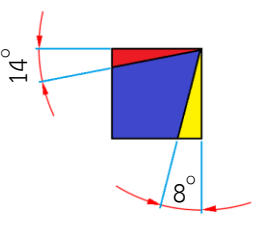
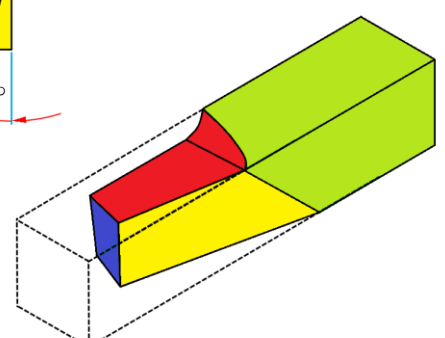
2 คะแนน หมายถึง ดีมาก

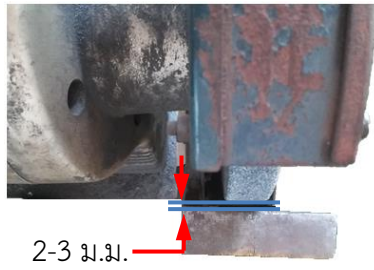
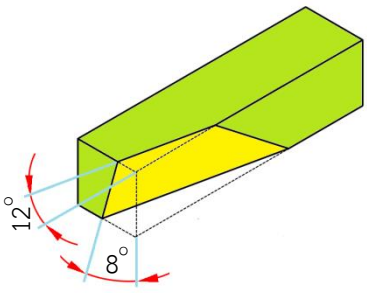
1 คะแนน หมายถึง ปานกลาง

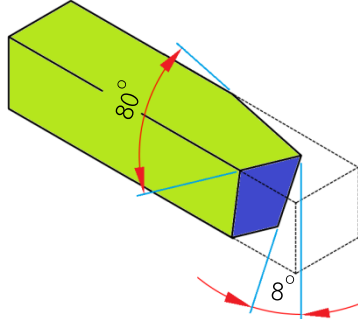
0 คะแนน หมายถึง ต้องปรับปรุง

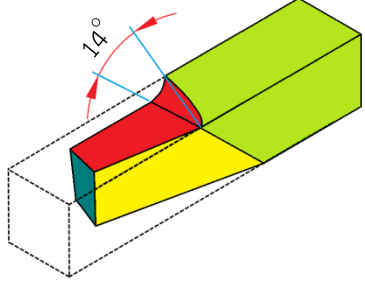
หัวข้อประเมิน	คะแนน	นร.	ครู
ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ เช่น ใช้ความคิดหลากหลายเพื่อแก้ปัญหา, คิดสิ่งใหม่ ๆ ที่เป็นประโยชน์	2		
ความมีวินัย เช่น แต่งกายถูกต้องตามระเบียบ-ข้อตกลง, ตรงต่อเวลา	2		
ความรับผิดชอบ เช่น มีการเตรียมความพร้อมในการเรียน และการปฏิบัติงาน	2		
ความซื่อสัตย์สุจริต เช่น ตั้งใจทำแบบทดสอบด้วยตนเอง ไม่ทุจริต	2		
ความรักสามัคคี เช่น ร่วมมือกันทำกิจกรรมกลุ่ม, ยอมรับความคิดเห็นด้วยเหตุผล	2		
ความสนใจใฝ่รู้ เช่น ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง, ซักถามปัญหาข้อสงสัย	2		
การพึ่งตนเอง เช่น แก้ปัญหาเฉพาะหน้าได้, ทำงานได้ภายใต้ข้อกำหนด	2		
มนุษยสัมพันธ์ที่ดี เช่น กิริยาท่าทาง พุดจาสุภาพ, ช่วยเหลือผู้อื่น	2		
ความเชื่อมั่นในตนเอง เช่น แสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล, เสนอตัวแข่งขันหรือทำงานท้าทาย	2		
การประหยัด เช่น ใช้ทรัพยากร ทั้งของตนเองและส่วนรวมอย่างคุ้มค่า	2		
รวม	20		

คะแนนด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ ได้.....คะแนน คิดเป็น..... %
ได้เกณฑ์.....

ใบงานที่ 4.2	
วิชา ลับคมเครื่องมือตัด	รหัสวิชา 2102-2105
หน่วยที่ 3 เครื่องกลึงและงานลับมีดกลึง	สป.ที่ 7
ชื่องาน งานลับมีดกลึงปอกขวา	เวลา 4 ชั่วโมง
จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม 1. สามารถลับคมมีดกลึงปอกขวาได้ 2. สามารถวัดมุมมีดกลึงปอกขวาที่ลับได้ 3. สามารถปฏิบัติงานด้วยความปลอดภัย	
คำสั่ง: จงลับมีดกลึงปอกขวาตามมุมที่กำหนดให้ 1) มุมหลบหน้ามีด ขนาด 8 องศา 2) มุมเอียงคมตัด ขนาด 12 องศา 3) มุมรวมปลายมีด ขนาด 80 องศา 4) มุมคายข้าง ขนาด 14 องศา 5) มุมหลบด้านข้าง ขนาด 8 องศา   	
เครื่องมือและอุปกรณ์ 1. เครื่องเจียระไนตั้งพื้น 2. น้ำหล่อเย็น 3. ไขวัดมุม 4. แวนตานิริภัย 5. อุปกรณ์แต่งหน้าหินเจียระไน 6. ชุดประแจสำหรับปรับแท่นรองชิ้นงาน	
วัสดุ - มีดกลึงเหล็กกล้ารอบสูง (High Speed Steel) ขนาด 3/8 x 3/8 นิ้ว ยาว 8 นิ้ว	
** งานลับมีดกลึงปอกขวา ให้ส่งครูผู้สอนเมื่อลับเสร็จแล้ว โดยให้นักเรียนวัดงานด้วยตนเอง ให้ครูผู้สอนดูและครูวัดตรวจสอบอีกครั้ง**	

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	
1. ศึกษารูปแบบของมีดกลึงปอกขวา และขั้นตอนการปฏิบัติงานในใบงาน 2. เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ น้ำหล่อเย็นให้พร้อมก่อนปฏิบัติงาน 3. แต่งกายให้ถูกระเบียบ รัดกุมและสวมแว่นตาเพื่อป้องกันอันตราย 4. ตรวจสอบเครื่องเจียระไนลับคมตัดให้พร้อมก่อนปฏิบัติงาน	
5. ตรวจสอบผิวหน้าล้อหินเจียระไน ถ้าหน้าหินทื่อหรือไม่เรียบ ให้แต่งหน้าหินใหม่ ดังนี้ - เปิดสวิตช์ให้เครื่องเจียระไนหมุน รอจนล้อหินหมุนจนความเร็วรอบคงที่ - แต่งหน้าล้อหินให้เรียบเสมอกัน	
6. ตรวจสอบระยะห่างของแท่นรองชิ้นงาน ถ้าห่างมากกว่า 3 มิลลิเมตร ให้ปรับระยะใหม่ ให้อยู่ระหว่าง 2-3 มิลลิเมตร ดังนี้ - ปิดสวิตช์ให้เครื่องเจียระไนหยุดหมุน รอจนล้อหินหยุดหมุนจนนิ่งอยู่กับที่ - ใช้ประแจขันปรับให้แท่นรองรับชิ้นงานห่างจากหน้าล้อหินประมาณ 2-3 มิลลิเมตร	
7. ชีตเส้นที่แท่นรองชิ้นงานให้เอียงจากหน้าหิน 12 องศา เพื่อเป็นแนวในการลับมุมเอียงคมตัด	
8. ลับด้านที่ 1 ให้เกิด 2 มุม พร้อมกัน คือ - มุมที่ 1 มุมเอียงคมตัด 12 องศา - มุมที่ 2 มุมหลบข้าง 8 องศา	

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	
คำอธิบาย	รูปแสดงขั้นตอนการปฏิบัติงาน
9. ลับด้านที่ 1 จับมีดกลึงให้มือขวานำและมือซ้ายตาม 10. ดูแนวมีดกลึงกับเส้นที่ขีดไว้ให้เกิดมุมเอียงคมตัด 11. ทำให้เกิดมุมหลบด้านข้างโดยเอียงด้านล่างของมีดกลึงเข้าหา หินเจียรระโนเล็กน้อย 12. เลื่อนมีดกลึงให้เข้าหาหินเจียรระโน โดยรักษามุมไว้ไม่ออกแรง กดที่นิ้วมากเกินไป จะทำให้มุมเปลี่ยนไป	
13. ตรวจสอบมุมเอียงคมตัดที่ลับคมได้ ด้วยใบวัดมุมครึ่งวงกลม กำหนดมุม 12 องศา	
14. ตรวจสอบมุมหลบข้างที่ลับคมได้ ด้วยใบวัดมุมครึ่งวงกลม กำหนดมุม 8 องศา ให้สมมุติมุม 90 องศา เป็น 0 องศา 15. เมื่อวัดตรวจสอบมุมแล้ว ถ้ามุมที่ได้ยังไม่อยู่ในเกณฑ์ให้ทำการแก้ไข	
16. ลับด้านที่ 2 ให้เกิด 2 มุม พร้อมกัน คือ มุมที่ 1 มุมรวมปลายมีด 80 องศา มุมที่ 2 มุมหลบหน้ามีด 8 องศา	
17. ขีดเส้นที่แท่นรองชิ้นงานให้เอียงจากหน้าหิน 80 องศา เพื่อเป็นแนวในการลับมุมรวมปลายมีด	

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	
คำอธิบาย	รูปแสดงขั้นตอนการปฏิบัติงาน
18. ลับด้านที่ 2 จับมีดกลึงให้มือซ้ายนำและมือขวาตาม 19. ดูแนวมีดกลึงกับเส้นที่ขีดไว้ให้เกิดมุมรวมปลายมีด 20. ทำให้เกิดมุมหลบหน้ามีดโดย วางแนวเกือบขนานกับแท่นรองรับชิ้นงาน เนื่องจากล้อหินกลม 21. เลื่อนมีดกลึงให้เข้าหาหินจนกระทั่ง โดยรักษามุมไว้ไม่ออกแรงกดมากเกินไป จะทำให้มุมเปลี่ยนไป	
22. ตรวจสอบมุมรวมปลายมีดที่ลับคมได้ ด้วยใบวัดมุมครึ่งวงกลม กำหนดมุม 80 องศา	
23. ตรวจสอบมุมหลบหน้ามีดที่ลับคมได้ ด้วยใบวัดมุมครึ่งวงกลม กำหนดมุม 8 องศา ให้สมมุติมุม 90 องศา เป็น 0 องศา 24. เมื่อวัดตรวจสอบมุมแล้ว ถ้ามุมที่ได้ยังไม่อยู่ในเกณฑ์ให้ทำการแก้ไข	
25. ลับด้านที่ 3 ให้เกิด 1 มุม คือ มุมคายข้าง 14 องศา โดยที่ มุมคายหลังมีด เป็นศูนย์องศา	
26. ลับด้านที่ 3 จับมีดกลึงให้มือซ้ายนำและมือขวาจับด้ามมีด ให้มือซ้ายวางบนแท่นรองรับชิ้นงานเพื่อประคองมีดกลึงขณะลับคม	

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	
คำอธิบาย	รูปแสดงขั้นตอนการปฏิบัติงาน
29. ตรวจสอบมุมคายข้างที่ลักคมได้ ด้วยใบวัดมุมครึ่งวงกลม กำหนดมุม 14 องศา 30. เมื่อวัดตรวจสอบมุมแล้ว ถ้ามุมที่ได้ยังไม่อยู่ในเกณฑ์ให้ทำการแก้ไข	
31. ปิดสวิทช์เครื่องเจียรระไน รอให้ล้อหินหยุดหมุน 32. ทำความสะอาดเครื่องมือและอุปกรณ์ ส่งคืนผู้สอนให้เรียบร้อย 33. ทำความสะอาดเครื่องเจียรระไนและพื้นที่ปฏิบัติงาน ให้เรียบร้อย 34. ส่งงานครูผู้สอน และวัดมุมให้ครูผู้สอนดู	

ใบประเมินผลการปฏิบัติงาน (ใบงานที่ 4.2)					
วิชาลัทธิเครื่องมือตัด				รหัสวิชา 2102-2105	
หน่วยที่ 3 เครื่องกลึงและงานลัทธิเครื่องมือตัด				สป.ที่ 7	
ชื่องาน งานลัทธิเครื่องมือตัด				เวลา 4 ชั่วโมง	
ชื่อ-สกุล เลขที่					
ระดับชั้นปี กลุ่มที่ สาขาวิชาวิชา					
จุดที่	รายการ	พิกัดที่กำหนด	คะแนน	ขนาดที่วัดได้	คะแนนที่ได้
1	มุมเอียงคมตัด 12 องศา	± 1 องศา	10		
2	มุมหลบด้านข้าง 8 องศา	± 1 องศา	10		
3	มุมรวมปลายมีด 80 องศา	± 1 องศา	10		
4	มุมหลบด้านหน้า 8 องศา	± 1 องศา	10		
5	มุมคายข้าง 14 องศา	± 1 องศา	10		
6	ความเรียบของผิวลัทธิ		10		
7	การแต่งกายตามกฎระเบียบ		10		
8	การตรงต่อเวลา		10		
9	ความปลอดภัยในการทำงาน		10		
10	การทำความสะอาด		10		
คะแนนรวม			100		
เกณฑ์การประเมิน ระดับคะแนน คะแนน 90 – 100 = ดีมาก 80 – 89 = ดี 70 – 79 = ปานกลาง 60 – 69 = พอใช้ 50 – 59 = ต้องปรับปรุง			ระดับผลรวมของคะแนนได้ผลประเมิน ดังนี้ () ได้คะแนน 90 – 100 = ดีมาก () ได้คะแนน 80 – 89 = ดี () ได้คะแนน 70 – 79 = ปานกลาง () ได้คะแนน 60 – 69 = พอใช้ () ได้คะแนน 50 – 59 = ต้องปรับปรุง		
ข้อเสนอแนะ.....					
.....					
ผู้ประเมิน.....			วันที่.....เดือน.....พ.ศ.		

ใบประเมินผลการปฏิบัติงาน (ใบงานที่ 4.2)		
วิชาลัทธิเครื่องมือตัด	รหัสวิชา 2102-2105	
หน่วยที่ 3 เครื่องกลึงและงานลัทธิมีดกลึง	สป.ที่ 7	
ชื่องาน งานลัทธิมีดกลึงปอกขวา	เวลา 4 ชั่วโมง	
เกณฑ์การให้คะแนนตามใบประเมินผลการปฏิบัติงาน		
รายการตรวจสอบ	ระดับการประเมิน	คะแนน
จุดที่ 1 – 5 ขนาดพิสัยความเผื่อของมุม	± 1 องศา	10
	± 2 องศา	8
	± 3 องศา	5
	± 4 องศา	3
	มากกว่า ± 4 องศา	0
จุดที่ 6 ความเรียบของผิวลัทธิ	ผิวของรอยลัทธิเรียบทุกด้าน	10
	ผิวของรอยลัทธิไม่เรียบ 1 ด้าน	8
	ผิวของรอยลัทธิไม่เรียบ 2 ด้าน	5
	ผิวของรอยลัทธิไม่เรียบ 3 ด้าน	3
	ผิวของรอยลัทธิไม่เรียบ 3 ด้านและมีรอยไหม้	0
จุดที่ 7 การแต่งกายตามกฎระเบียบ	แต่งกายถูกต้องตามระเบียบ	10
	แต่งกายไม่เรียบร้อยแต่ถูกระเบียบ	5
	แต่งกายไม่ถูกระเบียบ	0
จุดที่ 8 การตรงต่อเวลา	ทำงานเสร็จตามเวลาที่กำหนด	10
	ทำงานเกินเวลาที่กำหนด (ส่งงานช้า สป. ที่ 1)	8
	ทำงานเกินเวลาที่กำหนด (ส่งงานช้า สป. ที่ 2)	6
	ทำงานเกินเวลาที่กำหนด (ส่งงานช้า สป. ที่ 3)	4
	ทำงานเกินเวลาที่กำหนด (ส่งงานช้า สป. ที่ 4)	2
	ทำงานเกินเวลาที่กำหนด(ส่งงานเกิน สป. ที่ 5)	0
จุดที่ 9 ความปลอดภัยในการทำงาน	ปฏิบัติงานปลอดภัยและใช้อุปกรณ์ป้องกัน	10
	ปฏิบัติงานไม่ปลอดภัยและใช้อุปกรณ์ป้องกัน	5
	ปฏิบัติงานไม่ปลอดภัยและไม่ใช้อุปกรณ์ป้องกัน	0
จุดที่ 10 การทำความสะอาด	ทำความสะอาดหลังปฏิบัติงานเรียบร้อย	10
	ทำความสะอาดหลังปฏิบัติงานไม่เรียบร้อย	7
	ต้องเตือนให้ทำความสะอาด	5
	ไม่ทำความสะอาดหลังปฏิบัติงาน	0

4.6.4 การลัดคมตัดมีดกลึงเกลียวสามเหลี่ยม 60 องศา

เกลียวในงานเครื่องมือกลนั้นนับว่ามีความสำคัญเป็นอย่างมาก เนื่องจากนำมาใช้งานในงานเครื่องมือกลเป็นจำนวนมาก เช่น ใช้ในการจับยึด ใช้ในการส่งกำลัง ฯลฯ เกลียวมีหลายชนิดและหลายประเภท และมีวิธีการผลิตได้หลายวิธี เช่น การทำเกลียวด้วยมือ การทำเกลียวด้วยเครื่องจักร เป็นต้น การกลึงเกลียวด้วยเครื่องกลึงก็เป็นวิธีที่สามารถสร้างเกลียวได้หลายประเภท โดย ปัจจัยสำคัญก็คือ การกำหนดระยะพิทของเกลียวด้วยเครื่องกลึง และรูปร่างของเกลียวที่เกิดจากรูปร่างของมีดกลึง เช่น เกลียวสามเหลี่ยม เกลียวสี่เหลี่ยม เกลียวสี่เหลี่ยมคางหมู เป็นต้น การลัดคมมีดกลึงเกลียวต้องลัดให้มีรูปร่างตามชนิดของเกลียวที่จะทำการกลึง



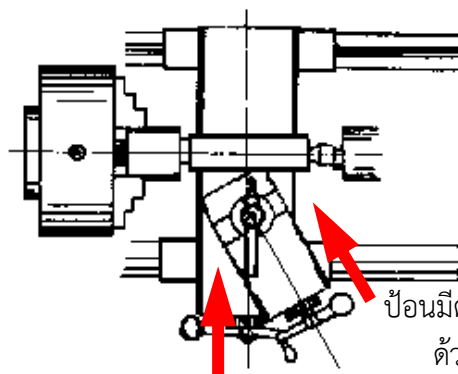
รูปที่ 4.120 แสดงลักษณะการกลึงเกลียวสามเหลี่ยม
(ที่มา : สุรชัย บุญโสภณ, 2559)

การกลึงเกลียวมีลักษณะการเดินกินเนื้องานเหมือนการกลึงปอก แต่มีการตั้งระยะอัตราป้อนให้เท่ากับระยะพิทของเกลียว ในหัวข้อนี้จะกำหนดให้ลัดมีดกลึงเกลียวสามเหลี่ยม เนื่องจากมีการใช้งานและผลิตด้วยการกลึงเป็นจำนวนมาก จึงสามารถใช้เป็นพื้นฐานในการปฏิบัติการลัดคมมีดกลึงเกลียวชนิดอื่นต่อไป

การกลึงเกลียวสามเหลี่ยมมีมุม 60 องศา สามารถใช้วิธีการป้อนเข้ากินเนื้องานใน 3 ลักษณะ คือ

- 1) การป้อนมีดกลึงกินในทิศทางตั้งฉากกับชิ้นงาน จะกลึงง่ายแต่ผิวไม่ค่อยเรียบ
- 2) การป้อนมีดกลึงแบบเอียงองศาประมาณ 29 องศา มีดกินงานดีรับแรงน้อย ผิวไม่เรียบ
- 3) การป้อนมีดกลึงทั้งในทิศทางตั้งฉากกับชิ้นงานและแบบเอียงองศาประมาณ 29 องศา ทั้ง

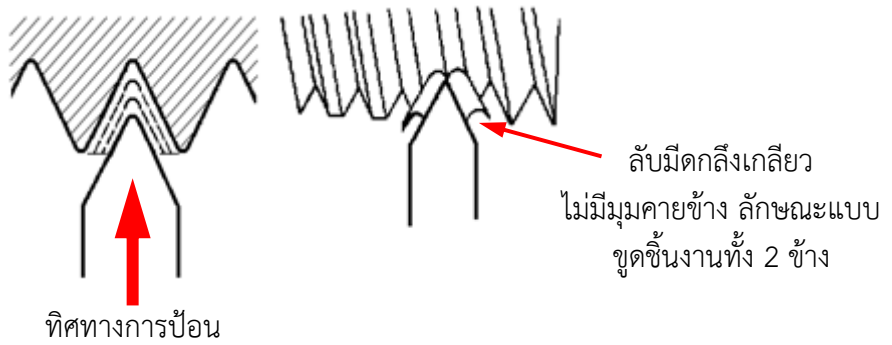
2 ลักษณะร่วมกัน มีดกินงานดีรับแรงน้อย การกลึงต้องระวังมากขึ้นแต่ให้ผิวงานที่ดีกว่า



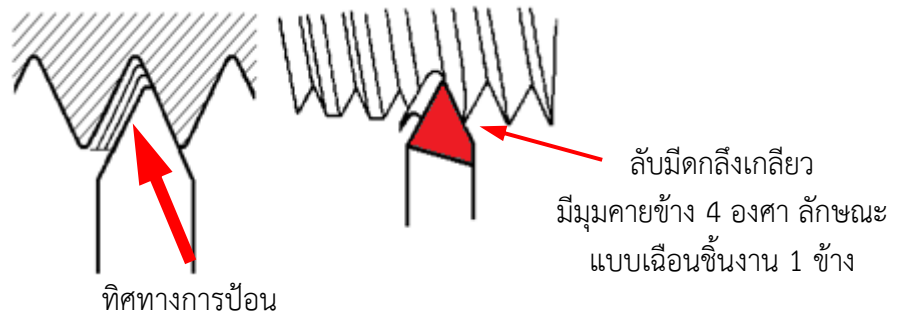
ป้อนมีดกลึงเอียง 29 องศา
ด้วยแท่นเลื่อนบน

ป้อนมีดกลึงทิศทางตั้งฉากกับงาน ด้วยแท่นเลื่อนขวาง

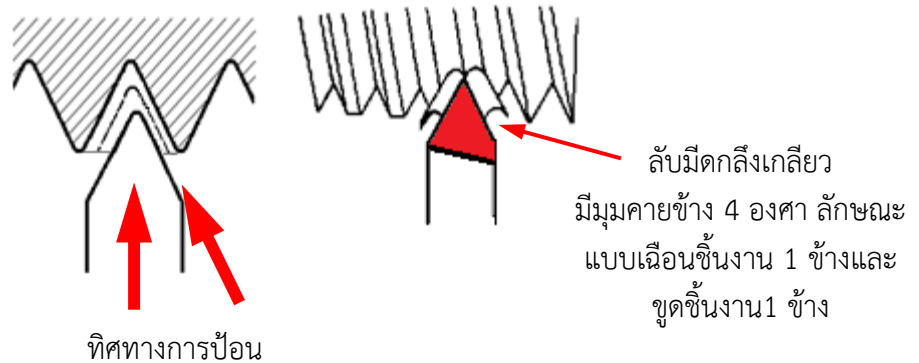
รูปที่ 4.121 แสดงลักษณะทิศทางการป้อนลึกเพื่อกลึงเกลียว
(ที่มา : สุรชัย บุญโสภณ, 2559)



(ก) การป้อนมีดกลิ้งกินในทิศทางตั้งฉากกับชิ้นงาน



(ข) การป้อนมีดกลิ้งแบบเอียงองศาประมาณ 29 องศา



(ค) การป้อนมีดกลิ้งในทิศทางตั้งฉากกับชิ้นงานและแบบเอียงองศาประมาณ 29 องศา ร่วมกัน

รูปที่ 4.122 แสดงลักษณะการกินเนื้องานจากทิศทางการป้อน

(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

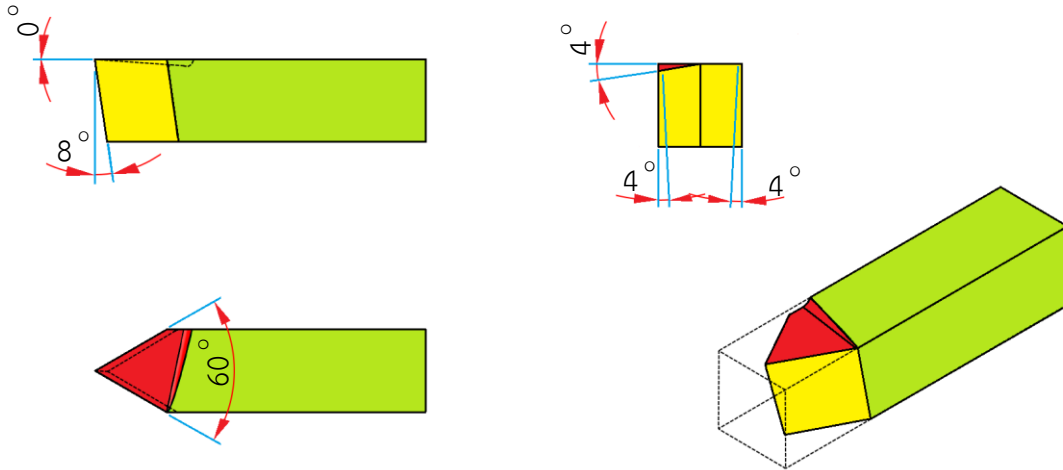


รูปที่ 4.123 แสดงลักษณะของมีดกลิ้งเกลียวสามเหลี่ยม 60 องศา

(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

จากลักษณะของมีดกลึงเกลียวสามเหลี่ยม 60 องศา มีมุมที่สำคัญที่จะต้องลบคมตัด ดังนี้

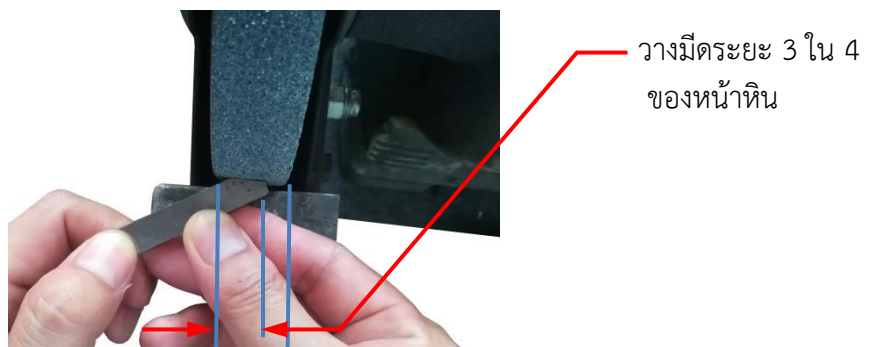
- 1) มุมคายหลังมีด ขนาด 0 องศา
- 2) มุมหลบหน้ามีด ขนาด 8 องศา
- 3) มุมรวมปลายมีด ขนาด 60 องศา
- 4) มุมคายข้าง ขนาด 4 องศา
- 5) มุมหลบข้างซ้าย ขนาด 4 องศา
- 6) มุมหลบข้างขวา ขนาด 4 องศา



รูปที่ 4.124 แสดงมุมของมีดกลึงเกลียวสามเหลี่ยม 60 องศา
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

ขั้นตอนการปฏิบัติงานลบคมตัดมีดกลึงเกลียวสามเหลี่ยม 60 องศา

1. เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ในการลบคมตัดและการวัดมุม
2. ตรวจสอบสภาพความพร้อมของเครื่องเจียระไนลบคมตัดก่อนปฏิบัติงาน ถ้าหน้าหินเจียระไน ไม่เรียบหรือหมดคม ต้องแต่งหน้าหินใหม่ (ดังรูปที่ 4.54) และปรับระยะแท่นรองชิ้นงาน และปรับระยะแท่นรองรับชิ้นงานให้ห่างประมาณ 2-3 มม. (ดังรูปที่ 3.16)
3. ลบคมตัด ด้านที่ 1 ให้ลบให้เกิด 2 มุม พร้อมๆ กันในการเจียระไน คือ
 - 1) ลบมุมเอียงที่ทำให้เกิดมุมรวมปลายมีดด้านแรก กำหนดมุม 30 องศา เพื่อเป็นการตั้งแนวของมีดกลึงให้ตรงไม่เอียงไปทางซ้ายหรือขวาเมื่อลบคมด้านที่ 2 ทำการลบคมโดยวางมีดที่หน้าหินประมาณ 3 ใน 4 ของหน้าหิน เอียงด้ามมีดจากแนวขนานหน้าหินประมาณ 30 องศา



รูปที่ 4.125 แสดงการลบมุมเอียงด้านที่ 1
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

2) ลับมุมหลบด้านข้างซ้าย 4 องศา โดยตั้งมิตให้ตรงไม่เอียงด้านล่างหรือด้านบนของมิตเข้าหาหินเจียรระโน เนื่องจากต้องการมุมหลบด้านข้างองศาหน่อยๆ เพียง 4 องศาเท่านั้น และหินเจียรระโนเป็นวงกลมทำให้มิตจะถูกกลับจากด้านล่างก่อนอยู่แล้ว



รูปที่ 4.126 แสดงการลับมุมหลบด้านข้างซ้าย
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

4. วัดตรวจสอบมุมด้วยใบวัดมุมครึ่งวงกลม ทั้ง 2 มุม ดังนี้

1) วัดตรวจสอบมุมเอียง 30 องศา โดยใช้มือขวาจับให้ด้ามมีดแนบขนานไปกับก้านบรรทัด และใช้มือขวาทาใบใบครึ่งวงกลมแนบขนานไปกับด้านที่ลับมุม จึงอ่านค่าองศาที่ใบวัด



รูปที่ 4.127 แสดงการวัดตรวจสอบมุมเอียงด้านแรก 30 องศา
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

2) วัดตรวจสอบมุมหลบด้านข้างซ้าย 4 องศา โดยกำหนดให้มุมที่ใบวัดมุม 90 องศาเป็นมุมเริ่มต้นที่ 0 องศา จากนั้นใช้มือขวาจับมีดหันปลายมีดเข้าหาตัวแล้ววางด้านล่างของมีดกับใบครึ่งวงกลม ใช้มือขวาจับใบวัดมุมนี้หัวแม่มือกดก้านวัดเบาๆ แล้วใช้นิ้วชี้ดันก้านบรรทัดแนบกับด้านที่ลับมุมเมื่อเห็นว่าแนบแล้วให้กดนิ้วหัวแม่มือเพื่อไม่ให้ก้านวัดมุมขยับ จึงอ่านค่าองศาที่ใบวัด



รูปที่ 4.128 แสดงการวัดตรวจสอบมุมหลบด้านข้างซ้าย
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

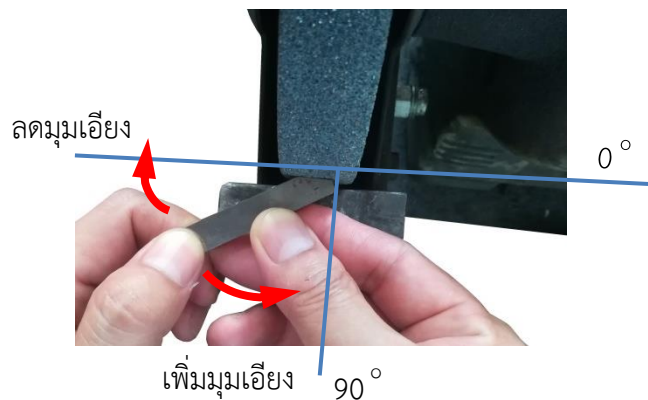
เมื่อตรวจสอบมุมของมุมเอียง 30 องศา และมุมหลบด้านข้างซ้ายแล้ว หากพบว่ามุมที่ลับคมนั้นไม่ได้ตามที่ต้องการ เช่น มีมุมมากเกินไป หรือมีมุมน้อยเกินไป ให้แก้ไขดังนี้

1) การแก้ไขมุมเอียง 30 องศา

- ให้สมมุติว่า แนวขนานกับหน้าหินป็นแนว 0 องศา และแนวตั้งฉากกับหน้าหินให้เป็นแนว 90 องศา

- มุมเอียงมากกว่า 30 องศา ให้ปรับลดมุมมีดโดยการขยับมือซ้ายให้ปลายด้ามของมีดกลิ้งเอียงเข้าหาแนว 0 องศา มากขึ้น ตามองศาที่เกินไปจากการวัดตรวจสอบมุม

- มุมเอียงน้อยกว่า 30 องศา ให้ปรับเพิ่มมุมมีดโดยการขยับมือซ้ายให้ปลายด้ามของมีดกลิ้งเอียงเข้าหาแนว 90 องศา มากขึ้น ตามองศาที่เกินไปจากการวัดตรวจสอบมุม

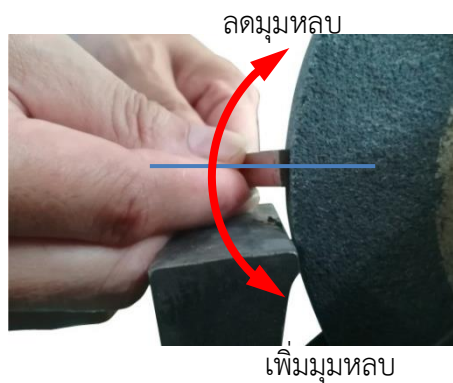


รูปที่ 4.129 แสดงแนวในการแก้ไขมุมเอียงด้านแรก 30 องศา
(ที่มา : สุรชัย บุญโสภณ, 2559)

2) การแก้ไขมุมหลบด้านข้างซ้าย

- มุมหลบด้านข้างซ้ายมากกว่า 4 องศา ให้ปรับลดมุมโดยการ ปรับมือให้เอียงด้านบนของมีดเข้าหาล้อหินเจียรระโนเพิ่มขึ้นเล็กน้อย

- มุมหลบด้านข้างซ้ายน้อยกว่า 4 องศา ให้ปรับเพิ่มมุมโดยการ ปรับมือให้เอียงด้านล่างของมีดเข้าหาล้อหินเจียรระโนเพิ่มขึ้นเล็กน้อย



รูปที่ 4.130 แสดงแนวในการแก้ไขมุมหลบด้านข้างซ้าย
(ที่มา : สุรชัย บุญโสภณ, 2559)

5. ลับคมตัด ด้านที่ 2 ให้ลับ 2 มุม พร้อมๆ กันในการเจียรระโน คือ

1) ลับมุมเอียงด้านที่ 2 ให้เกิดมุมรวมปลายมีด 60 องศา เข้าหินโดยให้สลับด้านปลายมีด และสลับมือที่จับด้ามมีด ให้มือซ้ายนำและมือขวาจับด้ามมีด วางนิ้วบนแท่นรองรับชิ้นงาน เลื่อนมีดเข้าหิน โดยเอียงจากหน้าหินประมาณ 30 องศา เพื่อให้ได้มุมรวมปลายมีด 60 องศา



รูปที่ 4.131 แสดงการลับมุมเอียงด้านที่ 2 ให้เกิดมุมรวมปลายมีด 60 องศา
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

2) ลับมุมหลบด้านข้างขวา 4 องศา โดยตั้งมีดให้ตรงไม่เอียงด้านล่างหรือด้านบนของมีดเข้าหาหินเจียรระโน เช่นเดียวกับมุมหลบด้านข้างซ้าย เนื่องจากหินเจียรระโนเป็นวงกลมทำให้มีดจะถูกกลับจากด้านล่างก่อนอยู่แล้ว เมื่อลับมุมนี้ได้ 4 องศาแล้วจะเกิดมุมหลบหน้ามีด 8 องศาเองจากมุมหลบข้างซ้ายและขวาทั้ง 2 ด้าน



รูปที่ 4.132 แสดงการลับมุมหลบด้านข้างขวา
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

6. วัดตรวจสอบมุมรวมปลายมีดด้วยเกจวัดเกลียว 60 องศา และมุมหลบด้านข้างขวา ด้วยใบวัดมุมครึ่งวงกลม ดังนี้

1) วัดตรวจสอบมุมรวมปลายมีด 60 องศา โดยเทียบปลายมีดเข้ากับมุมของเกจวัดมุม 60 องศา ต้องให้ขอบบนของมีดเรียบเสมอกับแผ่นเกจ และต้องมีมุมพอดีกับเกจวัดมุม



รูปที่ 4.133 แสดงการวัดตรวจสอบมุมรวมปลายมีด
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

2) วัดตรวจสอบมุมที่ 2 มุมหลบด้านข้างขวา 4 องศา โดยกำหนดให้มุมที่ใบวัดมุม 90 องศา เป็นมุมเริ่มต้นที่ 0 องศา จากนั้นหันปลายมีดเข้าหาตัวและวางด้านล่างของมีดแนบกับก้านบรรทัดแล้วใช้นิ้วชี้ดันก้านบรรทัดแนบกับด้านที่ลับมุมเมื่อเห็นว่าแนบแล้ว จึงอ่านค่าองศาที่ใบวัด

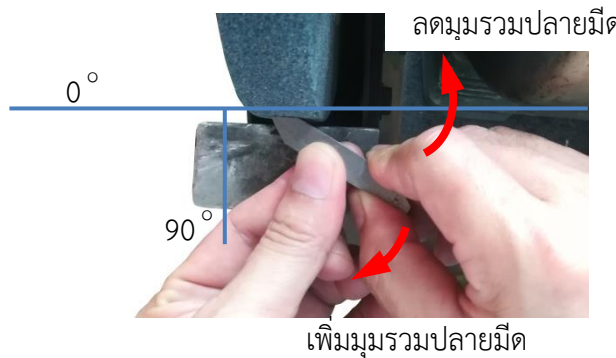


รูปที่ 4.134 แสดงการวัดตรวจสอบมุมหลบด้านข้างขวา
(ที่มา : สุรัชชัย บุญโสภณ, 2559)

เมื่อตรวจสอบองศาของมุมรวมปลายมีดและมุมหลบหน้ามีดแล้ว หากพบว่ามุมที่ลับคมนั้นไม่ได้ตามที่ต้องการ เช่น มีมุมมากเกินไป หรือมีมุมน้อยเกินไป ให้แก้ไขดังนี้

1) การแก้ไขมุมรวมปลายมีด 60 องศา

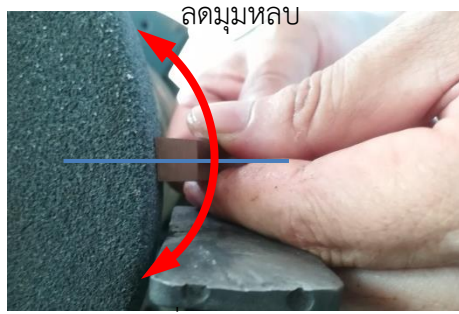
- ให้สมมุติว่า แนวขนานกับหน้าหินป็นแนว 0 องศา และแนวตั้งฉากกับหน้าหินให้เป็นแนว 90 องศา
- มุมรวมปลายมีดมากกว่า 60 องศา ให้ปรับลดมุมมีดโดยการขยับมือขวาให้ปลายด้ามของมีดคลึงเอียงเข้าหาแนว 0 องศา มากขึ้น ตามองศาที่เกินไปจากการวัดตรวจสอบมุม
- มุมรวมปลายมีดน้อยกว่า 60 องศา ให้ปรับเพิ่มมุมมีดโดยการขยับมือขวาให้ปลายด้ามของมีดคลึงเอียงเข้าหาแนว 90 องศา มากขึ้น ตามองศาที่ขาดไปจากการวัดตรวจสอบมุม



รูปที่ 4.135 แสดงแนวในการแก้ไขมุมรวมปลายมีด 60 องศา
(ที่มา : สุรัชชัย บุญโสภณ, 2559)

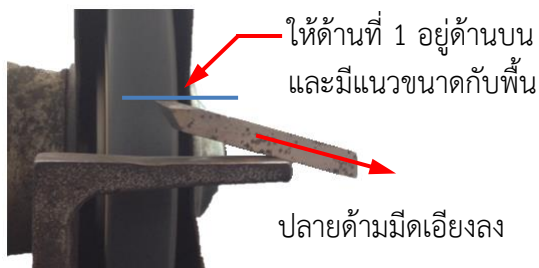
2) การแก้ไขมุมหลบด้านข้างขวา

- มุมหลบด้านข้างขวามากกว่า 4 องศา ให้ปรับลดมุมโดยการ ปรับมือให้เอียงด้านบนของมีดเข้าหาล้อหินเจียรไนเพิ่มขึ้นเล็กน้อย
- มุมหลบด้านข้างขวาน้อยกว่า 4 องศา ให้ปรับเพิ่มมุมโดยการ ปรับมือให้เอียงด้านล่างของมีดเข้าหาล้อหินเจียรไนเพิ่มขึ้นเล็กน้อย



รูปที่ 4.136 แสดงแนวในการแก้ไขมุมหลบด้านข้างขวา
(ที่มา : สุรัชชัย บุญโสภณ, 2559)

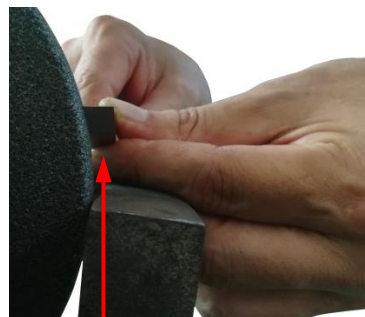
7. ลับคมตัด ด้านที่ 3 ให้ลับ 1 มุม คือ ลับมุมคายข้าง 4 องศา เข้าหินโดยพลิกมิตให้ด้านที่ลับ ด้านที่ 1 อยู่ด้านบนและให้แนวขนานกับพื้น ปลายด้ามจะชี้ลงเล็กน้อย (รูปที่ 4.139 ก)) แนวของด้ามมิตให้ ขนานไปกับแนวหน้าหินเจียร (รูปที่ 4.139 ข)) และตั้งมิตให้ตรง ไม่เอียงด้านล่างเข้าหินเจียรระไนเนื่องจากล้อ หินกลมจะกินเนื้องานเนื่องจาก ล้อหินเจียรระไนจะกลมทำให้จะกินเนื้อมิตด้านล่างก่อนอยู่แล้ว (รูปที่ 4.139 ค)) การลับมุมคายข้างของมิตกลึงเกลียว จะไม่ลับให้มีมุมมากนัก เพราะจะทำให้องศาของมุมรวมปลายมิต เปลี่ยนไปได้



(ก)



(ข)



(ค)

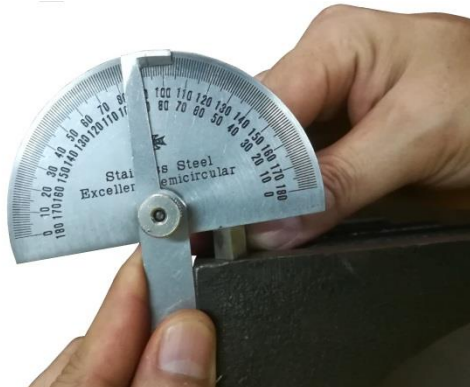
รูปที่ 4.137 แสดงแนวในการลับมุมคายข้าง
(ที่มา : สุรัชชัย บุญโสภณ, 2559)



รูปที่ 4.138 แสดงการลับคมมุกคายข้างมีดกลึงเกลียว
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

8. วัดตรวจสอบมุมด้วยใบวัดมุมครึ่งวงกลม มุกคายข้าง 4 องศา

โดยกำหนดให้มุมที่ใบวัดมุม 90 องศาเป็นมุมเริ่มต้นที่ 0 องศา จากนั้นให้นำมิดไปวางที่ขอบของฉากระดับบนแทนหินระดับจากนั้นวางด้านล่างของมิดบนแทนฉาก โดยให้ปลายมิดขึ้นด้านบน และใช้ก้านบรรทัดแนบกับฉากอีกด้านหนึ่งให้ใบครึ่งวงกลมแนบไปกับด้านที่ลับมุกคายขยับเลื่อนมิดและก้านบรรทัดเพื่อให้ใบครึ่งวงกลมแนบกับแนวของมุกคายข้างมากที่สุด

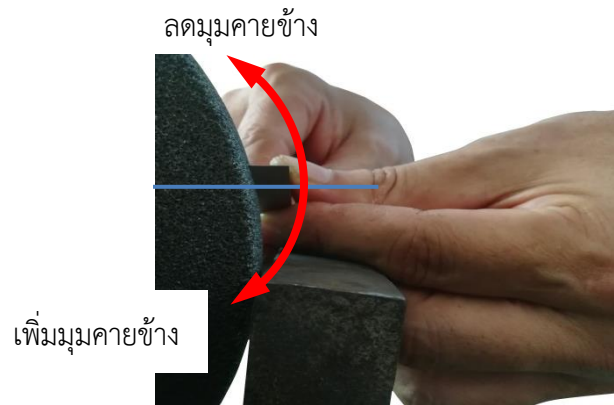


รูปที่ 4.139 แสดงการวัดตรวจสอบมุกคายข้าง
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

เมื่อตรวจสอบขนาดมุมของมุกคายข้างแล้ว หากพบว่ามุมที่ลับคมนั้นไม่ได้ตามที่ต้องการ เช่น มีมุมมากเกินไป หรือมีมุมน้อยเกินไป ให้แก้ไขดังนี้

1) การแก้ไขมุกคายข้าง

- มุกคายข้างมากกว่า 4 องศา ให้ปรับลดมุมมิดโดยการปรับมือให้เอียงด้านล่างของมิดเข้าหาล้อหินเจียรระโนลดลงเล็กน้อย แล้วเลื่อนเข้าล้อหินเจียรระโน
- มุกคายข้างน้อยกว่า 4 องศา ให้ปรับเพิ่มมุมมิดโดยการปรับมือให้เอียงด้านล่างของมิดเข้าหาล้อหินเจียรระโนเพิ่มขึ้นเล็กน้อย แล้วเลื่อนเข้าล้อหินเจียรระโน



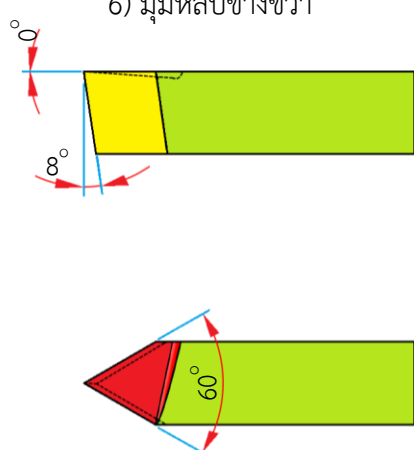
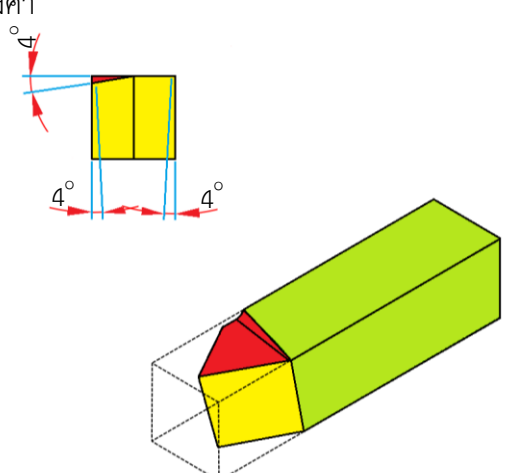
รูปที่ 4.140 แสดงแนวในการแก้ไขมุมคายข้าง
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

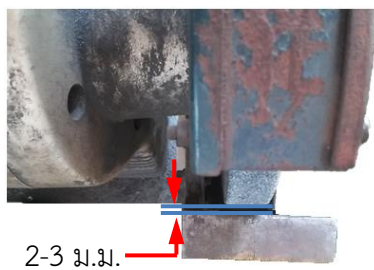
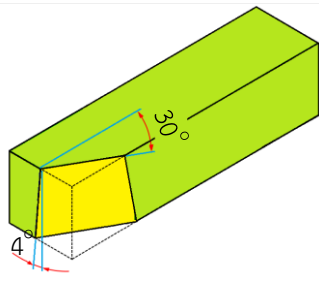
9. วัดตรวจสอบมุมด้วยใบวัดมุมครึ่งวงกลม มุมคายหลังมี 0 องศา

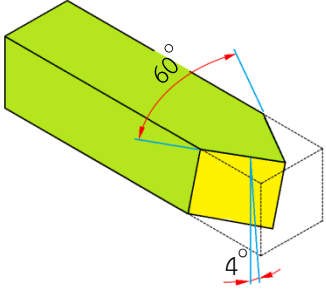
ในการลับมีดกลิ้งเกลียวสามเหลี่ยม 60 องศา นั้น ต้องการให้มุมรวมปลายมีดเท่ากับเกจวัด 60 องศา เนื่องจากหากมุมคายหลังมีดเป็นบวกคือปลายมีดเข้ดขึ้น หรือมุมคายหลังมีดเป็นลบคือปลายมีดตกลง จะทำให้มุมปลายมีด 60 องศาเปลี่ยนไป เนื่องจากมุมหลบด้านข้างที่ลดลงจากขอบบนของมีด จึงต้องให้มุมคายหลังมีดเป็น 0 องศา เพื่อให้มุมรวมปลายมีดเปลี่ยนไปเนื่องจากมุมคายข้างน้อยที่สุด มีวิธีการวัดมุมคายหลังมีดโดย ตั้งใบวัดมุมครึ่งวงกลมไว้ที่ 0 องศา แล้วหาบลงไปที่ขอบบนของมีดกลิ้งเกลียว

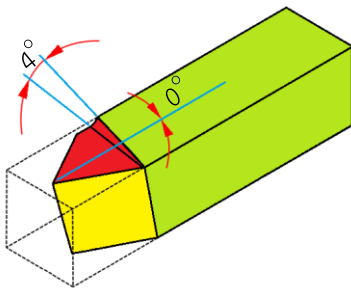
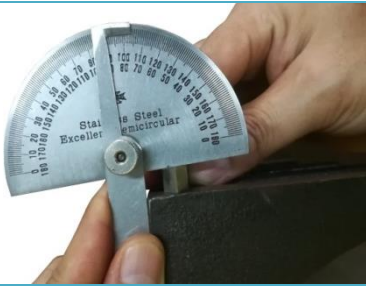


รูปที่ 4.141 แสดงการวัดตรวจสอบมุมคายหลังมีด
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

ใบงานที่ 4.5	
วิชา ลับคมเครื่องมือตัด	รหัสวิชา 2102-2105
หน่วยที่ 3 เครื่องกลึงและงานลับมีดกลึง	สป.ที่ 12
ชื่องาน งานลับมีดกลึงเกลียวสามเหลี่ยม 60 องศา	เวลา 4 ชั่วโมง
จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม 1. สามารถลับคมมีดกลึงเกลียวสามเหลี่ยม 60 องศาได้ 2. สามารถวัดมุมมีดกลึงเกลียวสามเหลี่ยม 60 องศาที่ลับได้ 3. สามารถปฏิบัติงานด้วยความปลอดภัย	
คำสั่ง: จงลับมีดกลึงปาดหน้าตามมุมที่กำหนดให้ 1) มุมคายหลังมีด ขนาด 0 องศา 2) มุมหลบหน้ามีด ขนาด 8 องศา 3) มุมรวมปลายมีด ขนาด 60 องศา 4) มุมคายข้าง ขนาด 4 องศา 5) มุมหลบข้างซ้าย ขนาด 4 องศา 6) มุมหลบข้างขวา ขนาด 4 องศา  	
เครื่องมือและอุปกรณ์ 1. เครื่องเจียระไนตั้งพื้น 2. น้ำหล่อเย็น 3. ไขวัดมุม 4. เกจวัดมุม 60 องศา 4. แวนตานิริภัย 5. อุปกรณ์แต่งหน้าหินเจียระไน 6. ชุดประแจสำหรับปรับแท่นรองชิ้นงาน	
วัสดุ - มีดกลึงเหล็กกล้าความเร็วสูง (High Speed Steel) ขนาด 3/8 x 3/8 นิ้ว ยาว 8 นิ้ว	
** งานลับมีดกลึงปาดหน้าขวา ให้ลับส่งครูผู้สอนทีละด้าน และการส่งงานให้นักเรียนวัดงานด้วยตนเอง ให้ครูผู้สอนดูและครูวัดตรวจสอบอีกครั้ง**	

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	
คำอธิบาย	รูปแสดงขั้นตอนการปฏิบัติงาน
1. ศึกษารูปแบบของมีดกลึงปาดหน้า และขั้นตอนการปฏิบัติงานในใบงาน 2. เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ น้ำหล่อเย็นให้พร้อมก่อนปฏิบัติงาน 3. แต่งกายให้ถูกระเบียบ รัดกุมและสวมแว่นตาเพื่อป้องกันอันตราย 4. ตรวจสอบเครื่องเจียระไนลับคมตัดให้พร้อมก่อนปฏิบัติงาน	
5. ตรวจสอบผิวหน้าล้อหินเจียระไน ถ้าหน้าหินทื่อหรือไม่เรียบ ให้แต่งหน้าหินใหม่ ดังนี้ - เปิดสวิตช์ให้เครื่องเจียระไนหมุน รอจนล้อหินหมุนจนความเร็วรอบคงที่ - แต่งหน้าล้อหินให้เรียบเสมอกัน	
6. ตรวจสอบระยะห่างของแท่นรองชิ้นงาน ถ้าห่างมากกว่า 3 มิลลิเมตรให้ปรับระยะใหม่ ให้อยู่ระหว่าง 2-3 มิลลิเมตรดังนี้ - ปิดสวิตช์ให้เครื่องเจียระไนหยุดหมุน รอจนล้อหินหยุดหมุนจนนิ่งอยู่กับที่ - ใช้ประแจขันปรับให้แท่นรองรับชิ้นงานห่างจากหน้าล้อหินประมาณ 2-3 มิลลิเมตร	 2-3 มม.
7. ลับด้านที่ 1 ให้เกิด 2 มุม พร้อมกัน คือ - มุมที่ 1 มุมเอียงที่ทำให้เกิดมุมรวมปลายมีดด้านแรกกำหนดมุม 30 องศา - มุมที่ 2 มุมหลบด้านข้างซ้าย 4 องศา	
8. ลับด้านที่ 1 จับมีดกลึงให้มือขวานำและมือซ้ายตาม 9. ดูแนวมีดกลึงเอียงจากแนวนอนหน้าหินเจียระไน 30 องศา 10. ทำให้เกิดมุมหลบด้านข้างซ้าย โดยตั้งมีดให้ตรงไม่เอียงด้านล่างหรือด้านบนของมีดเข้าหาหินเจียระไนเนื่องจากต้องการมุมเพียง 4 องศา 11. เลื่อนมีดกลึงให้เข้าหาหินเจียระไน โดยรักษามุมไว้ไม่ออกแรงกดมากเกินไป	

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	
คำอธิบาย	รูปแสดงขั้นตอนการปฏิบัติงาน
12. ตรวจสอบมุมเอียงด้านแรกที่ลับได้ ด้วยใบวัดมุมครึ่งวงกลม กำหนดมุม 30 องศา	
13. ตรวจสอบมุมหลบข้างที่ลับคมได้ ด้วยใบวัดมุมครึ่งวงกลม กำหนดมุม 4 องศา ให้สมมุติมุม 90 องศา เป็น 0 องศา 14. เมื่อวัดตรวจสอบมุมแล้ว ถ้ามุมที่ได้ยังไม่อยู่ในเกณฑ์ให้ทำการแก้ไข 15. ส่งงานครูผู้สอน และวัดมุมให้ครูผู้สอนดู	
16. ลับด้านที่ 2 ให้เกิด 2 มุม พร้อมกัน คือ มุมที่ 1 มุมเอียงที่ทำให้เกิดมุมรวมปลายมีดด้านที่ 2 กำหนดมุม 30 องศา มุมที่ 2 มุมหลบด้านข้างขวา 4 องศา	
17. ลับด้านที่ 2 จับมีดกลึงให้มือขวานำและมือซ้ายตาม 18. ดูแนวมีดกลึงเอียงจากแนวขนานหน้าหินเจียรไน 30 องศา 19. ทำให้เกิดมุมหลบด้านข้างขวา โดยตั้งมีดให้ตรงไม่เอียงด้านล่างหรือด้านบนของมีดเข้าหาหินเจียรไนเนื่องจากการมุมเพียง 4 องศา 20. เลื่อนมีดกลึงให้เข้าหาหินเจียรไน โดยรักษามุมไว้ไม่ออกแรงกดมากเกินไป	
21. ตรวจสอบมุมรวมปลายมีดด้วยเกจวัดเกลียว 60 องศา โดยต้องให้มีมุมพอดีกับเกจวัดมุม	

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	
คำอธิบาย	รูปแสดงขั้นตอนการปฏิบัติงาน
22. ตรวจสอบมุมหลบด้านข้างขา 4 องศา ที่ลับคมได้ ด้วยใบวัดมุมครึ่งวงกลมกำหนดมุม 4 องศา 23. เมื่อวัดตรวจสอบมุมแล้ว ถ้ามุมที่ได้ยังไม่อยู่ในเกณฑ์ให้ทำการแก้ไข 24. ส่งงานครูผู้สอน และวัดมุมให้ครูผู้สอนดู	
25. ลับด้านที่ 3 ให้เกิด 1 มุม คือ มุมคายข้าง 4 องศา โดยที่ มุมคายหลังมีด เป็นศูนย์องศา	
26. ลับด้านที่ 3 โดยจับมีดกลิ้งให้มือซ้ายนำและมือขวาจับด้ามมีด ให้มือซ้ายวางบนแท่นรองชิ้นงานเพื่อประคองมีดกลิ้งขณะลับคม	
27. ตรวจสอบมุมคายข้างที่ลับคมได้ ด้วยใบวัดมุมครึ่งวงกลม ร่วมกับแท่นฉากบนโต๊ะระดับ กำหนดมุม 4 องศา ให้สมมุติมุม 90 องศา เป็น 0 องศา	
28. ตรวจสอบมุมคายหลังมีดที่ลับคมได้ ด้วยใบวัดมุมครึ่งวงกลม กำหนดเป็นมุม 0 องศา 29. เมื่อวัดตรวจสอบมุมแล้ว ถ้ามุมทั้ง 2 มุม ยังไม่อยู่ในเกณฑ์ให้ทำการแก้ไข	

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	
คำอธิบาย	รูปแสดงขั้นตอนการปฏิบัติงาน
30. ปิดสวิตช์เครื่องเจียระไน รอให้ล้อหินหยุดหมุน 31. ทำความสะอาดเครื่องมือและอุปกรณ์ ส่งคืนผู้สอนให้เรียบร้อย 32. ทำความสะอาดเครื่องเจียระไนและพื้นที่ปฏิบัติงาน ให้เรียบร้อย 33. ส่งงานครูผู้สอน และวัดมุมให้ครูผู้สอนดู	

ใบประเมินผลการปฏิบัติงาน (ใบงานที่ 4.5)					
วิชาลัทธิเครื่องมือตัด				รหัสวิชา 2102-2105	
หน่วยที่ 3 เครื่องกลึงและงานลัทธิเครื่องมือตัด				สป.ที่ 12	
ชื่องาน งานลัทธิเครื่องมือตัดเกลียวสามเหลี่ยม 60 องศา				เวลา 4 ชั่วโมง	
ชื่อ-สกุล เลขที่					
ระดับชั้นปี กลุ่มที่ สาขาวิชาวิชา					
จุดที่	รายการ	พิกัดที่กำหนด	คะแนน	ขนาดที่วัดได้	คะแนนที่ได้
1	มุมเอียงด้านซ้าย 30 องศา มุมหลบข้างซ้าย 4 องศา	± 1 องศา	10		
2	มุมหลบข้างขวา 4 องศา	± 1 องศา	10		
3	มุมปลายมีด 60 องศา	ตามเกจวัดมุม	10		
4	มุมคายข้าง 4 องศา	± 1 องศา	10		
5	มุมคายหลังมีด 0 องศา	± 1 องศา	10		
6	ความเรียบของผิวลัทธิ		10		
7	การแต่งกายตามกฎระเบียบ		10		
8	การตรงต่อเวลา		10		
9	ความปลอดภัยในการทำงาน		10		
10	การทำความสะอาด		10		
คะแนนรวม			100		
เกณฑ์การประเมิน ระดับคะแนน คะแนน 90 – 100 = ดีมาก 80 – 89 = ดี 70 – 79 = ปานกลาง 60 – 69 = พอใช้ 50 – 59 = ต้องปรับปรุง			ระดับผลรวมของคะแนนได้ผลประเมิน ดังนี้ () ได้คะแนน 90 – 100 = ดีมาก () ได้คะแนน 80 – 89 = ดี () ได้คะแนน 70 – 79 = ปานกลาง () ได้คะแนน 60 – 69 = พอใช้ () ได้คะแนน 50 – 59 = ต้องปรับปรุง		
ข้อเสนอแนะ.....					
.....					
ผู้ประเมิน.....			วันที่.....เดือน.....พ.ศ.		

ใบประเมินผลการปฏิบัติงาน (ใบงานที่ 4.5)		
วิชาลัทธิเครื่องมือตัด	รหัสวิชา 2102-2105	
หน่วยที่ 3 เครื่องกลึงและงานลัทธิมีดกลึง	สป.ที่ 12	
ชื่องาน งานลัทธิมีดกลึงเกลียวสามเหลี่ยม 60 องศา	เวลา 4 ชั่วโมง	
เกณฑ์การให้คะแนนตามใบประเมินผลการปฏิบัติงาน		
รายการตรวจสอบ	ระดับการประเมิน	คะแนน
จุดที่ 1 – 2 และ 4 - 5 ขนาดพิภักต์ความเผื่อของมุม	± 1 องศา	10
	± 2 องศา	8
	± 3 องศา	5
	± 4 องศา	3
	มากกว่า ± 4 องศา	0
จุดที่ 3 เทียบเกลียวดุม 60 องศา	ได้มุมตามเกลียว	10
	ไม่ได้มุมตามเกลียว ± 1 องศา	8
	ไม่ได้มุมตามเกลียว ± 2 องศา	5
	ไม่ได้มุมตามเกลียวมากกว่า ± 2 องศา	แก้ไขงานใหม่
จุดที่ 6 ความเรียบของผิวลัทธิ	ผิวของรอยลัทธิเรียบทุกด้าน	10
	ผิวของรอยลัทธิไม่เรียบ 1 ด้าน	8
	ผิวของรอยลัทธิไม่เรียบ 2 ด้าน	5
	ผิวของรอยลัทธิไม่เรียบ 3 ด้าน	3
	ผิวของรอยลัทธิไม่เรียบ 3 ด้านและมีรอยไหม้	0
จุดที่ 7 การแต่งกายตามกฎระเบียบ	แต่งกายถูกต้องตามระเบียบ	10
	แต่งกายไม่เรียบร้อยแต่ถูระเบียบ	5
	แต่งกายไม่ถูระเบียบ	0
จุดที่ 8 การตรงต่อเวลา	ทำงานเสร็จตามเวลาที่กำหนด	10
	ทำงานเกินเวลาที่กำหนด (ส่งงานช้า สป. ที่ 1)	8
	ทำงานเกินเวลาที่กำหนด (ส่งงานช้า สป. ที่ 2)	6
	ทำงานเกินเวลาที่กำหนด (ส่งงานช้า สป. ที่ 3)	4
	ทำงานเกินเวลาที่กำหนด (ส่งงานช้า สป. ที่ 4)	2
	ทำงานเกินเวลาที่กำหนด(ส่งงานเกิน สป. ที่ 5)	0
จุดที่ 9 ความปลอดภัยในการทำงาน	ปฏิบัติงานปลอดภัยและใช้อุปกรณ์ป้องกัน	10
	ปฏิบัติงานไม่ปลอดภัยและใช้อุปกรณ์ป้องกัน	5
	ปฏิบัติงานไม่ปลอดภัยและไม่ใช้อุปกรณ์ป้องกัน	0
จุดที่ 10 การทำความสะอาด	ทำความสะอาดหลังปฏิบัติงานเรียบร้อย	10
	ทำความสะอาดหลังปฏิบัติงานไม่เรียบร้อย	7
	ต้องเตือนให้ทำความสะอาด	5
	ไม่ทำความสะอาดหลังปฏิบัติงาน	0

บรรณานุกรม

- จักรินทร์ คงสิบ. **งานเครื่องมือกลเบื้องต้น**. กรุงเทพฯ : บริษัท แวนแกว เอ็ดดูเทนเมนท์ จำกัด, 2556
- ชลอ การทวี. **งานเครื่องมือกลเบื้องต้น**. กรุงเทพฯ : บริษัท สำนักพิมพ์เอมพันธ์ จำกัด, 2557
- ชลอ การทวี. **ทฤษฎีเครื่องมือกล**. กรุงเทพฯ : บริษัท สำนักพิมพ์เอมพันธ์ จำกัด, 2556
- วิบุญ ตั้งวโรตมณกุล, **เทคโนโลยีการตัดเฉือนวัสดุ**. August 2010, แหล่งที่มา: <http://www.viboon.org/2010/08/17/%e0%b9%80%e0%b8%97%e0%b8%84%e0%b9%82%e0%b8%99%e0%b9%82%e0%b8%a5%e0%b8%a2%e0%b8%b5%e0%b8%81%e0%b8%b2%e0%b8%a3%e0%b8%95%e0%b8%b1%e0%b8%94%e0%b9%80%e0%b8%89%e0%b8%b7%e0%b8%ad%e0%b8%99%e0%b8%a7%e0%b8%b1-5/>, สืบค้นเมื่อ 3 ต.ค. 2559
- สหรัตน์ วงษ์ศรีษะ, ประสิทธิ์ แพงเพชร. **งานวิจัย เรื่อง พัฒนาโลหะมีค่าชนิดทั้งสแตนคาร์ไบด์ผ่านการใช้เคลือบพ่นพลาสมาใช้ใหม่ เพื่อผลิตชิ้นส่วนโลหะความแข็งแรงสูง** มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร 2555. แหล่งที่มา: https://repository.rmutp.ac.th/bitstream/handle/123456789/1222/ENG_55_13.pdf?..., สืบค้นเมื่อ 3 ต.ค. 2559
- อนันต์ วงศ์กระจ่าง, ทวี มณีสาย. **งานเครื่องมือกลเบื้องต้น (2100-1008)**. กรุงเทพฯ : ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ, 2557
- Ali Hosseini and Hossam A. Kishawy, **Chapter 2. Cutting Tool Materials and Tool Wear**. 2014, แหล่งที่มา: www.springer.com/cda/content/.../cda.../9783662439012-c2.pdf, สืบค้นเมื่อ 3 ต.ค. 2559
- Erdi Karaçal, Mechanical Engineer University of Gaziantep, **Ch21 machining fundamentals. (slide 17)**, แหล่งที่มา : <http://www.slideshare.net/garacaloglu/ch21-machining-Fundamentals>, สืบค้นเมื่อ 3 ต.ค. 2559
- Precision Tooling Services Co., Ltd., **ประเภทงานกลึง (Turning Operation)**. 2016, แหล่งที่มา: <http://www.ptsc.co.th/products/kennametal/insert>, สืบค้นเมื่อ 3 ส.ค. 2559
-**ข้อมูลทางเทคนิค**, แหล่งที่มา: http://test.mitsubishicarbide.com/mms/en/product/pdf/catalog/c006t_q.pdf, สืบค้นเมื่อ 18 มิ.ย. 2559
-**เครื่องกัด (Milling machine)**, by boontem, แหล่งที่มา: <https://www.scribd.com/doc/102135057/%E0%B9%80%E0%B8%84%E0%B8%A3%E0%B8%B7-%E0%B8%AD%E0%B8%87%E0%B8%81%E0%B8%B1%E0%B8%94>, สืบค้นเมื่อ 19 มิ.ย. 2559
-**เครื่องกัด (MILLING MACHINE)**, แหล่งที่มา: webstaff.kmutt.ac.th/~sunthorn.liu/textPRE101,103/11Milling.pdf, สืบค้นเมื่อ 19 มิ.ย. 2559
-**เทคนิคการเลือกเม็ดมีดกลึง (07/01/2014)**, สืบค้นเมื่อ 8 ต.ค. 2559, แหล่งที่มา: <http://tools-article.sumipol.com/insert-selection-technique-for-turning/>, สืบค้นเมื่อ 8 ต.ค. 2559
-**เทคโนโลยีเครื่องมือตัด (CUTTING TOOL TECHNOLOGY)**, แหล่งที่มา: http://202.28.32.233/pics_upload/CUTTING%20TOOL%20TECHNOLOGY.pdf, สืบค้นเมื่อ 15 มิ.ย. 2559

บรรณานุกรม (ต่อ)

- บทที่ 5 การศึกษาและปฏิบัติงานลับคมตัด-มุมคมตัดของสว่าน, แหล่งที่มา: <https://sites.google.com/site/unit5drill/home/laksna-dxk-swan-laea-mum-khm-dxk-swan/mum-khm-dxk-swan>, สืบค้นเมื่อ 18 มิ.ย. 2559
- ปัจจัยสำคัญในการเลือก Milling Cutter, แหล่งที่มา: <http://tools-article.sumipol.com/the-positives-and-negatives-of-milling-cutters-geometries/>, สืบค้นเมื่อ 19 มิ.ย. 2559
- เพชร (Diamond), JANUARY 2016 BY TOOLINGCAFE, แหล่งที่มา: https://toolingcafe.com/2016/01/31/diamond_grade/, สืบค้นเมื่อ 3 ส.ค. 2559
- มีดกลึง (Cutting Tool) – ข้อมูลความรู้, MAX STEEL CO., LTD. แหล่งที่มา: http://www.maxsteelthai.com/index.php?option=com_content&view=article&id=120%3A-cutting-tool&catid=42&lang=th Copyright © 2010, สืบค้นเมื่อ 3 ส.ค. 2559
- หน่วยที่ 7 งานเจาะ, แหล่งที่มา: www.pattayatech.ac.th/files/150511088450077_15051112121116.pdf, สืบค้นเมื่อ 18 มิ.ย. 2559
- เอ็นมิลคืออะไรและการเลือกใช้ดอกเอ็นมิล, แหล่งที่มา: <http://www.ptsc.co.th/products/yg-1/%E0%B9%80%E0%B8%AD%E0%B9%87%E0%B8%99%E0%B8%A1%E0%B8%B4%E0%B8%A5%E0%B8%84%E0%B8%B7%E0%B8%AD%E0%B8%AD%E0%B8%B0%E0%B9%84%E0%B8%A3-%E0%B9%81%E0%B8%A5%E0%B8%B0-%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B9%80%E0%B8%A5/>, สืบค้นเมื่อ 18 มิ.ย. 2559
- Boron Nitride สารที่มีความแข็งมากกว่าเพชร, แหล่งที่มา: ครูฟิสิกส์ไทย <http://www.thaiphysicsteacher.com/boron-nitride-harder-diamond/>, สืบค้นเมื่อ 18 มิ.ย. 2559
- CBN, FEBRUARY 2016 BY TOOLINGCAFE, แหล่งที่มา: <https://toolingcafe.com/2016/02/28/cbn/>, สืบค้นเมื่อ 10 ส.ค. 2559
- Ch22_Cutting-Tools_and_Cutting_Fluids, แหล่งที่มา: http://site.iugaza.edu.ps/sabdelal/files/2010/02/Ch22_Cutting-Tools_and_Cutting_Fluids.pdf, สืบค้นเมื่อ 3 ส.ค. 2559
- How to choose the Grinding Wheel on your Process?, Wanchai Tipacharoon, แหล่งที่มา: http://www.9engineer.com/post_files_editor/file/IE/cnc/GrindingWheel.pdf, สืบค้นเมื่อ 19 มิ.ย. 2559
- 436304 AUTOMOTIVE PRODUCTION ENGINEERING. ppt., แหล่งที่มา: <http://readgur.com/doc/2445904/436304-automotive-production>, สืบค้นเมื่อ 3 ส.ค. 2559

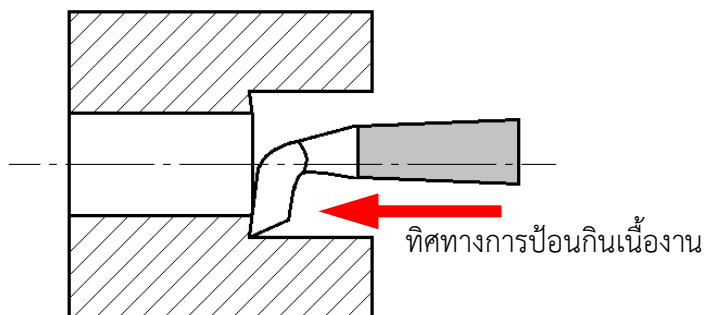
4.6.5 การลับคมตัดมีดกลึงคว้านรูใน

การกลึงปอกรูในหรือการกลึงคว้านรูใน มีลักษณะคล้ายกับกับการกลึงปอกภายนอกแต่ต่างกันที่จะกลึงภายในของรูที่ทำการเจาะไว้แล้วเพื่อขยายขนาดให้ได้เส้นผ่านศูนย์กลางภายในตามที่กำหนดไว้ โดยไม่ต้องใช้ดอกสว่านขนาดใหญ่ในการขยายขนาดรู หรือใช้ปรับปรุงคุณภาพของรูเจาะให้ได้รูปร่าง ลักษณะตามความต้องการ



รูปที่ 4.142 แสดงลักษณะการกลึงคว้านรูใน
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

การกลึงคว้านรูในนั้น แม้จะมีลักษณะของการเดินกินเนื้องานในแบบเดียวกับงานกลึงปอก แต่เป็นการกลึงปอกด้านในของรูคว้าน มีทิศทางตรงกันข้ามกับงานกลึงปอกปกติ ดังนั้นแนวในการจับยึดมีดกับป้อมมีดนั้นจึงแตกต่างกัน การกลึงปอกผิวนอกนั้นจะจับยึดในแนวขวางตั้งฉากกับชิ้นงานแต่การกลึงคว้านรูในจะจับยึดในแนวแกนหรือขนานไปกับชิ้นงาน ดังนั้นแม้จะมีมุมที่จะต้องลับและการเดินป้อนกินงานเหมือนกัน แต่ก็จะมีลักษณะของมีดกลึงแตกต่างกัน



รูปที่ 4.143 แสดงลักษณะการป้อนกินเนื้องานของมีดคว้านรูใน
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

มีดกลึงคว้านรูใน ปัจจุบันมีแบบสำเร็จรูปหลายแบบ เช่น แบบแท่งขึ้นเดียวที่ผลิตให้มีรูปร่างเป็นฟอร์มของมีดคว้านมาเลย ซึ่งไม่เป็นที่นิยมมากนัก หาซื้อตามท้องตลาดทั่วไปได้ยาก และแบบที่เป็นเม็ดมีดแบบถอดเปลี่ยนได้ นิยมใช้งานเพิ่มมากขึ้น แต่ต้องใช้ร่วมกับด้ามจับยึดสำหรับเม็ดมีดคว้านรูในโดยเฉพาะ จึงมีราคาของเม็ดมีดรวมกับอุปกรณ์จับยึดค่อนข้างสูง แต่เราก็สามารถลับคมตัดมีดคว้านรูในขึ้นมาใช้งานเองได้ไม่ยาก ดังนั้นในหัวข้อนี้ จึงกำหนดให้ใช้มีดกลึงเหล็กกล้าความเร็วสูงขนาด $3/8 \times 3/8$ นิ้ว ยาว 8 นิ้ว ซึ่งหาซื้อได้ตามท้องตลาดทั่วไป และมีราคาไม่แพงนัก นำมาลับคมเพื่อใช้เป็นมีดคว้านรูใน



(ก) มีดกลึงแบบฟอร์มมีดคว้าน



(ข) มีดกลึงคว้านแบบเม็ดมีดถอดเปลี่ยนได้

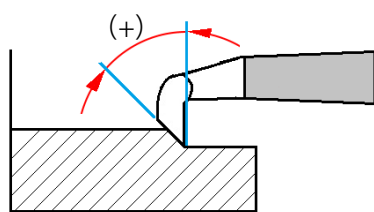
รูปที่ 4.144 แสดงลักษณะของมีดกลึงคว้านรูใน
(ที่มา : สรุชัย บุญโสภณ, 2559)



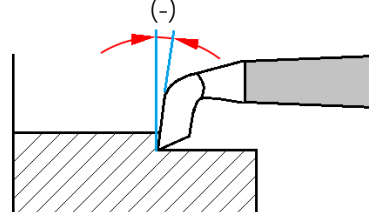
รูปที่ 4.145 แสดงลักษณะของมีดกลึงคว้านรูในที่ลับจากเหล็กกล้าความเร็วสูงขนาด 3/8x3/8 นิ้ว
(ที่มา : สรุชัย บุญโสภณ, 2559)

ในการลับคมมีดคว้านรูในด้วยมีดกลึงแท่งสี่เหลี่ยมขนาด 3 หุน นั้นมีสิ่งที่ควรคำนึงถึงในการลับคมให้เหมาะกับงานที่แปรเปลี่ยนไปตามลักษณะงานอยู่ 2 ประการ คือ

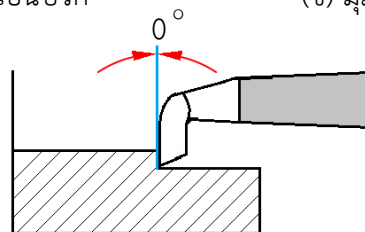
- (1) มุมเอียงคมตัดในการเดินกินงาน มีผลกับการกลึงตัดบ่าด้านใน
 - ก) มุมเอียงคมตัดแบบเป็นบวก ลดแรงตัดได้ดี แต่ไม่สามารถกลึงบ่าฉากด้านในได้
 - ข) มุมเอียงคมตัดแบบเป็นลบ สามารถกลึงบ่าฉากด้านในได้
 - ค) มุมเอียงคมตัดแบบเป็นศูนย์ สามารถกลึงบ่าฉากด้านในได้ แต่ต้องตั้งมีดให้ได้ฉากดีๆ



(ก) มุมเอียงคมตัดแบบเป็นบวก



(ข) มุมเอียงคมตัดแบบเป็นลบ



(ค) มุมเอียงคมตัดแบบเป็นศูนย์

รูปที่ 4.146 แสดงลักษณะของมุมเอียงคมตัดมีดกลึงคว้านรูในมีผลกับบ่าฉากด้านใน
(ที่มา : สรุชัย บุญโสภณ, 2559)

(2) มุมหลบปลายมีด ควรลับให้เหมาะสมกับขนาดของรูเจาะก่อนจะทำการคว้าน ถ้ารูเจาะก่อนคว้านมีขนาดเล็ก มุมหลบปลายมีดต้องมีองศามาก ถ้ารูเจาะก่อนคว้านมีขนาดใหญ่ สามารถใช้มุมหลบปลายมีดน้อย เพื่อเพิ่มความแข็งแรงได้ ข้อสำคัญอีกประการที่เกี่ยวข้อง คือถ้าพื้นที่ด้านล่างของปลายมีดไปสัมผัสกับขอบโค้งของรูชิ้นงาน จำเป็นต้องลับออกเพื่อให้หลบความโค้งของรูคว้านไม่ให้สัมผัสเสียดสีกับผิวโค้งของงาน



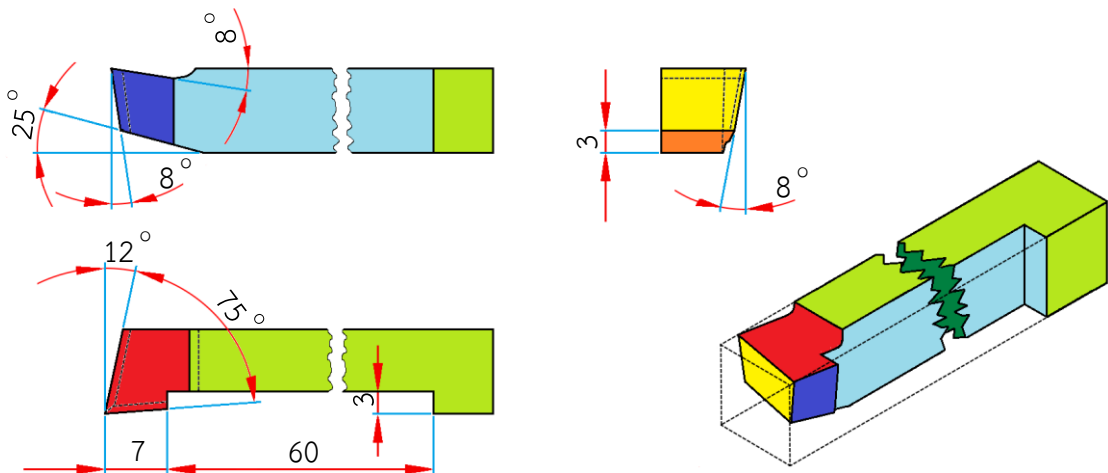
รูปที่ 4.147 แสดงลักษณะของมุมหลบปลายมีดกลึงคว้านรูใน
(ที่มา : สรุชัย บุญโสภณ, 2559)



รูปที่ 4.148 แสดงลักษณะของมีดที่ลับเพื่อลดพื้นที่ด้านล่างของมีดคว้านรูใน
(ที่มา : สรุชัย บุญโสภณ, 2559)

จากลักษณะของมีดกลึงคว้านรูใน (รูปที่ 4.147) มีขนาดและมุมที่สำคัญที่จะต้องลับคมตัด ดังนี้

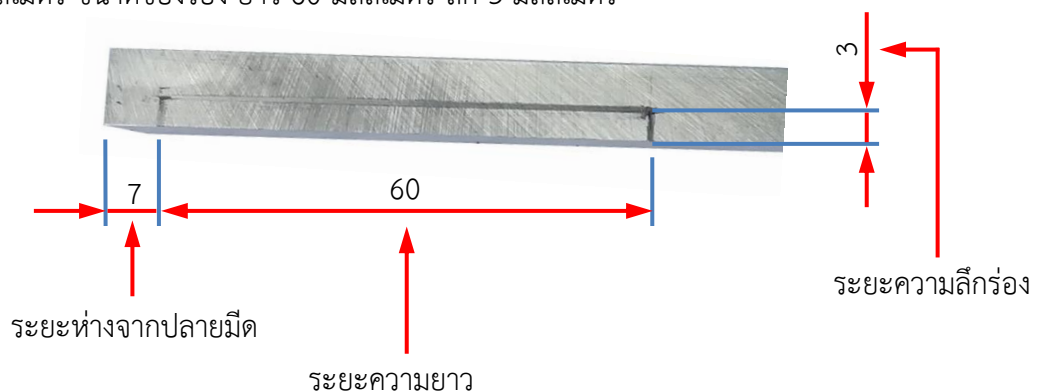
- 1) ลับระยะของร่องมีดคว้านห่างจากปลายมีด 7 มม. ขนาด กว้าง 60 มม. ลึก 3 มม.
- 2) มุมเอียงคมตัดด้านหน้า ขนาด 12 องศา
- 3) มุมหลบด้านหน้า ขนาด 8 องศา
- 4) มุมรวมปลายมีด ขนาด 75 องศา
- 5) มุมหลบด้านข้าง ขนาด 8 องศา
- 6) มุมคายหลังมีด ขนาด 8 องศา
- 7) มุมหลบผิวงานด้านล่างมีด ขนาด 25 องศา สูงจากผิวมีดด้านล่าง 3 มม.



รูปที่ 4.149 แสดงมุมของมิดกึ่งเซาะร่อง
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

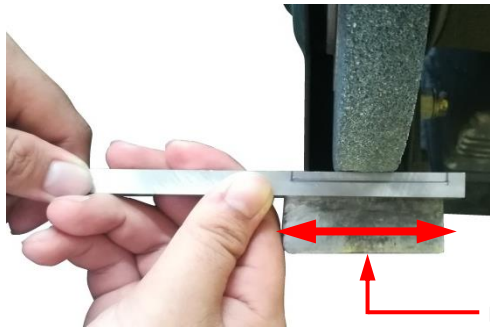
ขั้นตอนการปฏิบัติงานลับคมตัดมิดกึ่งคว้านรูใน

1. เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ในการลับคมตัดและการวัดมุม
2. ตรวจสอบสภาพความพร้อมของเครื่องเจียระไนลับคมตัดก่อนปฏิบัติงาน ถ้าหน้าหินเจียระไน ไม่เรียบหรือหมดคม ต้องแต่งหน้าหินใหม่ (ดังรูปที่ 4.54) และปรับระยะแท่นรองชิ้นงาน และปรับระยะแท่นรองรับชิ้นงานให้ห่างประมาณ 2-3 มม. (ดังรูปที่ 3.16)
3. ลับด้านที่ 1 ให้ลบบมิดกึ่งให้เกิดร่องสำหรับลับคมตัดมิดคว้าน ดังนี้
 - 1) ร่างเส้นบนมิดกึ่งเป็นแนวสำหรับการเจียระไนร่องมิดกึ่ง กำหนดระยะของร่องห่างจากปลายมิด 7 มิลลิเมตร ขนาดของร่อง ยาว 60 มิลลิเมตร ลึก 3 มิลลิเมตร



รูปที่ 4.150 แสดงลักษณะเส้นร่างบนมิดกึ่งสำหรับเจียระไนร่อง
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

2) เจียระไนด้านข้างของมิดกึ่งเอาเนื้อวัสดุออก เพื่อให้มิดกึ่งเกิดเป็นร่องโดยวางมิดกึ่งบนแท่นรองรับชิ้นงานหันด้านที่ร่างแบบเข้าหาล้อหินเจียระไน จากนั้นให้กดมิดกึ่งเข้าหาล้อหินอย่างระมัดระวัง เนื่องจากการเอาเนื้อวัสดุออกเป็นจำนวนมาก ถ้านักเรียนกดมิดกึ่งเข้าหินเจียระไนมากเกินไปจะเกิดความร้อนมากและทำให้มิดกึ่งเกิดรอยไหม้ซึ่งส่งผลกับคุณสมบัติด้านความแข็งแรงของมิดกึ่งเอง และยังอาจเกิดการรัดระหว่างมิดกึ่งและล้อหินเจียระไนทำให้มิดกึ่งกระเด็นหลุดจากมือหรือเกิดหินเจียระไนแตกได้ จึงควรกดมิดกึ่งเข้าหินเจียระไนสลับกับการจุ่มน้ำหล่อเย็นเป็นระยะ เลื่อนมิดไปมาเพื่อให้เนื้อวัสดุออกเต็มตามที่ร่างแบบไว้



รูปที่ 4.151 แสดงแนวการวางมีดลับร่องมีดกลิ้ง
(ที่มา : สุรชัย บุญโสภณ, 2559)



รูปที่ 4.152 แสดงการลับร่องมีดกลิ้งที่เป็นร่องแล้ว
(ที่มา : สุรชัย บุญโสภณ, 2559)

4. เมื่อเจียรระโนถึงเส้นที่ร่างแบบไว้แล้ว ให้ส่งงานแก่ครูผู้สอน โดยไม่ต้องวัดขนาด เนื่องจากเป็นขนาดที่ไม่ต้องการความเที่ยงตรงมากนัก แต่ให้ดูว่าเจียรระโนได้ใกล้เคียงกับเส้นที่ร่างไว้

5. ลับคมตัด ด้านที่ 2 ให้ลับ 2 มุม พร้อมๆ กันในการเจียรระโน คือ

1) มุมเอียงคมตัดด้านหน้าขนาด 12 องศา โดยร่างเส้นมุมเอียงคมตัดด้านหน้า 12 องศา เพื่อเป็นแนวในการลับคม ให้ตั้งมุมที่ไม้บรรทัดวัดมุม 12 องศา โดยสมมุติให้มุม 90 องศา เป็น 0 องศา ทาบก้านบรรทัดเข้ากับขอบมีดกลิ้งขวาที่เป็นด้านเรียบ ให้ใบครึ่งวงกลมทับบนมีดกลิ้งและขีดเส้นร่าง 12 องศาที่ปลายมีด



รูปที่ 4.153 แสดงลักษณะการร่างเส้นบนมีดกลิ้งสำหรับลับมุมเอียงคมตัดด้านหน้า
(ที่มา : สุรชัย บุญโสภณ, 2559)



รูปที่ 4.154 แสดงลักษณะเส้นร่างบนมีดกลึงสำหรับลับมุมเอียงคมตัดด้านหน้า
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

2) ลับมุมเอียงคมตัดด้านหน้า เข้าหินโดยให้จับมีดกลึงมือซ้ายขวานำวางนิ้วลงบนแท่นรองรับชิ้นงานและมือซ้ายจับด้ามมีด วางนิ้วบนแท่นรองรับชิ้นงาน เลื่อนมีดเข้าหินโดยเอียงจากหน้าหิน ประมาณ 12 องศา ตามแนวที่ได้ร่างไว้



รูปที่ 4.155 แสดงลักษณะการลับมุมเอียงคมตัดด้านหน้า
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

3) ลับมุมหลบด้านหน้า 8 องศา พร้อมๆ กันในการเข้าหินครั้งเดียวกัน โดยวางมีดในแนวเกือบขนานกับพื้นแต่หากวัดมุมแล้วน้อยเกินไปให้เช็ดปลายมีดขึ้นเล็กน้อย



รูปที่ 4.156 แสดงลักษณะการลับมุมหลบด้านหน้า
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

6. วัดตรวจสอบมุม ด้วยใบวัดมุมครึ่งวงกลม ทั้ง 2 มุม ดังนี้

1) วัดตรวจสอบมุมเอียงคมตัดด้านหน้า 12 องศา โดยปรับตั้งองศาที่ใบวัดมุม 12 องศา สมมุติให้มุม 90 องศา เป็นมุม 0 องศา แล้วใช้มือซ้ายจับให้ด้ามมีดฝั่งขวาแนบขนานไปกับก้านบรรทัดและใช้มือขวาหาบให้ใบครึ่งวงกลมแนบขนานไปกับด้านที่ลับมุม จึงอ่านค่าองศาที่ใบวัด



รูปที่ 4.157 แสดงการวัดตรวจสอบมุมเอียงคมตัดด้านหน้า
(ที่มา : สุรัชชัย บุญโสภณ, 2559)

2) วัดตรวจสอบมุมหลบด้านหน้า 8 องศา โดยสมมุติให้มุมที่ใบวัดมุม 90 องศาเป็นมุม เริ่มต้นที่ 0 องศา จากนั้นใช้มือขวาจับมีดกลิ้งหาบด้านล่างแนบไปกับก้านบรรทัด ใช้มือซ้ายจับใบวัดมุมหาบใบ ครึ่งวงกลมแนบกับหน้ามีด จึงอ่านค่าองศาที่ใบวัด



รูปที่ 4.158 แสดงการวัดตรวจสอบมุมหลบด้านหน้า
(ที่มา : สุรัชชัย บุญโสภณ, 2559)

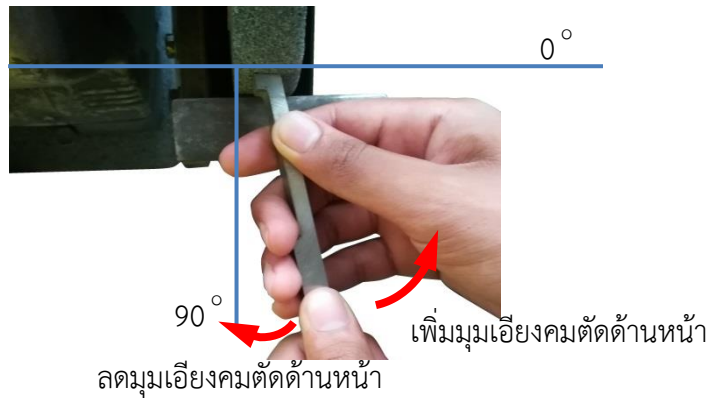
เมื่อตรวจสอบมุมของมุมเอียงคมตัดด้านหน้า 12 องศา และมุมหลบด้านหน้า 8 องศาแล้วแล้ว หากพบว่ามุมที่ลับคมนั้นไม่ได้ตามที่ต้องการ เช่น มีมุมมากเกินไป หรือมีมุมน้อยเกินไป ให้แก้ไขดังนี้

1) การแก้ไขมุมเอียงคมตัดด้านหน้า 12 องศา

- ให้สมมุติว่า แนวขนานกับหน้าหินป็นแนว 0 องศา และแนวตั้งฉากกับหน้าหินให้เป็นแนว 90 องศา

- มุมเอียงคมตัดด้านหน้ามากกว่า 12 องศา ให้ปรับลดมุมมีดโดยการขยับมือซ้ายให้ปลายด้ามของมีดกลิ้งเอียงเข้าหาแนว 90 องศา มากขึ้น ตามองศาที่เกินไปจากการวัดตรวจสอบมุม

- มุมเอียงคมตัดด้านหน้าน้อยกว่า 12 องศา ให้ปรับเพิ่มมุมมีดโดยการขยับมือซ้ายให้ปลายด้ามของมีดกลิ้งเอียงเข้าหาแนว 0 องศา มากขึ้น ตามองศาที่เกินไปจากการวัดตรวจสอบมุม



รูปที่ 4.159 แสดงแนวในการแก้ไขมุมเอียงคมตัดด้านหน้า
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

2) การแก้ไขมุมหลบด้านหน้า

- มุมหลบด้านหน้า มากกว่า 8 องศา ให้ปรับลดมุมโดยการ ปรับมือให้ปลายมีดลดลง ให้ใกล้แนวขนานกับพื้น
- มุมหลบด้านหน้า น้อยกว่า 8 องศา ให้ปรับเพิ่มมุมโดยการ ปรับมือให้ปลายมีดเข้ดขึ้นเล็กน้อย

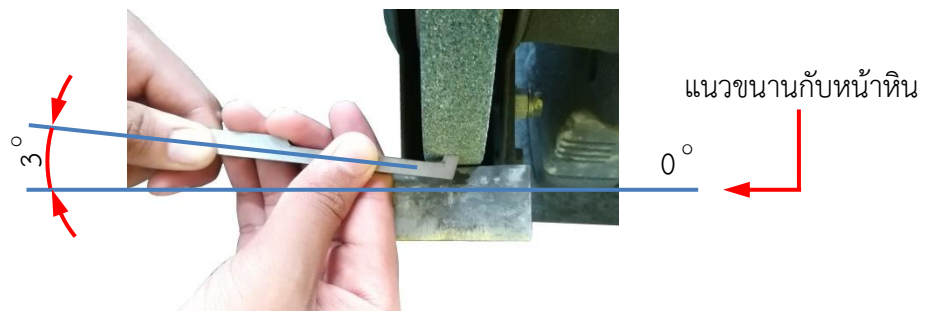


รูปที่ 4.160 แสดงแนวในการแก้ไขมุมหลบด้านหน้า
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

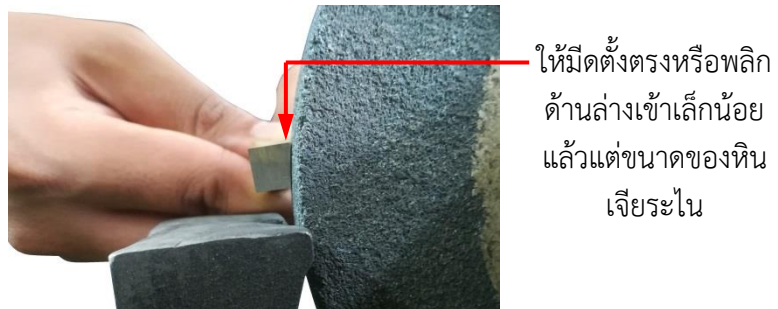
7. ลับคมตัด ด้านที่ 3 ให้ลับ 2 มุม พร้อมๆ กันในการเจียรระโน คือ

1) ลับมุมรวมปลายมีด ขนาด 75 องศา ให้จับปลายมีดด้านที่มีร่องเข้าหาหินเจียรระโน โดยให้มือขวานำ มือซ้ายตามมือขวา เอียงด้ามมีดกึ่งออกจากแนวขนานกับหน้าหินเล็กน้อย ระวังไม่ให้เอียงมากไปเนื่องจาก มุมรวมปลายมีดเดิมมีขนาด 78 องศาแล้ว แต่จำเป็นต้องให้มีมุมหลบที่คมตัดในขณะคว้านรู จึงต้องลดมุมลงประมาณ 3 องศา ให้ได้มุมรวมปลายมีด 75 องศา วางนิ้วบนแท่นรองรับชิ้นงาน และเลื่อนมีดเข้าหาหินเจียรระโน

2) ลับมุมหลบด้านข้าง ขนาด 8 องศา โดยตั้งมีดให้ตรงไม่เอียงด้านล่างหรือด้านบนของมีดเข้าหาหินเจียรระโน เนื่องจากหินเจียรระโนเป็นวงกลมทำให้มีดจะถูกกลับจากด้านล่างก่อนอยู่แล้ว แต่หากวัดมุมแล้วได้น้อยกว่า 8 องศา ให้พลิกเอียงด้านล่างของมีดเข้าหาหินเจียรระโนเล็กน้อย



รูปที่ 4.161 แสดงการลับมุมรวมปลายมีดกลิ้งคว้านรูใน 75 องศา
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)



รูปที่ 4.162 แสดงการลับมุมหลบด้านข้าง
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

8. วัดตรวจสอบมุมรวมปลายมีด และมุมมุมหลบด้านข้าง ด้วยใบวัดมุมครึ่งวงกลม ดังนี้

1) วัดตรวจสอบมุมรวมปลายมีด 75 องศา โดย ตั้งมุมที่ใบวัดมุมครึ่งวงกลม 75 องศา ใช้มือซ้ายจับมีดกลิ้ง มือขวาจับก้านบรรทัดวัดมุม นำปลายมีดเทียบกับมุมที่ตั้งไว้



รูปที่ 4.163 แสดงการวัดตรวจสอบมุมรวมปลายมีดกลิ้งคว้านรูใน
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

2) วัดตรวจสอบมุมที่ 2 มุมหลบด้านข้าง 4 องศา โดยกำหนดให้มุมที่ใบวัดมุม 90 องศาเป็นมุมเริ่มต้นที่ 0 องศา จากนั้นมือซ้ายจับมีดโดยให้ ปลายมีดหันเข้าหาตัวและวางด้านล่างของมีดแนบกับก้านบรรทัดแล้วใช้นิ้วชี้ดันก้านบรรทัดแนบกับด้านที่ลับมุมเมื่อเห็นว่าแนบแล้ว จึงอ่านค่าองศาที่ใบวัด



รูปที่ 4.164 แสดงการวัดตรวจสอบมุมหลบด้านข้าง
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

เมื่อวัดตรวจสอบแล้ว หากพบว่าไม่ได้มุมตามที่กำหนด เช่น มีมุมมากหรือน้อยเกินไป ให้แก้ไขดังนี้

1) การแก้ไขมุมรวมปลายมีด 75 องศา

- มุมรวมปลายมีดมากกว่า 75 องศา ให้ปรับลดมุมมีดโดยการขยับมือซ้ายให้ปลายด้ามของมีดคลึงเอียงเข้าหาตัวนักเรียนมากขึ้น ตามองศาที่เกินไปจากการวัดตรวจสอบมุม
- มุมรวมปลายมีดน้อยกว่า 75 องศา ให้ปรับเพิ่มมุมมีดโดยการขยับมือซ้ายให้ปลายด้ามของมีดคลึงเอียงออกจากตัวนักเรียนมากขึ้น ตามองศาที่ขาดไปจากการวัดตรวจสอบมุม

2) การแก้ไขมุมหลบด้านข้าง 8 องศา

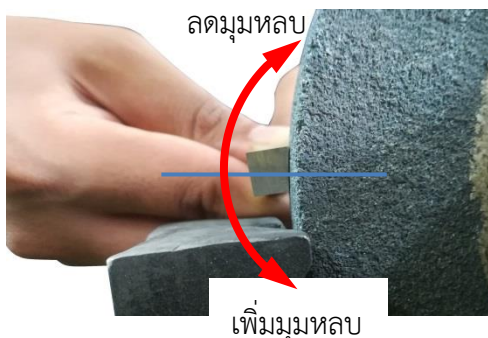
- มุมหลบด้านข้างมากกว่า 8 องศา ให้ปรับลดมุมโดยการ ปรับมือให้เอียงด้านบนของมีดเข้าหาล้อหินเจียรระโนเพิ่มขึ้นเล็กน้อย
- มุมหลบด้านข้างน้อยกว่า 8 องศา ให้ปรับเพิ่มมุมโดยการ ปรับมือให้เอียงด้านล่างของมีดเข้าหาล้อหินเจียรระโนเพิ่มขึ้นเล็กน้อย

เพิ่มมุมรวมปลายมีด



ลดมุมรวมปลายมีด

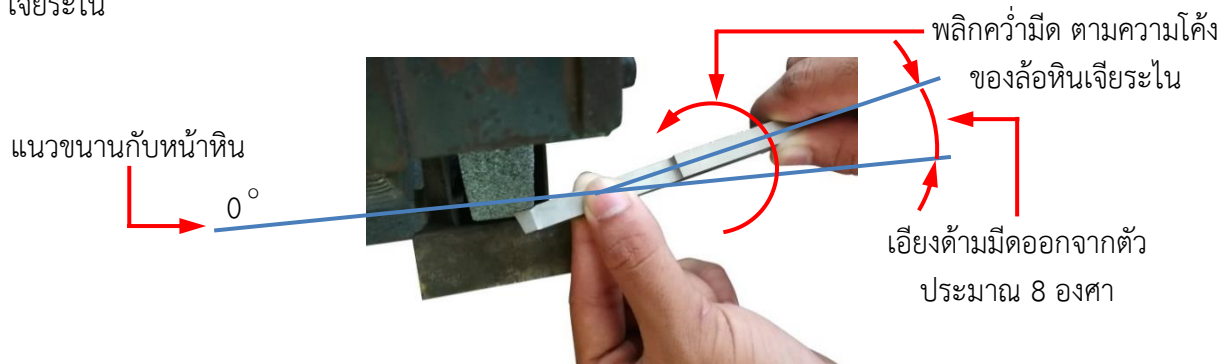
รูปที่ 4.165 แสดงแนวในการแก้ไขมุมรวมปลายมีดคลึงคว้านรูใน
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)



เพิ่มมุมหลบ

รูปที่ 4.166 แสดงแนวในการแก้ไขมุมหลบด้านข้าง
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

9. ลับคมตัด ด้านที่ 4 ให้ลับ 1 มุม คือ ลับมุมคายหลังมีด 8 องศา เข้าหินโดยพลิกหันด้านบนของมีดเข้าหาล้อยหินเจียรไนเอียงปลายท้ายของมีดออกจากตัวเล็กน้อยหรือเอียงจากแนวขนานของล้อยหินประมาณ 8 องศา โดยให้ระดับของปลายมีดขนานเสมอเท่าเดิมไม่เอียงซ้ายหรือขวาแบบมุมคายข้าง เนื่องจากหินเจียรไนเป็นทรงกลมทำให้จะกินเนื้อมีดด้านล่างก่อน จึงต้องคว่ำมีดเล็กน้อย ตามความโค้งของล้อยหินเจียรไน



รูปที่ 4.167 แสดงแนวในการลับมุมคายหลังมีด
(ที่มา : สุรัชชัย บุญโสภณ, 2559)

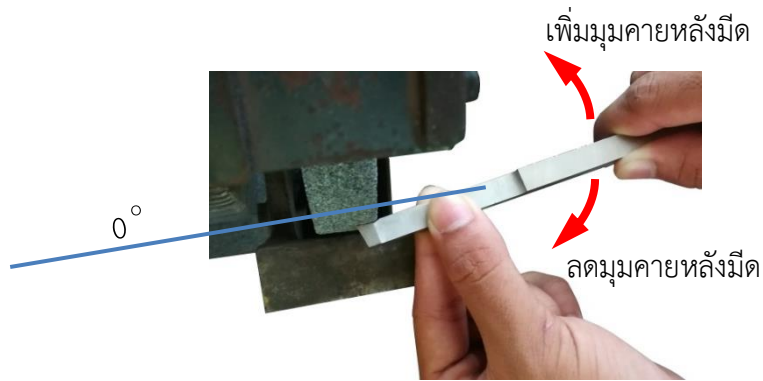
10. วัดตรวจสอบมุมด้วยใบวัดมุมครึ่งวงกลม มุมคายหลังมีด 8 องศา โดยกำหนดให้มุมที่ใบวัดมุม 90 องศาเป็นมุมเริ่มต้นที่ 0 องศา จากนั้นให้นำมีดไปวางที่ขอบของฉากระดับบนแทนหินระดับโดยให้ด้านล่างของมีดวางกับฉากระดับนำบรรทัดวัดมุมแนบกับอีกด้านของฉากโดยให้ขอบของใบครึ่งวงกลมแนบไปกับหลังมีด ขยับเลื่อนมีดและกำหนดบรรทัดเพื่อให้ใบครึ่งวงกลมแนบกับแนวของมุมคายหลังมีดมากที่สุด



รูปที่ 4.168 แสดงการวัดตรวจสอบมุมคายหลังมีด
(ที่มา : สุรัชชัย บุญโสภณ, 2559)

เมื่อตรวจสอบขนาดมุมแล้ว หากพบว่ามุมคายหลังมีดที่ลับคมนั้นไม่ได้ตามที่ต้องการ เช่น มีมุมมากหรือน้อยเกินไป ให้แก้ไขดังนี้

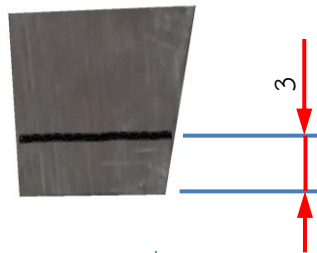
- ให้สมมุติว่า แนวขนานกับหน้าหินเป็นแนว 0 องศา
- มุมคายหลังมีดมากกว่า 8 องศา ให้ปรับลดมุมมีดโดยการขยับมือขวาให้ปลายด้ามของมีดคลึงเอียงเข้าหาแนว 0 องศา หรือเอียงเข้าหาตัวมากขึ้น ตามองศาที่เกินไปจากการวัดตรวจสอบมุม
- มุมคายหลังมีดน้อยกว่า 8 องศา ให้ปรับเพิ่มมุมมีดโดยการขยับมือขวาให้ปลายด้ามของมีดคลึงเอียงออกจากแนว 0 องศา หรือเอียงออกจากตัวมากขึ้น ตามองศาที่ขาดไปจากการวัดตรวจสอบมุม



รูปที่ 4.169 แสดงแนวในการลับมุมคายหลังมีด
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

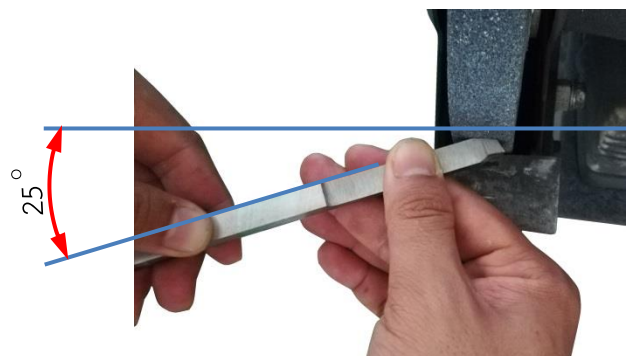
11. ลับคมตัด ด้านที่ 4 คือ มุมหลบผิวงานด้านล่างมีด ขนาด 25 องศา สูงจากผิวมีดด้านล่าง 3 มม. ในมุมนี้หากมีการกลิ้งคว้านรูในที่มีขนาดเล็กยิ่งต้องใช้มุมที่มากหรือ ลับให้ฐานด้านล่างโค้งมน โดยมีวัตถุประสงค์สำคัญในการลับมุมนี้คือ ไม่ให้ส่วนล่างของมีดกลิ้งไปเสียดสีกับผิวโค้งของรูคว้าน จึงจำเป็นต้องดูให้มีความเหมาะสมกับขนาดของรูคว้านในแต่ละงาน ไม่มีมุมที่ตายตัว แต่ในการฝึกลับมีดกลิ้งคว้านรูในนี้ เพื่อเป็นแนวทางในการฝึกจึงกำหนดให้มีมุมหลบผิวงานด้านล่าง เท่ากับ 25 องศา โดยมีขั้นตอน ดังนี้

1) ร่างเส้นที่ด้านหน้าของมีดกลิ้ง ให้สูงจากขอบล่างของฐานมีด ระยะ 3 มิลลิเมตร เพื่อเป็นแนวในการลับเนื้อวัสดุออก



รูปที่ 4.170 แสดงลักษณะเส้นร่างเพื่อลับมุมหลบผิวงานด้านล่าง
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

2) จับมีดด้วยมือขวานำและมือซ้ายตาม ให้ด้านล่างของมีดกลิ้งเข้าหาหินเจียรระโน เอียงค้ำมีดกลิ้งออกจากแนวขนานกับหน้าหินเล็กน้อย ประมาณ 25 องศา แล้วจึงเลื่อนมีดกลิ้งเข้าหินเจียรระโน



รูปที่ 4.171 แสดงลักษณะการลับมุมหลบผิวงานด้านล่าง
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

10. วัดตรวจสอบมุมด้วยใบวัดมุมครึ่งวงกลม มุมหลบผิวงานด้านล่างมีด 25 องศา โดยปรับตั้งองศาที่ใบวัดมุม 25 องศา แล้วใช้มือขวาจับด้ามมีดกลิ้งแนบด้านล่างของมีดขนานไปกับก้านบรรทัดและใช้มือซ้ายทาบทใบครึ่งวงกลมแนบขนานไปกับด้านที่ลับมุม จึงอ่านค่าองศาที่ใบวัด



รูปที่ 4.172 แสดงการวัดตรวจสอบมุมหลบผิวงานด้านล่างมีด
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

เมื่อตรวจสอบขนาดมุมแล้ว หากพบว่ามุมหลบผิวงานด้านล่างมีดที่ลับคมนั้นไม่ได้ตามที่ต้องการ เช่น มีมุมมากหรือน้อยเกินไป ให้แก้ไขดังนี้

- ให้สมมุติว่า แนวขนานกับหน้าหินป็นแนว 0 องศา
- มุมหลบผิวงานด้านล่างมีดมากกว่า 25 องศา ให้ปรับลดมุมมีดโดยการขยับมือขวาให้ปลายด้ามของมีดกลิ้งเอียงเข้าหาแนว 0 องศา หรือเอียงออกจากตัวมากขึ้น ตามองศาที่เกินไปจากการวัดตรวจสอบมุม
- มุมหลบผิวงานด้านล่างมีดน้อยกว่า 8 องศา ให้ปรับเพิ่มมุมมีดโดยการขยับมือซ้ายให้ปลายด้ามของมีดกลิ้งเอียงออกจากแนว 0 องศา หรือเอียงเข้าหาตัวมากขึ้น ตามองศาที่ขาดไปจากการวัดตรวจสอบมุม



รูปที่ 4.173 แสดงการวัดตรวจสอบมุมหลบผิวงานด้านล่างมีด
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

แบบทดสอบหลังเรียนหน่วยที่ 4

เครื่องกลึงและงานลับมีดกลึง

จงทำเครื่องหมายกากบาท (X) ข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว (10 คะแนน)

1. ข้อใดเป็นลักษณะของเครื่องกลึงแนวตั้ง

- ก. เครื่องกลึงที่ใช้อยู่ในโรงงานทั่วไป ขนาดไม่ใหญ่มากนัก มีชุดยั่นศูนย์อยู่ท้ายเครื่อง
- ข. เครื่องกลึงที่มีหัวจับขนาดใหญ่ สามารถจับงานที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดใหญ่ที่ไม่หนามากได้ดี
- ค. เครื่องกลึงที่มีป้อมมีดวางอยู่ในแนวตั้ง สามารถกลึงงานขนาดใหญ่ได้
- ง. เครื่องกลึงที่มีหัวจับยึดเครื่องมือตัดสามารถยึดเครื่องมือตัดได้หลายชนิดอยู่ในป้อมมีดเดียวกัน
- จ. เครื่องกลึงที่ใช้การควบคุมการทำงานด้วยระบบคอมพิวเตอร์

2. อุปกรณ์ใดในเครื่องกลึงยั่นศูนย์ที่ใช้ในการเดินกินงานสำหรับการกลึงปาดหน้า

- ก. แคร่คร่อม
- ข. แท่นเลื่อนบน
- ค. แท่นเลื่อนขวาง
- ง. สะพานแท่นเครื่อง
- จ. ป้อมมีด

3. ชุดแท่นเลื่อนจะติดตั้งอยู่ส่วนใดของเครื่องกลึงยั่นศูนย์

- ก. บนแคร่คร่อม
- ข. บนป้อมมีด
- ค. ติดกับหัวเครื่อง
- ง. บนสะพานแท่นเครื่อง
- จ. บนฐานเครื่อง

4. จากรูป เป็นอุปกรณ์ ชนิดใด



- ก. ประแจขันหัวจับ
- ข. ประแจขันสลักเกลียวป้อมมีด
- ค. หัวงา
- ง. ประแจขันหัวจับดอกสว่าน
- จ. ยั่นศูนย์

5. จากรูป เป็นอุปกรณ์ ชนิดใด



- ก. จานพา
- ข. หัวงา
- ค. ประแจขันสลักเกลียวป้อมมีด
- ง. ประแจขันหัวจับดอกสว่าน
- จ. ยั่นศูนย์

6. ข้อใด **ไม่ใช่** เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้กับเครื่องกลึงยืนศูนย์

- ก. หัวจับแบบสามพื้นพร้อม
- ค. หัวงา
- จ. ปากกาจับงาน

- ข. จานพา
- ง. ยันศูนย์

7. จากรูป เป็นเครื่องมือตัดที่ใช้กับเครื่องกลึงยืนศูนย์ ชนิดใด



- ก. ดอกสว่าน (Drill)
- ข. ดอกเจาะนำศูนย์ (Center Drill)
- ค. รีมีเมอร์ (Reamer)
- ง. ตี๋ป (Tap)
- จ. ดาย (Die)

8. เครื่องมือตัด ชนิดนี้ใช้ทำหน้าที่ใดในงานกลึง



- ก. ใช้ขึ้นรูปให้เป็นลวดลายบนชิ้นงาน
- ข. ใช้เจาะรูนำในช่วงเริ่มต้นเพื่อให้ตรงตำแหน่งมากขึ้น
- ค. ใช้ตัดเนื้อวัสดุตามลักษณะของงาน เช่น การกลึงปาดหน้า การกลึงปอก
- ง. ใช้ทำผิวเรียบหรือปรับขนาดของรูเจาะให้เที่ยงตรงสูงกว่าการเจาะธรรมดา

จ. ใช้ทำเกลียวนอก

9. จงคำนวณหาความเร็วรอบในการกลึงชิ้นงานที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 มิลลิเมตร กำหนดความเร็วตัดในงานกลึง 18 เมตรต่อนาที

- ก. 114.59 รอบต่อนาที
- ค. 250.09 รอบต่อนาที
- จ. 325.59 รอบต่อนาที

- ข. 200.59 รอบต่อนาที
- ง. 275.09 รอบต่อนาที

10. จงคำนวณหาความเร็วตัดในการกลึงชิ้นงานที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 มิลลิเมตร ด้วยความเร็วรอบ 360 รอบต่อนาที

- ก. 18.00 เมตรต่อนาที
- ค. 22.62 เมตรต่อนาที
- จ. 30.66 เมตรต่อนาที

- ข. 20.59 เมตรต่อนาที
- ง. 25.09 เมตรต่อนาที

แบบประเมินด้วยตนเอง

ชื่อ.....นามสกุล.....ระดับชั้น.....ปีที่.....เลขที่.....

ด้านทักษะการเรียนรู้ (ทักษะพิสัย) จากการทำแบบประเมินผลการเรียนรู้ เกณฑ์ผ่าน 60 % ขึ้นไป

เฉลยแบบฝึกหัดก่อนและหลังเรียน

ข้อที่	เฉลย	ข้อที่	เฉลย
1	ค	6	จ
2	ค	7	ข
3	ง	8	ก
4	ก	9	ก
5	ข	10	ค

คะแนนแบบทดสอบก่อนเรียน ได้.....คะแนน คิดเป็น..... % ได้เกณฑ์.....

คะแนนแบบทดสอบหลังเรียน ได้.....คะแนน คิดเป็น..... % ได้เกณฑ์.....

ด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ (จิตพิสัย) เกณฑ์ผ่าน 15 คะแนน

ให้นักเรียนประเมินตนเอง โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

2 คะแนน หมายถึง ดีมาก

1 คะแนน หมายถึง ปานกลาง

0 คะแนน หมายถึง ต้องปรับปรุง

หัวข้อประเมิน	คะแนน	นร.	ครู
ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ เช่น ใช้ความคิดหลากหลายเพื่อแก้ปัญหา, คิดสิ่งใหม่ ๆ ที่เป็นประโยชน์	2		
ความมีวินัย เช่น แต่งกายถูกต้องตามระเบียบ-ข้อตกลง, ตรงต่อเวลา	2		
ความรับผิดชอบ เช่น มีการเตรียมความพร้อมในการเรียน และการปฏิบัติงาน	2		
ความซื่อสัตย์สุจริต เช่น ตั้งใจทำแบบทดสอบด้วยตนเอง ไม่ทุจริต	2		
ความรักสามัคคี เช่น ร่วมมือกันทำกิจกรรมกลุ่ม, ยอมรับความคิดเห็นด้วยเหตุผล	2		
ความสนใจใฝ่รู้ เช่น ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง, ซักถามปัญหาข้อสงสัย	2		
การพึ่งตนเอง เช่น แก้ปัญหาเฉพาะหน้าได้, ทำงานได้ภายใต้ข้อกำหนด	2		
มนุษยสัมพันธ์ที่ดี เช่น กิริยาท่าทาง พุดจาสุภาพ, ช่วยเหลือผู้อื่น	2		
ความเชื่อมั่นในตนเอง เช่น แสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล, เสนอตัวแข่งขันหรือทำงานท้าทาย	2		
การประหยัด เช่น ใช้ทรัพยากร ทั้งของตนเองส่วนรวมอย่างคุ้มค่า	2		
รวม	20		

คะแนนด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ ได้.....คะแนน คิดเป็น..... %

ได้เกณฑ์.....

หน่วยที่ 2

มุมของเครื่องมือตัด

สาระสำคัญ

การผลิตในปัจจุบันได้อาศัยเครื่องจักรกลประเภทต่างๆ ในการสร้างชิ้นงานโดยเครื่องจักรเหล่านั้นเองก็ไม่สามารถผลิตชิ้นงานได้ จำเป็นต้องมีเครื่องมือที่ใช้ในการผลิตชิ้นงาน คืออุปกรณ์เครื่องมือตัดนั่นเอง ซึ่งเครื่องมือตัดเองก็มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ดังนั้นในการเลือกใช้เครื่องมือตัดที่ถูกต้องกับเงื่อนไขในการผลิตถือเป็นกลยุทธ์พื้นฐานที่สำคัญของการเพิ่มประสิทธิภาพในการตัดเฉือนวัสดุชิ้นงาน ซึ่งส่งผลต่อคุณภาพชิ้นงานและยอดผลผลิต นักศึกษาจึงควรต้องมีความรู้เกี่ยวกับ ลักษณะและขนาดองศาของมุมคมตัดต่างๆ ว่าจะมีผลกับงานตัดเฉือนอย่างไรในการเลือกใช้เครื่องมือตัด

เนื้อหาการเรียนรู้

- 2.1 มุมของเครื่องมือตัดคมเดียว (Single-point tools)
- 2.2 มุมของเครื่องมือตัดหลายคมตัด (Multiple-cutting-edge tools)

จุดประสงค์การเรียนรู้

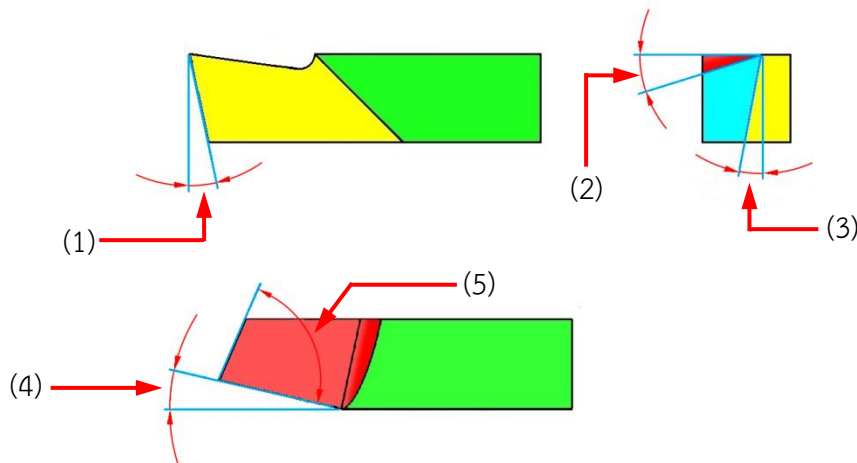
1. บอกชื่อมุมของเครื่องมือตัดคมเดียวได้
2. อธิบายลักษณะของมุมต่างๆ ของเครื่องมือตัดคมเดียวได้
3. บอกชื่อมุมของเครื่องมือตัดหลายคมตัดได้
4. อธิบายลักษณะของมุมต่างๆ ของเครื่องมือตัดหลายคมตัดได้

แบบทดสอบก่อนเรียนหน่วยที่ 2

มุมของเครื่องมือตัด

จงทำเครื่องหมายกากบาท (X) ข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว (10 คะแนน)

จากรูปเครื่องมือคมตัดเดี่ยวนี้ จงตอบคำถาม ข้อที่ 1-5



1. มุมหมายเลข 1 คือมุมอะไร

- ก. มุมหลบปลายมีด
- ค. มุมตัดหน้ามีด
- จ. มุมเอียงคมตัด

- ข. มุมคายข้าง
- ง. มุมหลบข้าง

2. มุมหมายเลข 2 คือมุมอะไร

- ก. มุมคายหลังมีด
- ค. มุมรวมปลายมีด
- จ. มุมเอียงคมตัด

- ข. มุมคายข้าง
- ง. มุมหลบข้าง

3. มุมหมายเลข 3 คือมุมอะไร

- ก. มุมคายหลังมีด
- ค. มุมตัดหน้ามีด
- จ. มุมเอียงคมตัด

- ข. มุมคายข้าง
- ง. มุมหลบข้าง

4. มุมหมายเลข 4 คือมุมอะไร

- ก. มุมคายหลังมีด
- ค. มุมรวมปลายมีด
- จ. มุมเอียงคมตัด

- ข. มุมคายข้าง
- ง. มุมหลบข้าง

5. มุมหมายเลข 5 คือมุมอะไร

- ก. มุมคายหลังมีด
- ค. มุมรวมปลายมีด
- จ. มุมเอียงคมตัด

- ข. มุมคายข้าง
- ง. มุมหลบข้าง

6. มุม Side Rake angle คือมุมใด

- | | |
|------------------|---------------|
| ก. มุมคายหลังมีด | ข. มุมคายข้าง |
| ค. มุมหลบหน้ามีด | ง. มุมหลบข้าง |
| จ. มุมเอียงคมตัด | |

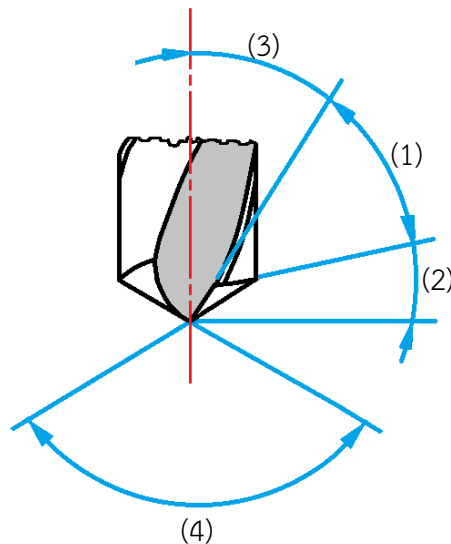
7. ข้อใด **กล่าวผิด** เกี่ยวกับมุมหลบ (Relief Angle)

- ก. มุมหลบที่มีค่าเป็นลบ จะแข็งแรงมาก
 ข. มุมหลบต้องโตพอที่จะไม่ให้ผิวงานใหม่สัมผัสกับมีด
 ค. มุมหลบที่ใหญ่จะลดความแข็งแรงลง
 ง. มุมหลบที่น้อยเกินไปจะขัดสีชิ้นงานจนเกิดความร้อนสูง
 จ. การตัดเฉือนวัสดุที่แข็ง จะใช้มุมหลบที่มีขนาดน้อยๆ

8. ข้อใด **ไม่ใช่** รูปแบบของมุมคาย

- | | |
|-------------------------------|-----------------------|
| ก. มุมคายที่เป็นลบ | ข. มุมคายที่เป็นบวก |
| ค. มุมคายที่เป็นมุมรวม | ง. มุมคายที่เป็นศูนย์ |
| จ. มุมคายข้างและมุมคายหลังมีด | |

จากรูปดอกสว่านนี้ จงตอบคำถาม ข้อที่ 9-12



9. มุมหมายเลข 1 คือมุมอะไร

- | | |
|--------------|-------------|
| ก. มุมคมขวาง | ข. มุมคมตัด |
| ค. มุมหลบ | ง. มุมจิก |
| จ. มุมคายเศษ | |

10. มุมหมายเลข 2 คือมุมอะไร

- | | |
|--------------|-------------|
| ก. มุมคมขวาง | ข. มุมคมตัด |
| ค. มุมหลบ | ง. มุมจิก |
| จ. มุมคายเศษ | |

11. มุมหมายเลข 3 คือมุมอะไร

- ก. มุมคมขวาง
- ค. มุมหลบ
- จ. มุมกายเศษ

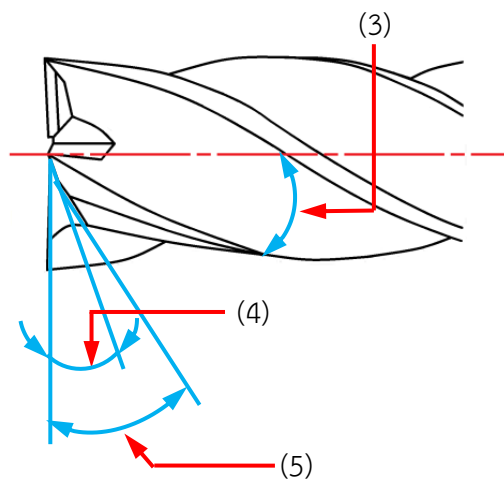
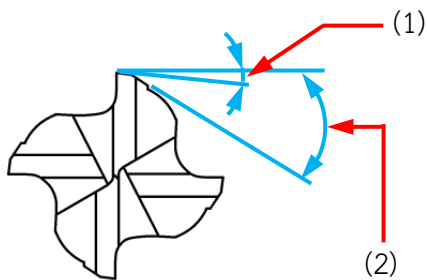
- ข. มุมคมตัด
- ง. มุมจิก

12. มุมหมายเลข 4 คือมุมอะไร

- ก. มุมคมขวาง
- ค. มุมหลบ
- จ. มุมกายเศษ

- ข. มุมคมตัด
- ง. มุมจิก

จากรูปเอ็นมิลนี้ จงตอบคำถาม ข้อที่ 13-17



13. มุมหมายเลข 1 คือมุมอะไร

- ก. มุมหลบหลักของคมตัดด้านหน้า
- ค. มุมเอียงพื้นเลื่อยหรือมุมเฮลลิค
- จ. มุมหลบรองของคมตัดด้านข้าง

- ข. มุมหลบรองของคมตัดด้านหน้า
- ง. มุมหลบหลักของคมตัดด้านข้าง

14. มุมหมายเลข 2 คือมุมอะไร

- ก. มุมหลบหลักของคมตัดด้านหน้า
- ค. มุมเอียงพื้นเลื่อยหรือมุมเฮลลิค
- จ. มุมหลบรองของคมตัดด้านข้าง

- ข. มุมหลบรองของคมตัดด้านหน้า
- ง. มุมหลบหลักของคมตัดด้านข้าง

15. มุมหมายเลข 3 คือมุมอะไร

- ก. มุมหลบหลักของคมตัดด้านหน้า
- ค. มุมเอียงพื้นเลื่อยหรือมุมเฮลลิค
- จ. มุมหลบรองของคมตัดด้านข้าง

- ข. มุมหลบรองของคมตัดด้านหน้า
- ง. มุมหลบหลักของคมตัดด้านข้าง

16. มุมหมายเลข 4 คือมุมอะไร

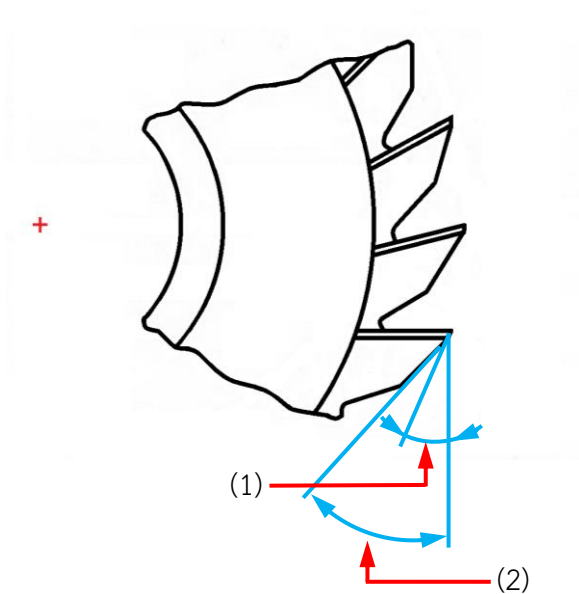
- ก. มุมหลบหลักของคมตัดด้านหน้า
- ค. มุมเอียงพื้นเลื่อยหรือมุมเฮลลิค
- จ. มุมหลบรองของคมตัดด้านข้าง

- ข. มุมหลบรองของคมตัดด้านหน้า
- ง. มุมหลบหลักของคมตัดด้านข้าง

17. มุมหมายเลข 5 คือมุมอะไร

- | | |
|----------------------------------|-------------------------------|
| ก. มุมหลบหลักของคมตัดด้านหน้า | ข. มุมหลบรองของคมตัดด้านหน้า |
| ค. มุมเอียงฟันเลื่อยหรือมุมเฮลิค | ง. มุมหลบหลักของคมตัดด้านข้าง |
| จ. มุมหลบรองของคมตัดด้านข้าง | |

จากรูปมีดกัด (Cutter) นี้ จงตอบคำถาม ข้อที่ 18-19



18. มุมหมายเลข 1 คือมุมอะไร

- | | |
|----------------------|---------------|
| ก. มุมลิ้ม | ข. มุมหลบหลัก |
| ค. มุมหลบรอง | ง. มุมคายเศษ |
| จ. มุมเอียงฟันเลื่อย | |

19. มุมหมายเลข 2 คือมุมอะไร

- | | |
|----------------------|---------------|
| ก. มุมลิ้ม | ข. มุมหลบหลัก |
| ค. มุมหลบรอง | ง. มุมคายเศษ |
| จ. มุมเอียงฟันเลื่อย | |

20. มุมเอียงฟันเลื่อย (Helix angle) ในเครื่องมือตัด จะมีลักษณะอย่างไร

- | |
|---|
| ก. มุมเอียงฟันเลื่อยจะเอียงโค้งบิดพันรอบแนวแกนของเครื่องมือตัด |
| ข. ใช้มุมเอียงฟันเลื่อยองศาต่างๆ เมื่อใช้ตัดเนื้อวัสดุงานแข็งๆ เช่น สแตนเลส |
| ค. เป็นเกลียวบิดทำมุมกับแนวแกนมีให้เลือกใช้ได้หลายมุม เช่น 30, 45, 60 องศา |
| ง. ช่วยลดการกระแทกของฟันคมตัดขณะตัดเฉือน |
| จ. ถูกทุกข้อ |

การใช้งานเครื่องมือตัดจะต้องมีรูปร่างที่เหมาะสมกับวิธีการหรือกระบวนการในการตัดเฉือน ดังนั้นการจำแนกประเภทของเครื่องมือตัดสามารถพิจารณาวิธีการหรือกระบวนการที่ใช้ในการทำงาน เช่น การกลึง การไส การกัด การเจาะ การเรียกชื่อมีดตัด มักเรียกตามกระบวนการดังกล่าว เช่น มีดกลึง มีดตัด มีดกัด ดอกเจาะ ดอกต๊าป ตามกระบวนการต่างๆ แต่การแบ่งประเภทเครื่องมือตัดสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ

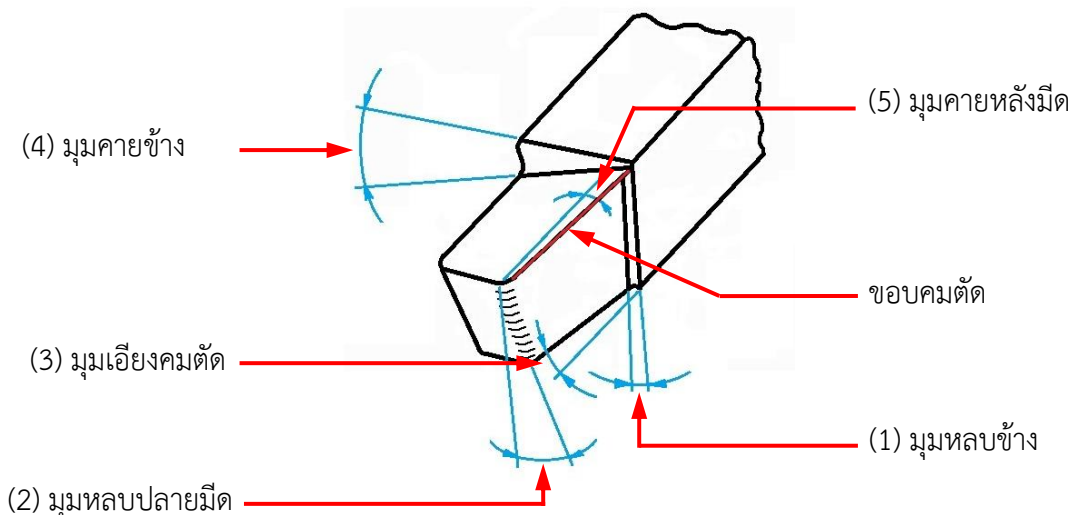
1. เครื่องมือตัดคมเดียว (Single-point Tools)
2. เครื่องมือตัดหลายคม (Multiple-cutting-edge Tools)

ในส่วนของการพิจารณารูปร่างเครื่องมือตัดหลายคมก็สามารถประยุกต์หลักการเดียวกันในการพิจารณารูปร่างเครื่องมือตัดคมเดียวได้

2.1 มุมของเครื่องมือตัดคมเดียว (Single-point Tools)

เครื่องมือตัดที่มีคมตัดเดียวถือเป็นพื้นฐานของกระบวนการตัดเฉือนวัสดุทั่วไป จะมีคมตัดเดียวใน 1 ด้าน เช่น สกัด มีดไส มีดกลึง วิธีการขึ้นรูปให้เกิดรูปร่าง รูปทรง หรือมุมต่างๆ นั้น ต้องเหมาะสมกับรูปแบบการทำงานและลักษณะการตัดเฉือนวัสดุตามกระบวนการของเครื่องมือตัด โดยมุมของมีดตัดคมตัดเดียวนั้นจะมีชื่อเรียกและหน้าที่ในการตัดแตกต่างกันซึ่งมีอยู่หลายมุม แต่ในบทนี้จะยกตัวอย่างมุมสำคัญ สำหรับการลับคมตัด 5 มุม คือ

- (1) มุมหลบข้าง (Side Relief Angle)
- (2) มุมหลบปลายมีด (End Relief Angle)
- (3) มุมเอียงคมตัด (Side-cutting Edge Angle)
- (4) มุมคายข้าง (Side Rake Angle)
- (5) มุมคายหลังมีด (Back Rake Angle)



รูปที่ 2.1 แสดงมุมของเครื่องมือตัดคมเดียว
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559))

มุมต่างๆ ที่มีในเครื่องมือตัดนั้น มีความสำคัญมากในกระบวนการตัดวัสดุ ซึ่งส่งผลต่อกระบวนการตัดเฉือนและการเกิดเศษตัด (Chip Formation) เช่น มุมหลบ (Relief Angle), มุมคาย (Rake Angle) เป็นต้น โดยหลักแล้ว ในการตัดเฉือนวัสดุที่ต่างกันก็จะมีค่ามุมของแต่ละมุมแตกต่างกันด้วย เพื่อความเหมาะสมและคุณภาพการตัดเฉือนที่ดี ซึ่งขนาดของมุมก็จะเปลี่ยนไปตามวัสดุงานและวัสดุของเครื่องมือตัดด้วย (ตารางที่ 2.1)

ตารางที่ 2.1 ตารางค่ามุมของมีดกลึงปอกผิว (องศา) ของมีดกลึงเหล็กกล้าความเร็วสูงในการตัดวัสดุงาน

วัสดุงาน	มุมหลบข้าง Side relief angle	มุมหลบปลายมีด End relief angle	มุมเอียงคมตัด Side-cutting edge angle	มุมคายข้าง Side rake angle	มุมคายหลังมีด Back rake angle
อลูมิเนียม	12	8	5	16	20
ทองเหลือง	10	8	5	5 ถึง (-4)	0
บรอนซ์	10	8	5	5 ถึง (-4)	0
เหล็กหล่อ	10	8	15	12	5
ทองแดง	12	10	5	20	16
เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ	10 ถึง 12	8	15	12 ถึง 18	8 ถึง 15
เหล็กกล้าคาร์บอนสูง	10	8	15	12	8
เหล็กสแตนเลส	10	8	15	15 ถึง 20	8

จากตารางจะเป็นค่ามุม (องศา) สำหรับงานกลึงปอกผิวของวัสดุงานต่างๆ ที่กลึงด้วยมีดกลึงชนิดเหล็กกล้าความเร็วสูง ซึ่งจะเปลี่ยนไปเพื่อให้เหมาะสมกับการตัดเฉือนวัสดุงานที่มีคุณสมบัติแตกต่างกัน

2.1.1 ลักษณะของมุมที่สำคัญของเครื่องมือตัดคมตัดเดียว

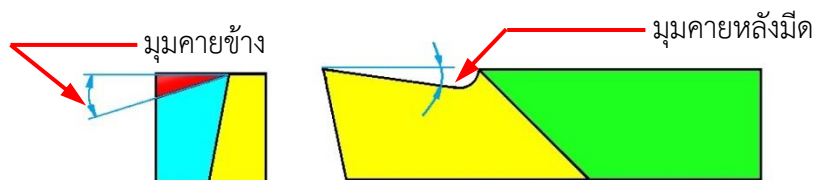
มุมของเครื่องมือตัดแต่ละมุมนั้นทำให้เกิดรูปทรงของเครื่องมือตัด ซึ่งถือได้ว่ามีความสำคัญมากในกระบวนการตัดวัสดุ ซึ่งส่งผลต่อกระบวนการตัดเฉือนและการเกิดเศษตัด (Chip Formation) ตามลักษณะที่ต้องการ เช่นต้องการให้เศษตัดที่ออกมาหักเป็นชิ้นๆ โดยเฉพาะมุมที่ประกอบเป็นคมตัด คือ มุมคาย (Rake Angle) และ มุมหลบ (Relief Angle) ที่อยู่ในตำแหน่งที่ใกล้กับผิวชิ้นงานและต้องทำมุมเล็กน้อยกับผิวชิ้นงานเพื่อป้องกันการขัดสีของเครื่องมือตัดกับผิวงานตัด หากมุมหลบที่น้อยเกินไปหรือไม่มีเลย จะส่งผลให้ใช้กำลังในการตัดมากเกินไปหรือไม่สามารถตัดเฉือนเนื้อวัสดุงานได้เลย ดังนั้นมุมของเครื่องมือตัดคมตัดเดียว จึงมีความสำคัญกับงานตัดเฉือนแตกต่างกัน ดังนี้

1) มุมคาย (Rake Angle)

มุมคาย เป็นมุมพื้นฐานของเครื่องมือตัด ที่ส่งผลต่อการตัดเฉือนอย่างมาก สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 มุม ซึ่งอยู่ในแนวที่ได้ฉากกัน คือ

(1) มุมคายข้าง (Side Rake Angle) ในกระบวนการกลึงโดยทั่วไป ถือว่ามีความสำคัญมากในกระบวนการตัด เนื่องจากว่ามุมคายข้างจะวางตัวอยู่ในแนวทิศทางการตัด หรือตามแนวทิศของการป้อนมีดตัด เป็นมุมที่ลัดให้ลาดต่ำลงมาจากคมตัดมีดกลึง สำหรับให้เศษกลึงไหลออกได้สะดวกยิ่งขึ้นในขณะคมมีดตัดเฉือนชิ้นงาน

(2) มุมคายหลังมีด (Back Rake Angle) เป็นมุมที่ลัดให้ลาดต่ำลงมาจากปลายตัดมีดกลึง จะให้เศษกลึงไหลออกได้ดีในทิศทางการกลึงตัดหรือการเจาะรูงาน

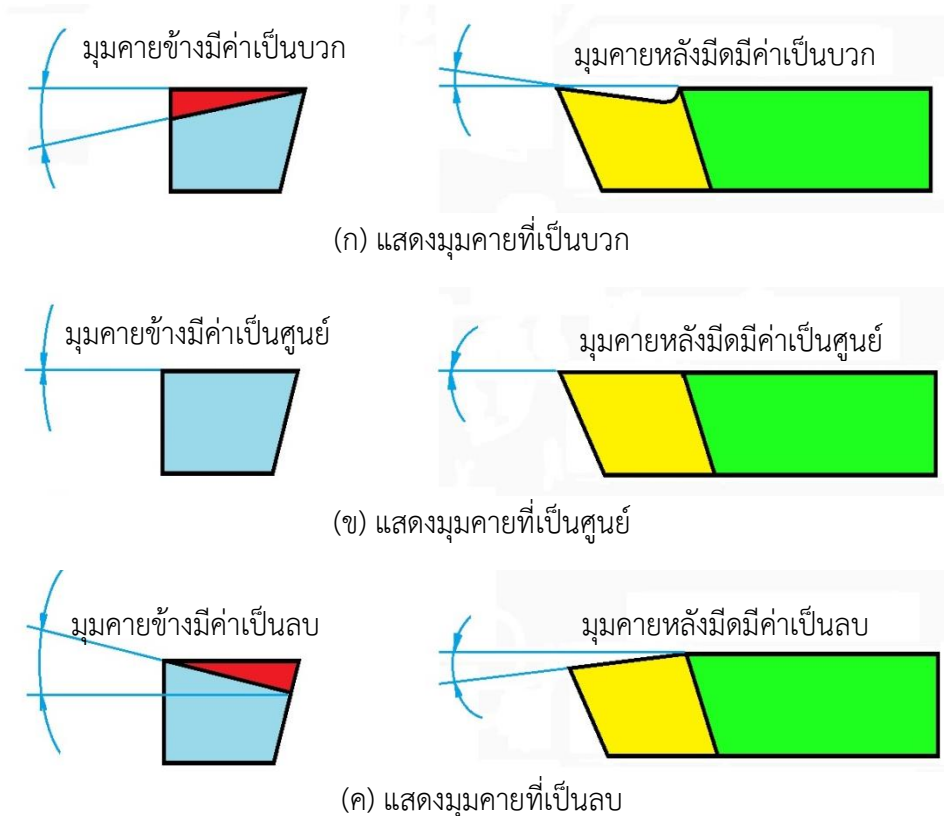


รูปที่ 2.2 แสดงตำแหน่งของมุมคายในเครื่องมือตัดคมตัดเดียว

(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

มุมคายสามารถแบ่งออกเป็น 3 รูปแบบคือ

- ก. มุมที่เป็นบวก (Positive Rake Angle)
- ข. มุมที่เป็นศูนย์องศา (Neutral Rake Angle)
- ค. มุมที่เป็นลบ (Negative Rake Angle)



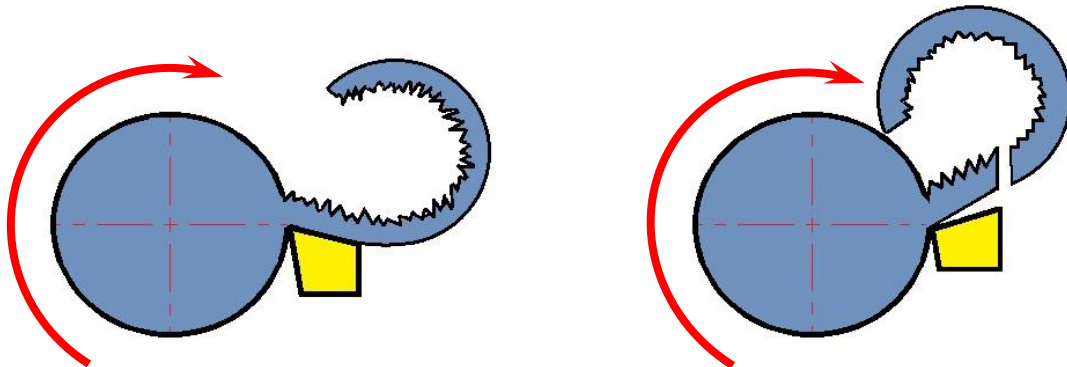
รูปที่ 2.3 แสดงรูปแบบของมุมคายในเครื่องมือตัดคมเดียว
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

(ก) มุมคายที่เป็นบวก (Positive Rake Angle) จะมีผิวที่ลาดลงมาจากคมตัด ทำให้เศษไหลออกจากคมตัดได้ดี ให้ประสิทธิภาพการตัดที่ดี เมื่อใช้ในการตัดวัสดุทั่วไป เช่น เหล็กเหนียว หรือวัสดุที่อ่อนและเหนียว หรือในงานที่โครงสร้างของเครื่องจักรที่ใช้ตัดเฉือนนั้นไม่แข็งแรงแข็งแรงนัก อาจเกิดการคลอนจากแรงที่ใช้ตัดเฉือน การใช้มุมคายที่เป็นบวกจะเกิดแรงในการตัดที่น้อยกว่าแบบที่เป็นลบ

(ข) มุมคายที่เป็นศูนย์องศา (Neutral Rake Angle) จะไม่มีส่วนที่ลาดลงจากส่วนคมตัดเลย จะมีมุมตั้งฉากกับเส้นแนวแกนของชิ้นงาน มักไม่ค่อยถูกนำมาใช้ในงานตัดมากนัก จะใช้ในการตัดโลหะที่มีคุณสมบัติ อ่อนเปราะ และเศษขุ่น ซึ่งมีความแข็งแรงไม่มากนัก วัสดุที่เหมาะสมในการใช้มีดตัดที่มีมุมคาย 0° เช่น ทองเหลือง บรอนซ์ เพราะจะป้องกันไม่ให้เกิดการเสียดสีกันเนื่องงาน โดยที่ยังไม่ได้ป้อน และใช้กับมีดกลึงเกลียวเพื่อป้องกันไม่ให้มุมของเกลียวที่กลึงได้ผิดไปจากมุมของมีดกลึง

(ค) มุมคายที่เป็นลบ (Negative Rake Angle) จะมีผิวที่ลาดเอียงสูงขึ้นไปจากคมตัดเหมาะสำหรับการตัดชิ้นงานที่มีความแข็งแรงมาก เพราะรูปทรงของตัวมีดที่สามารถทนต่อแรงในการตัดมากๆ ได้ โดยเฉพาะในการตัดหยาบ ที่ต้องการเอาเนื้อวัสดุออกในปริมาณมากๆ ในเวลาสั้นๆ รวมถึงใช้ในการตัดวัสดุที่มีความไม่ต่อเนื่องของเนื้อวัสดุมาก เช่น เหล็กหล่อ แต่มุมคายที่เป็นลบนี้ต้องการกำลังของเครื่องที่สูงและเครื่องต้องมีความแข็งแรงพอที่จะรองรับแรงในการตัดที่มากได้ คุณภาพผิวงานตัดที่ได้ยังด้อยกว่าการใช้มุมคายที่เป็นบวกเพราะจะมีลักษณะการตัดเป็นการขูดมากกว่าการเฉือน และการใช้มุมคายที่เป็นลบจะทำให้เศษที่

เกิดขึ้นจากการตัดถูกอัดตัวและเกิดความร้อนในระหว่างการตัดที่มาก ซึ่งสามารถแพร่เข้าไปยังชิ้นงานและตัวมีดตัดเองทำให้เกิดการเชื่อมติดของเศษตัดในระหว่างการตัดได้



(ก) การตัดด้วยมุมคายเป็นบวกลักษณะการตัดแบบเนียนเนื่องงาน

(ข) การตัดด้วยมุมคายเป็นลบมีลักษณะการตัดแบบขูดเนื่องงาน

รูปที่ 2.4 แสดงลักษณะของการตัดด้วยมุมคาย 2 รูปแบบ
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

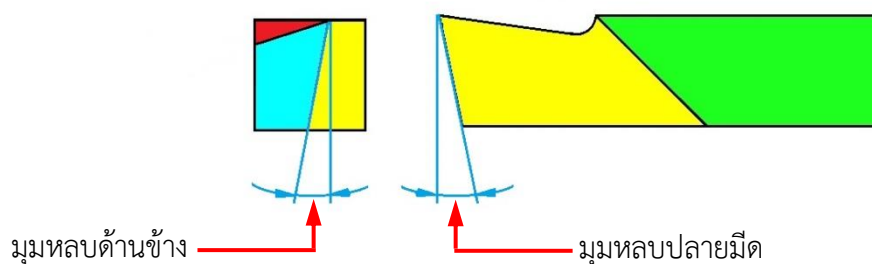
มุมคายมีปัจจัยสำคัญอยู่ 2 ประการสำหรับกระบวนการตัดโลหะ ประการแรกคือ มีผลต่อความแข็งแรงของเครื่องมือตัด มุมคายที่มีค่าเป็นลบจะสามารถรองรับแรงในการตัดได้มากกว่ามุมคายที่เป็นบวก แรงในการตัดและความร้อนที่เกิดขึ้นในระหว่างการตัดจะถูกรองรับด้วยขนาดของตัวมีดตัดที่เอียงลาดให้หนาและใหญ่ขึ้น ประการที่สองก็คือ แรงดันที่เกิดขึ้นในระหว่างการตัด (Cutting pressure) โดยมิตตัดที่มีมุมเป็นบวกช่วยลดแรงในการตัดลงได้เพราะเศษตัดจะสามารถไหลตัวผ่านหน้ามีดออกไปได้ดีกว่ามุมคายที่เป็นลบ

2) มุมหลบ (Relief Angle หรือ Clearance Angle)

เป็นมุมที่สำคัญมากในมิตตัด โดยพื้นที่ผิวด้านข้างคมตัดจะลาดเอียงหลบแนวคมตัดโดยลดขนาดให้เล็กกว่าคมตัดในแนวป้อนตัด เพื่อไม่ให้เกิดการเสียดสีกับชิ้นงานขณะทำการตัดเฉือน มุมหลบมี 2 มุมซึ่งอยู่ในแนวที่ได้ฉากกัน คือ

(1) มุมหลบด้านข้าง (Side Relief Angle) จะมีผิวลาดเอียงลดลง ในแนวด้านข้าง ในทิศทางที่ ป้อนตัดชิ้นงาน การตัดวัสดุอ่อนจะใช้มุมหลบข้างที่องศาหลายๆ ส่วนการตัดวัสดุแข็งจะมุมหลบข้างที่องศาน้อยๆ เพื่อให้มีดตัดมีความแข็งแรง

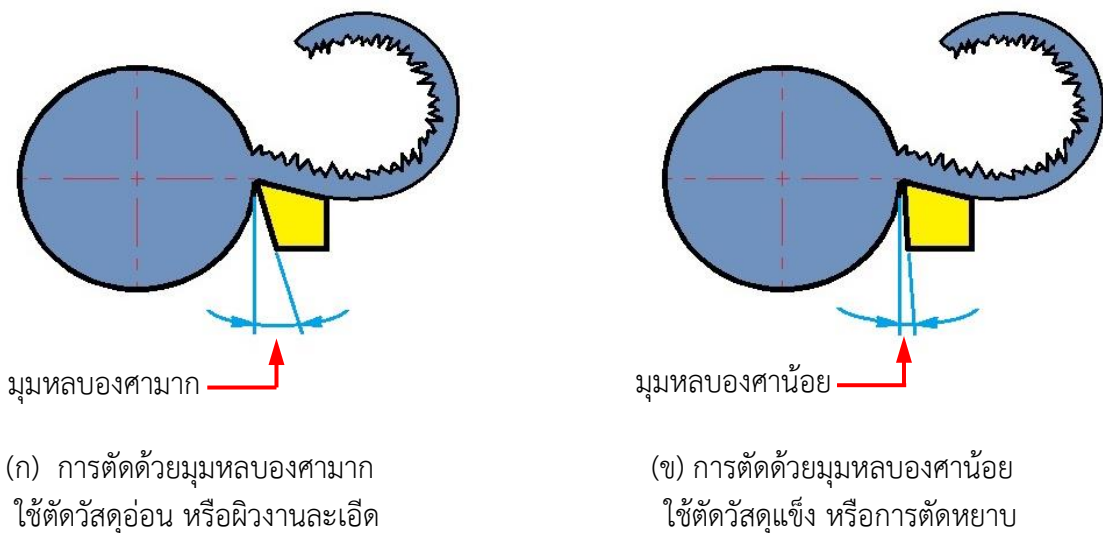
(2) มุมหลบปลายมีด (End Relief Angle) จะมีผิวลาดเอียงลดลง ในแนวด้านหน้าหรือปลายมีด มีจุดประสงค์เดียวกับมุมหลบข้าง คือ ไม่ต้องการให้ผิวเครื่องมือตัดที่ได้คมตัดของปลายมีดเสียดสีกับผิวชิ้นงาน



รูปที่ 2.5 แสดงตำแหน่งของมุมหลบ 2 มุม ในเครื่องมือตัดคมเดียว
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

โดยมุมหลบทั้ง 2 รูปแบบนี้ ต้องมีขนาดมุมที่ใหญ่พอที่จะไม่ทำให้ผิวหน้างานใหม่สัมผัสกับเครื่องมือตัด เพื่อลดโอกาสในการแตกหักและเพิ่มอายุการใช้งานของเครื่องมือตัด มุมหลบควรมีขนาดองศาที่มากเท่าที่จะเป็นไปได้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการตัด แต่เมื่อใช้มุมหลบที่องศามากจนเกินไปจะทำให้ความแข็งแรงของคมตัดลดลง ทำให้มีโอกาสที่จะสึกหรอ แตกกร้าวหรือแตกหักได้ง่าย หรือหากใช้มุมหลบที่องศาน้อยเกินไปก็จะทำให้เครื่องมือตัดเกิดการขัดสีบนผิวชิ้นงานทำให้เกิดความร้อนสูงกับเครื่องมือตัดซึ่งจะไปลดอายุการใช้งานของเครื่องมือตัดลง

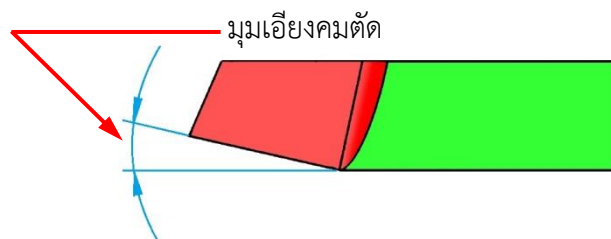
ดังนั้นจึงมีหลักในการใช้มุมหลบ คือ มุมหลบที่มีองศาหลายๆ มักใช้สำหรับการตัดวัสดุอ่อนทั่วไป และในกระบวนการตัดเพื่อให้ได้ผิวสุดท้าย หรือผิวงานละเอียด ส่วนการใช้มุมหลบที่มีค่าองศาน้อยๆ มักจะใช้ในกระบวนการตัดเนื้อวัสดุที่แข็งและมีความแข็งแรงมากๆ รวมไปถึงกระบวนการตัดที่มีอัตราการตัดเนื้อวัสดุสูงๆ หรือมีความไม่ต่อเนื่องของการตัดหลายๆ เช่น การกลึงหยาบ เนื่องจากมีคมตัดมีความแข็งแรงกว่า



รูปที่ 2.6 แสดงลักษณะของการตัดด้วยมุมหลบ
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

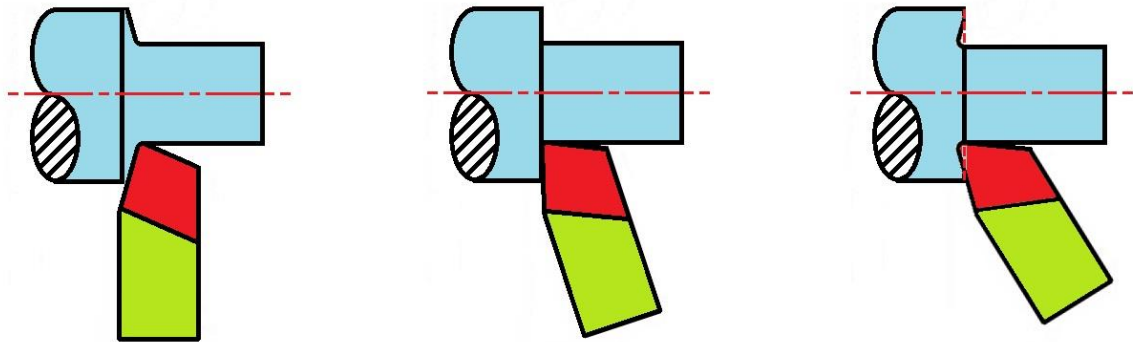
3) มุมเอียงคมตัด (Side Cutting Edge Angle)

เป็นมุมที่ลัดให้คมตัดเอียงทำมุมกับตัวมีด เพื่อให้มีดกลิ้งเดินตัดเนื้อวัสดุได้สะดวกมีแรงต้านน้อย ช่วยลดแรงกระทำกับมีดตัดในขณะที่เริ่มต้นตัดวัสดุได้ ขนาดของมุมจะขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุที่ใช้ทำมีดและวัสดุงาน และ ส่วนที่เป็นคมตัด (Cutting Edge) ก็จะอยู่ในช่วงของมุมนี้ด้วย คมตัดจะป้อนกินชิ้นงานได้มากน้อยเท่าใด ขึ้นอยู่กับการลัดมุมเอียงคมตัด (Side Cutting Edge Angle) ร่วมกับมุมหลบด้านข้าง (Side Relief Angles) ที่ลาดลงมาจากคมตัด



รูปที่ 2.7 แสดงตำแหน่งของมุมเอียงคมตัดในเครื่องมือตัดคมเดียว
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

ในการกลึงตัดงานนั้นมุมเอียงคมตัดสามารถใช้ร่วมกับการตั้งองศาที่ชุดจับยึดเครื่องมือตัด (มุมนำ) ให้ทำมุมในองศาที่ต้องการขณะตัดกลึงตามกระบวนการตัดเพื่อความเหมาะสม ซึ่งมีทั้ง ค่าเป็นบวก ลบ และ ศูนย์ ซึ่งจะให้ผลของการตัดต่างกันไป



(ก) การตัดด้วยมุมบวก

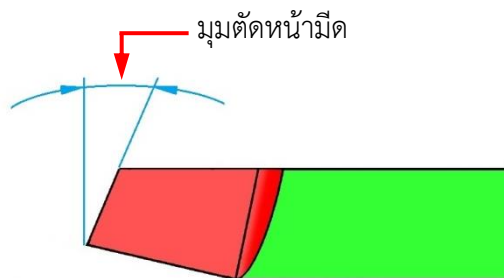
(ข) การตัดด้วยมุมศูนย์

(ค) การตัดด้วยมุมลบ

รูปที่ 2.8 แสดงลักษณะของการตัดด้วยมุมมุมเอียงคมตัดร่วมกับมุมนำที่เอียงด้วยป้อมมีด
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

4) มุมตัดหน้ามีด (Front Cutting Edge Angle หรือ End Cutting Edge Angle)

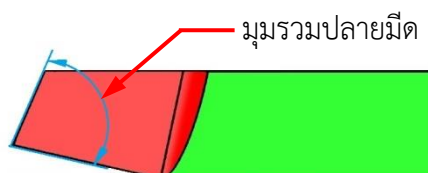
เป็นมุมที่ลับเพื่อไม่ให้ผิวด้านหน้าของคมตัดของมีดกลึงเสียดสีกับผิวงานในขณะกลึงงาน และใช้เป็นคมตัดเนื้องานในบางกรณี ในกรณีของมีดเจาะหรือมีดตัด ส่วนนี้จะใช้เป็นคมตัด



รูปที่ 2.9 แสดงตำแหน่งของมุมตัดหน้ามีดในเครื่องมือตัดคมเดียว
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

5) มุมรวมปลายมีด (Nose Angle)

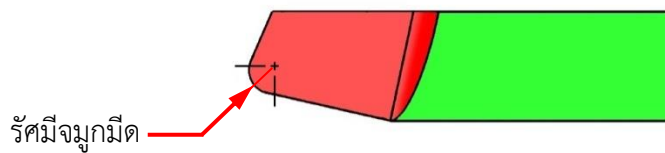
มุมรวมปลายมีด เป็นมุมที่เกิดจากการลับมุมคมตัดด้านข้าง (Side Cutting Edge Angle) และมุมคมตัดด้านหน้าของมีดกลึง (Front Cutting Edge Angle) มุมรวมปลายมีดที่มีค่ามุมองศาต่างๆ จะเหมาะกับการตัดที่รับภาระตัดหนักๆ แต่จะไม่เกิน 90 องศาในงานตัดทั่วไป



รูปที่ 2.10 แสดงตำแหน่งของมุมรวมปลายมีดในเครื่องมือตัดคมเดียว
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

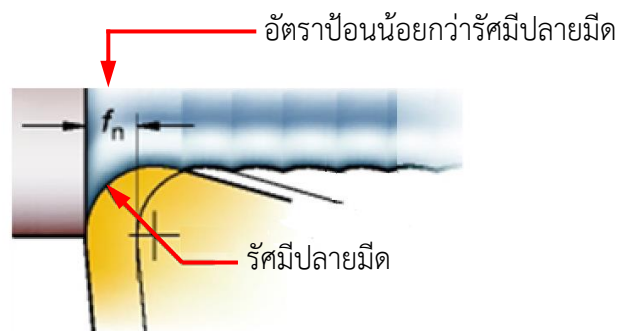
6) รัศมีจุมุมมิต (Nose Radius)

เกิดจากการลัปลายมิตให้มนโค้ง ไม่เป็นมุมแหลม ช่วยเพิ่มความแข็งแรงให้ปลายคมตัด และสามารถกลิ้งชิ้นงานให้ได้ผิวที่เรียบมัน ขนาดรัศมีจุมุมมิตที่ใช้จะขึ้นอยู่กับกระบวนการตัดและสภาวะการตัดในแต่ละงาน จุมุมมิตที่มีรัศมีมากจะทำให้ปลายคมตัดมีความแข็งแรงและช่วยให้ความร้อนที่เกิดขึ้นในระหว่างการตัดสามารถถ่ายเทผ่านออกไปได้เร็วขึ้น



รูปที่ 2.11 แสดงตำแหน่งของรัศมีจุมุมมิตในเครื่องมือตัดคมเดียว
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

การใช้รัศมีจุมุมมิตช่วยให้สามารถใช้อัตราป้อนได้มากขึ้นโดยยังมีคุณภาพผิวที่ดี แต่ด้วยขนาดของรัศมีที่มากขึ้น ทำให้พื้นที่ผิวสัมผัสของปลายมิตตัดและผิวชิ้นงานมากขึ้นไปด้วยจึงเพิ่มโอกาสที่จะเกิดการสะท้อน (Chatter) ที่คมตัดได้ง่าย นอกจากนี้แรงที่ใช้ในการตัดก็สูงขึ้นด้วย ซึ่งหากลดอัตราป้อนลง จะช่วยให้ได้ผลดีกับผิวงานมากขึ้น ทั้งลดการสะท้อนและให้คุณภาพผิวที่ดีกว่า โดยอัตราป้อนที่ใช้เพื่อให้ได้คุณภาพผิวงานที่ดีไม่ควรเกินขนาดของรัศมีจุมุมมิตเพื่อให้ได้ผิวชิ้นงานที่เรียบ



รูปที่ 2.12 แสดงลักษณะของระยะของอัตราป้อนกับรัศมีปลายมิต
(ที่มา : <http://www.verspanersforum.nl>, 9 มิถุนายน 2559)

2.2 มุมของเครื่องมือตัดหลายคม (Multiple-cutting-edge Tools)

เครื่องมือตัดหลายคมเป็นเครื่องมือตัดที่มีคมตัดมากกว่า 1 คมตัดในด้ามเดียวกัน เช่น ใบเลื่อย ดอกสว่าน เอ็นมิล หรือรีมเมอร์ ซึ่งการใช้มุมในเครื่องมือตัดหลายคมตัดนั้นก็จะมีมุมหลักๆ ที่คล้ายกับเครื่องมือตัดคมตัดเดี่ยวทั่วไป ในที่นี้จะขอกล่าวถึงมุมสำคัญของเครื่องมือตัดหลายคมตัดที่ใช้ในการทำงานผลิตชิ้นส่วนทั่วไป คือ

- 2.2.1 มุมของดอกสว่าน (Drill)
- 2.2.2 มุมของดอกเอ็นมิล (End mill)
- 2.2.3 มุมของมีดกัด (Cutter)

2.2.1 มุมของดอกสว่าน (Drill)

ดอกสว่านเป็นเครื่องมือตัดพื้นฐานที่ใช้ในการเจาะรู มีคมตัดอยู่บริเวณปลายของดอกเจาะ มี 2 แบบใหญ่ๆ ที่ใช้กันทั่วไป คือ ดอกสว่านแบบก้านตรงและดอกสว่านแบบก้านเรียว



(ก) ดอกสว่านแบบก้านตรง

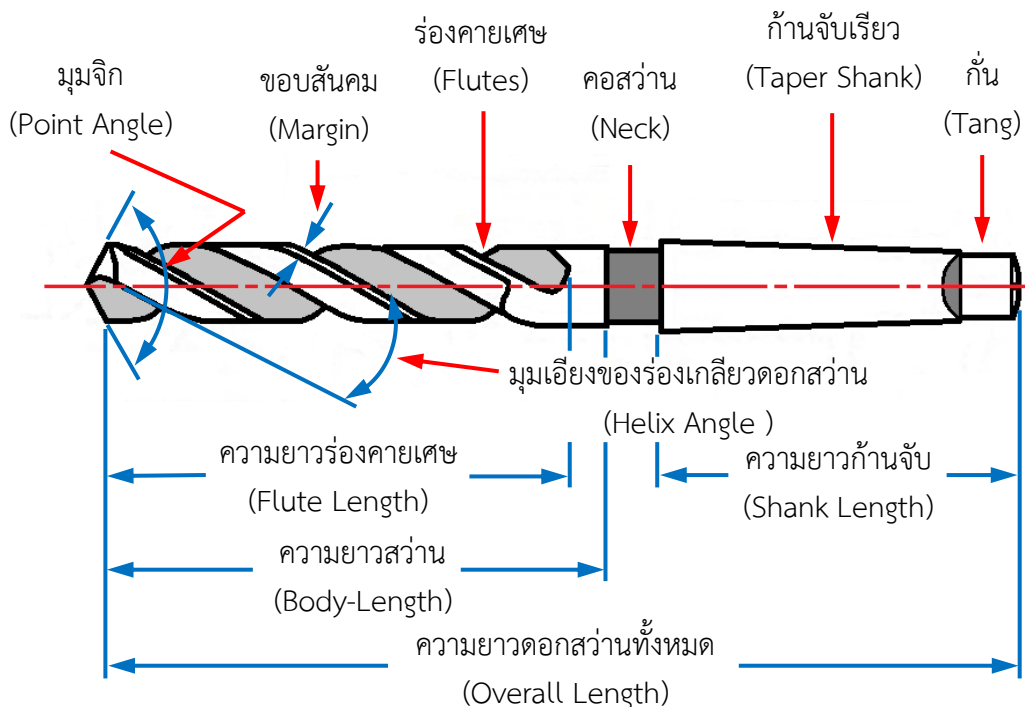


(ข) ดอกสว่านแบบก้านเรียว

รูปที่ 2.13 แสดงลักษณะของดอกสว่าน

(ที่มา : <http://www.vpowertools.com>, วันเข้าถึง 9 มิถุนายน 2559)

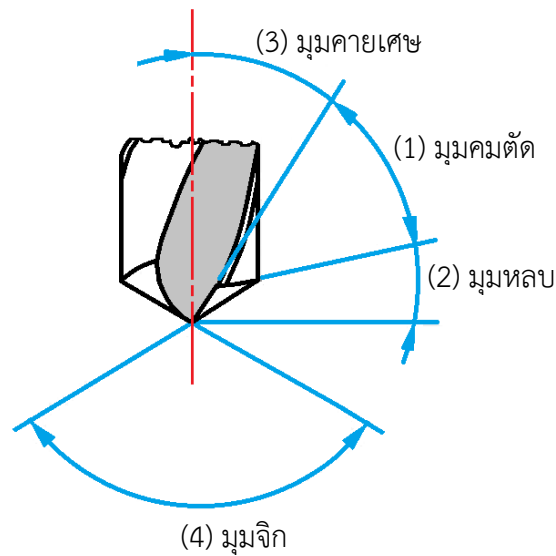
ดอกสว่านทั้ง 2 แบบ จะมีลักษณะของมุมที่เป็นคมตัดเหมือนกัน ซึ่งจะมีโครงสร้างในส่วนต่างๆ สำหรับดอกสว่านทั่วไป ดังรูปที่ 2-14



รูปที่ 2.14 แสดงลักษณะโครงสร้างของดอกสว่าน

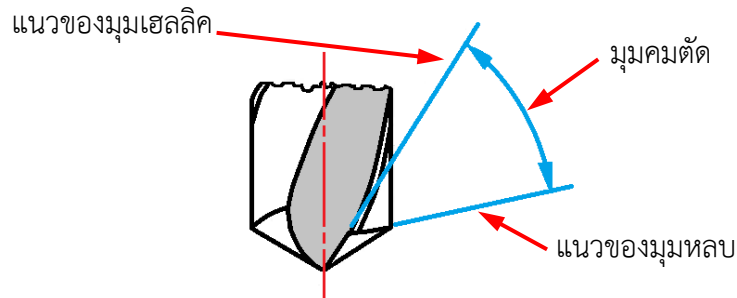
(ที่มา : สุรชัย บุญโสภณ, 2559)

ส่วนสำคัญที่ทำการตัดเฉือนวัสดุของชิ้นงาน จะอยู่ส่วนปลายของดอกสว่าน ซึ่งจะมีส่วนประกอบของโครงสร้างที่ทำให้เกิดคมตัด คือ ร่องคายเศษที่เลี้ยวเอียงทำมุมกับแนวแกนของดอกสว่าน เรียกว่ามุม เฮลลิก (Helix) ซึ่งมุมคมตัดของดอกสว่านโดยทั่วไปจะประกอบด้วยมุมที่สำคัญ 4 มุม ที่เกี่ยวข้องกับการตัดเฉือน เพื่อที่จะให้ผลดีต่อการตัดเฉือน ดังรูปที่ 2-15 ซึ่งแต่ละมุมก็จะมีหน้าที่ในการตัดเฉือนต่างกัน



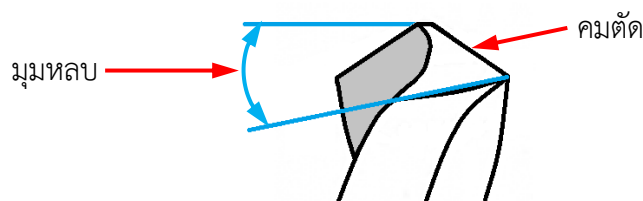
รูปที่ 2.15 มุมคมตัดที่สำคัญของดอกสว่าน
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

1) มุมคมตัด (Cutting angle) จะมีลักษณะเหมือนกับลิ้ม ทำหน้าที่ตัดเฉือนเนื้อโลหะ ขนาดของมุม ถูกกำหนดโดย มุมเฮลลิก ที่ร่องเลื่อย และมุมหลบที่ลิ้นขึ้นมา ขนาดของมุมคมตัดที่จะลิ้นให้เกิดขึ้นนั้น ขึ้นอยู่กับวัสดุที่จะต้องตัดเฉือน โดยหลักแล้ว ถ้าต้องการตัดวัสดุงานแข็ง จะให้ขนาดของมุมโตขึ้น โดยลดแนวมุมหลบลง



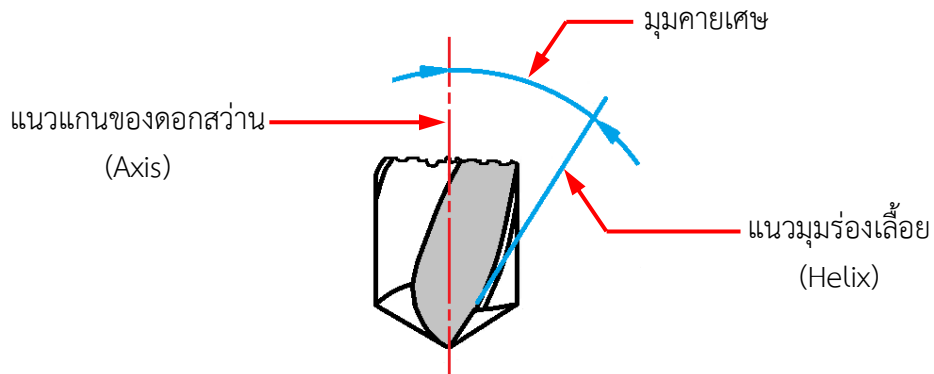
รูปที่ 2.16 แสดงตำแหน่งมุมคมตัดของดอกสว่าน
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

2) มุมหลบ (Lip clearance angle) เกิดจากผิวหน้าที่เอียงลาดลงจากแนวคมตัด ทำหน้าที่ลดการเสียดสี และลดแรงต้านบริเวณผิวหน้าของมุมจิกของดอกสว่าน ถ้าไม่มีมุมหลบนี้ดอกสว่านจะไม่สามารถตัดเฉือนผิวงานได้ และขนาดของมุมยังส่งผลกับอัตราการป้อนเจาะของดอกสว่านด้วย ถ้ามุมหลบของคาน้อยจะใช้ อัตราป้อนเจาะน้อย เหมาะกับวัสดุงานแข็ง ถ้ามุมหลบของคามากจะใช้ อัตราป้อนเจาะมากขึ้น ความแข็งแรงของคมตัดจะลดลง อาจแตกบิ่นได้ง่ายจึงเหมาะกับวัสดุอ่อน ในการเจาะโลหะทั่วไปนิยมใช้มุมหลบ 8-12 องศา



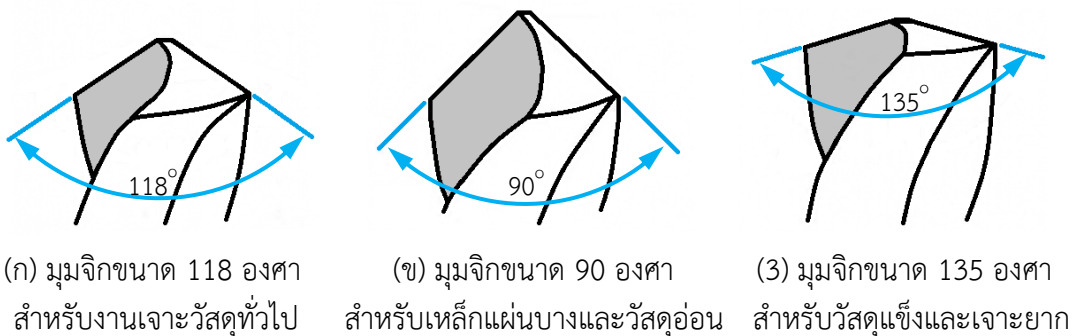
รูปที่ 2.17 แสดงตำแหน่งมุมหลบของดอกสว่าน
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

3) มุมคายเคซ (Rake angle) จะอยู่ที่มุมของร่องเลื่อย (Helix) ที่ทำมุมกับแนวแกนของดอกสว่าน (Axis) ทำหน้าที่ให้เศษตัดเฉือนเคลื่อนที่ออกจากผิวงานที่ถูกตัด มีทั้งแบบค่ามุมบวก ค่ามุมลบ และ 0 องศา ขึ้นอยู่กับลักษณะของงานซึ่งจะมีผลกับเศษโลหะที่ออกมา ดอกสว่านโดยทั่วไปจะมีมุมของร่องเลื่อยที่ 25-30 องศา



รูปที่ 2.18 แสดงตำแหน่งมุมคายของดอกสว่าน
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

4) มุมจิก (Point angle) สำหรับตัดเฉือนชิ้นงาน มุมจิกจะมีผลต่อแรงกดเจาะ ถ้ามุมจิกโตมาก แรงต้านเจาะก็มากขึ้นตามลำดับ แต่มุมจิกก็ช่วยในการนำศูนย์ในการเจาะงานในขณะเริ่มเจาะ ขนาดของมุมจิกจะขึ้นกับวัสดุงานที่นำมาเจาะ การตัดโลหะทั่วไปจะใช้มุมจิกขนาด 118° ส่วนการใช้มุมจิกขนาด 90° จะเหมาะสำหรับเหล็กแผ่นบางและวัสดุเนื้ออ่อน โลหะที่ไม่ใช่เหล็ก เช่น อลูมิเนียม, ทองแดง, พลาสติก, ไฟเบอร์, ไม้ เพราะมุมที่แหลมกว่า จึงเจาะได้เร็วและคายเคซได้ดี มีระยะคมตัดที่ยาวกว่า ส่วนการใช้มุมจิก 135° จะเหมาะสำหรับวัสดุแข็งและเจาะยาก เนื่องจากมุมเจาะใหญ่ จึงมีระยะคมตัดที่สั้นลงทำให้ความฝืด และความร้อนที่เกิดจากแรงตัดเฉือนน้อยลง ขณะเดียวกันก็มีความแข็งแรงมั่นคงกว่า จึงเหมาะกับงานเหล็กแข็ง เช่น สเตนเลส



รูปที่ 2.19 แสดงค่ามุมจิกของดอกสว่าน
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

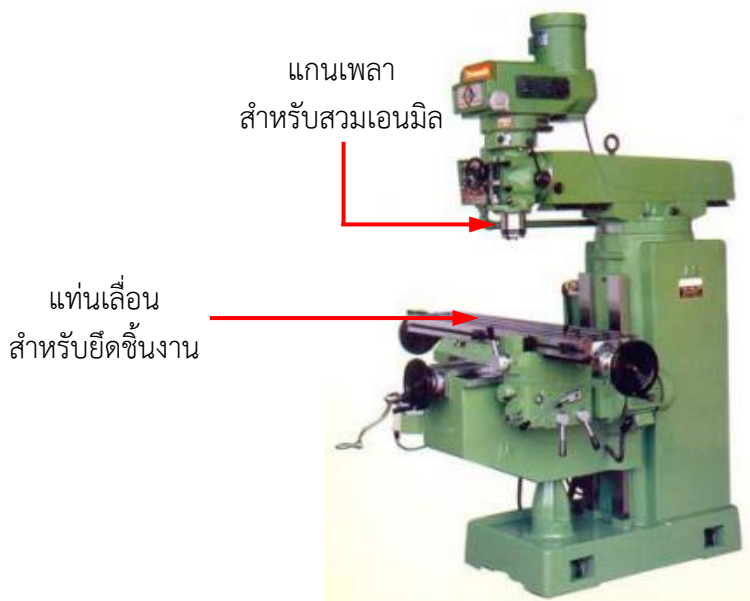
2.2.2 ดอกเอ็นมิล (End mill)

เอ็นมิล (End mill) เป็นเครื่องมือตัดประเภทหนึ่งสำหรับงานกัดทั่วไป ใช้กับเครื่องกัดแนวตั้ง รูปร่างของดอกเอ็นมิลมีลักษณะเป็นแท่งกลม มีคมตัดอยู่ตรงปลายด้านหน้าและคมตัดที่ด้านข้าง การทำงานของ เอ็นมิล จะสวมอยู่กับแกนเพลลาของเครื่องกัด และหมุนรอบตัวเองอยู่กับ โดยยึดชิ้นงานไว้กับแท่นเลื่อน ตัดวัสดุงานต่างๆ ให้เป็นรูปแบบที่ต้องการโดยเลื่อนแท่นเลื่อนให้ชิ้นงานเข้าหาดอกเอ็นมิล



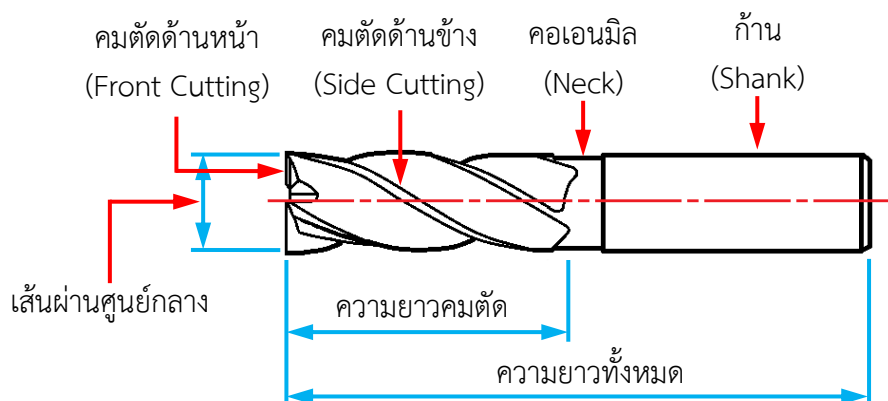
รูปที่ 2.20 แสดงลักษณะของดอกเอ็นมิล

(ที่มา : <http://www.nachithailand.com>, 9 มิถุนายน 2559)



รูปที่ 2.21 แสดงลักษณะของเครื่องกัดแนวตั้ง

(ที่มา : <http://www.arceurotrade.co.uk/>, 9 มิถุนายน 2559)

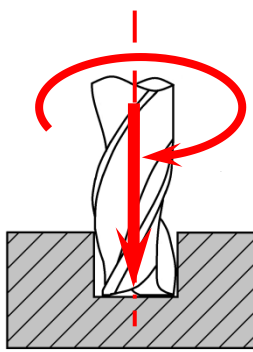


รูปที่ 2.22 แสดงโครงสร้างของดอกเอ็นมิล

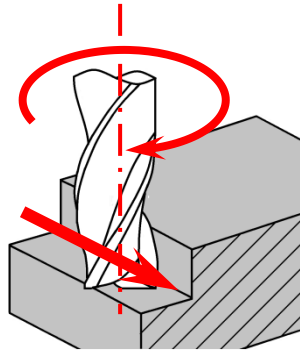
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

ดอกเอนมิลมีคมตัดสำหรับการตัดเฉือนได้ 2 แนว คือ

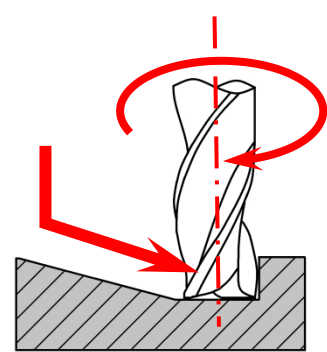
- 1) คมตัดด้านหน้า เป็นการกัดด้านบนของชิ้นงานลงด้านล่างในแนวตั้งด้วยฟันที่อยู่ปลายดอกเอนมิล
- 2) คมตัดด้านข้าง เป็นการกัดด้านข้างของชิ้นงานขนานไปในแนวนอน ด้วยฟันเลื่อยรอบแกนหมุนของดอกเอนมิล



(ก) การกัดแนวตั้ง
ด้วยคมตัดด้านหน้า



(ข) การกัดแนวนอน
ด้วยคมตัดด้านข้าง

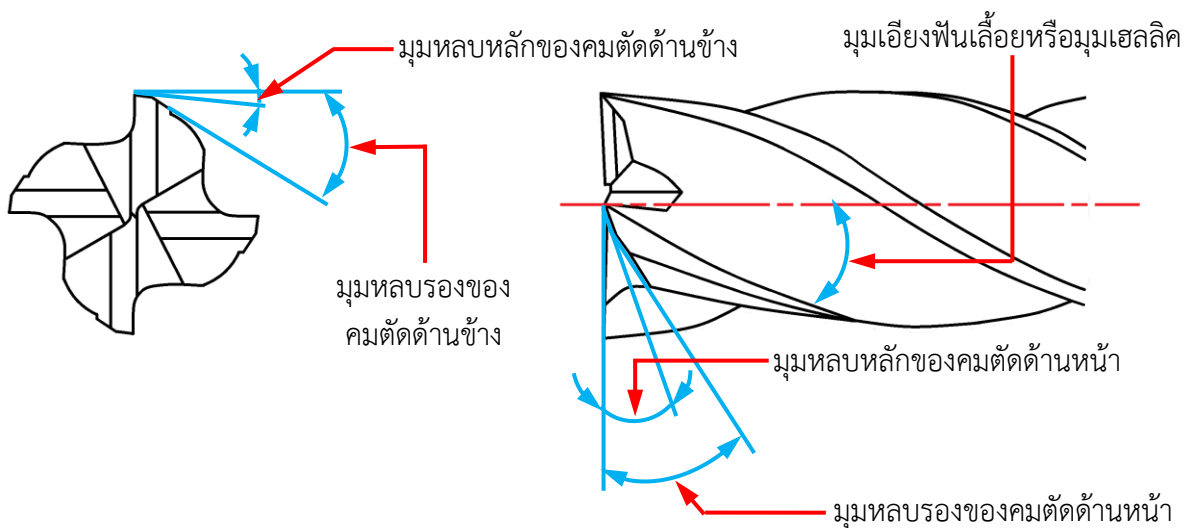


(ค) การกัดแนวทะแยง
ด้วยคมตัดด้านหน้าและด้านข้าง

รูปที่ 2.23 แสดงลักษณะทิศทางการตัดงานของเอนมิล
(ที่มา : <http://www.arceurotrade.co.uk/>, 9 มิถุนายน 2559)

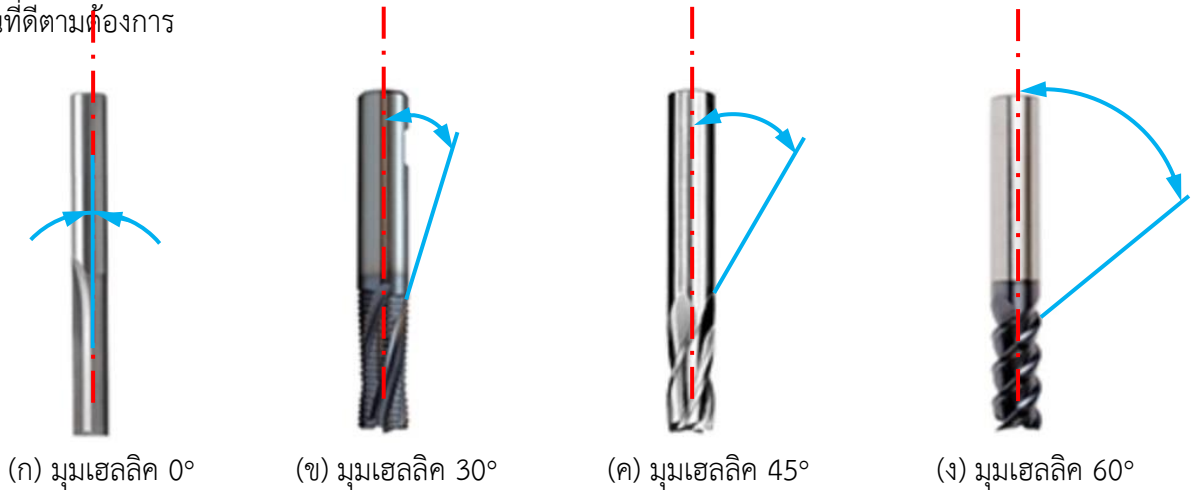
มุมของดอกเอนมิล ที่ใช้ในงานกัดทั่วไป สามารถอ้างอิงหน้าที่การทำงานของแต่ละมุมได้จากดอกสว่าน เช่น มุมฟันเลื่อยหรือมุมเฮลิค มุมคมตัดหรือมุมลิ้ม มุมคาย และมุมหลบ แต่เพื่อเพิ่มความแข็งแรงของคมตัดของดอกเอนมิลจึงมีมุมหลบอยู่ 2 ระดับ ที่เอียงจากขอบคมตัด คือ

- 1) มุมหลบหลัก (Primary) จะมืองศาของมุนน้อย เพื่อความแข็งแรงของคมตัด มีพื้นที่มุนน้อย
- 2) มุมหลบรอง (Secondary) จะเอียงต่อจากมุมหลบหลักให้มืองศาของมุนที่เพิ่มมากขึ้นอีกเพื่อป้องกันการเสียดสีในขณะตัดเฉือน



รูปที่ 2.24 แสดงลักษณะของมุมหลบหลักและมุมหลบรองของดอกเอนมิล
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

ส่วนมุมของคมตัดด้านข้างของดอกเอ็นมิลที่บิดพันรอบแนวแกนเรียกว่า มุมเอียงฟันเลี้ยวหรือ มุมเฮลลิก (Helix angles) คมตัดของเอ็นมิลจะเป็นเกลียวบิดทำมุมกับแนวแกน มีมุมเอียงฟันเลี้ยวให้เลือกใช้ได้หลายมุม เช่น 0, 30, 45, 60 องศา ซึ่งจะเลือกมาใช้งานตามลักษณะการตัดเฉือนวัสดุงาน เพื่อให้ผลการตัดเฉือนที่ดีตามต้องการ



รูปที่ 2.25 แสดงลักษณะของมุมเฮลลิกของเอ็นมิลขนาดต่างๆ

(ที่มา : <http://cadem.com/cncetc/cnc-milling-end-mill-helix/>, 10 มิถุนายน 2559)

มุมเฮลลิก 0 องศา คมตัดจะเป็นแบบตั้งตรงไม่พันรอบแนวแกน เมื่อดอกเอ็นมิลเคลื่อนที่เข้าตัดเฉือนชิ้นงาน จะเกิดการกระแทกตรงๆ เต็มหน้าของคมตัดด้านข้าง จึงต้องใช้แรงในการตัดมากเพราะเกิดแรงต้านขึ้นทันทีทันใดและเป็นช่วงๆ ไม่ต่อเนื่อง คมตัดจะสึกหรอหรือหักง่าย จึงเหมาะกับงานตัดเฉือนโลหะแผ่นบาง

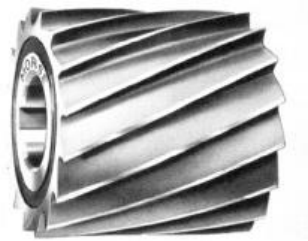
มุมเฮลลิก 30 องศา เป็นมุมมาตรฐานที่นิยมใช้มากที่สุด เหมาะกับงานทั่วไป ที่ใช้แรงในการตัดเฉือนไม่หนักมากนัก หรือกัดหยาบโดยเลือกใช้ฟันกัดหยาบที่เป็นลูกคลื่น

มุมเฮลลิก 45 องศา ใช้กับงานวัสดุงานแข็งๆ เช่น สแตนเลส

มุมเฮลลิก 60 องศา เหมาะกับงานที่ต้องการเก็บผิวละเอียด หรือกัดงานที่เป็นผนังบางๆ และสูง ชิ้นงานมีความแข็งสูงมากๆ เพราะมุมเฮลลิกที่มาก จะเกิดความร้อนน้อยลง การคายเศษดีขึ้น และลดการสะสมของคมตัดในการตัดเฉือน

2.2.3 มีดกัด (Cutter)

มีดกัด (Cutter) เป็นเครื่องมือตัดหลายคมที่ใช้กับเครื่องกัดแนวอน มีหลากหลายรูปแบบสำหรับใช้งาน แต่ก็มีมุมสำคัญในการพิจารณาค้นกับ ดอกเอนมิล (End mill) โดยลักษณะของมีดกัดจะเป็นทรงกระบอกที่ถูกเจาะเป็นรูตามแนวแกนและมีฟันกัดอยู่ด้านข้างรอบทรงกระบอก มีทั้งแบบมีมุมเอียงฟันเลื่อย คือ มีมุมเฮลลิก และแบบฟันตรงที่ไม่มีมุมเอียงฟันเลื่อย หรือมุมเฮลลิกเป็น 0 องศา



(ก) มีดกัดหน้ากว้างมีมุมเอียงฟันเลื่อย



(ข) มีดกัดแบบบางฟันตรงไม่มีมุมเอียง

รูปที่ 2.26 แสดงลักษณะของมีดกัด (Cutter)

(ที่มา : <http://webstaff.kmutt.ac.th/>, 9 มิถุนายน 2559)



รูปที่ 2.27 แสดงลักษณะของเครื่องกัดแนวอน

(ที่มา : <http://www.arceurotrade.co.uk/>, 9 มิถุนายน 2559)



รูปที่ 2.28 แสดงลักษณะการกัดงานของมีดกัด

(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

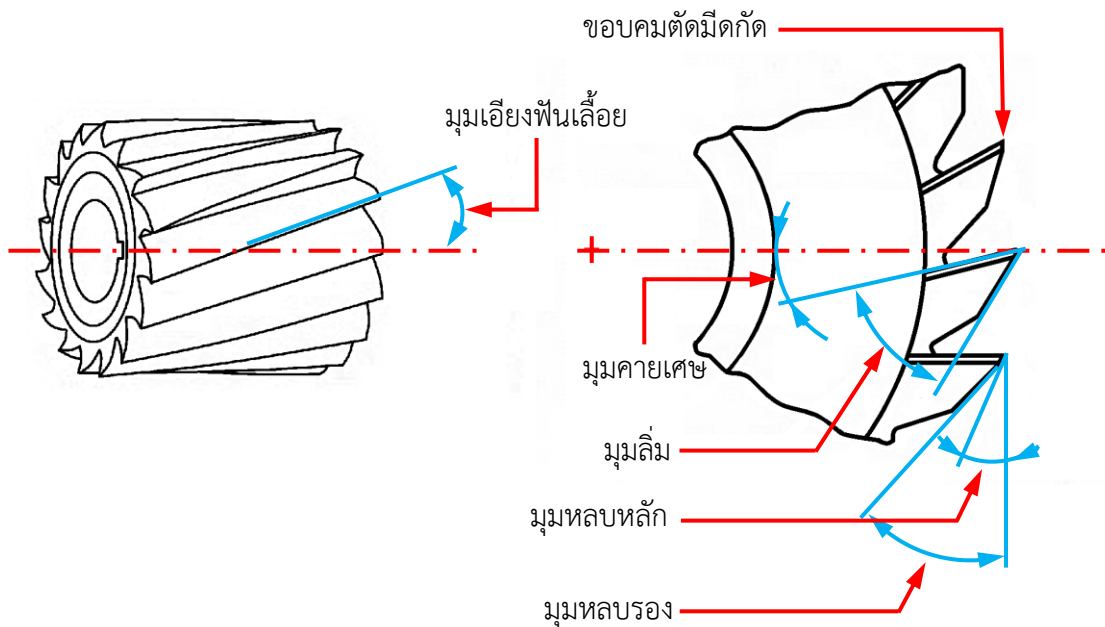
มุมของมีดกัด ที่ใช้ในงานกัดทั่วไป สามารถอ้างอิงหน้าที่การทำงานของแต่ละมุมสำคัญได้จากเครื่องมือตัดคมเดียว ได้เช่นกัน คือ

1) มุมคาย (Rake angle) มีหน้าที่เก็บเศษโลหะขณะที่ฟันกัดชิ้นงานและคายเศษโลหะนั้นออกมา เมื่อฟันกัดนั้นพ้นจากชิ้นงาน ในมีดกัดทั่วไปมีมุมเอียงลาดจากขอบคมตัดจากแนวศูนย์กลางประมาณ 10-15 องศา

2) มุมหลบ (Relief angle) เป็นมุมที่อยู่หลังคมตัดเพื่อไม่ให้ส่วนหลังของฟันเสียดสีกับชิ้นงาน มุมหลบจะมี 2 มุม คือ มุมหลบหลัก (Primary) จะมีองศาของมุมน้อย และมุมหลบรอง (Secondary) ที่มีองศาของมุมที่มากกว่า โดยมุมหลบรองจะลาดต่อจากมุมหลบหลัก และช่วยให้เกิดช่องว่างหน้าคมตัดช่วงมุมคายเศษเพื่อให้เก็บเศษโลหะที่ถูกคมตัดเฉือนออกมาได้มากขึ้นก่อนจะหลุดจากชิ้นงานและคมตัด

3) มุมลิ้ม (Lip angle) เป็นมุมที่กำหนดความแข็งแรงของฟันมีดกัดเพราะเป็นเนื้อวัสดุของเครื่องมือตัดที่เหลืออยู่จากมุมคายเศษและมุมหลบ เพราะเมื่อรวมมุมลิ้ม มุมคายเศษ และมุมหลบ ทั้ง 3 มุม จะมีมุมรวมกัน 90 องศา

4) มุมเอียงฟันเลี้ยว (Helix angle) เป็นมุมที่ฟันกัดจะเอียงโค้งฟันรอบตัวมีดกัด มีมุมเอียงประมาณ 35° - 60° เพื่อลดการกระแทกของฟันกัด เช่น มีดกัดราบ (Plain milling cutter)



รูปที่ 2.29 แสดงลักษณะของมุมของมีดกัด

(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

กิจกรรมเสริม

ครูให้นักเรียนนักศึกษาดูคลิปวิดีโอจากอินเทอร์เน็ตเกี่ยวกับวัสดุเครื่องมือตัดและอธิบายเนื้อหาที่เกี่ยวข้อง เช่น

<https://www.youtube.com/watch?v=Mn9jpql8rao&list=PLFUut6hJcmeomZX1hTMjyYLBo8-4hPK8z> (มุมของมีดกลึงคมตัดเดียว)

<https://www.youtube.com/watch?v=bbMbFvsRTJo> (รูปทรงเรขาคณิตของเครื่องมือตัด)

<https://www.youtube.com/watch?v=MZa2B5oWTYM> (ส่วนประกอบของดอกสว่าน)

<https://www.youtube.com/watch?v=pAngKHIZgyA> (การ Modifying มุมดอกสว่านเจาะทองเหลือง)

<https://www.youtube.com/watch?v=jlNxvnOxMCE> (การสร้างดอกกัดแบบคมตัดเดียว)

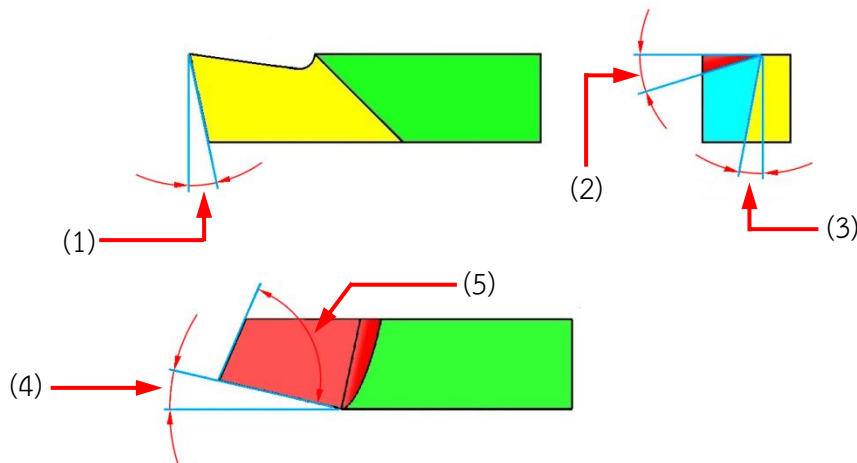
- ครูสอบถามให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นว่านักเรียนเคยใช้หรือพบเห็นวัสดุเครื่องมือตัดแบบมีดกลึง ดอกสว่านหรือเอ็นมิล ที่มีมุมคมตัดแบบใดมาบ้าง

แบบทดสอบหลังเรียนหน่วยที่ 2

มุมของเครื่องมือตัด

จงทำเครื่องหมายกากบาท (X) ข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว (10 คะแนน)

จากรูปเครื่องมือคมตัดเดี่ยวนี้ จงตอบคำถาม ข้อที่ 1-5



1. มุมหมายเลข 1 คือมุมอะไร

- ก. มุมหลบปลายมีด
- ค. มุมตัดหน้ามีด
- จ. มุมเอียงคมตัด

- ข. มุมคายข้าง
- ง. มุมหลบข้าง

2. มุมหมายเลข 2 คือมุมอะไร

- ก. มุมคายหลังมีด
- ค. มุมรวมปลายมีด
- จ. มุมเอียงคมตัด

- ข. มุมคายข้าง
- ง. มุมหลบข้าง

3. มุมหมายเลข 3 คือมุมอะไร

- ก. มุมคายหลังมีด
- ค. มุมตัดหน้ามีด
- จ. มุมเอียงคมตัด

- ข. มุมคายข้าง
- ง. มุมหลบข้าง

4. มุมหมายเลข 4 คือมุมอะไร

- ก. มุมคายหลังมีด
- ค. มุมรวมปลายมีด
- จ. มุมเอียงคมตัด

- ข. มุมคายข้าง
- ง. มุมหลบข้าง

5. มุมหมายเลข 5 คือมุมอะไร

- ก. มุมคายหลังมีด
- ค. มุมรวมปลายมีด
- จ. มุมเอียงคมตัด

- ข. มุมคายข้าง
- ง. มุมหลบข้าง

6. มุม Side Rake angle คือมุมใด

- | | |
|------------------|---------------|
| ก. มุมคายหลังมีด | ข. มุมคายข้าง |
| ค. มุมหลบหน้ามีด | ง. มุมหลบข้าง |
| จ. มุมเอียงคมตัด | |

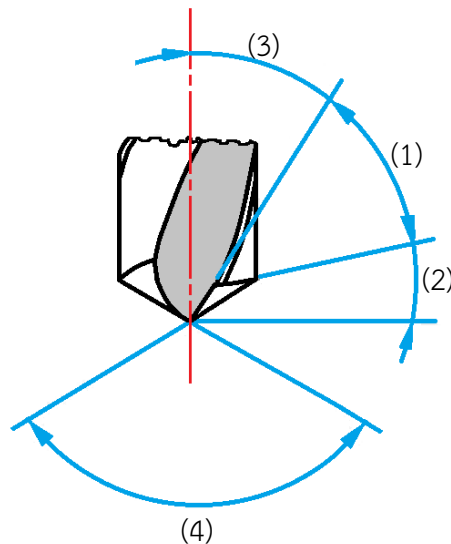
7. ข้อใด **กล่าวผิด** เกี่ยวกับมุมหลบ (Relief Angle)

- ก. มุมหลบที่มีค่าเป็นลบ จะแข็งแรงมาก
 ข. มุมหลบต้องโตพอที่จะไม่ให้ผิวงานใหม่สัมผัสกับมีด
 ค. มุมหลบที่ใหญ่จะลดความแข็งแรงลง
 ง. มุมหลบที่น้อยเกินไปจะขัดสีชิ้นงานจนเกิดความร้อนสูง
 จ. การตัดเฉือนวัสดุที่แข็ง จะใช้มุมหลบที่มีขนาดน้อยๆ

8. ข้อใด **ไม่ใช่** รูปแบบของมุมคาย

- | | |
|-------------------------------|-----------------------|
| ก. มุมคายที่เป็นลบ | ข. มุมคายที่เป็นบวก |
| ค. มุมคายที่เป็นมุมรวม | ง. มุมคายที่เป็นศูนย์ |
| จ. มุมคายข้างและมุมคายหลังมีด | |

จากรูปดอกสว่านนี้ จงตอบคำถาม ข้อที่ 9-12



9. มุมหมายเลข 1 คือมุมอะไร

- | | |
|--------------|-------------|
| ก. มุมคมขวาง | ข. มุมคมตัด |
| ค. มุมหลบ | ง. มุมจิก |
| จ. มุมคายเศษ | |

10. มุมหมายเลข 2 คือมุมอะไร

- | | |
|--------------|-------------|
| ก. มุมคมขวาง | ข. มุมคมตัด |
| ค. มุมหลบ | ง. มุมจิก |
| จ. มุมคายเศษ | |

11. มุมหมายเลข 3 คือมุมอะไร

- ก. มุมคมขวาง
- ค. มุมหลบ
- จ. มุมคายเศษ

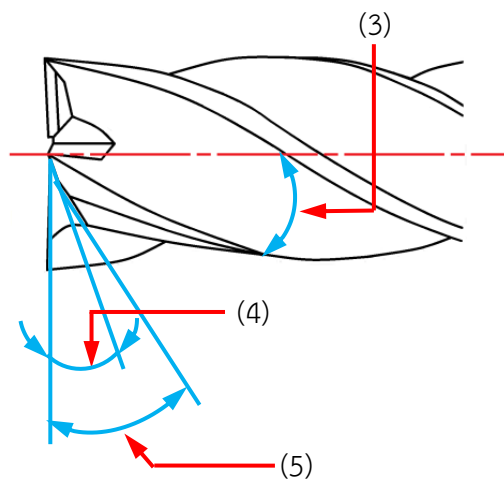
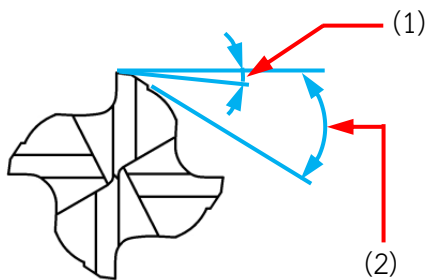
- ข. มุมคมตัด
- ง. มุมจิก

12. มุมหมายเลข 4 คือมุมอะไร

- ก. มุมคมขวาง
- ค. มุมหลบ
- จ. มุมคายเศษ

- ข. มุมคมตัด
- ง. มุมจิก

จากรูปเอ็นมิลนี้ จงตอบคำถาม ข้อที่ 13-17



13. มุมหมายเลข 1 คือมุมอะไร

- ก. มุมหลบหลักของคมตัดด้านหน้า
- ค. มุมเอียงฟันเลื่อยหรือมุมเฮลิค
- จ. มุมหลบรองของคมตัดด้านข้าง

- ข. มุมหลบรองของคมตัดด้านหน้า
- ง. มุมหลบหลักของคมตัดด้านข้าง

14. มุมหมายเลข 2 คือมุมอะไร

- ก. มุมหลบหลักของคมตัดด้านหน้า
- ค. มุมเอียงฟันเลื่อยหรือมุมเฮลิค
- จ. มุมหลบรองของคมตัดด้านข้าง

- ข. มุมหลบรองของคมตัดด้านหน้า
- ง. มุมหลบหลักของคมตัดด้านข้าง

15. มุมหมายเลข 3 คือมุมอะไร

- ก. มุมหลบหลักของคมตัดด้านหน้า
- ค. มุมเอียงฟันเลื่อยหรือมุมเฮลิค
- จ. มุมหลบรองของคมตัดด้านข้าง

- ข. มุมหลบรองของคมตัดด้านหน้า
- ง. มุมหลบหลักของคมตัดด้านข้าง

16. มุมหมายเลข 4 คือมุมอะไร

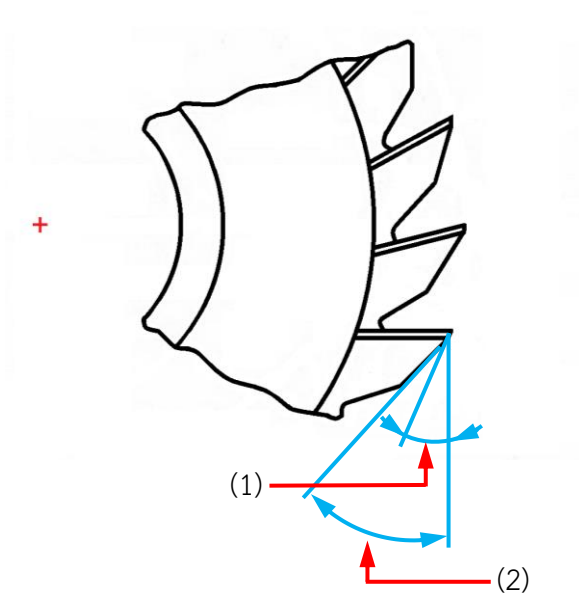
- ก. มุมหลบหลักของคมตัดด้านหน้า
- ค. มุมเอียงฟันเลื่อยหรือมุมเฮลิค
- จ. มุมหลบรองของคมตัดด้านข้าง

- ข. มุมหลบรองของคมตัดด้านหน้า
- ง. มุมหลบหลักของคมตัดด้านข้าง

17. มุมหมายเลข 5 คือมุมอะไร

- | | |
|----------------------------------|-------------------------------|
| ก. มุมหลบหลักของคมตัดด้านหน้า | ข. มุมหลบรองของคมตัดด้านหน้า |
| ค. มุมเอียงฟันเลื่อยหรือมุมเฮลิค | ง. มุมหลบหลักของคมตัดด้านข้าง |
| จ. มุมหลบรองของคมตัดด้านข้าง | |

จากรูปมีดกัด (Cutter) นี้ จงตอบคำถาม ข้อที่ 18-19



18. มุมหมายเลข 1 คือมุมอะไร

- | | |
|----------------------|---------------|
| ก. มุมลิ้ม | ข. มุมหลบหลัก |
| ค. มุมหลบรอง | ง. มุมคายเศษ |
| จ. มุมเอียงฟันเลื่อย | |

19. มุมหมายเลข 2 คือมุมอะไร

- | | |
|----------------------|---------------|
| ก. มุมลิ้ม | ข. มุมหลบหลัก |
| ค. มุมหลบรอง | ง. มุมคายเศษ |
| จ. มุมเอียงฟันเลื่อย | |

20. มุมเอียงฟันเลื่อย (Helix angle) ในเครื่องมือตัด จะมีลักษณะอย่างไร

- | |
|---|
| ก. มุมเอียงฟันเลื่อยจะเอียงโค้งบิดพันรอบแนวแกนของเครื่องมือตัด |
| ข. ใช้มุมเอียงฟันเลื่อยองศาต่างๆ เมื่อใช้ตัดเนื้อวัสดุงานแข็งๆ เช่น สแตนเลส |
| ค. เป็นเกลียวบิดทำมุมกับแนวแกนมีให้เลือกใช้ได้หลายมุม เช่น 30, 45, 60 องศา |
| ง. ช่วยลดการกระแทกของฟันคมตัดขณะตัดเฉือน |
| จ. ถูกทุกข้อ |

แบบประเมินด้วยตนเอง

ชื่อ.....นามสกุล.....ระดับชั้น.....ปีที่.....เลขที่.....

ด้านทักษะการเรียนรู้ (ทักษะพิสัย) จากการทำแบบประเมินผลการเรียนรู้ เกณฑ์ผ่าน 60 % ขึ้นไป

เฉลยแบบฝึกหัดก่อนและหลังเรียน

ข้อที่	เฉลย	ข้อที่	เฉลย	ข้อที่	เฉลย	ข้อที่	เฉลย
1	ก	6	ข	11	จ	16	ก
2	ข	7	ก	12	ง	17	จ
3	ง	8	ค	13	ง	18	ข
4	จ	9	ข	14	จ	19	ค
5	ค	10	ค	15	ค	20	จ

คะแนนแบบทดสอบก่อนเรียน ได้.....คะแนน คิดเป็น..... % ได้เกณฑ์.....

คะแนนแบบทดสอบหลังเรียน ได้.....คะแนน คิดเป็น..... % ได้เกณฑ์.....

ด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ (จิตพิสัย) เกณฑ์ผ่าน 15 คะแนน

ให้นักเรียนประเมินตนเอง โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

2 คะแนน หมายถึง ดีมาก

1 คะแนน หมายถึง ปานกลาง

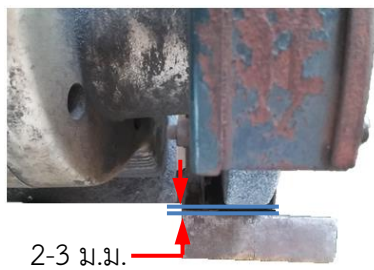
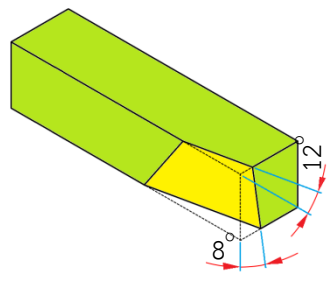
0 คะแนน หมายถึง ต้องปรับปรุง

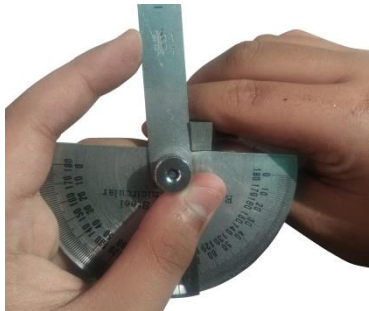
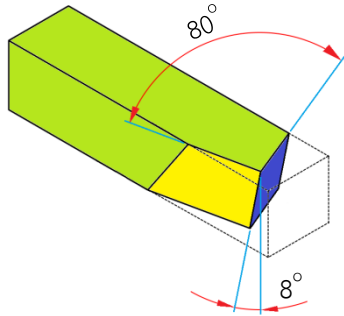
หัวข้อประเมิน	คะแนน	นร.	ครู
ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ เช่น ใช้ความคิดหลากหลายเพื่อแก้ปัญหา, คิดสิ่งใหม่ ๆ ที่เป็นประโยชน์	2		
ความมีวินัย เช่น แต่งกายถูกต้องตามระเบียบ-ข้อตกลง, ตรงต่อเวลา	2		
ความรับผิดชอบ เช่น มีการเตรียมความพร้อมในการเรียน และการปฏิบัติงาน	2		
ความซื่อสัตย์สุจริต เช่น ตั้งใจทำแบบทดสอบด้วยตนเอง ไม่ทุจริต	2		
ความรักสามัคคี เช่น ร่วมมือกันทำกิจกรรมกลุ่ม, ยอมรับความคิดเห็นด้วยเหตุผล	2		
ความสนใจใฝ่รู้ เช่น ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง, ซักถามปัญหาข้อสงสัย	2		
การพึ่งตนเอง เช่น แก้ปัญหาเฉพาะหน้าได้, ทำงานได้ภายใต้ข้อกำหนด	2		
มนุษยสัมพันธ์ที่ดี เช่น กิริยาท่าทาง พุดจาสุภาพ, ช่วยเหลือผู้อื่น	2		
ความเชื่อมั่นในตนเอง เช่น แสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล, เสนอตัวแข่งขันหรือทำงานท้าทาย	2		
การประหยัด เช่น ใช้ทรัพยากร ทั้งของตนเองส่วนรวมอย่างคุ้มค่า	2		
รวม	20		

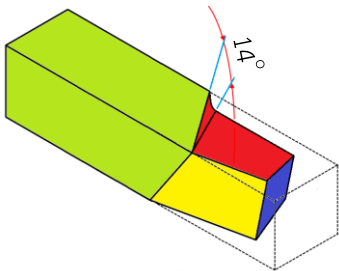
คะแนนด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ ได้.....คะแนน คิดเป็น..... %
ได้เกณฑ์.....

ใบงานที่ 4.3

วิชา ลับคมเครื่องมือตัด	รหัสวิชา 2102-2105
หน่วยที่ 3 เครื่องกลึงและงานลับมีดกลึง	สป.ที่ 8 - 9
ชื่องาน งานลับมีดกลึงปกกซ้าย	เวลา 8 ชั่วโมง
จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม 1. สามารถลับคมมีดกลึงปกกซ้ายได้ 2. สามารถวัดมุมมีดกลึงปกกซ้ายที่ลับได้ 3. สามารถปฏิบัติงานด้วยความปลอดภัย	
คำสั่ง: จงลับมีดกลึงปกกซ้ายตามมุมที่กำหนดให้ 1) มุมหลบหน้ามีด ขนาด 8 องศา 2) มุมเอียงคมตัด ขนาด 12 องศา 3) มุมรวมปลายมีด ขนาด 80 องศา 4) มุมคายข้าง ขนาด 14 องศา 5) มุมหลบด้านข้าง ขนาด 8 องศา	
เครื่องมือและอุปกรณ์ 1. เครื่องเจียระไนตั้งพื้น 2. น้ำหล่อเย็น 3. ไขวัดมุม 4. แวนตานิริภัย 5. อุปกรณ์แต่งหน้าหินเจียระไน 6. ชุดประแจสำหรับปรับแท่นรองชิ้นงาน	
วัสดุ - มีดกลึงเหล็กกล้ารอบสูง (High Speed Steel) ขนาด 3/8 x 3/8 นิ้ว ยาว 8 นิ้ว	
** งานลับมีดกลึงปกกซ้าย ให้ลับส่งครูผู้สอนโดยให้นักเรียนวัดงานด้วยตนเอง ให้ครูผู้สอนดูและครูวัดตรวจสอบอีกครั้ง**	

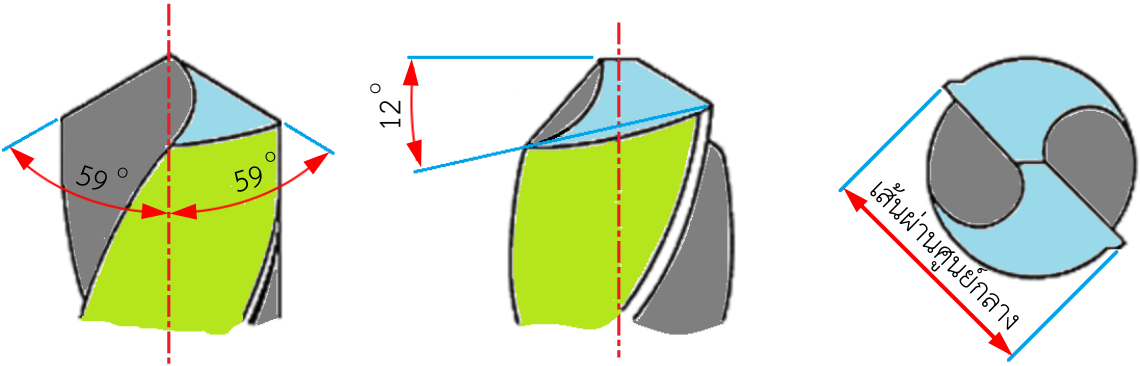
ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	
คำอธิบาย	รูปแสดงขั้นตอนการปฏิบัติงาน
1. ศึกษารูปแบบของมีดกลึงปอกซ่าย และขั้นตอนการปฏิบัติงานในใบงาน 2. เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ น้ำหล่อเย็นให้พร้อมก่อนปฏิบัติงาน 3. แต่งกายให้ถูกระเบียบ รัดกุมและสวมแว่นตาเพื่อป้องกันอันตราย 4. ตรวจสอบเครื่องเจียระไนลับคมตัดให้พร้อมก่อนปฏิบัติงาน	
5. ตรวจสอบผิวหน้าล้อหินเจียระไน ถ้าหน้าหินทื่อหรือไม่เรียบ ให้แต่งหน้าหินใหม่ ดังนี้ - เปิดสวิตช์ให้เครื่องเจียระไนหมุน รอจนล้อหินหมุนจนความเร็วรอบคงที่ - แต่งหน้าล้อหินให้เรียบเสมอกัน	
6. ตรวจสอบระยะห่างของแท่นรองชิ้นงาน ถ้าห่างมากกว่า 3 มิลลิเมตร ให้ปรับระยะใหม่ ให้อยู่ระหว่าง 2-3 มิลลิเมตร ดังนี้ - ปิดสวิตช์ให้เครื่องเจียระไนหยุดหมุน รอจนล้อหินหยุดหมุนจนนิ่งอยู่กับที่ - ใช้ประแจขันปรับให้แท่นรองรับชิ้นงานห่างจากหน้าล้อหิน ประมาณ 2-3 มิลลิเมตร	
7. ลับด้านที่ 1 ให้เกิด 2 มุม พร้อมกัน คือ - มุมที่ 1 มุมเอียงคมตัด 12 องศา - มุมที่ 2 มุมหลบข้าง 8 องศา	
8. ลับด้านที่ 1 จับมีดกลึงให้มือซ้ายนำและมือขวาตาม 9. ดูแนวมีดกลึงให้เกิดมุมเอียงคมตัดจากแนวหน้าหินเจียระไน ประมาณ 12 องศา 10. ทำให้เกิดมุมหลบด้านข้างโดยเอียงด้านล่างของมีดกลึงเข้าหาหินเจียระไนเล็กน้อย 11. เลื่อนมีดกลึงให้เข้าหาหินเจียระไน โดยรักษามุมไว้ไม่ออกแรงกดที่นิ้วมากเกินไป จะทำให้มุมเปลี่ยนไป	

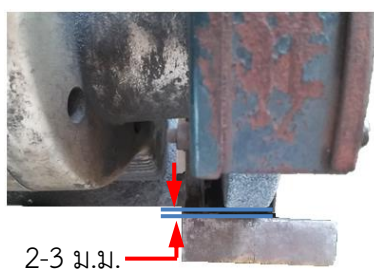
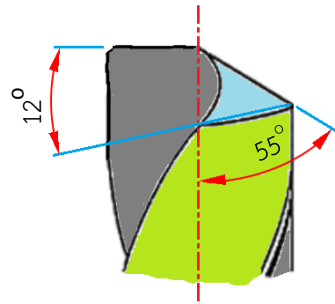
ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	
คำอธิบาย	รูปแสดงขั้นตอนการปฏิบัติงาน
12. ตรวจสอบมุมเอียงคมตัดที่ลับคมได้ ด้วยใบวัดมุมครึ่งวงกลม กำหนดมุม 12 องศา	
13. ตรวจสอบมุมหลบข้างที่ลับคมได้ ด้วยใบวัดมุมครึ่งวงกลม กำหนดมุม 8 องศา ให้สมมุติมุม 90 องศา เป็น 0 องศา 14. เมื่อวัดตรวจสอบมุมแล้ว ถ้ามุมที่ได้ยังไม่อยู่ในเกณฑ์ให้ทำการแก้ไข	
15. ลับด้านที่ 2 ให้เกิด 2 มุม พร้อมกัน คือ มุมที่ 1 มุมรวมปลายมีด 80 องศา มุมที่ 2 มุมหลบหน้ามีด 8 องศา	
16. ลับด้านที่ 2 จับมีดกลึงให้มีเอียงและมือซ้ายตาม 17. ดูแนวมีดกลึงให้เกิดมุมเอียงคมตัดจากแนวหน้าหินเจียรระโน ประมาณ 80 องศา 18. ทำให้เกิดมุมหลบหน้ามีดโดย ยกปลายมีดเข้ขึ้นเล็กน้อย 19. เลื่อนมีดกลึงให้เข้าหาหินเจียรระโน โดยรักษามุมไว้ไม่ออกแรงกดมากเกินไป จะทำให้มุมเปลี่ยนไป	
20. ตรวจสอบมุมรวมปลายมีดที่ลับคมได้ ด้วยใบวัดมุมครึ่งวงกลม กำหนดมุม 80 องศา	

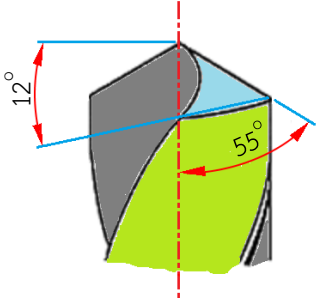
ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	
คำอธิบาย	รูปแสดงขั้นตอนการปฏิบัติงาน
21. ตรวจสอบมุมหลบหน้ามีดที่ลับคมได้ ด้วยใบวัดมุมครึ่งวงกลม กำหนดมุม 8 องศา ให้สมมุติมุม 90 องศา เป็น 0 องศา 22. เมื่อวัดตรวจสอบมุมแล้ว ถ้ามุมที่ได้ยังไม่อยู่ในเกณฑ์ให้ทำการแก้ไข	
23. ลับด้านที่ 3 ให้เกิด 1 มุม คือ มุมคายข้าง 14 องศา	
24. ลับด้านที่ 3 จับมีดกลึงให้มือขวานำและมือซ้ายจับด้ามมีด ให้มือขวาวางบนแท่นรองชิ้นงานเพื่อประคองมีดกลึงขณะลับคม	
25. ตรวจสอบมุมคายข้างที่ลับคมได้ ด้วยใบวัดมุมครึ่งวงกลม กำหนดมุม 14 องศา 26. เมื่อวัดตรวจสอบมุมแล้ว ถ้ามุมที่ได้ยังไม่อยู่ในเกณฑ์ให้ทำการแก้ไข	
31. ปิดสวิตช์เครื่องเจียระไน รอให้ล้อหินหยุดหมุน 32. ทำความสะอาดเครื่องมือและอุปกรณ์ ส่งคืนผู้สอนให้เรียบร้อย 33. ทำความสะอาดเครื่องเจียระไนและพื้นที่ปฏิบัติงาน ให้เรียบร้อย 34. ส่งงานครูผู้สอน และวัดมุมให้ครูผู้สอนดู	

ใบประเมินผลการปฏิบัติงาน (ใบงานที่ 4.3)					
วิชาลัทธิเครื่องมือตัด				รหัสวิชา 2102-2105	
หน่วยที่ 3 เครื่องกลึงและงานลัทธิเครื่องมือตัด				สป.ที่ 8 - 9	
ชื่องาน งานลัทธิเครื่องมือตัด				เวลา 8 ชั่วโมง	
ชื่อ-สกุล เลขที่					
ระดับชั้นปี กลุ่มที่ สาขาวิชา					
จุดที่	รายการ	พิกัดที่กำหนด	คะแนน	ขนาดที่วัดได้	คะแนนที่ได้
1	มุมเอียงคมตัด 12 องศา	± 1 องศา	10		
2	มุมหลบด้านข้าง 8 องศา	± 1 องศา	10		
3	มุมรวมปลายมีด 80 องศา	± 1 องศา	10		
4	มุมหลบด้านหน้า 8 องศา	± 1 องศา	10		
5	มุมคายข้าง 14 องศา	± 1 องศา	10		
6	ความเรียบของผิวลัทธิ		10		
7	การแต่งกายตามกฎระเบียบ		10		
8	การตรงต่อเวลา		10		
9	ความปลอดภัยในการทำงาน		10		
10	การทำความสะอาด		10		
คะแนนรวม			100		
เกณฑ์การประเมิน ระดับคะแนน คะแนน 90 - 100 = ดีมาก 80 - 89 = ดี 70 - 79 = ปานกลาง 60 - 69 = พอใช้ 50 - 59 = ต้องปรับปรุง			ระดับผลรวมของคะแนนได้ผลประเมิน ดังนี้ () ได้คะแนน 90 - 100 = ดีมาก () ได้คะแนน 80 - 89 = ดี () ได้คะแนน 70 - 79 = ปานกลาง () ได้คะแนน 60 - 69 = พอใช้ () ได้คะแนน 50 - 59 = ต้องปรับปรุง		
ข้อเสนอแนะ.....					
.....					
ผู้ประเมิน.....			วันที่.....เดือน.....พ.ศ.		

ใบประเมินผลการปฏิบัติงาน (ใบงานที่ 4.3)		
วิชาลัทธิเครื่องมือตัด	รหัสวิชา 2102-2105	
หน่วยที่ 3 เครื่องกลึงและงานลัทธิมีดกลึง	สป.ที่ 8 - 9	
ชื่องาน งานลัทธิมีดกลึงปอกซ้าย	เวลา 8 ชั่วโมง	
เกณฑ์การให้คะแนนตามใบประเมินผลการปฏิบัติงาน		
รายการตรวจสอบ	ระดับการประเมิน	คะแนน
จุดที่ 1 – 5 ขนาดพิสัยความเผื่อของมุม	± 1 องศา	10
	± 2 องศา	8
	± 3 องศา	5
	± 4 องศา	3
	มากกว่า ± 4 องศา	0
จุดที่ 6 ความเรียบของผิวลัทธิ	ผิวของรอยลัทธิเรียบทุกด้าน	10
	ผิวของรอยลัทธิไม่เรียบ 1 ด้าน	8
	ผิวของรอยลัทธิไม่เรียบ 2 ด้าน	5
	ผิวของรอยลัทธิไม่เรียบ 3 ด้าน	3
	ผิวของรอยลัทธิไม่เรียบ 3 ด้านและมีรอยไหม้	0
จุดที่ 7 การแต่งกายตามกฎระเบียบ	แต่งกายถูกต้องตามระเบียบ	10
	แต่งกายไม่เรียบร้อยแต่ถูกระเบียบ	5
	แต่งกายไม่ถูกระเบียบ	0
จุดที่ 8 การตรงต่อเวลา	ทำงานเสร็จตามเวลาที่กำหนด	10
	ทำงานเกินเวลาที่กำหนด (ส่งงานช้า สป. ที่ 1)	8
	ทำงานเกินเวลาที่กำหนด (ส่งงานช้า สป. ที่ 2)	6
	ทำงานเกินเวลาที่กำหนด (ส่งงานช้า สป. ที่ 3)	4
	ทำงานเกินเวลาที่กำหนด (ส่งงานช้า สป. ที่ 4)	2
	ทำงานเกินเวลาที่กำหนด(ส่งงานเกิน สป. ที่ 5)	0
จุดที่ 9 ความปลอดภัยในการทำงาน	ปฏิบัติงานปลอดภัยและใช้อุปกรณ์ป้องกัน	10
	ปฏิบัติงานไม่ปลอดภัยและใช้อุปกรณ์ป้องกัน	5
	ปฏิบัติงานไม่ปลอดภัยและไม่ใช้อุปกรณ์ป้องกัน	0
จุดที่ 10 การทำความสะอาด	ทำความสะอาดหลังปฏิบัติงานเรียบร้อย	10
	ทำความสะอาดหลังปฏิบัติงานไม่เรียบร้อย	7
	ต้องเตือนให้ทำความสะอาด	5
	ไม่ทำความสะอาดหลังปฏิบัติงาน	0

ใบงานที่ 5.1	
วิชา ลับคมเครื่องมือตัด	รหัสวิชา 2102-2105
หน่วยที่ 3 เครื่องเจาะและงานลับคมตัดดอกสว่าน	สป.ที่ 15 - 17
ชื่องาน งานลับคมตัดดอกสว่าน	เวลา 10 ชั่วโมง
จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม 1. สามารถลับคมตัดดอกสว่านได้ 2. สามารถวัดมุมคมตัดดอกสว่านที่ลับได้ 3. สามารถปฏิบัติงานด้วยความปลอดภัย	
คำสั่ง: จงลับมีดกลึงปาดหน้าตามมุมที่กำหนดให้ 1) มุมจิกด้านที่ 1 1 ขนาด 59 องศา 2) มุมหลบด้านที่ 1 1 ขนาด 12 องศา 3) มุมจิกด้านที่ 2 2 ขนาด 59 องศา 4) มุมหลบด้านที่ 2 2 ขนาด 12 องศา	
	
เครื่องมือและอุปกรณ์ 1. เครื่องเจียระไนตั้งพื้น 2. น้ำหล่อเย็น 3. ใบวัดมุม 4. แวนตานิริภัย 5. อุปกรณ์แต่งหน้าหินเจียระไน 6. ชุดประแจสำหรับปรับแท่นรองชิ้นงาน	
วัสดุ - ดอกสว่านเหล็กกล้ารอบสูง (High Speed Steel) ขนาด เส้นผ่านศูนย์กลาง 10 มิลลิเมตร	
** งานลับคมตัดดอกสว่าน โดยการส่งงานให้นักเรียนวัดงานด้วยตนเอง ให้ครูผู้สอนดูและครูวัดตรวจสอบอีกครั้ง**	

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	
คำอธิบาย	รูปแสดงขั้นตอนการปฏิบัติงาน
1. ศึกษารูปแบบของคมตัดดอกสว่าน และขั้นตอนการปฏิบัติงานในใบงาน 2. เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ น้ำหล่อเย็นให้พร้อมก่อนปฏิบัติงาน 3. แต่งกายให้ถูกระเบียบ รัดกุมและสวมแว่นตาเพื่อป้องกันอันตราย 4. ตรวจสอบเครื่องเจียระไนลับคมตัดให้พร้อมก่อนปฏิบัติงาน	
5. ตรวจสอบผิวหน้าล้อหินเจียระไน ถ้าหน้าหินทื่อหรือไม่เรียบ ให้แต่งหน้าหินใหม่ ดังนี้ - เปิดสวิตช์ให้เครื่องเจียระไนหมุน รอจนล้อหินหมุนจนความเร็วรอบคงที่ - แต่งหน้าล้อหินให้เรียบเสมอกัน	
6. ตรวจสอบระยะห่างของแท่นรองชิ้นงาน ถ้าห่างมากกว่า 3 มิลลิเมตรให้ปรับระยะใหม่ ให้อยู่ระหว่าง 2-3 มิลลิเมตรดังนี้ - ปิดสวิตช์ให้เครื่องเจียระไนหยุดหมุน รอจนล้อหินหยุดหมุนจนนิ่งอยู่กับที่ - ใช้ประแจขันปรับให้แท่นรองรับชิ้นงานห่างจากหน้าล้อหินประมาณ 2-3 มิลลิเมตร	
7. ให้นักเรียนเจียระไนปลายดอกสว่านเดิมที่มีอยู่ออกก่อนเพื่อใช้สำหรับการฝึกลับคมตัดใหม่ 8. เปิดสวิตช์เครื่องเจียระไน รอจนเครื่องหมุนนิ่งเสียก่อนจึงวางดอกสว่านบนแท่นรองรับชิ้นงาน เลื่อนปลายดอกสว่านเข้าหาหินเจียระไน 9. ส่งให้ครูผู้สอนดู	
10. ลับด้านที่ 1 ให้เกิด 2 มุม พร้อมกัน คือ - มุมที่ 1 มุมจิกด้านที่ 1 59 องศา - มุมที่ 2 มุมหลบด้านที่ 1 12 องศา	

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	
คำอธิบาย	รูปแสดงขั้นตอนการปฏิบัติงาน
11. ลับด้านที่ 1 จับดอกสว่าน ให้มือขวานำและมือซ้ายตาม เอียงจากแนวขนานของหน้าหินเจียรไน ประมาณ 59 องศา ให้ก้านดอกสว่านขนานกับพื้น จากนั้นค่อยๆ หมุนตามแนวสันเกลียว ยกปลายดอกสว่านเชิดขึ้น หรือ ให้ยกปลายเชิดขึ้นแล้วกดหมุนตามแนวสันเกลียวลงมาขนานกับพื้นก็ได้	
12. ตรวจสอบมุมจิกด้านแรกที่ลัดคมได้ ด้วยใบวัดมุมครึ่งวงกลม กำหนดมุม 59 องศา	
13. ตรวจสอบมุมหลังที่ลัดคมได้ ด้วยใบวัดมุมครึ่งวงกลม กำหนดมุม 12 องศา ให้สมมุติมุม 90 องศา เป็น 0 องศา 14. เมื่อวัดตรวจสอบมุมแล้ว ถ้ามุมที่ได้ยังไม่อยู่ในเกณฑ์ให้ทำการแก้ไข	
15. ลับด้านที่ 2 ให้เกิด 2 มุม พร้อมกัน คือ มุมที่ 1 มุมจิกด้านที่ 2 59 องศา มุมที่ 2 มุมหลังด้านที่ 2 12 องศา	
16. ลับด้านที่ 2 โดยสลับด้านของสันเกลียว แล้วลับเหมือนด้านที่ 1 โดยลับให้มีมุมจิกและความยาวของคมตัดเท่ากับด้านที่ 1	

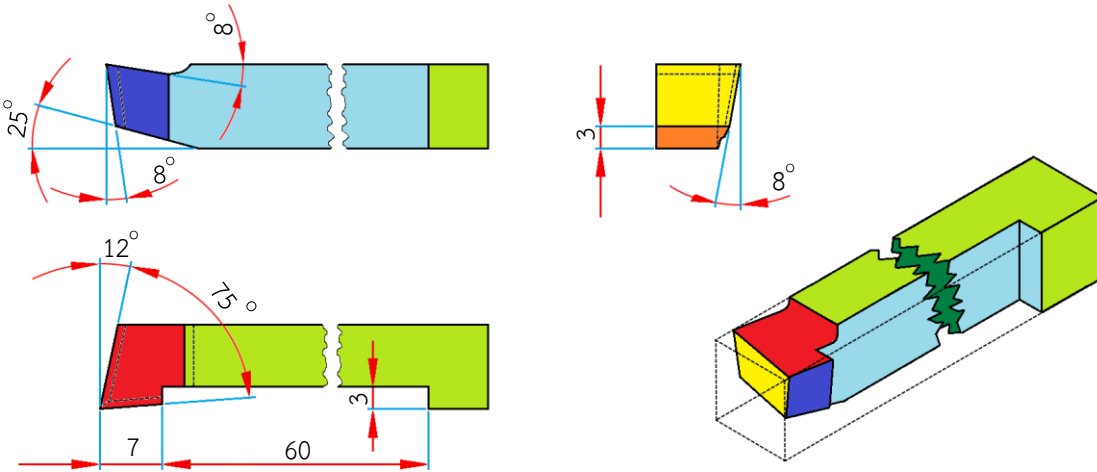
ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	
คำอธิบาย	รูปแสดงขั้นตอนการปฏิบัติงาน
17. ตรวจสอบมุมจิกด้านแรกที่ลับคมได้ ด้วยใบวัดมุมครึ่งวงกลม กำหนดมุม 59 องศา	
18. ตรวจสอบมุมหลังที่ลับคมได้ ด้วยใบวัดมุมครึ่งวงกลม กำหนดมุม 12 องศา ให้สมมุติมุม 90 องศา เป็น 0 องศา	
19. วัดความยาวของคมตัด ทั้ง 2 ด้าน ด้วยก้านบรรทัดของใบวัดมุมครึ่งวงกลม ซึ่งความยาวของคมตัดทั้ง 2 ด้านต้องเท่ากัน โดยหาขอบคมตัดของแต่ละด้านที่สเกลของบรรทัดวัดมุม 20. เมื่อวัดตรวจสอบมุมแล้ว ถ้ามุมที่ได้ยังไม่อยู่ในเกณฑ์ให้ทำการแก้ไข	
31. ปิดสวิตช์เครื่องเจียระไน รอให้ล้อหินหยุดหมุน 32. ทำความสะอาดเครื่องมือและอุปกรณ์ ส่งคืนผู้สอนให้เรียบร้อย 33. ทำความสะอาดเครื่องเจียระไนและพื้นที่ปฏิบัติงาน ให้เรียบร้อย 34. ส่งงานครูผู้สอน และวัดมุมให้ครูผู้สอนดู	

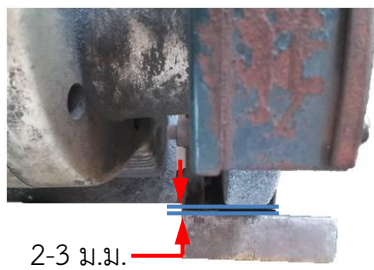
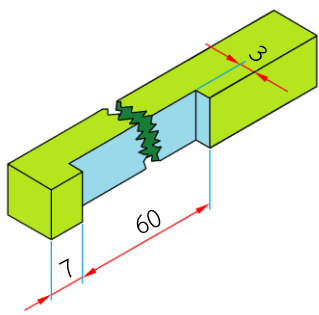
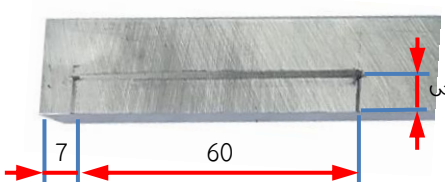
ใบประเมินผลการปฏิบัติงาน (ใบงานที่ 5.1)					
วิชาลัทธิเครื่องมือตัด				รหัสวิชา 2102-2105	
หน่วยที่ 3 เครื่องเจาะและงานลัทธิคมตัดดอกสว่าน				สป.ที่ 15 - 17	
ชื่องาน งานลัทธิคมตัดดอกสว่าน				เวลา 10 ชั่วโมง	
ชื่อ-สกุล เลขที่					
ระดับชั้นปี กลุ่มที่ สาขาวิชาวิชา					
จุดที่	รายการ	พิกัดที่กำหนด	คะแนน	ขนาดที่วัดได้	คะแนนที่ได้
1	มุมจิก 59 องศา ด้านที่ 1	± 1 องศา	10		
2	มุมหลบ 12 องศา ด้านที่ 1	± 1 องศา	10		
3	มุมจิก 59 องศา ด้านที่ 2	± 1 องศา	10		
4	มุมหลบ 59 องศา ด้านที่ 2	± 1 องศา	10		
5	วัดความยาวคมตัดทั้ง 2 ด้าน	เท่ากัน	10		
6	ระนาบหลังคมตัดทั้ง 2 ด้าน		10		
7	ความเรียบของผิวลัทธิ		10		
8	การแต่งกายตามกฎระเบียบ		10		
9	การตรงต่อเวลา		10		
10	ความปลอดภัยในการทำงาน		10		
11	การทำความสะอาด		10		
คะแนนรวม			110		
เกณฑ์การประเมิน นำคะแนนมาคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์ให้ได้คะแนนเต็ม 100 คะแนน โดย $\frac{\text{คะแนนที่ได้} \times 100}{110} = \text{คะแนนที่ประเมิน}$ ระดับคะแนน คะแนน 90 - 100 = ดีมาก 80 - 89 = ดี 70 - 79 = ปานกลาง 60 - 69 = พอใช้ 50 - 59 = ต้องปรับปรุง			ระดับผลรวมของคะแนนได้ผลประเมิน ดังนี้ () ได้คะแนน 90 - 100 = ดีมาก () ได้คะแนน 80 - 89 = ดี () ได้คะแนน 70 - 79 = ปานกลาง () ได้คะแนน 60 - 69 = พอใช้ () ได้คะแนน 50 - 59 = ต้องปรับปรุง		
ข้อเสนอแนะ.....					
.....					
ผู้ประเมิน.....			วันที่.....เดือน.....พ.ศ.		

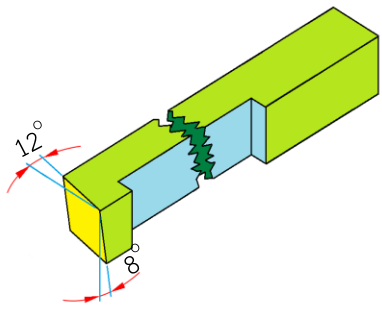
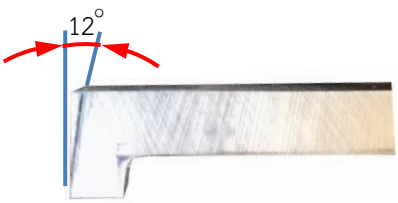
ใบประเมินผลการปฏิบัติงาน (ใบงานที่ 5.1)		
วิชาลัทธิเครื่องมือตัด	รหัสวิชา 2102-2105	
หน่วยที่ 3 เครื่องเจาะและงานลัทธิคมตัดดอกสว่าน	สป.ที่ 15 - 17	
ชื่องาน งานลัทธิคมตัดดอกสว่าน	เวลา 10 ชั่วโมง	
เกณฑ์การให้คะแนนตามใบประเมินผลการปฏิบัติงาน		
รายการตรวจสอบ	ระดับการประเมิน	คะแนน
จุดที่ 1 – 4 ขนาดพิสัยความเผื่อของมุม	± 1 องศา	10
	± 2 องศา	8
	± 3 องศา	5
	± 4 องศา	3
	มากกว่า ± 4 องศา	0
จุดที่ 5 ความยาวคมตัด 2 ด้าน	2 ด้าน เท่ากัน	10
	ต่างกัน 0.5 มม.	5
	ต่างกัน 1 มม.	0
จุดที่ 6 ระบายหลังคมตัด	เอียงระนาบเดียวกันทั้งหน้า	10
	เป็นสันโค้ง หรือไม่ได้ระนาบตลอดแนว	7
	เป็นสันโค้งและมุมหลบใกล้คมตัดน้อย	5
	เป็นสันโค้งและคมตัดหลบลง	0
จุดที่ 7 ความเรียบของผิวลัทธิคม	ผิวของรอยลัทธิคมเรียบทุกด้าน	10
	ผิวของรอยลัทธิคมไม่เรียบ 1 ด้าน	8
	ผิวของรอยลัทธิคมไม่เรียบ 2 ด้าน	5
	ผิวของรอยลัทธิคมไม่เรียบ 3 ด้าน	3
	ผิวของรอยลัทธิคมไม่เรียบ 3 ด้านและมีรอยไหม้	0
จุดที่ 8 การแต่งกายตามกฎหมายระเบียบ	แต่งกายถูกต้องตามระเบียบ	10
	แต่งกายไม่เรียบร้อยแต่ถูกระเบียบ	5
	แต่งกายไม่ถูกระเบียบ	0
จุดที่ 9 การตรงต่อเวลา	ทำงานเสร็จตามเวลาที่กำหนด	10
	ทำงานเกินเวลาที่กำหนด (ส่งงานช้า สป. ที่ 1)	8
	ทำงานเกินเวลาที่กำหนด (ส่งงานช้า สป. ที่ 2)	6
	ทำงานเกินเวลาที่กำหนด (ส่งงานช้า สป. ที่ 3)	4
	ทำงานเกินเวลาที่กำหนด (ส่งงานช้า สป. ที่ 4)	2
	ทำงานเกินเวลาที่กำหนด(ส่งงานเกิน สป. ที่ 5)	0
จุดที่ 10 ความปลอดภัยในการทำงาน	ปฏิบัติงานปลอดภัยและใช้อุปกรณ์ป้องกัน	10
	ปฏิบัติงานไม่ปลอดภัยและใช้อุปกรณ์ป้องกัน	5
	ปฏิบัติงานไม่ปลอดภัยและไม่ใช้อุปกรณ์ป้องกัน	0

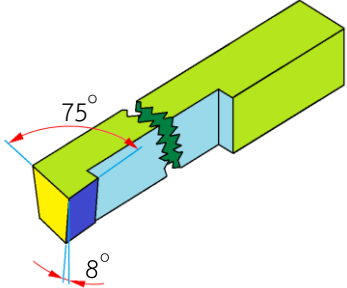
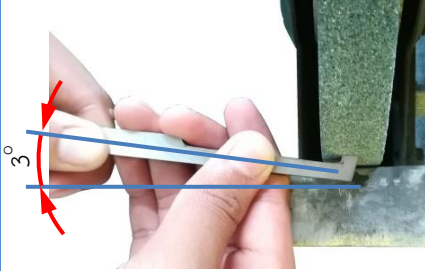
ใบประเมินผลการปฏิบัติงาน (ใบงานที่ 5.1)		
วิชา ลับคมเครื่องมือตัด	รหัสวิชา	2102-2105
หน่วยที่ 3 เครื่องเจาะและงานลับคมตัดดอกสว่าน	สป.ที่	15 - 17
ชื่องาน งานลับคมตัดดอกสว่าน	เวลา	10 ชั่วโมง
เกณฑ์การให้คะแนนตามใบประเมินผลการปฏิบัติงาน		
รายการตรวจสอบ	ระดับการประเมิน	คะแนน
จุดที่ 11 การทำความสะอาด	ทำความสะอาดหลังปฏิบัติงานเรียบร้อย	10
	ทำความสะอาดหลังปฏิบัติงานไม่เรียบร้อย	7
	ต้องเตือนให้ทำความสะอาด	5
	ไม่ทำความสะอาดหลังปฏิบัติงาน	0

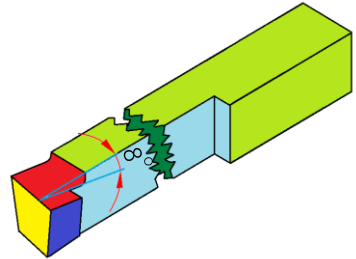
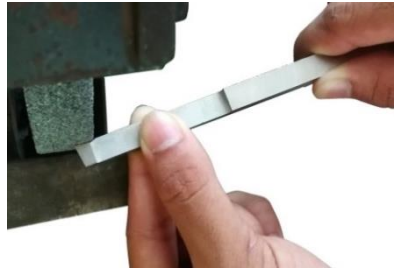
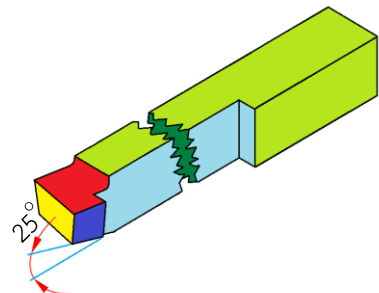
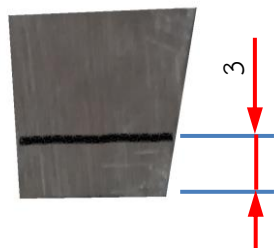
ใบงานที่ 4.6

วิชา ลับคมเครื่องมือตัด	รหัสวิชา 2102-2105
หน่วยที่ 3 เครื่องกลึงและงานลับมีดกลึง	สป.ที่ 13 - 14
ชื่องาน งานลับมีดกลึงคว้านรูใน	เวลา 8 ชั่วโมง
จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม 1. สามารถลับคมมีดกลึงคว้านรูในได้ 2. สามารถวัดมุมมีดกลึงคว้านรูในที่ลับได้ 3. สามารถปฏิบัติงานด้วยความปลอดภัย	
คำสั่ง: จงลับมีดกลึงมีดกลึงคว้านรูในที่ตามขนาดและมุมที่กำหนดให้	
1) ลับระยะของร่องมีดคว้านห่างจากปลายมีด 7 มม. 5) มุมหลบด้านข้าง ขนาด 8 องศา ขนาด กว้าง 60 มม. ลึก 3 มม. 6) มุมคายหลังมีด ขนาด 8 องศา 2) มุมเอียงคมตัดด้านหน้า ขนาด 12 องศา 7) มุมหลบผิวงานด้านล่างมีด ขนาด 25 องศา 3) มุมหลบด้านหน้า ขนาด 8 องศา สูงจากผิวมีดด้านล่าง 3 มม. 4) มุมรวมปลายมีด ขนาด 75 องศา	
	
เครื่องมือและอุปกรณ์ 1. เครื่องเจียระไนตั้งพื้น 2. น้ำหล่อเย็น 3. ไขวัดมุม 4. แวนตานิริภัย 5. อุปกรณ์แต่งหน้าหินเจียระไน 6. ชุดประแจสำหรับปรับแท่นรองชิ้นงาน	
วัสดุ - มีดกลึงเหล็กกล้าความเร็วสูง (High Speed Steel) ขนาด 3/8 x 3/8 นิ้ว ยาว 8 นิ้ว	
** งานลับมีดกลึงคว้านรูใน ให้ลับส่งครูผู้สอนที่ละด้าน และการส่งงานให้นักเรียนวัดงานด้วยตนเอง ให้ครูผู้สอนดูและครูวัดตรวจสอบอีกครั้ง**	

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	
คำอธิบาย	รูปแสดงขั้นตอนการปฏิบัติงาน
1. ศึกษารูปแบบของมีดกลึงคว้านรูในที่และขั้นตอนการปฏิบัติงานในใบงาน 2. เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ น้ำหล่อเย็นให้พร้อมก่อนปฏิบัติงาน 3. แต่งกายให้ถูกระเบียบ รัดกุมและสวมแว่นตาเพื่อป้องกันอันตราย 4. ตรวจสอบเครื่องเจียระไนลับคมตัดให้พร้อมก่อนปฏิบัติงาน	
5. ตรวจสอบผิวหน้าล้อนหินเจียระไน ถ้าหน้าหินทื่อหรือไม่เรียบ ให้แต่งหน้าหินใหม่ ดังนี้ - เปิดสวิตช์ให้เครื่องเจียระไนหมุน รอจนล้อนหินหมุนจนความเร็วรอบคงที่ - แต่งหน้าล้อนหินให้เรียบเสมอกัน	
6. ตรวจสอบระยะห่างของแท่นรองชิ้นงาน ถ้าห่างมากกว่า 3 มิลลิเมตร ให้ปรับระยะใหม่ ให้อยู่ระหว่าง 2-3 มิลลิเมตร ดังนี้ - ปิดสวิตช์ให้เครื่องเจียระไนหยุดหมุน รอจนล้อนหินหยุดหมุนจนนิ่งอยู่กับที่ - ใช้ประแจขันปรับให้แท่นรองรับชิ้นงานห่างจากหน้าล้อนหิน ประมาณ 2-3 มิลลิเมตร	
7. ลับด้านที่ 1 เจียระไนเนื้อวัสดุออกให้เป็นร่องสำหรับทำปลายคม ตัดมีดกลึงคว้านรูใน	
8. ร่างเส้นเพื่อลับเนื้อมีดกลึงให้เกิดร่องโดยให้ ระยะของร่องห่างจากปลายมีด 7 มิลลิเมตร ขนาดของร่อง ยาว 60 มิลลิเมตร ลึก 3 มิลลิเมตร	

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	
คำอธิบาย	รูปแสดงขั้นตอนการปฏิบัติงาน
9. ลับด้านที่ 1 ให้ลับมีดกลึงให้เกิดร่องสำหรับลับคมตัดมีดคว้าน ให้ได้ความลึกและความยาวของร่อง ตามแนวเส้นที่ร่างไว้ 10. ส่งงานครูผู้สอน	
11. ลับด้านที่ 2 ให้เกิด 2 มุม พร้อมกัน คือ มุมที่ 1 มุมเอียงคมตัดด้านหน้าขนาด 12 องศา มุมที่ 2 มุมหลบด้านหน้า 8 องศา	
12. ร่างเส้นมุมเอียงคมตัดด้านหน้า 12 องศา เพื่อเป็นแนวในการลับคม	
13. ลับด้านที่ 2 จับมีดกลึงให้มือขวานำและมือซ้ายตาม 14. ลับมุมเอียงคมตัดด้านหน้าโดย ดูแนวมีดกลึงให้เอียงประมาณ เส้นที่ร่างไว้ 15. ทำให้เกิดมุมหลบด้านหน้าโดยวางมีดในแนวระดับก่อนถ้าวัดมุมแล้ว น้อยกว่า 8 องศา ให้เซตปลายมีดขึ้นเล็กน้อย 16. เลื่อนมีดกลึงให้เข้าหาหินจียระไน โดยรักษามุมไว้ไม่ออกแรงกดมากเกินไป	
17. ตรวจสอบมุมเอียงคมตัดด้านหน้าที่ลับคมได้ ด้วยใบวัดมุมครึ่งวงกลม กำหนดมุม 12 องศา	

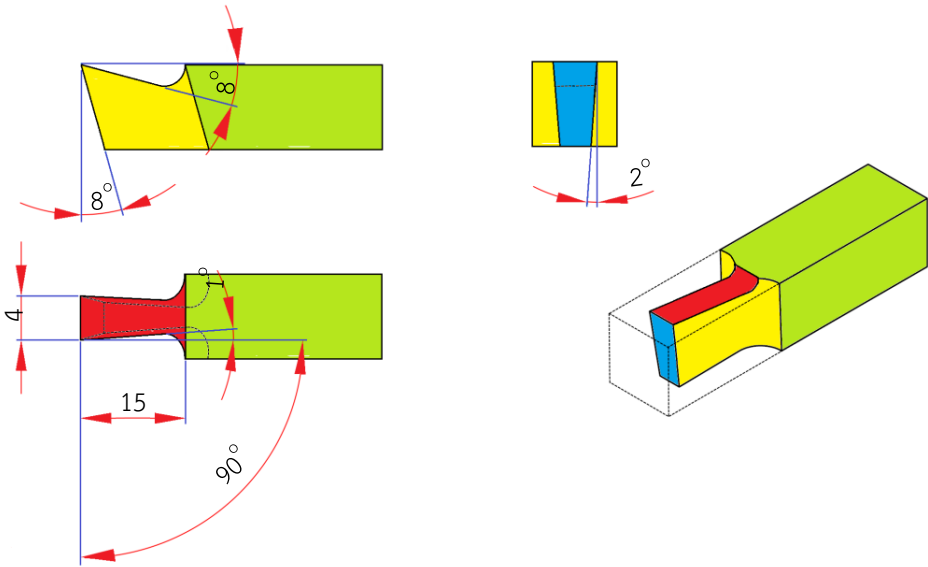
ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	
คำอธิบาย	รูปแสดงขั้นตอนการปฏิบัติงาน
18. ตรวจสอบมุมหลบด้านหน้าที่ลับคมได้ ด้วยใบวัดมุมครึ่งวงกลม กำหนดมุม 8 องศา 19. เมื่อวัดตรวจสอบทั้ง 2 มุมแล้ว ถ้ามุมที่ได้ยังไม่อยู่ในเกณฑ์ให้ทำการแก้ไข 20. ส่งงานครูผู้สอน และวัดมุมให้ครูผู้สอนดู	
21. ลับด้านที่ 3 ให้เกิด 2 มุม พร้อมกัน คือ มุมที่ 1 มุมรวมปลายมีด 75 องศา มุมที่ 2 มุมหลบด้านข้าง 8 องศา	
22. ลับมุมรวมปลายมีด 75 องศา โดยให้ด้านข้างซ้ายเข้าขอบหินเอียงออกจากตัวเล็กน้อย ประมาณ 3 องศา 23. ทำให้เกิดมุมหลบด้านข้าง 8 องศาโดยไม่เอียงด้านล่างของมีด เนื่องจากล้อหินกลมจึงจะกินเนื้องานด้านล่างก่อน แต่หากวัดมุมแล้วมุน้อยไปให้เอียงด้านล่างเข้าล้อหินเพียงเล็กน้อย 24. เลื่อนมีดกลิ้งให้เข้าหาหินจนจึยระโน โดยรักษามุมไว้ไม่ออกแรงกดมากเกินไป จะทำให้มุมเปลี่ยนไป	
25. ตรวจสอบมุมรวมปลายมีด ที่ลับคมได้ ด้วยใบวัดมุมครึ่งวงกลม กำหนดมุม 75 องศา	
26. ตรวจสอบมุมหลบด้านข้างที่ลับคมได้ ด้วยใบวัดมุมครึ่งวงกลม กำหนดมุม 8 องศา 27. เมื่อวัดตรวจสอบทั้ง 2 มุมแล้ว ถ้ามุมที่ได้ยังไม่อยู่ในเกณฑ์ให้ทำการแก้ไข 28. ส่งงานครูผู้สอน และวัดมุมให้ครูผู้สอนดู	

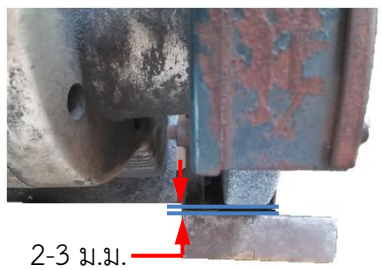
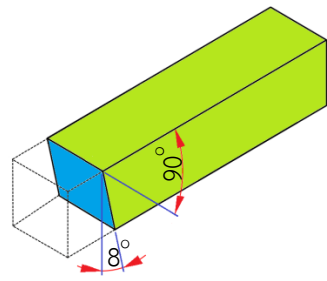
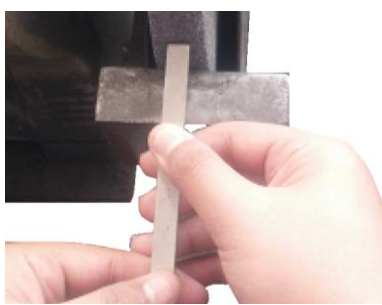
ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	
คำอธิบาย	รูปแสดงขั้นตอนการปฏิบัติงาน
29. ลับด้านที่ 4 ให้เกิด 1 มุม คือ มุมคายหลังมีด 8 องศา	
30. ลับด้านที่ 4 เข้าหินโดยพลิกหันด้านบนของมีดเข้าหาล้อหิน เจียรระไนเอียงจากแนวขนานของล้อหิน ประมาณ 8 องศา และคว่ำมีดเล็กน้อย เพื่อให้ขอบปลายคมตัดไม่ลาดเอียง เนื่องจากหินเจียรระไนเป็นทรงกลมทำให้จะกินเนื้อมีดด้านล่างก่อน	
31. ตรวจสอบมุมคายหลังมีดที่ลับคมได้ ด้วยใบวัดมุมครึ่งวงกลม กำหนดมุม 8 องศา โดยเทียบกับแท่นฉากบนโต๊ะระดับ 32. เมื่อวัดตรวจสอบมุมแล้ว ถ้ามุมที่ได้ยังไม่อยู่ในเกณฑ์ให้ทำการแก้ไข	
33. ลับด้านที่ 5 ให้เกิด 1 มุม คือ มุมหลบผิวงานด้านล่างมีด 25 องศา	
34. ร่างเส้นที่ด้านหน้าของมีดกลึง ให้สูงจากขอบล่างของฐานมีด 3 มิลลิเมตร เพื่อเป็นแนวในการลับเนื้อวัสดุออก	

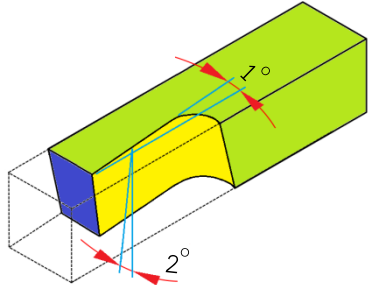
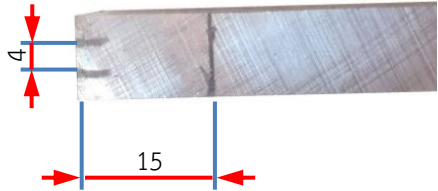
ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	
คำอธิบาย	รูปแสดงขั้นตอนการปฏิบัติงาน
35. จับมิดด้วยมือขวานำและมือซ้ายตาม ให้ด้านล่างของมิดกลิ้งเข้าหาหินเจียรระโน เอียงด้ามมิดกลิ้งออกจากแนวขนานกับหน้าหินเล็กน้อย ประมาณ 25 องศา แล้วจึงเลื่อนมิดกลิ้งเข้าหาหินเจียรระโน	
36. ตรวจสอบมุมหลบผิวงานด้านล่างมิดที่ลับคมได้ ด้วยใบวัดมุม ครึ่งวงกลม กำหนดมุม 25 องศา 37. เมื่อวัดตรวจสอบมุมแล้ว ถ้ามุมที่ได้ยังไม่อยู่ในเกณฑ์ให้ทำการแก้ไข	
38. ปิดสวิทช์เครื่องเจียรระโน รอให้ล้อหินหยุดหมุน 39. ทำความสะอาดเครื่องมือและอุปกรณ์ ส่งคืนผู้สอนให้เรียบร้อย 40. ทำความสะอาดเครื่องเจียรระโนและพื้นที่ปฏิบัติงาน ให้เรียบร้อย 41. ส่งงานครูผู้สอน และวัดมุมให้ครูผู้สอนดู	

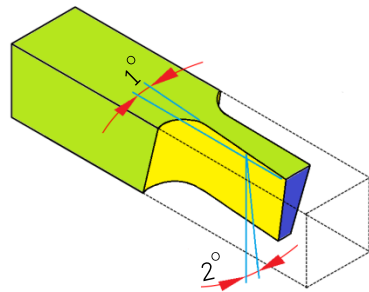
ใบประเมินผลการปฏิบัติงาน (ใบงานที่ 4.6)					
วิชาลัทธิเครื่องมือตัด				รหัสวิชา 2102-2105	
หน่วยที่ 3 เครื่องกลึงและงานลัทธิกลึง				สป.ที่ 13 - 14	
ชื่องาน งานลัทธิกลึงคว้านรูใน				เวลา 8 ชั่วโมง	
ชื่อ-สกุล เลขที่					
ระดับชั้นปี กลุ่มที่ สาขาวิชาวิชา					
จุดที่	รายการ	พิกัดที่กำหนด	คะแนน	ขนาดที่วัดได้	คะแนนที่ได้
1	ระยะของร่องมีดคว้าน ห่างจากปลายมีด 7 มม.ขนาด กว้าง 60 มม. ลึก 3 มม.		10		
2	มุมเอียงคมตัดด้านหน้า 12 องศา	± 1 องศา	10		
3	มุมหลบด้านหน้า 8 องศา	± 1 องศา	10		
4	มุมรวมปลายมีด 75 องศา	± 1 องศา	10		
5	มุมหลบด้านข้าง 8 องศา	± 1 องศา	10		
6	มุมคายหลังมีด 8 องศา	± 1 องศา	10		
7	มุมหลบผิวงานด้านล่างมีด 25 องศา	± 1 องศา	10		
8	ความเรียบของผิวลัทธิ		10		
9	การแต่งกายตามกฎระเบียบ		10		
10	การตรงต่อเวลา		10		
11	ความปลอดภัยในการทำงาน		10		
12	การทำความสะอาด		10		
คะแนนรวม			120		
เกณฑ์การประเมิน นำคะแนนมาคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์ให้ได้คะแนนเต็ม 100 คะแนน โดย $\frac{\text{คะแนนที่ได้} \times 100}{120} = \text{คะแนนที่ประเมิน}$ ระดับคะแนน คะแนน 90 - 100 = ดีมาก 80 - 89 = ดี 70 - 79 = ปานกลาง 60 - 69 = พอใช้ 50 - 59 = ต้องปรับปรุง			ระดับผลรวมของคะแนนได้ผลประเมิน ดังนี้ () ได้คะแนน 90 - 100 = ดีมาก () ได้คะแนน 80 - 89 = ดี () ได้คะแนน 70 - 79 = ปานกลาง () ได้คะแนน 60 - 69 = พอใช้ () ได้คะแนน 50 - 59 = ต้องปรับปรุง		
ข้อเสนอแนะ.....					
.....					
ผู้ประเมิน.....			วันที่.....เดือน.....พ.ศ.		

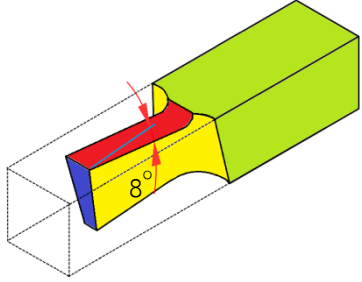
ใบประเมินผลการปฏิบัติงาน (ใบงานที่ 4.6)		
วิชาลัทธิเครื่องมือตัด	รหัสวิชา	2102-2105
หน่วยที่ 3 เครื่องกลึงและงานลัทธิกลึง	สป.ที่	13 - 14
ชื่องาน งานลัทธิกลึงคว้านรูใน	เวลา	8 ชั่วโมง
เกณฑ์การให้คะแนนตามใบประเมินผลการปฏิบัติงาน		
รายการตรวจสอบ	ระดับการประเมิน	คะแนน
จุดที่ 1 ร่องมีดคว้าน	ระยะของร่องพอดีกับเส้นที่ร่างไว้	10
	ระยะของร่องห่างจากเส้นที่ร่าง ± 0.5 มม.	7
	ระยะของร่องห่างจากเส้นที่ร่าง ± 1 มม.	5
	ระยะของร่องห่างจากเส้นที่ร่างมากกว่า ± 1 มม.	0
จุดที่ 2 – 7 ขนาดพิสัยความเผื่อของมุม	± 1 องศา	10
	± 2 องศา	8
	± 3 องศา	5
	± 4 องศา	3
	มากกว่า ± 4 องศา	0
จุดที่ 8 ความเรียบของผิวลัทธิ	ผิวของรอยลัทธิเรียบทุกด้าน	10
	ผิวของรอยลัทธิไม่เรียบ 1 ด้าน	8
	ผิวของรอยลัทธิไม่เรียบ 2 ด้าน	5
	ผิวของรอยลัทธิไม่เรียบ 3 ด้าน	3
	ผิวของรอยลัทธิไม่เรียบ 4 ด้าน	1
	ผิวของรอยลัทธิไม่เรียบ 4 ด้านและมีรอยไหม้	0
จุดที่ 9 การแต่งกายตามกฎระเบียบ	แต่งกายถูกต้องตามระเบียบ	10
	แต่งกายไม่เรียบร้อยแต่ถูกระเบียบ	5
	แต่งกายไม่ถูกระเบียบ	0
จุดที่ 10 การตรงต่อเวลา	ทำงานเสร็จตามเวลาที่กำหนด	10
	ทำงานเกินเวลาที่กำหนด (ส่งงานช้า สป. ที่ 1)	8
	ทำงานเกินเวลาที่กำหนด (ส่งงานช้า สป. ที่ 2)	6
	ทำงานเกินเวลาที่กำหนด (ส่งงานช้า สป. ที่ 3)	4
	ทำงานเกินเวลาที่กำหนด (ส่งงานช้า สป. ที่ 4)	2
	ทำงานเกินเวลาที่กำหนด(ส่งงานเกิน สป. ที่ 5)	0
จุดที่ 11 ความปลอดภัยในการทำงาน	ปฏิบัติงานปลอดภัยและใช้อุปกรณ์ป้องกัน	10
	ปฏิบัติงานไม่ปลอดภัยและใช้อุปกรณ์ป้องกัน	5
	ปฏิบัติงานไม่ปลอดภัยและไม่ใช้อุปกรณ์ป้องกัน	0
จุดที่ 12 การทำความสะอาด	ทำความสะอาดหลังปฏิบัติงานเรียบร้อย	10
	ทำความสะอาดหลังปฏิบัติงานไม่เรียบร้อย	7
	ต้องเตือนให้ทำความสะอาด	5
	ไม่ทำความสะอาดหลังปฏิบัติงาน	0

ใบงานที่ 4.4	
วิชา ลับคมเครื่องมือตัด	รหัสวิชา 2102-2105
หน่วยที่ 3 เครื่องกลึงและงานลับมีดกลึง	สป.ที่ 10 - 11
ชื่องาน งานลับมีดกลึงเซาะร่อง	เวลา 8 ชั่วโมง
จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม 1. สามารถลับคมมีดกลึงเซาะร่องได้ 2. สามารถวัดมุมมีดกลึงเซาะร่องที่ลับได้ 3. สามารถปฏิบัติงานด้วยความปลอดภัย	
คำสั่ง: จงลับมีดกลึงเซาะร่องตามขนาดและมุมที่กำหนดให้ 1) มุมฉากปลายมีด ขนาด 90 องศา 2) มุมหลบหน้ามีด ขนาด 8 องศา 3) มุมเอียงหลบซ้าย ขนาด 1 องศา 4) มุมหลบข้างซ้าย ขนาด 2 องศา 5) มุมเอียงหลบขวา ขนาด 1 องศา 6) มุมหลบข้างขวา ขนาด 2 องศา 7) มุมคายหลังมีด ขนาด 8 องศา	
	
เครื่องมือและอุปกรณ์ 1. เครื่องเจียระไนตั้งพื้น 2. น้ำหล่อเย็น 3. ไบวดมูม 4. แวนตานิริภัย 5. อุปกรณ์แต่งหน้าหินเจียระไน 6. ชุดประแจสำหรับปรับแท่นรองชิ้นงาน	
วัสดุ - มีดกลึงเหล็กกล้าความเร็วสูง (High Speed Steel) ขนาด 3/8 x 3/8 นิ้ว ยาว 8 นิ้ว	
** งานลับมีดกลึงเซาะร่องให้ส่งครูผู้สอนที่ละด้าน และการส่งงานให้นักเรียนวัดงานด้วยตนเอง ให้ครูผู้สอนดูและครูวัดตรวจสอบอีกครั้ง**	

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	
คำอธิบาย	รูปแสดงขั้นตอนการปฏิบัติงาน
1. ศึกษารูปแบบของมีดกลึงเซาะร่องและขั้นตอนการปฏิบัติงานในใบงาน 2. เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ น้ำหล่อเย็นให้พร้อมก่อนปฏิบัติงาน 3. แต่งกายให้ถูกระเบียบ รัดกุมและสวมแว่นตาเพื่อป้องกันอันตราย 4. ตรวจสอบเครื่องเจียระไนลับคมตัดให้พร้อมก่อนปฏิบัติงาน	
5. ตรวจสอบผิวหน้าล้อหินเจียระไน ถ้าหน้าหินทื่อหรือไม่เรียบ ให้แต่งหน้าหินใหม่ ดังนี้ - เปิดสวิตช์ให้เครื่องเจียระไนหมุน รอจนล้อหินหมุนจนความเร็วรอบคงที่ - แต่งหน้าล้อหินให้เรียบเสมอกัน	
6. ตรวจสอบระยะห่างของแท่นรองชิ้นงาน ถ้าห่างมากกว่า 3 มิลลิเมตร ให้ปรับระยะใหม่ ให้อยู่ระหว่าง 2-3 มิลลิเมตร ดังนี้ - ปิดสวิตช์ให้เครื่องเจียระไนหยุดหมุน รอจนล้อหินหยุดหมุนจนนิ่งอยู่กับที่ - ใช้ประแจขันปรับให้แท่นรองรับชิ้นงานห่างจากหน้าล้อหิน ประมาณ 2-3 มิลลิเมตร	 2-3 มม.
7. ลับด้านที่ 1 ให้เกิด 2 มุม พร้อมกัน คือ - มุมที่ 1 มุมฉากปลายมีด 90 องศา - มุมที่ 2 มุมหลบหน้ามีด 8 องศา	
8. ลับด้านที่ 1 จับมีดกลึงให้มือขวานำและมือซ้ายตาม 9. ดูแนวมีดกลึงให้เกิดมุมฉากปลายมีดจากแนวหน้าหินเจียระไนให้ตั้งฉาก 90 องศา 10. ทำให้เกิดมุมหลบหน้ามีดโดยวางมีดในแนวระดับก่อนถ้าวัดมุมแล้ว น้อยกว่า 8 องศา ให้เซตปลายมีดขึ้นเล็กน้อย 11. เลื่อนมีดกลึงให้เข้าหาหินเจียระไน โดยรักษามุมไว้ไม่ออกแรงกดมากเกินไป	

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	
คำอธิบาย	รูปแสดงขั้นตอนการปฏิบัติงาน
12. ตรวจสอบมุมฉากปลายมีดที่ลับคมได้ ด้วยใบวัดมุมครึ่งวงกลม กำหนดมุม 90 องศา	
13. ตรวจสอบมุมหลบหน้ามีดที่ลับคมได้ ด้วยใบวัดมุมครึ่งวงกลม กำหนดมุม 8 องศา ให้สมมุติมุม 90 องศา เป็น 0 องศา 14. เมื่อวัดตรวจสอบทั้ง 2 มุมแล้ว ถ้ามุมที่ได้ยังไม่อยู่ในเกณฑ์ให้ทำการแก้ไข 15. ส่งงานครูผู้สอน และวัดมุมให้ครูผู้สอนดู	
16. ลับด้านที่ 2 ให้เกิด 2 มุม พร้อมกัน คือ มุมที่ 1 มุมเอียงหลบซ้าย 1 องศา มุมที่ 2 มุมหลบข้างซ้าย 2 องศา	
17. ชีตเส้นร่างระยะความกว้างของคมตัดด้านหน้า 4 มิลลิเมตร และความยาวของก้านเซาะร่องประมาณ 15 มิลลิเมตร ก่อนเพื่อเป็นแนวให้ได้ระยะที่กำหนด	
18. ลับมุมเอียงหลบซ้าย 1 องศา โดยให้ด้านข้างเข้าขอบหินเจียรไนฝั่งซ้ายระยะประมาณ 15 มม. 19. ทำให้เกิดมุมหลบข้างซ้าย 2 องศาโดยตั้งมีดตรงๆไม่เอียง ด้านล่างของมีดเข้า เนื่องจากล้อหินกลมจึงจะกินเนื้องานด้านล่างก่อน แต่หากวัดมุมแล้วมุนน้อยไปให้เอียงด้านล่างเข้า ล้อหินเพียงเล็กน้อย 20. เลื่อนมีดกลิ้งให้เข้าหาหินเจียรไน โดยรักษามุมไว้ไม่ออกแรงกดมากเกินไป จะทำให้มุมเปลี่ยนไป	

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	
คำอธิบาย	รูปแสดงขั้นตอนการปฏิบัติงาน
21. ตรวจสอบมุมเอียงหลบซ้ายที่ลับคมได้ ด้วยใบวัดมุมครึ่งวงกลม กำหนดมุม 1 องศา ให้สมมุติมุม 90 องศา เป็น 0 องศา	
22. ตรวจสอบมุมหลบข้างซ้ายที่ลับคมได้ ด้วยใบวัดมุมครึ่งวงกลม กำหนดมุม 2 องศา ให้สมมุติมุม 90 องศา เป็น 0 องศา 23. เมื่อวัดตรวจสอบมุมแล้ว ถ้ามุมที่ได้ยังไม่อยู่ในเกณฑ์ให้ทำการแก้ไข 24. ส่งงานครูผู้สอน และวัดมุมให้ครูผู้สอนดู	
25. ลับด้านที่ 3 ให้เกิด 2 มุม พร้อมกัน คือ มุมที่ 1 มุมเอียงหลบขวา 1 องศา มุมที่ 2 มุมหลบข้างขวา 2 องศา และ ให้มีความกว้างปลายคมตัด เท่ากับ 4 มิลลิเมตร	
26. ลับมุมเอียงหลบขวา 1 องศา โดยให้ด้านข้างเข้าขอบหินเจียรไนในฝั่งขวาระยะประมาณ 15 มม. 27. ทำให้เกิดมุมหลบข้างขวา 2 องศาโดยตั้งมีดตรงๆไม่เอียงด้านล่างของมีดเข้า เนื่องจากล้อหินกลมจึงจะกินเนื้องานด้านล่างก่อน แต่หากวัดมุมแล้วมุนน้อยไปให้เอียงด้านล่างเข้าล้อหินเพียงเล็กน้อย 28. เลื่อนมีดกลึงให้เข้าหาหินเจียรไน โดยรักษามุมไว้ไม่ออกแรงกดมากเกินไป จะทำให้มุมเปลี่ยนไป	
29. ตรวจสอบมุมเอียงหลบขวาที่ลับคมได้ ด้วยใบวัดมุมครึ่งวงกลมกำหนดมุม 1 องศา ให้สมมุติมุม 90 องศา เป็น 0 องศา	

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	
คำอธิบาย	รูปแสดงขั้นตอนการปฏิบัติงาน
30. ตรวจสอบมุมหลบข้างขวาที่ลับคมได้ ด้วยใบวัดมุมครึ่งวงกลม กำหนดมุม 2 องศา ให้สมมุติมุม 90 องศา เป็น 0 องศา 31. เมื่อวัดตรวจสอบมุมแล้ว ถ้ามุมที่ได้ยังไม่อยู่ในเกณฑ์ให้ทำการแก้ไข	
32. วัดระยะความกว้างหน้ามีด 4 มิลลิเมตร โดยทาบทวัดกับสเกลของก้านบรรทัดวัดมุม 33. ส่งงานครูผู้สอน และวัดมุมให้ครูผู้สอนดู	
34. ลับด้านที่ 4 ให้เกิด 1 มุม คือ มุมคายหลังมีด 8 องศา	
35. ลับด้านที่ 4 เข้าหินโดยพลิกหันด้านบนของมีดเข้าหาล้อหิน เจียรในเอียงจากแนวขนานของล้อหิน ประมาณ 8 องศา และคว่ำมีดเล็กน้อย เพื่อให้ขอบปลายคมตัดไม่ลาดเอียง เนื่องจากหินเจียรไนเป็นทรงกลมทำให้จะกินเนื้อมีดด้านล่างก่อน	
36. ตรวจสอบมุมคายหลังมีดที่ลับคมได้ ด้วยใบวัดมุมครึ่งวงกลม กำหนดมุม 8 องศา โดยทาบทับแท่นฉากบนโต๊ะระดับ 37. เมื่อวัดตรวจสอบมุมแล้ว ถ้ามุมที่ได้ยังไม่อยู่ในเกณฑ์ให้ทำการแก้ไข	

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	
คำอธิบาย	รูปแสดงขั้นตอนการปฏิบัติงาน
38. ปิดสวิตช์เครื่องเจียระไน รอให้ล้อหินหยุดหมุน 39. ทำความสะอาดเครื่องมือและอุปกรณ์ ส่งคืนผู้สอนให้เรียบร้อย 40. ทำความสะอาดเครื่องเจียระไนและพื้นที่ปฏิบัติงาน ให้เรียบร้อย 41. ส่งงานครูผู้สอน และวัดมุมให้ครูผู้สอนดู	

ใบประเมินผลการปฏิบัติงาน (ใบงานที่ 4.4)					
วิชาลัทธิเครื่องมือตัด				รหัสวิชา 2102-2105	
หน่วยที่ 3 เครื่องกลึงและงานลัทธิเครื่องมือตัด				สป.ที่ 10 - 11	
ชื่องาน งานลัทธิเครื่องมือตัดเจาะร่อง				เวลา 8 ชั่วโมง	
ชื่อ-สกุล เลขที่					
ระดับชั้นปี กลุ่มที่ สาขาวิชาวิชา					
จุดที่	รายการ	พิภพที่กำหนด	คะแนน	ขนาดที่วัดได้	คะแนนที่ได้
1	มุมฉากปลายมีด 90 องศา มุมหลบหน้ามีด 8 องศา	± 1 องศา	10		
2	มุมเอียงหลบซ้าย 1 องศา	± 1 องศา	10		
3	มุมหลบข้างซ้าย 2 องศา	± 1 องศา	10		
4	มุมเอียงหลบขวา 1 องศา	± 1 องศา	10		
5	มุมหลบข้างขวา 2 องศา	± 1 องศา	10		
6	ความกว้างปลายมีด 4 มม.		10		
7	มุมคายหลังมีด 8 องศา	± 1 องศา	10		
8	ความเรียบของผิวลัทธิ		10		
9	การแต่งกายตามกฎระเบียบ		10		
10	การตรงต่อเวลา		10		
11	ความปลอดภัยในการทำงาน		10		
12	การทำความสะดวก		10		
คะแนนรวม			120		
เกณฑ์การประเมิน นำคะแนนมาคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์ให้ได้คะแนนเต็ม 100 คะแนน โดย $\frac{\text{คะแนนที่ได้} \times 100}{120} = \text{คะแนนที่ประเมิน}$ ระดับคะแนน คะแนน 90 - 100 = ดีมาก 80 - 89 = ดี 70 - 79 = ปานกลาง 60 - 69 = พอใช้ 50 - 59 = ต้องปรับปรุง			ระดับผลรวมของคะแนนได้ผลประเมิน ดังนี้ () ได้คะแนน 90 - 100 = ดีมาก () ได้คะแนน 80 - 89 = ดี () ได้คะแนน 70 - 79 = ปานกลาง () ได้คะแนน 60 - 69 = พอใช้ () ได้คะแนน 50 - 59 = ต้องปรับปรุง		
ข้อเสนอแนะ.....					
.....					
ผู้ประเมิน.....			วันที่.....เดือน.....พ.ศ.		

ใบประเมินผลการปฏิบัติงาน (ใบงานที่ 4.4)		
วิชาลับคมเครื่องมือตัด	รหัสวิชา 2102-2105	
หน่วยที่ 3 เครื่องกลึงและงานลับมีดกลึง	สป.ที่ 10 - 11	
ชื่องาน งานลับมีดกลึงเขาระ่อง	เวลา 8 ชั่วโมง	
เกณฑ์การให้คะแนนตามใบประเมินผลการปฏิบัติงาน		
รายการตรวจสอบ	ระดับการประเมิน	คะแนน
จุดที่ 1 – 5 และ จุดที่ 7 ขนาดพิกัดความเผื่อของมุม	± 1 องศา	10
	± 2 องศา	8
	± 3 องศา	5
	± 4 องศา	3
	มากกว่า ± 4 องศา	0
จุดที่ 6 ความกว้างปลายมีด 4 มิลลิเมตร	4 ม.ม.	10
	± 1 ม.ม.	8
	± 2 ม.ม.	5
	มากกว่า ± 2 ม.ม.	0
จุดที่ 8 ความเรียบของผิวลับคม	ผิวของรอยลับคมเรียบทุกด้าน	10
	ผิวของรอยลับไม่เรียบ 1 ด้าน	8
	ผิวของรอยลับไม่เรียบ 2 ด้าน	5
	ผิวของรอยลับไม่เรียบ 3 ด้าน	3
	ผิวของรอยลับไม่เรียบ 4 ด้าน	1
	ผิวของรอยลับไม่เรียบ 4 ด้านและมีรอยไหม้	0
จุดที่ 9 การแต่งกายตามกฎระเบียบ	แต่งกายถูกต้องตามระเบียบ	10
	แต่งกายไม่เรียบร้อยแต่ถูกระเบียบ	5
	แต่งกายไม่ถูกระเบียบ	0
จุดที่ 10 การตรงต่อเวลา	ทำงานเสร็จตามเวลาที่กำหนด	10
	ทำงานเกินเวลาที่กำหนด (ส่งงานช้า สป. ที่ 1)	8
	ทำงานเกินเวลาที่กำหนด (ส่งงานช้า สป. ที่ 2)	6
	ทำงานเกินเวลาที่กำหนด (ส่งงานช้า สป. ที่ 3)	4
	ทำงานเกินเวลาที่กำหนด (ส่งงานช้า สป. ที่ 4)	2
	ทำงานเกินเวลาที่กำหนด(ส่งงานเกิน สป. ที่ 5)	0
จุดที่ 11 ความปลอดภัยในการทำงาน	ปฏิบัติงานปลอดภัยและใช้อุปกรณ์ป้องกัน	10
	ปฏิบัติงานไม่ปลอดภัยและใช้อุปกรณ์ป้องกัน	5
	ปฏิบัติงานไม่ปลอดภัยและไม่ใช้อุปกรณ์ป้องกัน	0
จุดที่ 12 การทำความสะอาด	ทำความสะอาดหลังปฏิบัติงานเรียบร้อย	10
	ทำความสะอาดหลังปฏิบัติงานไม่เรียบร้อย	7
	ต้องเตือนให้ทำความสะอาด	5
	ไม่ทำความสะอาดหลังปฏิบัติงาน	0

หน่วยที่ 4

เครื่องกลึงและงานลับมีดกลึง

สาระสำคัญ

เครื่องกลึง (Lathe Machine) เป็นเครื่องมือกลที่ใช้ในการแปรรูปชิ้นงาน เพื่อผลิตชิ้นส่วนต่างๆ ที่สำคัญมากชนิดหนึ่ง มีหลักการทำงานคือให้ชิ้นงานหมุนรอบแกนด้วยความเร็วคงที่ และใช้เครื่องมือตัดเคลื่อนเข้าตัดเฉือนชิ้นงาน สามารถทำงานได้หลากหลาย เช่น การกลึงปาดหน้า การกลึงปอกลดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางผิวนอก การกลึงคว้านขยายรูชิ้นใน การกลึงเกลียว โดยใช้เครื่องมือตัดประเภทมีดกลึง และยังสามารถขึ้นรูปชิ้นงานที่หลากหลายได้ด้วยเครื่องมือตัดประเภทอื่น เช่น การใช้ดอกสว่านเพื่อเจาะรูชิ้นงาน การใช้ล้อยิมพ์ลายเพื่อพิมพ์ลายชิ้นงาน การใช้รีมเมอร์เพื่อคว้านผิวเรียบ เป็นต้น ในปัจจุบันเทคโนโลยีการผลิตชิ้นส่วนเริ่มเปลี่ยนแปลงไปใช้เครื่องจักรที่อัตโนมัติมากขึ้น เช่น เครื่องกลึง CNC ที่สามารถเลือกใช้เครื่องมือตัดประเภทที่ถอดเปลี่ยนได้ (insert) แต่งานกลึงที่ใช้เครื่องกลึงแบบธรรมดา ก็ยังมีความสำคัญในแง่ของค่าใช้จ่ายที่ประหยัด และยังสามารถดัดแปลงใช้ในงานแบบพิเศษบางอย่างได้อีกด้วย นักเรียนนักศึกษาจึงต้องเรียนรู้และปฏิบัติงานลับคมตัดมีดกลึง ที่มีลักษณะงานที่แตกต่างกันในหลายๆ รูปแบบ

เนื้อหาการเรียนรู้

- 4.1 ชนิดของเครื่องกลึง
- 4.2 ส่วนประกอบของเครื่องกลึงยืนศูนย์
- 4.3 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้กับเครื่องกลึงยืนศูนย์
- 4.4 เครื่องมือตัดที่ใช้กับเครื่องกลึงยืนศูนย์
- 4.5 ความเร็วรอบ ความเร็วตัด อัตราป้อน ความลึกการป้อนตัดในงานกลึง
- 4.6 งานลับคมตัดมีดกลึง
 - 4.6.1 งานลับมีดกลึงปาดหน้า
 - 4.6.2 งานลับมีดกลึงปอกขวา
 - 4.6.3 งานลับมีดกลึงปอกซ้าย
 - 4.6.4 งานลับมีดกลึงเจาะร่อง
 - 4.6.5 งานลับมีดกลึงเกลียว
 - 4.6.6 งานลับมีดกลึงคว้านรูใน

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. จำแนกชนิดของเครื่องกลึงได้
2. บอกชื่อของส่วนประกอบของเครื่องกลึงยืนศูนย์ได้
3. บอกชื่อของเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้กับเครื่องกลึงยืนศูนย์ได้
4. บอกชื่อและหน้าที่เครื่องมือตัดที่ใช้กับเครื่องกลึงยืนศูนย์ได้
5. คำนวณความเร็วรอบ ความเร็วตัด อัตราป้อนในงานกลึงได้
6. ปฏิบัติงานลับมีดกลึงได้

แบบทดสอบก่อนเรียนหน่วยที่ 4

เครื่องกลึงและงานลับมีดกลึง

จงทำเครื่องหมายกากบาท (X) ข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว (10 คะแนน)

1. ข้อใดเป็นลักษณะของเครื่องกลึงแนวตั้ง

- ก. เครื่องกลึงที่ใช้อยู่ในโรงงานทั่วไป ขนาดไม่ใหญ่มากนัก มีชุดยันศูนย์อยู่ท้ายเครื่อง
- ข. เครื่องกลึงที่มีหัวจับขนาดใหญ่ สามารถจับงานที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดใหญ่ที่ไม่หนามากได้ดี
- ค. เครื่องกลึงที่มีป้อมมีดวางอยู่ในแนวตั้ง สามารถกลึงงานขนาดใหญ่ได้
- ง. เครื่องกลึงที่มีหัวจับยึดเครื่องมือตัดสามารถยึดเครื่องมือตัดได้หลายชนิดอยู่ในป้อมมีดเดียวกัน
- จ. เครื่องกลึงที่ใช้การควบคุมการทำงานด้วยระบบคอมพิวเตอร์

2. อุปกรณ์ใดในเครื่องกลึงยันศูนย์ที่ใช้ในการเดินกินงานสำหรับการกลึงปาดหน้า

- ก. แคร่คร่อม
- ข. แท่นเลื่อนบน
- ค. แท่นเลื่อนขวาง
- ง. สะพานแท่นเครื่อง
- จ. ป้อมมีด

3. ชุดแท่นเลื่อนจะติดตั้งอยู่ส่วนใดของเครื่องกลึงยันศูนย์

- ก. บนแคร่คร่อม
- ข. บนป้อมมีด
- ค. ติดกับหัวเครื่อง
- ง. บนสะพานแท่นเครื่อง
- จ. บนฐานเครื่อง

4. จากรูป เป็นอุปกรณ์ ชนิดใด



- ก. ประแจขันหัวจับ
- ข. ประแจขันสลักเกลียวป้อมมีด
- ค. หัวงา
- ง. ประแจขันหัวจับดอกสว่าน
- จ. ยันศูนย์

5. จากรูป เป็นอุปกรณ์ ชนิดใด



- ก. จานพา
- ข. หัวงา
- ค. ประแจขันสลักเกลียวป้อมมีด
- ง. ประแจขันหัวจับดอกสว่าน
- จ. ยันศูนย์

6. ข้อใด **ไม่ใช่** เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้กับเครื่องกลึงยืนศูนย์

- ก. หัวจับแบบสามพื้นพร้อม
- ค. หัวงา
- จ. ปากกาจับงาน

- ข. จานพา
- ง. ยันศูนย์

7. จากรูป เป็นเครื่องมือตัด ชนิดใด



- ก. ดอกสว่าน (Drill)
- ข. ดอกเจาะนำศูนย์ (Center Drill)
- ค. รีมีเมอร์ (Reamer)
- ง. ตี๋ป (Tap)
- จ. ดาย (Die)

8. เครื่องมือตัด ชนิดนี้ใช้ทำหน้าที่ใดในงานกลึง



- ก. ใช้ขึ้นรูปให้เป็นลวดลายบนชิ้นงาน
- ข. ใช้เจาะรูนำในช่วงเริ่มต้นเพื่อให้ตรงตำแหน่งมากขึ้น
- ค. ใช้ตัดเนื้อวัสดุตามลักษณะของงาน เช่น การกลึงปาดหน้า การกลึงปอก
- ง. ใช้ทำผิวเรียบหรือปรับขนาดของรูเจาะให้เที่ยงตรงสูงกว่า การเจาะธรรมดา
- จ. ใช้ทำเกลียวนอก

9. จงคำนวณหาความเร็วรอบในการกลึงชิ้นงานที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 มิลลิเมตร กำหนดความเร็วตัดในงานกลึง 18 เมตรต่อนาที

- ก. 114.59 รอบต่อนาที
- ค. 250.09 รอบต่อนาที
- จ. 325.59 รอบต่อนาที

- ข. 200.59 รอบต่อนาที
- ง. 275.09 รอบต่อนาที

10. จงคำนวณหาความเร็วตัดในการกลึงชิ้นงานที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 มิลลิเมตร ด้วยความเร็วรอบ 360 รอบต่อนาที

- ก. 18.00 เมตรต่อนาที
- ค. 22.62 เมตรต่อนาที
- จ. 30.66 เมตรต่อนาที

- ข. 20.59 เมตรต่อนาที
- ง. 25.09 เมตรต่อนาที

4.1 ชนิดของเครื่องกลึง

เครื่องกลึงที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมทั่วไปจำแนกออกเป็นหลายชนิด ซึ่งแต่ละชนิดจะมีลักษณะ และความสามารถในการใช้งานที่ต่างกันไปตามวัตถุประสงค์ของการทำงาน เครื่องกลึงที่นิยมใช้จะแบ่งได้ดังนี้

4.1.1 เครื่องกลึงยันทวน (Center Lathe Machine)

เครื่องกลึงยันทวน เป็นเครื่องกลึงที่ได้รับความนิยมมาก ในโรงงานผลิตชิ้นส่วนทั่วไป โรงงานซ่อมบำรุงและโรงฝึกงานในสถานศึกษาด้านช่างอุตสาหกรรม เนื่องจากประสิทธิภาพสูงและราคาไม่แพงมากนัก โครงสร้างส่วนใหญ่ทำด้วยเหล็กหล่อหรือเหล็กเหนียว วางบนแท่นรองรับที่สามารถรับน้ำหนักเครื่องได้อย่างดี ไม่เกิดการสั่นสะเทือนขณะปฏิบัติงาน มีโดยมีชุดท้ายแท่นใช้สำหรับยันทวนชิ้นงานเพื่อช่วยประคองงาน



รูปที่ 4.1 แสดงลักษณะของเครื่องกลึงยันทวน

(ที่มา : <https://www.alibaba.com/>, วันเข้าถึง 9 มิถุนายน 2559)

4.1.2 เครื่องกลึงหน้างาน (Facing Lathe Machine)

เครื่องกลึงหน้างาน เป็นเครื่องกลึงที่มีหัวจับขนาดใหญ่กว่าเครื่องกลึงยันทวน เหมาะสำหรับใช้ในงานกลึงปาดหน้าชิ้นงานที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดใหญ่



รูปที่ 4.2 แสดงลักษณะของเครื่องกลึงหน้างาน

(ที่มา : <http://blog.sterlingmachinery.com/>, วันเข้าถึง 9 มิถุนายน 2559)

4.1.3 เครื่องกลึงแนวตั้ง (Vertical Turning Lathe Machine)

เครื่องกลึงแนวตั้ง เป็นเครื่องกลึงที่มีป้อมมีดวางอยู่ในแนวตั้ง เหมาะสำหรับการกลึงปาดหน้า กลึงปอก กลึงคว้าน กับชิ้นงานที่มีขนาดใหญ่มากๆ



รูปที่ 4.3 แสดงลักษณะของเครื่องกลึงแนวตั้ง

(ที่มา : <https://www.surplex.com/>, วันเข้าถึง 9 มิถุนายน 2559)

4.1.4 เครื่องกลึงป้อมมิด (Turret Lathe Machine)

เครื่องกลึงป้อมมิด เป็นเครื่องกลึงที่มีหัวจับยึดเครื่องมือตัดได้หลายชนิดอยู่ในป้อมมิดเดียวกัน สามารถจับเครื่องมือตัดได้หลายชนิดพร้อมกัน เหมาะสำหรับการผลิตชิ้นงานเหมือนกันเป็นจำนวนมาก ซึ่งมีหลายขั้นตอนรวมกัน เช่น กลึงปาดหน้า กลึงปอก เจาะรู คว้าน คว้านเรียบ และตัดเกลียว เป็นต้น



รูปที่ 4.4 แสดงลักษณะของเครื่องกลึงป้อมมิด

(ที่มา : <http://www.dokterbisnis.net/>, วันเข้าถึง 9 มิถุนายน 2559)

4.1.5 เครื่องกลึงควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ (CNC Lathe Machine)

เครื่องกลึงควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ หรือเรียกอีกอย่างว่าเครื่องกลึง ซีเอ็นซี เป็นเครื่องกลึงที่ใช้คอมพิวเตอร์เข้ามาควบคุมการทำงานเป็นอัตโนมัติทั้งหมดตั้งแต่ต้นจนจบการทำงาน ซึ่งอาศัยชุดคำสั่งเรียกว่า “โปรแกรมเอ็นซี (NC Program)” เพื่อควบคุมการทำงานของเครื่องกลึงและควบคุมตำแหน่งหรือพิกัดของเครื่องมือตัด ให้เคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งที่กำหนด มีความแม่นยำสูง ทำงานรวดเร็ว และยังผลิตชิ้นงานที่มีรูปแบบเดียวกันในปริมาณมากได้อย่างมีประสิทธิภาพ

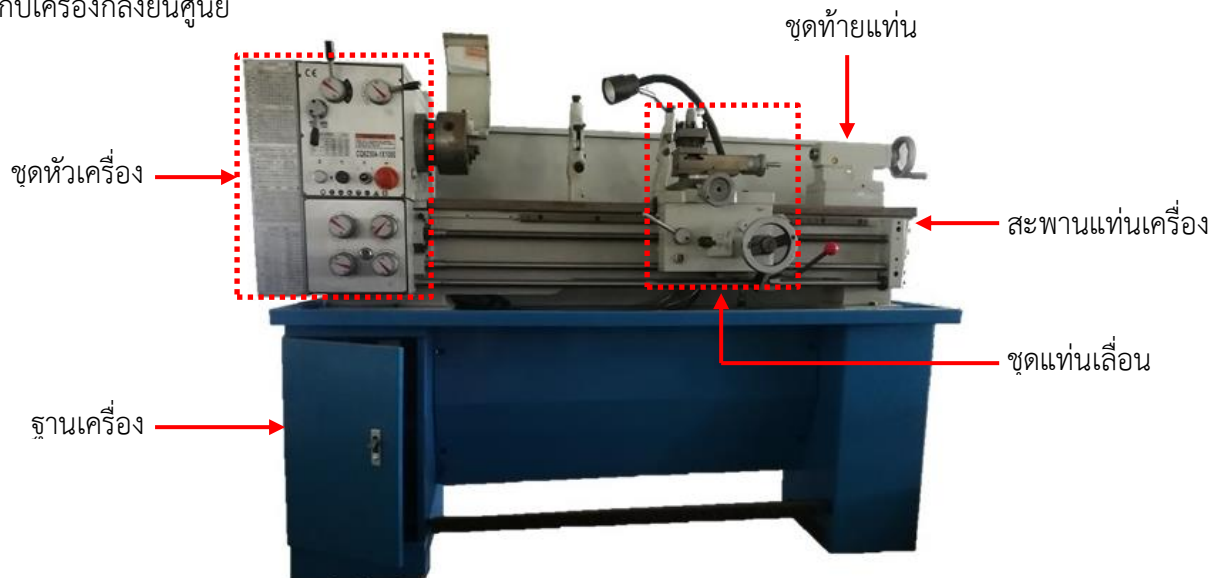


รูปที่ 4.5 แสดงลักษณะของเครื่องกลึงควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์

(ที่มา : http://www.americanmachinetools.com/cnc_lathe.htm, วันเข้าถึง 9 มิถุนายน 2559)

4.2 ส่วนประกอบของเครื่องกลึงย่นศูนย์

เครื่องกลึงย่นศูนย์เป็นเครื่องมือกลพื้นฐานที่ใช้กันทั่วไป ทั้งในโรงงานและโรงฝึกในสถานศึกษา จึงขอกล่าวถึงส่วนประกอบของเครื่องกลึงย่นศูนย์เพื่อเป็นพื้นฐานสำหรับการใช้งานเครื่องมือตัดประเภทต่างๆ ที่ใช้กับเครื่องกลึงย่นศูนย์



รูปที่ 4.6 แสดงส่วนประกอบหลักของเครื่องกลึงย่นศูนย์

(ที่มา : สุรชัย บุญโสภณ, 2559)

4.2.1 ฐานเครื่องกลึง (Base)

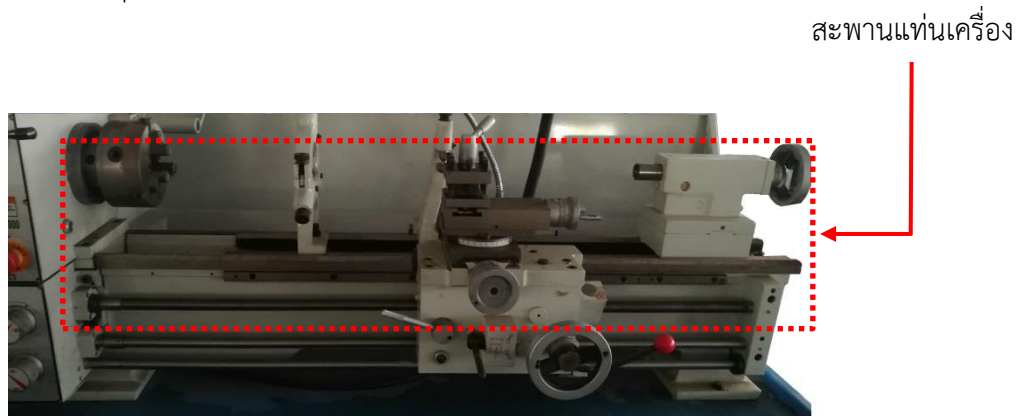
ทำหน้าที่เป็นฐานรองรับอุปกรณ์ส่วนอื่นๆ ที่จะใช้ประกอบส่วนต่างเข้าด้วยกัน จึงต้องรับน้ำหนักทั้งหมดของเครื่อง ส่วนมากจะทำจากเหล็กหล่อที่รองรับแรงสั่นสะเทือนได้ดี แต่ถ้าเป็นเครื่องขนาดเล็ก อาจทำด้วยเหล็กเหนียว



รูปที่ 4.7 แสดงลักษณะของฐานของเครื่องกลึงยืนศูนย์
(ที่มา : สุรชัย บุญโสภณ, 2559)

4.2.2 สะพานแทนเครื่อง (Bed Ways)

เป็นส่วนที่ยึดอยู่บนฐานเครื่อง ทำด้วยเหล็กหล่อ ทำหน้าที่เป็นฐานรองรับชุดหัวเครื่อง ชุดแทนเลื่อน และชุดท้ายแทน ที่ผิวส่วนบนจะมีลักษณะเป็นรูปตัววีคว่ำ เพื่อใช้เป็นรางเลื่อนสำหรับให้ ชุดแทนเลื่อน และชุดท้ายแทนเลื่อนไป-มา ผิวของสะพานจะต้องราบเรียบ ผ่านการเจียรระไนและผ่านกรรมวิธีชุบปรับผิว เพื่อให้มีที่ขังฟิล์มน้ำมันบางๆ



รูปที่ 4.8 แสดงลักษณะของสะพานแทนเครื่องกลึงยืนศูนย์
(ที่มา : สุรชัย บุญโสภณ, 2559)

4.2.3 ชุดหัวเครื่อง (Head stock)

เป็นชุดระบบกลไกที่ทำให้เกิดการขับเคลื่อน ส่งกำลังไปทำให้เกิดการหมุนของเพลาหัวเครื่องที่มีลักษณะเป็นเพลากลาง ใช้ประกอบเข้ากับหัวจับงานและสามารถสอดชิ้นงานที่มีความยาวให้ทะลุผ่านไปได้ ภายในชุดหัวเครื่องประกอบไปด้วยชุดเฟืองทด สำหรับเปลี่ยนความเร็วรอบ เปลี่ยนอัตราป้อนกลึง และสัมพันธ์กับชุดขับเคลื่อนต่างๆ ในการทำงานแบบอัตโนมัติ เพื่อกลึงอัตโนมัติ หรือการกลึงเกลียว



รูปที่ 4.9 แสดงลักษณะของชุดเฟืองทดในชุดหัวเครื่องกลึงยืนศูนย์
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

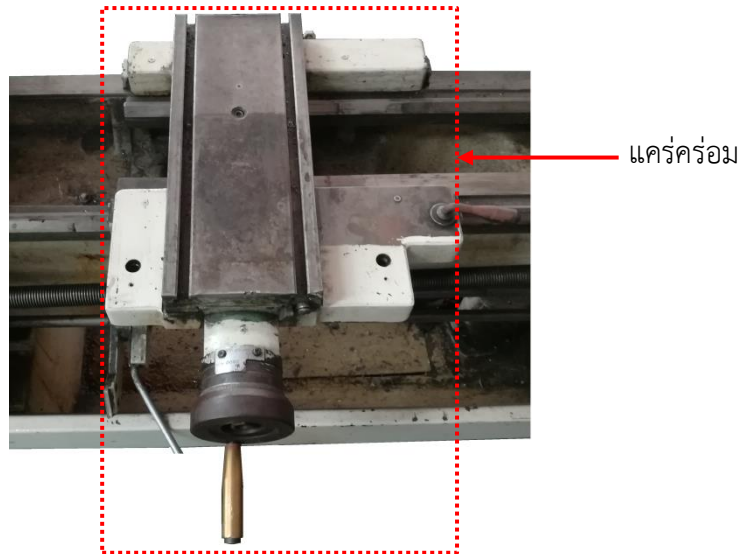
4.2.3 ชุดแท่นเลื่อน (Carriage)

เป็นส่วนประกอบที่ยึดอยู่บนสะพานแท่นเครื่อง สามารถเคลื่อนที่ซ้าย-ขวา ไปตามความยาวของสะพานแท่นเครื่อง โดยการหมุนมือหมุนของชุดแท่นเลื่อนหรือการทำงานอัตโนมัติ มีส่วนประกอบที่สำคัญ 6 ส่วน คือ



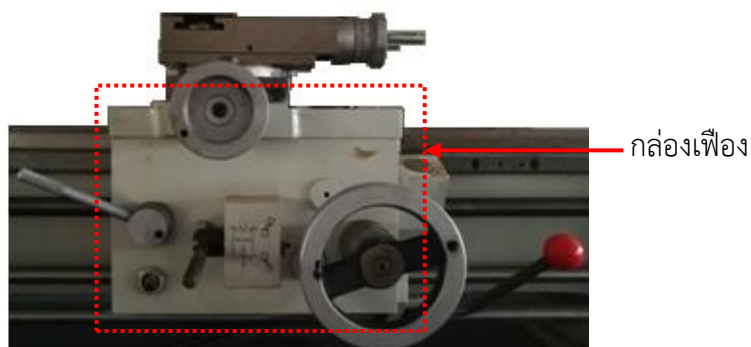
รูปที่ 4.10 แสดงลักษณะของชุดแท่นเลื่อนเครื่องกลึงยืนศูนย์
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

1. **แคร่คร่อม (Saddle)** เป็นส่วนที่วางอยู่บนสันตัววี คروبบนสะพานแทนเครื่อง รูปร่างคล้ายอักษร H ด้านบนใช้ประกอบแทนเลื่อนตามขวาง ส่วนด้านล่างจะใช้ประกอบชุดกล่องเฟือง



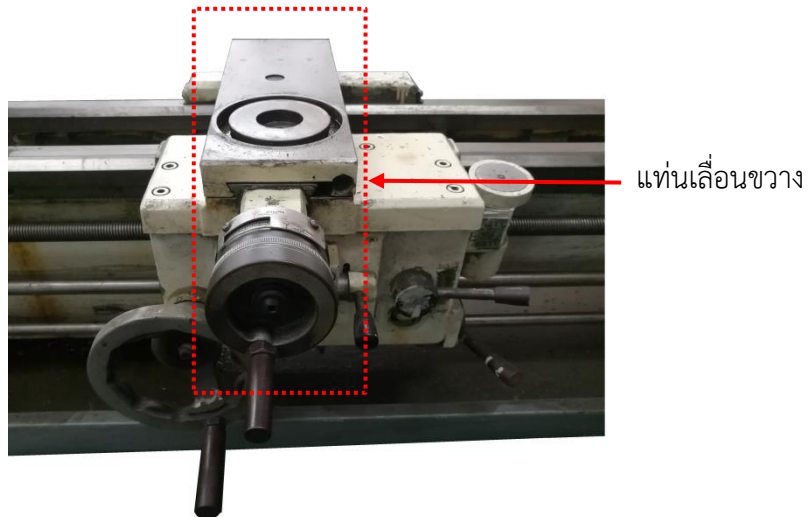
รูปที่ 4.11 แสดงลักษณะของแคร่คร่อมในชุดแทนเลื่อน
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

2. **กล่องเฟือง (Apron Box)** เป็นส่วนที่อยู่ด้านหน้าของแทนเลื่อน ซึ่งยึดติดอยู่ที่ด้านล่างของชุดแคร่คร่อม ภายในประกอบไปด้วยชุดเฟืองทดหลายชุด สำหรับควบคุมการเคลื่อนที่ของชุดแทนเลื่อนตามความยาวของสะพานแทนเครื่องในการกลึง และชุดเฟืองสำหรับใช้คั่นโยกในการกลึงปอกอัดโน้มติและกลึงปาดหน้าอัดโน้มติ



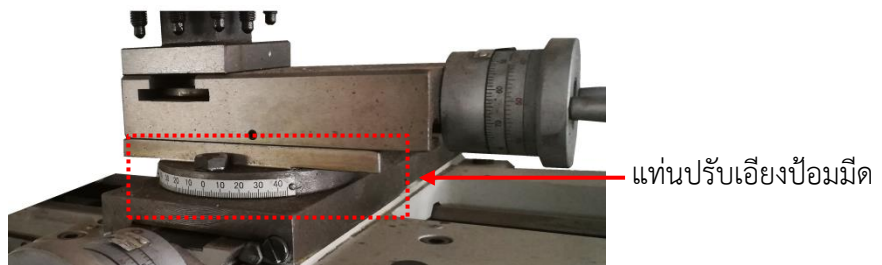
รูปที่ 4.12 แสดงลักษณะของกล่องเฟืองในชุดแทนเลื่อน
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

3. **แทนเลื่อนขวาง (Cross Slide)** เป็นส่วนที่ประกอบอยู่บนแคร่คร่อม ใช้เคลื่อนที่ในแนวขวางกับสะพานแทนเลื่อนในการกลึงปาดหน้า



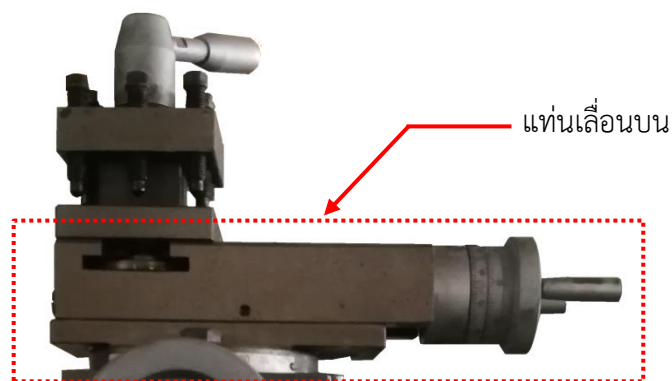
รูปที่ 4.13 แสดงลักษณะของแท่นเลื่อนขวางในชุดแท่นเลื่อน
(ที่มา : สุรชัย บุญโสภณ, 2559)

4. แท่นปรับเอียงป้อมมีด (Compound Rest) เป็นส่วนที่ประกอบอยู่บนแท่นเลื่อนขวาง ใช้ปรับตั้งองศาเพื่อกลึงมุมเรียบได้



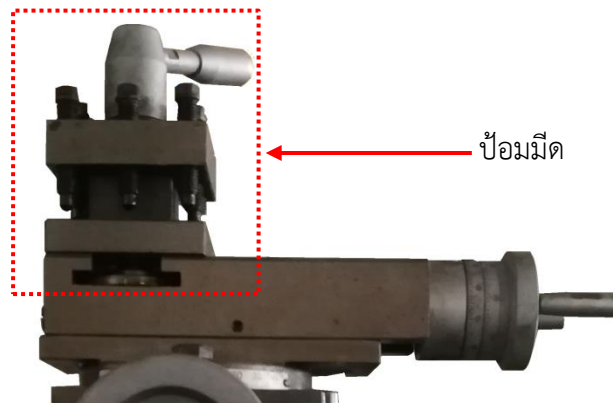
รูปที่ 4.14 แสดงลักษณะของแท่นปรับเอียงป้อมมีดในชุดแท่นเลื่อน
(ที่มา : สุรชัย บุญโสภณ, 2559)

5. แท่นเลื่อนบน (Top Slide) เป็นส่วนที่ประกอบอยู่บนแท่นปรับเอียงป้อมมีด ใช้เป็นฐานสำหรับชุดป้อมมีด แท่นเลื่อนสามารถเลื่อนได้ในระยะสั้นๆ ใช้ในการกลึงงานได้



รูปที่ 4.15 แสดงลักษณะของแท่นเลื่อนบนในชุดแท่นเลื่อน
(ที่มา : สุรชัย บุญโสภณ, 2559)

6. **ป้อมมีด (Tool Post)** ยึดอยู่ส่วนบนของแท่นเลื่อนบน ใช้สำหรับจับยึดมีดกลึง ด้ามมีดกลึง หรือเครื่องมือตัดอื่นๆ เช่น ล้อพิมพ์ลาย เป็นต้น สามารถหมุนเพื่อปรับตั้งมุมของมีดกลึงได้



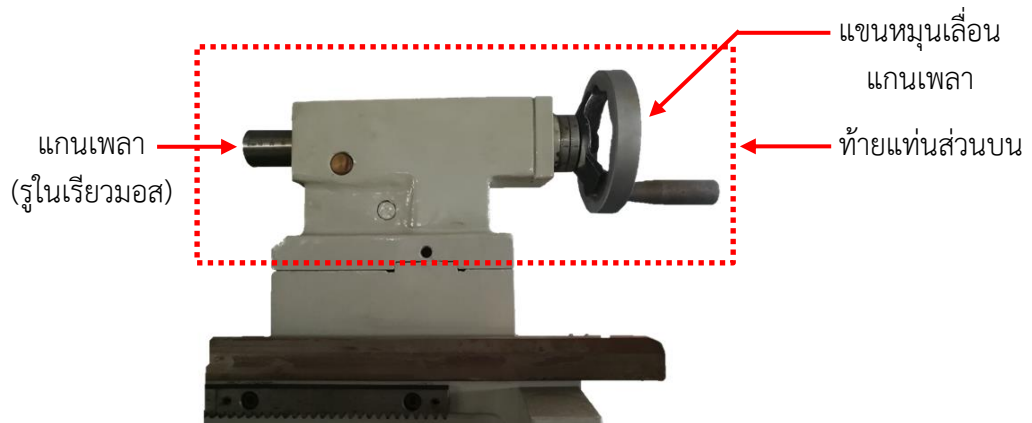
รูปที่ 4.16 แสดงลักษณะของป้อมมีดในชุดแท่นเลื่อน
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

4.2.3 ชุดท้ายแท่น (Tail Stock)

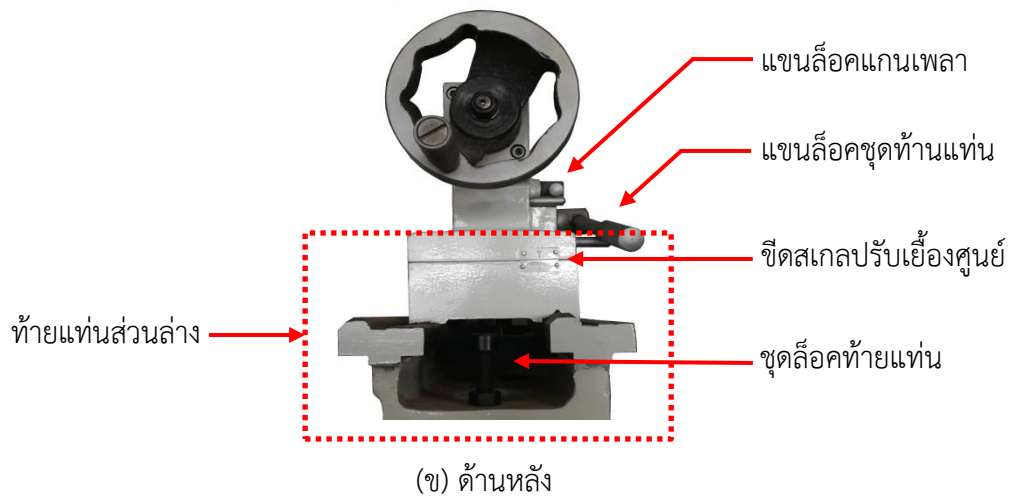
เป็นส่วนประกอบที่ติดตั้งอยู่บนสะพานแท่นเครื่อง สามารถเคลื่อนที่ไป-มา ตามความยาวของสะพานแท่นเครื่องได้ตลอดแนว และยึดติดแน่นกับสะพานได้ทุกตำแหน่ง ชุดท้ายแท่นใช้ประกอบกับยันศูนย์ เพื่อประกอบชิ้นงานในขณะกลึงงาน นอกจากนี้ยังสามารถใช้ประกอบกับเครื่องมือตัดเพื่อใช้ตัดเฉือนอื่นได้ เช่น ดอกสว่าน ริมเมอร์ เป็นต้น ชุดท้ายแท่นประกอบด้วยสองส่วน เพื่อใช้สำหรับปรับเยื้องศูนย์เพื่อกลึงเรียวยาวๆ ที่มีองศาเล็กๆ ได้

1. **ท้ายแท่นส่วนบน** จะประกอบด้วยแกนเพลามีซี่ดบอกระยะภายในเป็นรูเรียวมาตรฐานมอส สำหรับประกอบอุปกรณ์อื่นๆ เช่น ยันศูนย์ สามารถเคลื่อนที่เข้า-ออก ด้วยแขนหมุน

2. **ท้ายแท่นส่วนล่าง** วางอยู่บนสะพานแท่นเครื่อง มีตัวจับยึดให้ติดแน่นอยู่กับที่ขณะใช้งาน เพื่อป้องกันไม่ให้ชุดท้ายแท่นเคลื่อนที่ ด้านหลังมีซี่ดสเกลเพื่อดูเมื่อปรับเยื้องศูนย์แต่ไม่ละเอียดนัก



(ก) ด้านข้าง



รูปที่ 4.17 แสดงลักษณะของชุดท้ายแท่นเครื่องกลึงยืนศูนย์
(ที่มา : สุรัชชัย บุญโสภณ, 2559)

4.3 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้กับเครื่องกลึงยืนศูนย์

4.3.1 หัวจับ (Chuck)

1. หัวจับแบบสามฟันพร้อม (Three Jaw Chuck) ใช้สำหรับจับงานกลมหรือหกเหลี่ยม ฟันของหัวจับเลื่อนเข้า-ออกพร้อมๆ กัน แต่ละฟันทำมุม 120 องศา ฟันจับมีอยู่ 2 ชุด คือ ชุดฟันจับนอกและชุดฟันจับใน การถอดและใส่ฟันแต่ละชุดต้องใส่เรียงตามลำดับ คือ 1, 2 และ 3 มิฉะนั้นชุดฟันจับจะเข้าไม่เสมอกัน



รูปที่ 4.18 แสดงลักษณะของหัวจับแบบสามฟันพร้อม
(ที่มา : <https://sites.google.com>, วันเข้าถึง 9 มิถุนายน 2559)

2. หัวจับแบบสี่ฟันจับอิสระ (Four Jaw Independent Chuck) ใช้สำหรับจับชิ้นงานรูปทรงต่างๆ ฟันจับจะเป็นอิสระมีเกลียวบังคับแยกจากกัน มีฟันชุดเดียวสามารถกลับเพื่อจับนอกจับในได้ และยังสามารถถอดฟันออกแล้วใช้อุปกรณ์ช่วยจับยึดเข้ากับร่องที่หัวจับได้



รูปที่ 4.19 แสดงลักษณะของหัวจับแบบสี่ฟันอิสระ

(ที่มา : <http://jannarongkhambunlue.blogspot.com>, วันเข้าถึง 9 มิถุนายน 2559)

4.3.2 ประแจขันหัวจับ (T- Chuck)

เป็นเครื่องมือสำหรับการขันหัวจับให้ฟันจับเคลื่อนที่เข้าจับชิ้นงานหรือคลายเพื่อถอดชิ้นงาน



รูปที่ 4.20 แสดงลักษณะของประแจขันหัวจับ

(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

4.3.3 ประแจขันสลักเกลียวป้อมมิด (Tool Post Key)

เป็นเครื่องมือสำหรับขันสลักเกลียวที่ป้อมมิดเพื่อยึดหรือคลายมีดกลึงหรือเครื่องมือตัดอื่นๆ

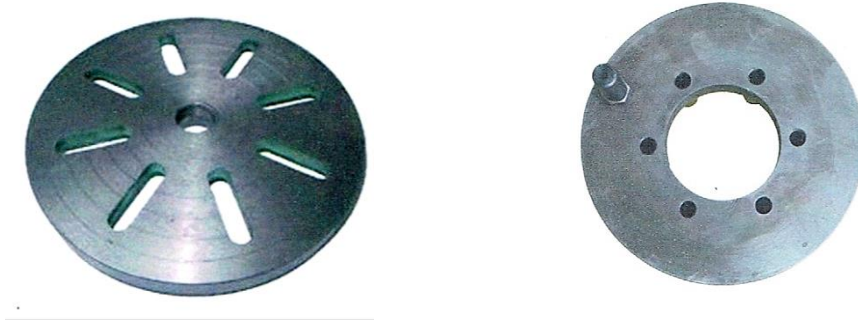


รูปที่ 4.21 แสดงลักษณะของประแจขันสลักเกลียวป้อมมิด

(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

4.3.4 จานพา (Face Plate)

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้จับชิ้นงานที่ไม่สามารถใช้หัวจับแบบฟันจับยึดได้ ผิวหน้าจะเรียบและเจาะเป็นร่อง ใช้สำหรับร้อยเกลียวเพื่อจับยึดชิ้นงาน หรือมีสลักยื่นออกมาจากหน้าจานเพื่อใช้ร่วมกับหัวพาและยันศูนย์ตาย



รูปที่ 4.22 แสดงลักษณะของจานพา
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

4.3.5 หัวพา (Lathe Dog)

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการกลึงยันศูนย์ร่วมกับจานพาแบบสลักโดยการจับยึดชิ้นงานและใช้พาตอกกับแกนสลักของจานพาเพื่อให้ชิ้นงานหมุนไปกับจานพา หัวพามี 2 แบบ คือแบบขาตรงและแบบขาอ



(ก) หัวพาแบบขาอ



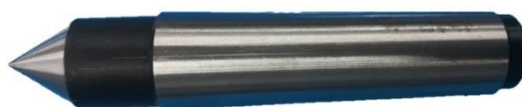
(ข) หัวพาแบบขาตรง

รูปที่ 4.23 แสดงลักษณะของหัวพา
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

4.3.6 ยันศูนย์ (Center)

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้กับรูเรียวที่แกนเพลาลูกเครื่องและแกนเพลาชุดท้ายแท่นเพื่อยันให้ชิ้นงานอยู่ระหว่างศูนย์หัวเครื่องและศูนย์ท้ายของเครื่อง แบ่งออกเป็น 2 ชนิด ดังนี้

1. **ยันศูนย์ตาย (Dead Center)** ใช้ประกอบกับแกนเพลาลูกเครื่องเพื่อยันศูนย์ชิ้นงานสำหรับงานกลึงยันศูนย์หัวเครื่องและท้ายเครื่อง หรืองานกลึงเรียวยาวๆ เป็นต้น



รูปที่ 4.24 แสดงลักษณะของยันศูนย์ตาย
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

2. ยันศูนย์เป็นหรือยันศูนย์หมุน (Live Center) ใช้ประกอบกับแกนเพลาชุดท้ายแทนเพื่อยันศูนย์ชิ้นงานและใช้ประคองด้านท้ายของชิ้นงานป้องกันการแกว่งของชิ้นงาน ยันศูนย์ชนิดนี้ที่ปลายของศูนย์จะหมุนไปพร้อมกับชิ้นงานด้วย



รูปที่ 4.25 แสดงลักษณะของยันศูนย์เป็นหรือยันศูนย์หมุน
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

4.3.6 ก้านสะท้อน (Steady Rest)

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้เพื่อประคองชิ้นงานที่มีความยาวมากๆ ป้องกันไม่ให้ชิ้นงานโก่งงอขณะกลึง สามารถแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

1. ก้านสะท้อนนิ่ง (Steady Rest) ประกอบด้วยแกนสำหรับประคองชิ้นงาน 3 แกน ขณะใช้งานจะยึดติดแน่นอยู่กับสะพานแท่นเครื่องกลึง ไม่เคลื่อนที่ตามมีดกลึง



รูปที่ 4.26 แสดงลักษณะของก้านสะท้อนนิ่ง
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

2. ก้านสะท้อนตาม (Follow Rest) ประกอบด้วยแกนสำหรับประคองชิ้นงาน 2 แกน ในการใช้งานจะติดตั้งกับชุดแท่นเลื่อน ใช้ประคองชิ้นงานตรงข้ามกับมีดกลึง จะเคลื่อนที่ไปพร้อมกับชุดแท่นเลื่อนในแนวกลึงปอก



รูปที่ 4.27 แสดงลักษณะของก้านสะท้อนตาม
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

4.4 เครื่องมือตัดที่ใช้กับเครื่องกลึงยืนศูนย์

การกลึงงานให้ได้รูปร่างตามที่กำหนดจะต้องอาศัยเครื่องมือตัด ทำหน้าที่ตัดเฉือนวัสดุขณะที่หมุน ซึ่งแบ่งได้หลายชนิดดังต่อไปนี้

4.4.1 มีดกลึง (Cutting Tool)

เป็นเครื่องมือตัดที่ใช้ตัดเฉือนเนื้อวัสดุของชิ้นงานให้เป็นรูปร่างต่างๆ ตามลักษณะของการตัดเฉือน เช่น การกลึงปาดหน้า การกลึงปอก การกลึงตกป่า การคว้านรู การกลึงเกลียวนอก-เกลียวใน เป็นต้น มีดกลึง แบ่งเป็น 2 ลักษณะใหญ่ๆ ดังนี้

1. ลักษณะแบบเป็นแท่ง มีดกลึงแบบแท่งนี้ส่วนใหญ่ทำจากวัสดุเหล็กกล้ารอบสูง (High Speed Steel) มีหลายเกรดความแข็ง หลายขนาด และหลายแบบตามพื้นที่หน้าตัด เช่น หน้าตัดสี่เหลี่ยม จตุรัส หน้าตัดสี่เหลี่ยมผืนผ้า และหน้าตัดกลม เป็นต้น การนำไปใช้งานต้องเลือกหน้าตัดมีดกลึงและต้องปรับคมให้มีรูปร่างและมุมตัดต่างๆ ให้เหมาะสมกับลักษณะงานกลึงเช่น งานกลึงปอก งานกลึงตกป่า เป็นต้น มีดกลึงแบบแท่งนี้ถ้ามีขนาดเล็กกว่า 3/8 นิ้ว หรือแบบแท่งแบน มักจะใช้ด้ามจับช่วยในการจับยึดเพื่อความแข็งแรงมากขึ้น



รูปที่ 4.28 แสดงลักษณะของมีดกลึงลักษณะแบบเป็นแท่ง
(ที่มา : สุรชัย บุญโสมณ, 2559)



รูปที่ 4.29 แสดงลักษณะของด้ามมีดกลึงแบบแท่ง
(ที่มา : <http://lewtool.com>, วันเข้าถึง 11 มิถุนายน 2559)

2. ลักษณะแบบเป็นเม็ดมีด มีดกลึงแบบเม็ดมีดนี้ส่วนใหญ่ทำจากวัสดุคาร์ไบด์ มีความแข็งและสามารถทนความร้อนจากงานกลึงได้สูงกว่ามีดกลึงแบบแท่งที่ทำจากวัสดุเหล็กกล้ารอบสูง แต่ก็มีคมเปราะและแตกหักได้ง่ายกว่า ส่วนใหญ่จะมีรูปร่างเป็นทรงเรขาคณิตแตกต่างกันตามวัตถุประสงค์การใช้งาน การนำไปใช้งานต้องจับยึดเม็ดมีดด้วยด้ามจับเสียก่อน มีดกลึงแบบเม็ดมีดนี้ยังแบ่งการจับยึดเป็น 2 แบบได้ดังนี้

1) **เม็ดมีดแบบบัดกรีติดด้ามมีด** จะเป็นคาร์ไบด์ชิ้นเล็กๆ บางๆ รูปร่างตามลักษณะงานที่จะใช้ในงานกลึง เช่น กลึงปอก กลึงเจาะร่อง กลึงเกลียว จะยึดติดกับด้ามเหล็กด้วยการบัดกรีทองเหลือง สามารถลับคมตัดได้เมื่อคมตัดสึกหรอ แต่ต้องลับกับหินเจียรในประเภทซิลิคอนคาร์ไบด์ (สีเขียว) ไม่สามารถลับคมตัดกับหินเจียรในประเภทอลูมิเนียมออกไซด์ (สีฟ้า) ที่ใช้ในงานทั่วไปได้



รูปที่ 4.30 แสดงลักษณะของเม็ดมีดแบบบัดกรีติดด้ามมีด
(ที่มา : <http://www.suppaisarn.com>, วันเข้าถึง 12 มิถุนายน 2559)



รูปที่ 4.31 แสดงลักษณะของเม็ดมีดกลึงคาร์ไบด์ที่เชื่อมติดกับด้ามแล้ว
(ที่มา : <https://machinemechanics.wordpress.com>, วันเข้าถึง 10 พฤษภาคม 2559)

2) **เม็ดมีดแบบถอดเปลี่ยนกับด้ามได้ (Carbide Insert)** จะเป็นคาร์ไบด์ที่มีรูปร่างเป็นทรงเรขาคณิต ให้เหมาะกับลักษณะงานที่จะใช้ในงานกลึง เช่น กลึงปอก กลึงเจาะร่อง กลึงเกลียว การใช้งานสามารถนำไปจับยึดกับด้ามที่มีรูปร่างเฉพาะสำหรับเม็ดมีดรูปร่างนั้นๆ เมื่อเม็ดมีดสึกหรอสามารถถอดเปลี่ยนใหม่ได้อย่างสะดวกด้วยชุดขันล็อกจับยึด ไม่นิยมนำมาลับคมตัดใหม่



รูปที่ 4.32 แสดงลักษณะของเม็ดมีดแบบถอดเปลี่ยนกับด้ามได้
(ที่มา : <http://www.micronsupply.com>, วันเข้าถึง 12 มิถุนายน 2559)



รูปที่ 4.33 แสดงลักษณะของด้ามจับเม็ดมีดแบบถอดเปลี่ยนได้
(ที่มา : <http://www.pcamcnc.com>, วันเข้าถึง 11 มิถุนายน 2559)

4.4.2 ดอกสว่าน (Drill)

เป็นเครื่องมือตัดที่ใช้สำหรับเจาะรูชิ้นงาน โดยจะจับยึดไว้ที่ชุดศูนย์ท้ายแท่น แล้วเลื่อนเข้าหาชิ้นงานในขณะที่ชิ้นงานหมุน ส่วนมากเป็นดอกสว่านคมตัดคู่ แบ่งเป็น 2 ชนิด ดังนี้

1. ดอกสว่านก้านตรง (Straight Shank Drill) โดยทั่วไปใช้กับดอกสว่านที่มีขนาดเล็ก มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 1/2 นิ้ว หรือประมาณ 13 มิลลิเมตร ต้องใช้ร่วมจับใช้กับหัวจับดอกสว่านที่ยึดอยู่กับชุดศูนย์ท้ายแท่น โดยหัวจับดอกสว่านสวมเข้ากับรูของแกนเพลลาที่มีเรียวมาตรฐานมอสอยู่



รูปที่ 4.34 แสดงลักษณะของดอกสว่านก้านตรง
(ที่มา : <http://www.vpowertools.com>, วันเข้าถึง 9 มิถุนายน 2559)



รูปที่ 4.35 แสดงลักษณะของหัวจับดอกสว่าน
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

2. ดอกสว่านก้านเรียว (Taper Shank Drill) โดยทั่วไปใช้กับดอกสว่านที่มีขนาดใหญ่ โดยทั่วไปจะมีขนาดมากกว่า 1/2 นิ้ว หรือประมาณ 13 มิลลิเมตร ขึ้นไป ก้านเรียวของดอกสว่านเป็นเรียวมาตรฐานมอส เวลาใช้งานจะสวมเข้ากับรูเรียวมาตรฐานมอสของแกนเพลลาชุดศูนย์ท้ายแท่น แต่ต้องเป็นเรียวมอสเบอร์เดียวกัน ถ้าไม่ใช่เบอร์เดียวกันต้องใช้ปลอกเรียว (Taper Sleeve) เพื่อสวมให้เป็นเบอร์เดียวกันกับแกนเพลลา



รูปที่ 4.36 แสดงลักษณะของดอกสว่านก้านยาว

(ที่มา : <http://www.vpowertools.com>, วันเข้าถึง 9 มิถุนายน 2559)



รูปที่ 4.37 แสดงลักษณะของปลอกยาว

(ที่มา : <http://www.bernardo.at/shop/en/reduzierhulse-mk-3-2.html>, วันเข้าถึง 9 มิถุนายน 2559)

4.4.3 ดอกเจาะนำศูนย์ (Center Drill)

เป็นเครื่องมือตัดที่ใช้เจาะรูนำ ทำให้การเจาะรูในช่วงเริ่มต้นได้ตรงตำแหน่งแม่นยำมากขึ้น และใช้สำหรับเจาะรูเพื่อใช้ยึดนศูนยขึ้นงาน ดอกเจาะนำศูนย์ที่นิยมใช้ทั่วไปเป็นแบบ A มีช่วงเรียวสำหรับนำศูนย์เป็นมุม 60 องศา



รูปที่ 4.38 แสดงลักษณะของดอกเจาะนำศูนย์

(ที่มา : <http://www.maford.com>, วันเข้าถึงวันเข้าถึง 20 มิถุนายน 2559)

4.4.4 ล้อพิมพ์ลาย (Knurl Tool)

เป็นเครื่องมือตัดที่ใช้ขึ้นรูปให้เป็นลวดลายบนชิ้นงาน ส่วนใหญ่ใช้พิมพ์ลายที่ด้ามเครื่องมือต่างๆ เพื่อป้องกันการการลื่นขณะใช้งานและเพื่อความสวยงาม มีทั้งลายตรงและลายเฉียง ใช้ตัวเลขเป็นตัวระบุความหยาบ-ละเอียดของลาย ยิ่งตัวเลขมากลายจะละเอียดมาก



รูปที่ 4.39 แสดงลักษณะของล้อพิมพ์ลาย

(ที่มา : <https://th.aliexpress.com>, วันเข้าถึง 15 มิถุนายน 2559)

4.4.5 รีมีเมอร์ หรือดอกคว้านรูเรียบ (Reamer)

เป็นเครื่องมือตัดที่ใช้ทำผิวเรียบหรือปรับขนาดของรูเจาะให้เที่ยงตรงสูงกว่าการเจาะรูธรรมดา โดยต้องเจาะรูนำด้วยดอกสว่านตามขนาดที่กำหนดเป็นมาตรฐานก่อน ดอกรีมีเมอร์มีหลากหลายรูปแบบให้เลือกใช้งานตามความเหมาะสม เช่น แบบที่ผลิตมา มีขนาดตายตัว แบบที่สามารถปรับขนาดได้ แบบที่คมตัดเป็นทรงกระบอก แบบที่คมตัดเป็นเรียว แบบคมตรง แบบคมเอียง แบบที่สามารถใช้ทำงานด้วยมือและใช้เครื่องในการทำงาน เป็นต้น



(ก) คมตัดทรงกระบอกแบบคมตรง



(ข) คมตัดทรงกระบอกแบบคมเอียง



(ค) คมตัดเรียวแบบคมเอียง

รูปที่ 4.40 แสดงลักษณะของรีมีเมอร์แบบตายตัว

(ที่มา : <https://www.kittstools.com>, วันเข้าถึง 9 มีนาคม 2561)



รูปที่ 4.41 แสดงลักษณะของรีมีเมอร์แบบปรับได้

(ที่มา : <http://www.minhchauco.vn>, วันเข้าถึง 9 มีนาคม 2561)

4.4.6 ตี๊ปและดาย (Tap & Die)

เป็นเครื่องมือตัดที่ใช้ทำเกลียว ดอกตี๊ปใช้ทำเกลียวในของรู 1 ชุด มี 3 ดอก ใช้ตามลำดับ ส่วนดาย ใช้ทำเกลียวนอก 1 ชุดมีเพียง ชิ้นเดียว นอกจากนี้สำหรับเครื่องกลึงอัตโนมัติ จะใช้ตี๊ปร่องปิดสำหรับทำเกลียวโดยใช้เพียงดอกเดียว



รูปที่ 4.42 แสดงลักษณะของดอกต๊าปเกลียว
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)



รูปที่ 4.43 แสดงลักษณะของดาบ
(ที่มา : <https://www.hardwareonline.com.sg>, 20 มิถุนายน 2559)



รูปที่ 4.44 แสดงลักษณะของดอกต๊าปเกลียวร่องบิด
(ที่มา : <http://www.thaiphatanasin.com>, 20 มิถุนายน 2559)

4.5 ความเร็วรอบ ความเร็วตัด อัตราป้อน ความลึกการป้อนตัดในงานกลึง

ในการใช้งานเครื่องมือตัดแปรรูปชิ้นงานด้วยเครื่องกลึงนั้น เพื่อให้ชิ้นงานออกมามีคุณภาพ และเครื่องมือตัดมีอายุการใช้งานที่เหมาะสม จำเป็นต้องกำหนดค่าความเร็วรอบ ความเร็วตัดและอัตราป้อนให้เหมาะสมกับวัสดุชิ้นงานและวัสดุเครื่องมือตัด โดยมีสูตรสำหรับคำนวณหาค่าต่างๆ ดังนี้

4.5.1 ความเร็วรอบ (Speed or Revolution per Minute: RPM, N)

ความเร็วรอบคือ ความเร็วที่หัวจับชิ้นงานของเครื่องกลึงหมุนไปในเวลา 1 นาที โดยมีสูตรคำนวณดังนี้

$$\text{โดยที่ } N = \frac{V \times 1,000}{\pi \times D}$$

N = ความเร็วรอบ (รอบต่อนาที)

π = 3.1416

V = ความเร็วตัด (เมตรต่อนาที)

D = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของชิ้นงาน (มิลลิเมตร)

1,000 = ค่าคงที่ (ใช้สำหรับเปลี่ยนหน่วยของมิลลิเมตรให้เป็นเมตร)

ตัวอย่างที่ 4.1 ต้องการกรึงชิ้นงานเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 40 มิลลิเมตร โดยใช้มีดกรึงเหล็กกล้ารอบสูง (High Speed Steel : H.S.S.) เลือกใช้ความเร็วตัดเท่ากับ 25 เมตรต่อนาที จงคำนวณหาความเร็วรอบที่ใช้ในการกรึงชิ้นงานนี้

$$\begin{aligned} \text{วิธีทำ} \quad N &= \frac{V \times 1,000}{\pi \times D} \\ N &= \frac{25 \times 1,000}{3.1416 \times 40} \\ N &= 198.94 \quad \text{รอบต่อนาที} \quad \text{ตอบ} \end{aligned}$$

4.5.2 ความเร็วตัด (Cutting Speed: V)

ความเร็วตัดคือ ความเร็วที่มีดกรึงตัดเฉือนเนื้อชิ้นงานออกไปในแนวเส้นรอบวงเป็นระยะทางในหนึ่งหน่วยเวลา ซึ่งในงานกรึงจะใช้หน่วยเวลาเป็นนาที โดยมีสูตรคำนวณดังนี้

$$\begin{aligned} \text{โดยที่} \quad V &= \frac{\pi \times D \times N}{1,000} \\ V &= \text{ความเร็วตัด (เมตรต่อนาที)} \\ \pi &= 3.1416 \\ N &= \text{ความเร็วรอบ (รอบต่อนาที)} \\ D &= \text{ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของชิ้นงาน (มิลลิเมตร)} \\ 1,000 &= \text{ค่าคงที่ (ใช้สำหรับเปลี่ยนหน่วยของมิลลิเมตรให้เป็นเมตร)} \end{aligned}$$

ตัวอย่างที่ 4.2 ในการกรึงชิ้นงานเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 40 มิลลิเมตร โดยใช้ความเร็วรอบ 380 รอบต่อนาที จงคำนวณหาความเร็วตัดที่ใช้ในการกรึงชิ้นงานนี้

$$\begin{aligned} \text{วิธีทำ} \quad V &= \frac{\pi \times D \times N}{1,000} \\ V &= \frac{3.1416 \times 40 \times 380}{1,000} \\ V &= 47.75 \quad \text{เมตรต่อนาที} \quad \text{ตอบ} \end{aligned}$$

หมายเหตุ: ในการปฏิบัติงานกรึงโดยทั่วไป ผู้ปฏิบัติงานสามารถเลือกใช้ค่าความเร็วตัดได้จากตารางตามลักษณะของงานกรึงที่ใช้กับวัสดุงานชนิดต่างๆ ให้เหมาะสมกับวัสดุของมีดกรึงที่นำมาใช้ตัดเฉือนชิ้นงาน เพื่อนำไปคำนวณหาความเร็วรอบที่จะเลือกใช้กับเครื่องกลึงในลักษณะงานต่างๆ โดยหลักแล้วมีดกรึง ที่ทำจากวัสดุที่มีคุณสมบัติสูงกว่าจะสามารถใช้ค่าความเร็วตัดได้สูงกว่าในลักษณะงานกรึงเดียวกัน

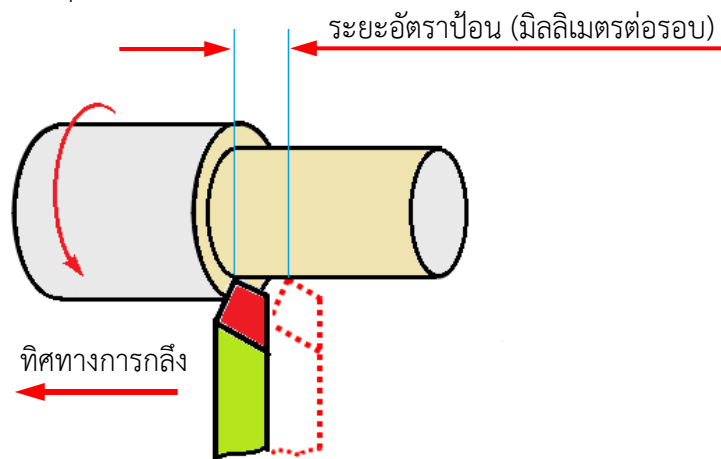
ตารางที่ 4.1 แสดงค่าความเร็วตัดสำหรับวัสดุชนิดต่างๆ (เมตรต่อนาที)

วัสดุชิ้นงาน	มีดกลึงเหล็กกล้ารอบสูง (H.S.S.)		มีดกลึงคาร์ไบด์ (Carbide)	
	กลึงหยาบ	กลึงละเอียด	กลึงหยาบ	กลึงละเอียด
เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ	25	35	140	160
เหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง	17	22	100	125
เหล็กกล้าคาร์บอนสูง	12	17	80	105
เหล็กหล่อ	23	30	90	125
ทองเหลือง	65	90	275	380
อะลูมิเนียม	300	600	800	1,200
พลาสติก	-	1,200	-	1,600

(ที่มา: ชะลอ การทวิ, 2549, หน้า 146)

4.5.3 อัตราป้อน (Feed Rate: F)

อัตราป้อนในงานกลึง คือ ระยะทางที่มีดกลึงเคลื่อนตัดเฉือนเมื่อชิ้นงานหมุนไป 1 รอบ มีหน่วยเป็นระยะทางต่อรอบ เช่น อัตราป้อน 0.5 มิลลิเมตรต่อรอบ หมายถึง มีดกลึงเคลื่อนที่ตัดเฉือนชิ้นงานเป็นระยะทาง 0.5 มิลลิเมตร เมื่อชิ้นงานหมุนครบ 1 รอบ เป็นต้น



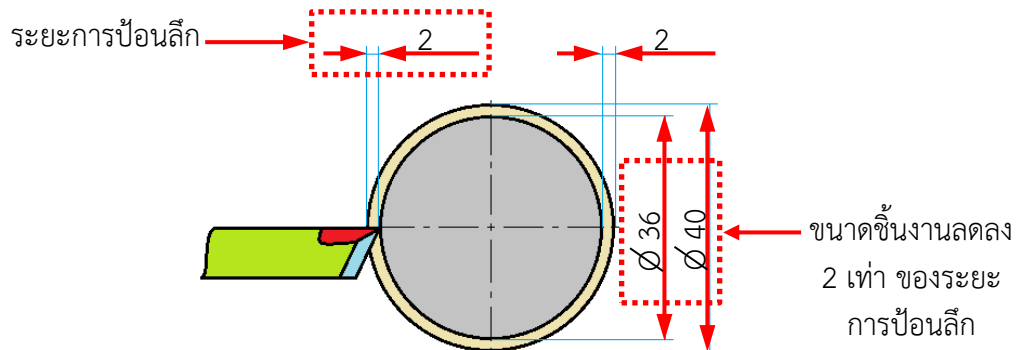
รูปที่ 4.45 แสดงลักษณะของระยะอัตราป้อน

(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2560)

สำหรับงานกลึงละเอียดการเลือกใช้มีดกลึงปลายมนหรือลับมีดกลึงโดยการมนปลายมีด จะช่วยให้ผิวงานกลึงของชิ้นงานดียิ่งขึ้น ในงานที่ต้องการผิวเรียบมากๆ ควรใช้ระยะของอัตราป้อนน้อยกว่ารัศมีของปลายมีด

4.5.4 ความลึกการป้อนตัด (Depth of Cut: D)

ความลึกการป้อนตัด คือ ระยะของความลึกที่ป้อนคมตัดของมีดกลึงกินลึกเข้าไปในเนื้อวัสดุของชิ้นงานในการกลึงแต่ละครั้ง การป้อนลึกของงานกลึงปอกจะมีผลให้ขนาดความโตของชิ้นงานลดลงเป็น 2 เท่าจากระยะที่ป้อนลึก เนื่องจากชิ้นงานหมุนรอบตัวเองทำให้ขนาดลดลง ทั้ง 2 ด้าน



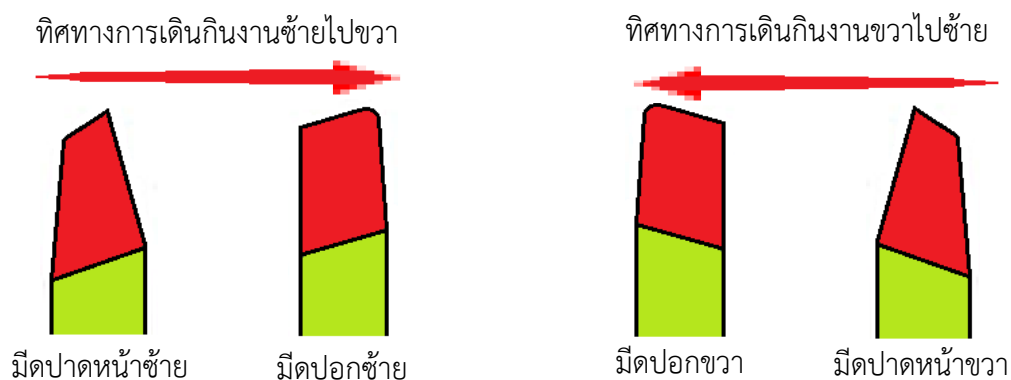
รูปที่ 4.46 แสดงลักษณะความลึกการป้อนตัดในงานกลึง
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

4.6 การลับคมตัดมีดกลึง

มีดกลึงเป็นเครื่องมือตัดชนิดคมตัดเดี่ยว (Single Point) ที่ใช้ในงานกลึงตัดเฉือนชิ้นงาน มีรูปร่างหรือรูปทรงที่แตกต่างไปตามลักษณะการใช้งาน เช่น งานกลึงปาดหน้า งานกลึงปอก งานกลึงเกลียว และงานกลึงขึ้นรูปต่างๆ มีดกลึงจึงจำเป็นต้องมีรูปทรงที่แตกต่างเพื่อให้เหมาะสมกับลักษณะงานประเภทรูปร่างนั้นๆ วิธีการลับจึงต้องลับตามรูปแบบที่ต้องการด้วย ซึ่งในสถานศึกษาส่วนใหญ่จะนิยมใช้วัสดุประเภท เหล็กกล้ารอบสูง (High-Speed Steel) เนื่องจากมีราคาถูก หาง่าย และสามารถลับคมได้ง่ายด้วย

ชนิดของมีดกลึงที่นำมาใช้งานนั้น มีหลายลักษณะ มีรูปร่างแตกต่างกันไปตามการปฏิบัติงาน มักเรียกกันตามลักษณะงานที่ทำ เช่น มีดกลึงที่ใช้กับงานกลึงปาดหน้าก็เรียกว่า มีดกลึงปาดหน้า มีดกลึงที่ใช้กับงานกลึงปอกก็เรียกว่า มีดกลึงปอก เป็นต้น นอกจากนี้ ยังแบ่งตามทิศทางการป้อนกินงานอีกด้วย โดยเราจะเรียกชื่อมีดกลึงตามทิศทางการป้อนเข้ากินเนื้องาน คือ

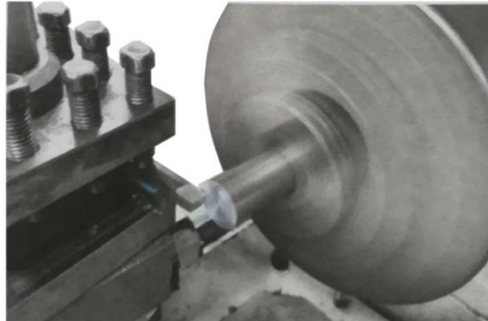
- มีดกลึงซ้าย จะมีทิศทางการเดินกินเนื้องานจากทางซ้ายไปทางขวา
- มีดกลึงขวา จะมีทิศทางการเดินกินเนื้องานจากทางขวาไปทางซ้าย



รูปที่ 4.47 แสดงลักษณะของมีดกลึงซ้ายและมีดกลึงขวา
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

4.6.1 การลับคมตัดมีดกลึงปาดหน้า

การกลึงปาดหน้าเป็นกระบวนการปรับผิวหน้าของชิ้นงานให้เรียบเสมอกันและเป็นการลดขนาดความยาวของชิ้นงาน ลักษณะการป้อนกินงานของมีดกลึงเพื่อให้ผิวหน้างานเรียบจะใช้แทนเลื่อนขวางป้อนมีดกลึงจะเลื่อนไปข้างหน้า-หลัง และการป้อนเพื่อลดขนาดความยาวจะใช้แทนเลื่อนบนหรือชุดแทนเลื่อนป้อนไปทางซ้าย



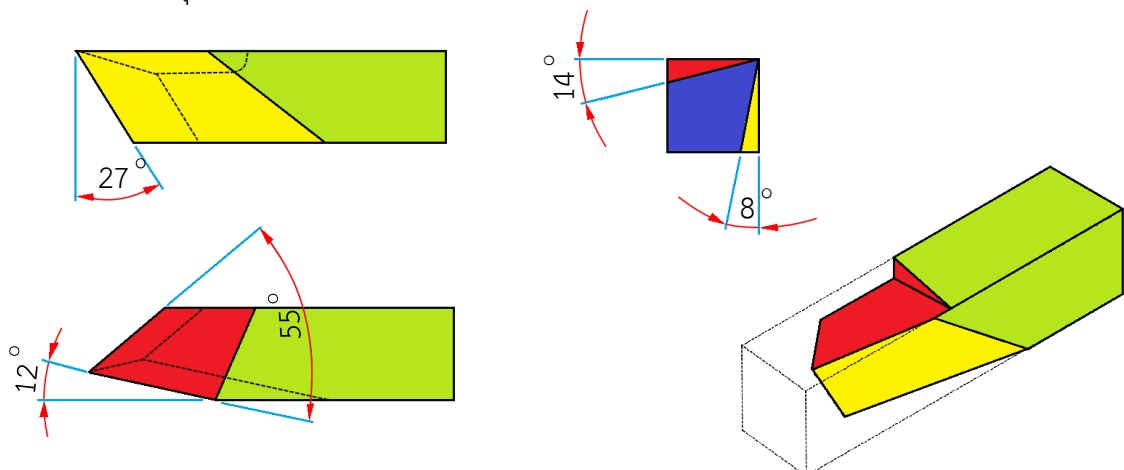
รูปที่ 4.48 แสดงลักษณะการกลึงปาดหน้า
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)



รูปที่ 4.49 แสดงลักษณะของมีดกลึงปาดหน้า
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

จากลักษณะของมีดกลึงปาดหน้า มีมุมที่สำคัญที่จะต้องลับคมตัด ดังนี้

- 1) มุมหลบหน้ามีด ขนาด 27 องศา
- 2) มุมเอียงคมตัด ขนาด 12 องศา
- 3) มุมรวมปลายมีด ขนาด 55 องศา
- 4) มุมคายข้าง ขนาด 14 องศา
- 5) มุมหลบด้านข้าง ขนาด 8 องศา



รูปที่ 4.50 แสดงมุมของมีดปาดหน้า
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

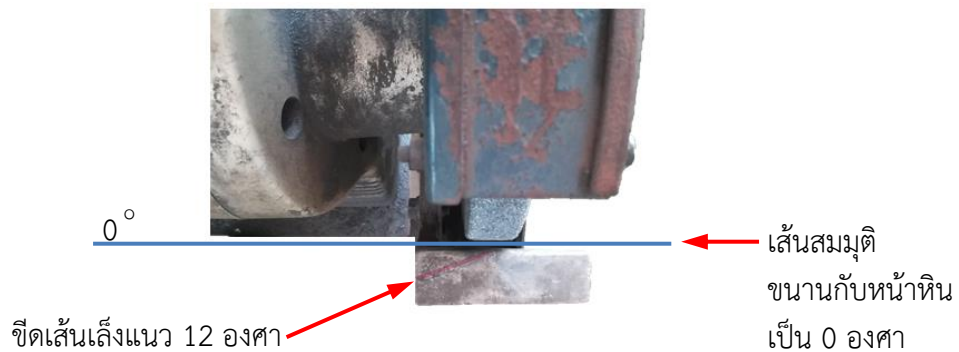
ขั้นตอนการปฏิบัติงานลับคมตัดมีดกลึงปาดหน้า

1. เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ในการลับคมตัดและการวัดมุม
2. ตรวจสอบสภาพความพร้อมของเครื่องเจียระไนลับคมตัดก่อนปฏิบัติงาน ถ้าหน้าหินเจียระไน ไม่เรียบหรือหมดคม ต้องแต่งหน้าหินใหม่ และปรับระยะแท่นรองรับชิ้นงานให้ห่างประมาณ 2-3 มม.



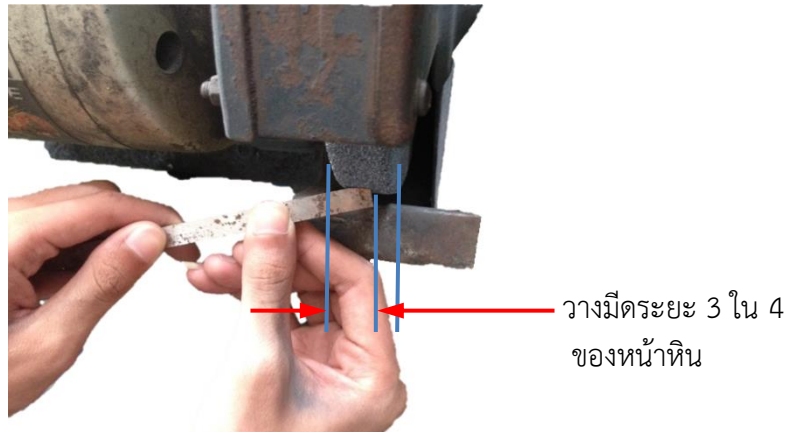
รูปที่ 4.51 แสดงลักษณะการแต่งหน้าล้อหินเจียระไน
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

3. ชีตแนวเส้นเอียง 12 องศา บนที่รองรับชิ้นงาน เพื่อเป็นแนวเล็งองศาในขณะลับมุมเอียงคมตัด โดยสมมุติให้แนวขนานกับหน้าหินเป็นมุม 0 องศา



รูปที่ 4.52 แสดงเส้นสำหรับเล็งแนวมุมเอียงคมตัด
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

3. ลับคมตัด ด้านที่ 1 ให้ลับ 2 มุม พร้อมๆ กันในการเจียระไน คือ
 - 1) ลับมุมเอียงคมตัด 12 องศา เข้าหินโดยวางมีดที่หน้าหินประมาณ 3 ใน 4 ของหน้าหินเอียงด้ามมีดจากหน้าหินประมาณ 12 องศา



รูปที่ 4.53 แสดงการลับมุมเอียงคมตัด
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

- 2) ลับมุมหลบด้านข้าง 8 องศาโดยพลิกด้านล่างของมีดเข้าหินเพิ่มเล็กน้อย



รูปที่ 4.54 แสดงการลับมุมหลบด้านข้าง
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

4. วัดตรวจสอบมุมด้วยใบวัดมุมครึ่งวงกลม ทั้ง 2 มุม ดังนี้

1) วัดตรวจสอบมุมเอียงคมตัด 12 องศา โดยใช้มือขวาจับให้ด้ามมีดแนบขนานไปกับก้านบรรทัดและใช้มือซ้ายทาบทใบครึ่งวงกลมแนบขนานไปกับด้านที่ลับมุม จึงอ่านค่าองศาที่ใบวัด



รูปที่ 4.55 แสดงการวัดตรวจสอบมุมเอียงคมตัด
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

2) วัดตรวจสอบมุมหลบด้านข้าง 8 องศา โดยกำหนดให้มุมที่ใบวัดมุม 90 องศาเป็นมุมเริ่มต้นที่ 0 องศา จากนั้นใช้มือซ้ายจับมิตหันปลายมิตเข้าหาตัวแล้ววางด้านล่างของมิตกับใบครึ่งวงกลม ใช้มือขวาจับใบวัดมุมนี้หัวแม่มือกดก้านวัดเบาๆ แล้วใช้นิ้วชี้ดันก้านบรรทัดแนบกับด้านที่ลับมุมเมื่อเห็นว่าแนบแล้วให้กดนิ้วหัวแม่มือเพื่อไม่ให้ก้านวัดมุมขยับ จึงอ่านค่าองศาที่ใบวัด



รูปที่ 4.56 แสดงการวัดตรวจสอบมุมหลบด้านข้าง
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

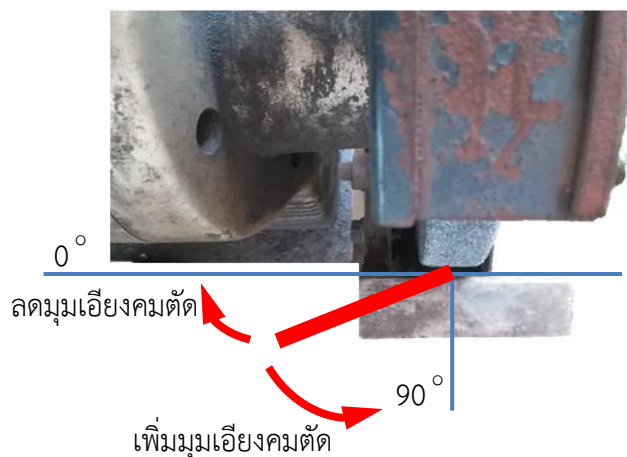
เมื่อตรวจสอบมุมของมุมเอียงคมตัดและมุมหลบด้านข้างแล้ว หากพบว่ามุมที่ลับคมนั้นไม่ได้ตามที่ต้องการ เช่น มีมุมมากเกินไป หรือมีมุมน้อยเกินไป ให้แก้ไขดังนี้

1) การแก้ไขมุมเอียงคมตัด

- ให้สมมุติว่า แนวขนานกับหน้าหินบั่นแนว 0 องศา และแนวตั้งฉากกับหน้าหินให้เป็นแนว 90 องศา

- มุมเอียงคมตัดมากกว่า 12 องศา ให้ปรับลดมุมมิตโดยการขยับมือซ้ายให้ปลายด้ามของมิตกลงเอียงเข้าหาแนว 0 องศา มากขึ้น ตามองศาที่เกินไปจากการวัดตรวจสอบมุม

- มุมเอียงคมตตน้อยกว่า 12 องศา ให้ปรับเพิ่มมุมมิตโดยการขยับมือซ้ายให้ปลายด้ามของมิตกลงเอียง เข้าหาแนว 90 องศา มากขึ้น ตามองศาที่เกินไปจากการวัดตรวจสอบมุม

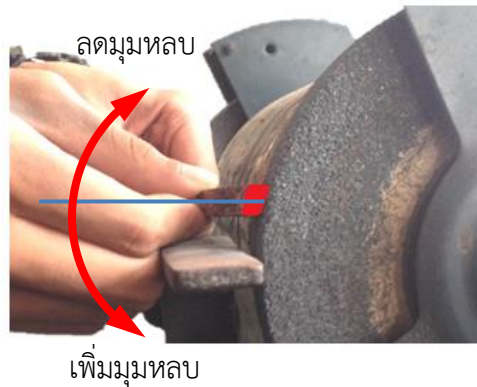


รูปที่ 4.57 แสดงแนวสมมุติ 0 องศาและ 90 องศา เพื่อแก้ไขมุมเอียงคมตัด
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

2) การแก้ไขมุมหลบด้านข้าง

- มุมหลบด้านข้างมากกว่า 8 องศา ให้ปรับลดมุมโดยการ ปรับมือให้เอียงด้านบนของมิตเข้าหาล้อหินเจียรระโนเพิ่มขึ้นเล็กน้อย

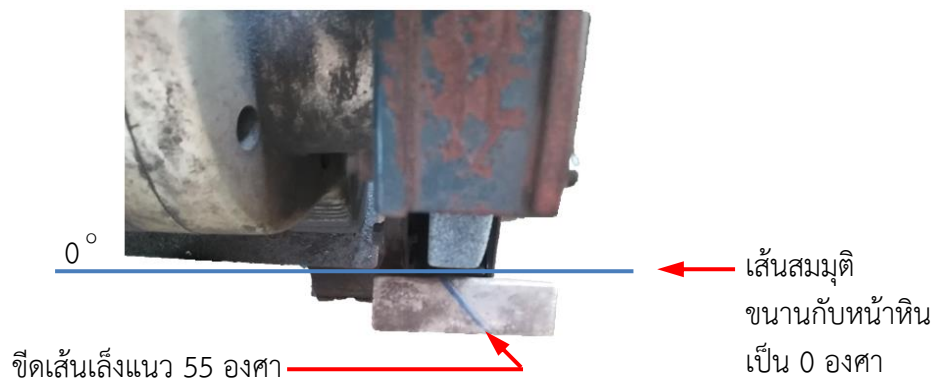
- มุมหลบด้านข้างน้อยกว่า 8 องศา ให้ปรับเพิ่มมุมโดยการ ปรับมือให้เอียงด้านล่างของมีดเข้าหาล้อหินเจียรไนเพิ่มขึ้นเล็กน้อย



รูปที่ 4.58 แสดงแนวในการแก้ไขมุมหลบด้านข้าง
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

5. ลับคมตัด ด้านที่ 2 ให้ลับ 2 มุม พร้อมๆ กันในการเจียรไน คือ

1) ลับมุมรวมปลายมีด 55 องศา เข้าหินโดยให้สลับด้านปลายมีดและสลับมือที่จับด้ามมีด ให้มือซ้ายนำและมือขวาจับด้ามมีด วางนิ้วบนแท่นรองรับชิ้นงาน เลื่อนมีดเข้าหินโดยเอียงจากหน้าหินประมาณ 55 องศา โดยสามารถขีดเส้นเล็งแนว 55 องศา ที่แท่นรองรับชิ้นงาน



รูปที่ 4.59 แสดงเส้นสำหรับเล็งแนวมุมรวมปลายมีด
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)



รูปที่ 4.60 แสดงการลับมุมรวมปลายมีด
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

2) ลับมุมหลบหน้ามีด 27 องศาโดยยกปลายมีดเชิดขึ้นเล็กน้อย เพื่อให้เกิดมุมหลบหน้ามีด



รูปที่ 4.61 แสดงการลับมุมหลบหน้ามีด
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

6. วัดตรวจสอบมุมด้วยใบวัดมุมครึ่งวงกลม ทั้ง 2 มุม ดังนี้

1) วัดตรวจสอบมุมรวมปลายมีด 55 องศา โดยใช้มือขวาจับประคองให้ด้านที่ลับคมด้านที่ 1 แนบกับก้านบรรทัด มือซ้ายจับใบวัดมุม ประคองใบครึ่งวงกลม นิ้วหัวแม่มือกดก้านบรรทัดเบาๆ ให้ด้านที่ลับใหม่ด้านที่ 2 แนบกับใบครึ่งวงกลม จึงอ่านค่าองศาที่ใบวัด



รูปที่ 4.62 แสดงการวัดตรวจสอบมุมรวมปลายมีด
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

2) วัดตรวจสอบมุมที่ 2 มุมหลบหน้ามีด 27 องศา โดยกำหนดให้มุมที่ใบวัดมุม 90 องศา เป็นมุมเริ่มต้นที่ 0 องศา จากนั้นวางด้านล่างของมีดแนบกับก้านบรรทัดตามแนวยาวและให้สันปลายมีดแนบกับใบครึ่งวงกลม จึงอ่านค่าองศาที่ใบวัด



รูปที่ 4.63 แสดงการวัดตรวจสอบมุมหลบหน้ามีด
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

เมื่อตรวจสอบมุมของมุมรวมปลายมีดและมุมหลบหน้ามีดแล้ว หากพบว่ามุมที่ลับคมนั้นไม่ได้ตามที่
ต้องการ เช่น มีมุมมากเกินไป หรือมีมุน้อยเกินไป ให้แก้ไขดังนี้

1) การแก้ไขมุมรวมปลายมีด

- ให้สมมุติว่า แนวขนานกับหน้าหินบั่นแนว 0 องศา และแนวตั้งฉากกับหน้าหินให้เป็น
แนว 90 องศา

- มุมรวมปลายมีดมากกว่า 55 องศา ให้ปรับลดมุมมีดโดยการขยับมือขวาให้ปลายด้าม
ของมีดกึ่งเอียงเข้าหาแนว 0 องศา มากขึ้น ตามองศาที่เกินไปจากการวัดตรวจสอบมุม

- มุมรวมปลายมีดน้อยกว่า 55 องศา ให้ปรับเพิ่มมุมมีดโดยการขยับมือขวาให้ปลาย
ด้ามของมีดกึ่งเอียงเข้าหาแนว 90 องศา มากขึ้น ตามองศาที่ขาดไปจากการวัดตรวจสอบมุม



รูปที่ 4.64 แสดงแนวในการแก้ไขมุมรวมปลายมีด
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

2) การแก้ไขมุมหลบหน้ามีด

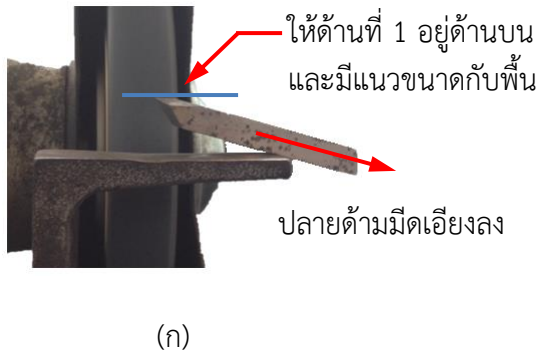
- มุมหลบหน้ามีดมากกว่า 27 องศา ให้ปรับลดมุมโดยการ ปรับมือให้ปลายมีดที่เข็ดอยู่
ลดระดับองศาตามที่วัดได้ให้เข็มน้อยลงในขณะเจียรระไน

- มุมหลบหน้ามีดน้อยกว่า 27 องศา ให้ปรับเพิ่มมุมโดยการ ปรับมือให้ปลายมีดเข็ด
มากขึ้นตามระดับองศาที่วัดได้ในขณะเจียรระไน



รูปที่ 4.65 แสดงแนวในการแก้ไขมุมหลบหน้ามีด
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

7. ลับคมตัด ด้านที่ 3 ให้ลับ 1 มุม คือ ลับมุมคายข้าง 14 องศา เข้าหินโดยพลิกมุมให้ด้านที่ลับ ด้านที่ 1 อยู่ด้านบนและให้แนวขนานกับพื้น ปลายด้ามจะชี้ลงเล็กน้อย (รูปที่ 4.66 (ก)) แนวของด้ามให้ ขนานไปกับแนวหน้าหินเจียร (รูปที่ 4.66 (ข)) และพลิกด้านล่างเข้าหินเจียรระไนเล็กน้อยประมาณไม่ถึง 14 องศา เนื่องจาก ล้อหินเจียรระไนจะกลมทำให้จะกินเนื้อไม้ด้านล่างก่อนอยู่แล้ว (รูปที่ 4.66 (ค))



รูปที่ 4.66 แสดงการแนวในการลับมุมคายข้าง
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)



รูปที่ 4.67 แสดงการลับคมมีดปาดหน้าด้านที่ 3
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

8. วัดตรวจสอบมุมด้วยใบวัดมุมครึ่งวงกลม มุมคายข้าง 14 องศา

1) วัดตรวจสอบมุมคายข้าง 14 องศา โดยกำหนดให้มุมที่ใบวัดมุม 90 องศาเป็นมุมเริ่มต้นที่ 0 องศา จากนั้น จับมีดด้วยมือซ้ายหันปลายมีดเข้าหาตัว มือขวาจับใบวัดมุม ให้ก้านบรรทัดแนบกับด้านข้างที่ไม่ได้ลับและใบครึ่งวงกลมแนบเอียงไปกับด้านที่ 3 ที่เป็นมุมคายข้าง จึงอ่านค่าองศาที่ใบวัด

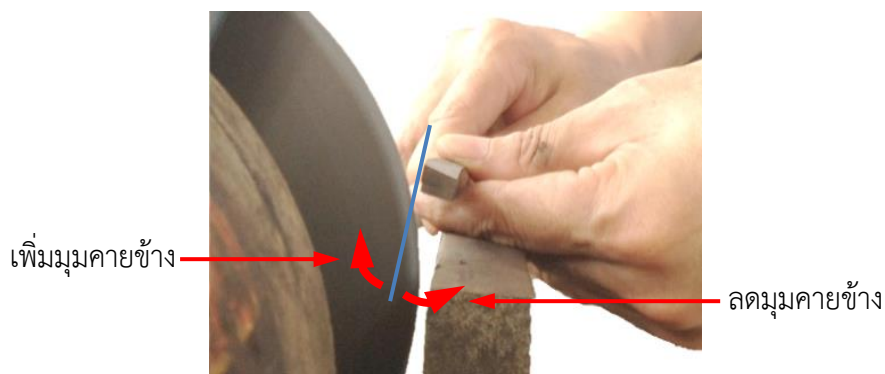


รูปที่ 4.68 แสดงการวัดตรวจสอบมุมคายข้าง
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

เมื่อตรวจสอบขนาดมุมของมุมคายข้างแล้ว หากพบว่ามุมที่วัดได้นั้นไม่ได้ตามที่ต้องการ เช่น มีมุมมากเกินไป หรือมีมุมน้อยเกินไป ให้แก้ไขดังนี้

1) การแก้ไขมุมคายข้าง

- มุมคายข้างมากกว่า 14 องศา ให้ปรับลดมุมมิติโดยการปรับมือให้เอียงด้านล่างของมิติเข้าหาล้อหินเจียรระไนลดลงเล็กน้อย แล้วเลื่อนเข้าล้อหินเจียรระไน
- มุมคายข้างน้อยกว่า 14 องศา ให้ปรับเพิ่มมุมมิติโดยการปรับมือให้เอียงด้านล่างของมิติเข้าหาล้อหินเจียรระไนเพิ่มขึ้นเล็กน้อย แล้วเลื่อนเข้าล้อหินเจียรระไน



รูปที่ 4.69 แสดงแนวในการแก้ไขมุมคายข้าง
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

หน่วยที่ 5

เครื่องเจาะและงานลักคมตัด ดอกสว่าน

เครื่องเจาะ (Drilling Machine) เป็นเครื่องมือกลที่ใช้ในการเจาะรูชิ้นงาน โดยมีหลังการทำงาน คือ การจับยึดเครื่องมือตัดเข้ากับแกนเพลลาของเครื่องเจาะ เมื่อเพลลาของเครื่องเจาะหมุนก็จะทำการป้อนเครื่องมือ ตัดลงปัดเฉือนชิ้นงาน เพื่อให้เกิดรูบนชิ้นงาน เพื่อใช้งานในลักษณะต่างๆ เช่น ต้องการให้เกิดรูในชิ้นงาน รู สำหรับร้อยสลักเกลียว รูสำหรับการตีปาเกลียว การผายปากรูเจาะ การเจาะรูคว้านผิวเรียบ เป็นต้น สำหรับ เครื่องมือตัดที่ใช้กับเครื่องเจาะ มีหลายประเภทตามลักษณะงานที่ต้องการทำการเจาะ เช่น ดอกสว่าน ดอก เจาะนำศูนย์ ดอกตีป ดอกผายปากรู และดอกคว้านเรียบ เป็นต้น ซึ่งในงานเจาะพื้นฐานทั่วไปจะใช้ดอกสว่าน เจาะเพื่อให้เกิดรู มีการใช้งานกับเครื่องจักรได้หลายชนิด

เนื้อหาการเรียนรู้

- 5.1 ชนิดของเครื่องเจาะ
- 5.2 ส่วนประกอบและหน้าที่การทำงานของเครื่องเจาะ
- 5.3 เครื่องมือตัดที่ใช้กับเครื่องเจาะ
- 5.4 ความเร็วรอบ ความเร็วตัด อัตราป้อนในงานเจาะ
- 5.5 ความปลอดภัยในงานเจาะ
- 5.6 การบำรุงรักษาเครื่องเจาะ
- 5.7 การลักคมตัดดอกสว่าน

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. จำแนกชนิดของเครื่องเจาะได้
2. บอกชื่อและหน้าที่การทำงานของส่วนประกอบเครื่องเจาะได้
3. บอกชื่อและหน้าที่ของเครื่องมือตัดที่ใช้กับเครื่องเจาะได้
4. คำนวนความเร็วรอบ ความเร็วตัด อัตราป้อนในงานเจาะได้
5. บอกความปลอดภัยในการใช้เครื่องเจาะได้
6. อธิบายวิธีการบำรุงรักษาเครื่องเจาะได้
7. ปฏิบัติงานลักคมตัดดอกสว่านได้

แบบทดสอบก่อนเรียนหน่วยที่ 5

เครื่องเจาะและงานลับคมตัดดอกสว่าน

จงทำเครื่องหมายกากบาท (X) ข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว (10 คะแนน)

1. ข้อใดเป็นลักษณะของเครื่องเจาะรัศมี
 - ก. เป็นเครื่องเจาะขนาดเล็กที่ใช้ในงานเจาะรูที่มีขนาดของรูเจาะไม่เกิน 12.7 มิลลิเมตร หรือไม่เกิน 1/2 นิ้ว
 - ข. เครื่องเจาะติดตั้งอยู่บนโต๊ะงานเพื่อให้เครื่องเจาะมีความสูงเหมาะสมสำหรับการใช้งาน และใช้สายพานในการเปลี่ยนความเร็วรอบ
 - ค. เครื่องเจาะจะถูกติดตั้งอยู่บนพื้นโรงงาน ส่งกำลังด้วยชุดเฟืองทดหรือใช้สายพานในการเปลี่ยนความเร็วรอบ
 - ง. เครื่องเจาะที่มีชุดหัวเครื่องที่ประกอบด้วยมอเตอร์ ชุดเฟืองทด และชุดป้อนเจาะอัตโนมัติสามารถเลื่อนไป-มาบนแขน (Arm) เพื่อเลื่อนหาตำแหน่งในการเจาะรูของชิ้นงานที่ถูกจับยึดบนโต๊ะงาน
 - จ. ถูกทุกข้อ
2. ส่วนประกอบใดของเครื่องเจาะที่มีหน้าที่รองรับน้ำหนักของเครื่องทั้งหมด

ก. โต๊ะงาน	ข. เสาเครื่อง	ค. หัวเครื่อง
ง. แกนเพลลาเครื่อง	จ. ฐานเครื่อง	
3. ส่วนประกอบใดของเครื่องเจาะที่ทำหน้าที่จับยึดก้านเรียวของหัวจับดอกสว่าน

ก. เสาเครื่อง	ข. แกนเพลลาเครื่อง	ค. หัวเครื่อง
ง. แกนปรับตั้งระยะป้อนเจาะ	จ. แขนรัศมี	
4. ก้านเรียวดอกสว่านเป็นเป็นเรียว0มาตรฐานใด

ก. เรียวมอส (Morse Taper)	ข. เรียวจาคอบ (Jacob Taper)
ค. เรียวจาโน (Jano Taper)	ง. เรียวบราวแอนด์ชาร์ป (Brown & Sharpe Taper)
จ. เรียวมาตรฐานสลักเพลลา (Standard Taper Pins)	
5. การเจาะด้วยดอกเจาะฝังหัว (Counter Bore) ใช้สำหรับการเจาะแบบใด
 - ก. ใช้สำหรับเจาะให้เกิดรูบนชิ้นงาน
 - ข. ใช้เจาะรูนำเพื่อให้การเจาะรูในช่วงเริ่มต้นได้ตรงตำแหน่งแม่นยำมากขึ้น
 - ค. ใช้ทำผิวเรียบหรือปรับขนาดของรูเจาะให้เที่ยงตรงสูงกว่าการเจาะธรรมดา
 - ง. ใช้สำหรับผายปากรูเจาะหลังจากเจาะรูด้วยดอกสว่าน
 - จ. ใช้สำหรับเจาะและคว้านรูทรงกระบอกอีกชั้นที่ปากรูเจาะให้มีขนาดโตกว่ารูเจาะ
6. การเจาะด้วยดอกผายปาก (Counter Sink) รูเจาะจะมีลักษณะอย่างไร

ก. รูเจาะเป็นขั้นมีปากฉาก	ข. ทำให้เกิดเกลียวภายในรูเจาะ
ค. รูเจาะเอียงเป็นรูปกรวย	ง. รูเจาะมีผิวเรียบและได้ขนาดที่เที่ยงตรง
จ. รูเจาะมีขนาดของรูหลายชั้น	

7. ในการเจาะชิ้นงานด้วยดอกสว่านขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12 มิลลิเมตร ด้วยความเร็วตัด 24 เมตรต่อนาที จะคำนวณหาความเร็วรอบได้เท่าไร
 - ก. 330.62 รอบต่อนาที
 - ข. 370.62 รอบต่อนาที
 - ค. 456.62 รอบต่อนาที
 - ง. 636.62 รอบต่อนาที
 - จ. 665.62 รอบต่อนาที
8. ในการเจาะรูด้วยดอกสว่านที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 มิลลิเมตร หากเลือกใช้ความเร็วรอบ 780 รอบต่อนาที จะคำนวณหาความเร็วตัดได้เท่าไร
 - ก. 18.5 เมตรต่อนาที
 - ข. 24.5 เมตรต่อนาที
 - ค. 27.6 เมตรต่อนาที
 - ง. 30.6 เมตรต่อนาที
 - จ. 32.6 เมตรต่อนาที
9. การปฏิบัติงานในข้อใด **ไม่มีความปลอดภัย** ในขณะที่ใช้เครื่องเจาะ
 - ก. เมื่อทำการเจาะรูใกล้ทะลุควรออกแรงกดแขนหมุนเจาะเพิ่มขึ้น
 - ข. สวมแว่นตานิรภัยเมื่อปฏิบัติงาน
 - ค. ไม่ทำความสะอาดเครื่องเจาะขณะที่หัวจับดอกสว่านหมุน
 - ง. ใช้แปรงปัดเศษโลหะ
 - จ. ผิดทุกข้อ
10. ข้อใดกล่าวถึงวิธีการบำรุงรักษาเครื่องเจาะที่ **ไม่ถูกต้อง**
 - ก. ตรวจสอบระบบไฟฟ้าของเครื่องให้อยู่ในสภาพที่พร้อมใช้งาน
 - ข. ตรวจสอบความตึงของสายพานส่งกำลังก่อนใช้งาน
 - ค. หล่อลื่นส่วนที่มีการเคลื่อนที่ของเครื่องเจาะในขณะปฏิบัติงาน
 - ง. แต่งกายให้รัดกุมขณะเข้าปฏิบัติงาน หากผมยาวจะต้องรัดผมและห้ามผูกเน็คไทขณะใช้เครื่องเจาะ
 - จ. ทำความสะอาดเครื่องเจาะหลังเลิกใช้งาน

5.1 ชนิดของเครื่องเจาะ

เครื่องเจาะที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมทั่วไป และในโรงฝึกของสถานศึกษาจะจำแนกออกเป็นหลายชนิด ดังนี้

5.1.1 เครื่องเจาะตั้งโต๊ะ (Bench Drilling Machine)

เครื่องเจาะตั้งโต๊ะเป็นเครื่องเจาะขนาดเล็กที่ใช้ในงานเจาะรูที่มีขนาดของรูเจาะไม่เกิน 12.7 มิลลิเมตร หรือไม่เกิน 1/2 นิ้ว ใช้สายพานในการเปลี่ยนความเร็วรอบ โดยฐานของเครื่องเจาะจะติดตั้งอยู่บนโต๊ะงานเพื่อให้เครื่องเจาะมีความสูงเหมาะสมสำหรับการใช้งาน



รูปที่ 5.1 แสดงลักษณะของเครื่องเจาะตั้งโต๊ะ

(ที่มา : <https://www.kaidee.com>, วันเข้าถึง 30 มิถุนายน 2559)

5.1.2 เครื่องเจาะตั้งพื้น (Floor Drilling Machine)

เครื่องเจาะตั้งพื้นเป็นเครื่องเจาะที่มีรูปร่างเหมือนเครื่องเจาะตั้งโต๊ะ เพียงแต่มีขนาดใหญ่กว่า โดยฐานของเครื่องเจาะจะถูกติดตั้งอยู่บนพื้นโรงงาน เครื่องเจาะชนิดนี้จะใช้ระบบส่งกำลังด้วยชุดเฟืองทดหรือใช้สายพานในการเปลี่ยนความเร็วรอบ



รูปที่ 5.2 แสดงลักษณะของเครื่องเจาะตั้งพื้น

(ที่มา : <http://fnengineering.com/>, วันเข้าถึง 30 มิถุนายน 2559)

5.1.3 เครื่องเจาะรัศมี (Radial Drilling Machine)

เครื่องกลึงเจาะรัศมีเป็นเครื่องเจาะที่มีขนาดใหญ่กว่าเครื่องเจาะตั้งพื้น เครื่องเจาะชนิดนี้จะมีชุดหัวเครื่องที่ประกอบด้วยมอเตอร์ ชุดเฟืองทดเพลาลายเจาะ (Spindle) และชุดเฟืองทดป้อนเจาะอัตโนมัติ สามารถเลื่อนไป-มาบนแขนรัศมี (Arm) เพื่อเลื่อนหาตำแหน่งในการเจาะรูของชิ้นงานที่ถูกจับยึดบนโต๊ะงาน หรือปากกาจับงานได้สะดวกและรวดเร็ว นอกจากนี้แขนรัศมีของเครื่องเจาะยังสามารถหมุนรอบเสาเครื่อง (Column) ได้ ใช้เสาเป็นจุดหมุนและสามารถเลื่อนขึ้น-ลงในแนวตั้ง โดยใช้มอเตอร์ขับเคลื่อนให้เคลื่อนที่ เครื่องเจาะรัศมีเหมาะสำหรับการเจาะรูจำนวนมากและชิ้นงานขนาดใหญ่ที่มีน้ำหนักมาก เคลื่อนย้ายเพื่อหาตำแหน่งการเจาะลำบาก จึงใช้การเลื่อนหาตำแหน่งรูเจาะด้วยการเลื่อนชุดหัวเครื่องของเครื่องเจาะรัศมี ใช้ระบบส่งกำลังด้วยชุดเฟืองทด มีแขนโยกบังคับเฟืองเพื่อเปลี่ยนความเร็วรอบได้หลายชั้น



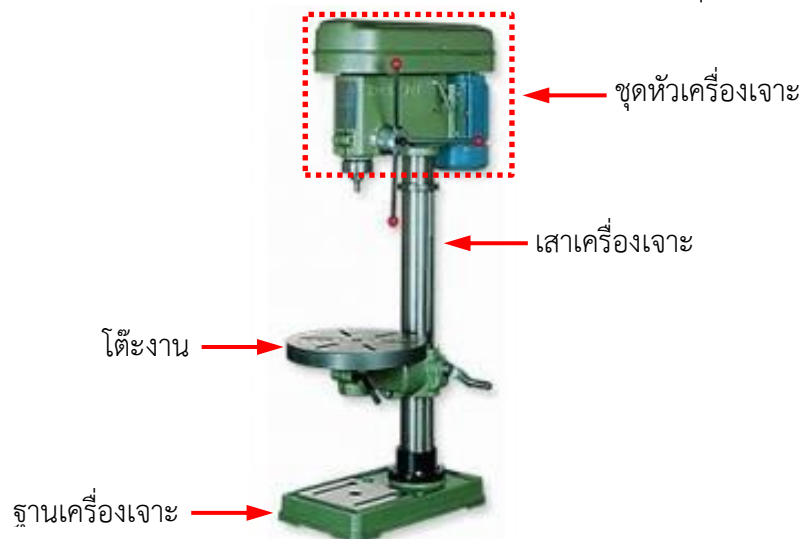
รูปที่ 5.3 แสดงลักษณะของเครื่องเจาะรัศมี

(ที่มา : <https://www.surplex.com/>, วันเข้าถึง 30 มิถุนายน 2559)

5.2 ส่วนประกอบของและหน้าที่การทำงานของเครื่องเจาะ

5.2.1 ส่วนประกอบและหน้าที่การทำงานของเครื่องเจาะตั้งโต๊ะและตั้งพื้น

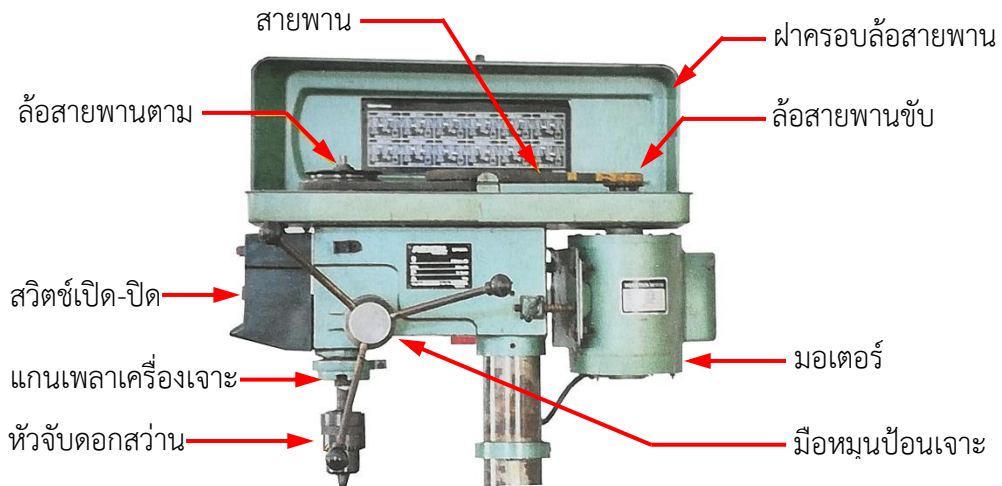
เนื่องจากเครื่องเจาะทั้ง 2 ชนิดนี้มีลักษณะที่คล้ายกัน จึงมีส่วนประกอบหลักๆ เหมือนกัน ดังนี้



รูปที่ 5.4 แสดงลักษณะส่วนประกอบของเครื่องเจาะตั้งโต๊ะ

(ที่มา : สรุชัย บุญโสภณ, 2559)

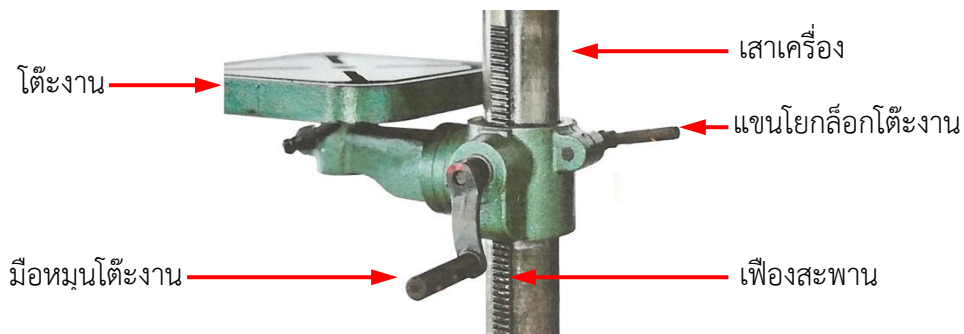
1. **ชุดหัวเครื่องเจาะ (Drilling Head)** เป็นส่วนประกอบที่ติดตั้งอยู่บนสุดของเสาเครื่องเจาะ มีส่วนประกอบและหน้าที่การทำงานดังนี้



รูปที่ 5.5 แสดงส่วนประกอบของชุดหัวเครื่องเจาะตั้งโต๊ะ
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

- 1) มอเตอร์ (Motor) ทำหน้าที่เป็นต้นกำลังขับเคลื่อนเพลลาของเครื่องเจาะ โดยส่งกำลังผ่านล้อยสายพานขับไปยังล้อยสายพานตามด้วยสายพาน เพื่อให้แกนเพลลาเจาะที่ติดอยู่กับล้อยตามหมุน
- 2) สายพาน (Belt) ทำหน้าที่ส่งกำลังจากล้อยขับไปยังล้อยตามเพื่อขับเคลื่อนแกนเพลลาเจาะ
- 3) ล้อยสายพาน (Pulley) มี 2 ชุดคือ ล้อยสายพานตัวขับและล้อยสายพานตัวตาม ทั้ง 2 ชุดจะมีร่องสำหรับใส่สายพานหลายร่องเพื่อเปลี่ยนความเร็วรอบของเพลลาเจาะ
- 4) แกนเพลลาเครื่องเจาะ (Spindle) ภายในของแกนเพลลาจะเป็นรูเรียวมอส ใช้สำหรับประกอบเข้ากับก้านเรียวของหัวจับดอกสว่าน
- 5) มือหมุนป้อนเจาะ (Hand Feed Level) ใช้หมุนเพื่อป้อนเครื่องมือตัดที่ติดอยู่กับแกนเพลลาเครื่องเจาะเคลื่อนที่ลงมาตัดชิ้นงาน
- 6) สวิตช์เปิด-ปิด (Switch ON-OFF) ใช้เปิด-ปิด การทำงานของเครื่องเจาะ
- 7) ฝาครอบล้อยสายพาน (Pulley Guard) ใช้ปิดครอบป้องกันล้อยสายพานและสายพานส่งกำลัง ไม่ให้เกิดอันตรายเมื่อเครื่องเจาะกำลังทำงาน

2. **โต๊ะงาน (Table)** ทำจากเหล็กหล่อที่ใช้จับยึดชิ้นงานหรืออุปกรณ์สำหรับจับยึดชิ้นงานอื่นๆ เช่นปากกาจับงาน เป็นต้น โต๊ะงานสามารถปรับเคลื่อนที่ขึ้น-ลงได้ ตามความยาวของเสาเครื่องเจาะโดยหมุนที่มือหมุน ซึ่งภายในจะมีเฟืองตรงขับเคลื่อนกับเฟืองสะพาน



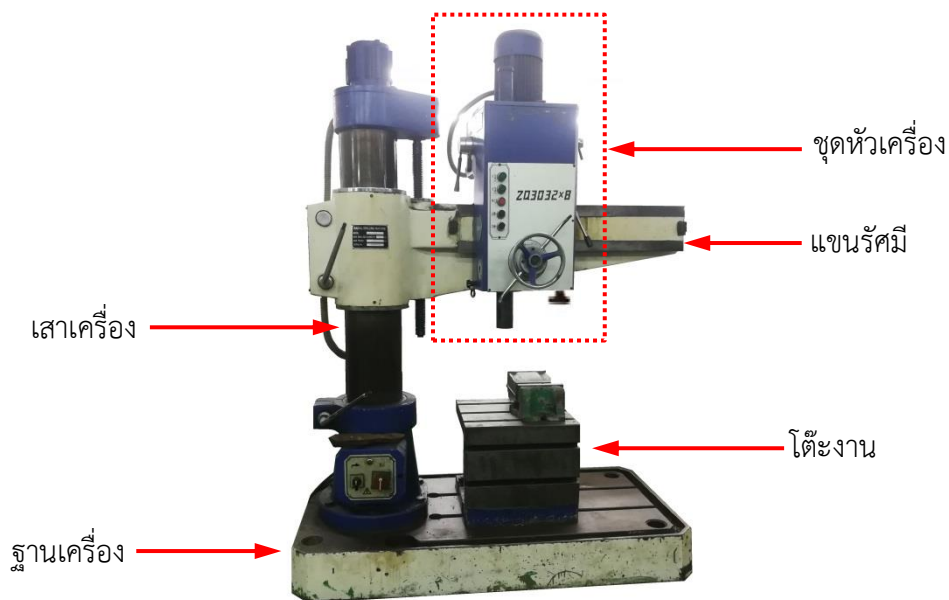
รูปที่ 5.6 แสดงส่วนประกอบของโต๊ะงานเครื่องเจาะตั้งโต๊ะ
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

3. เสาเครื่องเจาะ (Column) ทำจากเหล็กหล่อที่มีลักษณะเป็นทรงกระบอกกลางและยึดติดกับฐานเครื่องเจาะ ใช้เป็นแกนสำหรับประกอบส่วนอื่นๆ จับยึดเข้ากับเสา เช่น ชุดหัวเครื่อง โต๊ะงาน เพื่องสะดวก และฐานเครื่องเจาะ เป็นต้น

4. ฐานเครื่องเจาะ (Base) ทำจากเหล็กหล่อ ใช้รองรับน้ำหนักของเครื่องเจาะทั้งหมด นอกจากนี้ยังใช้สำหรับจับยึดหรือประกอบเข้ากับโต๊ะงาน เพื่อเพิ่มความสูงให้เหมาะสมใช้งาน

5.2.1 ส่วนประกอบและหน้าที่การทำงานของเครื่องเจาะรัศมี

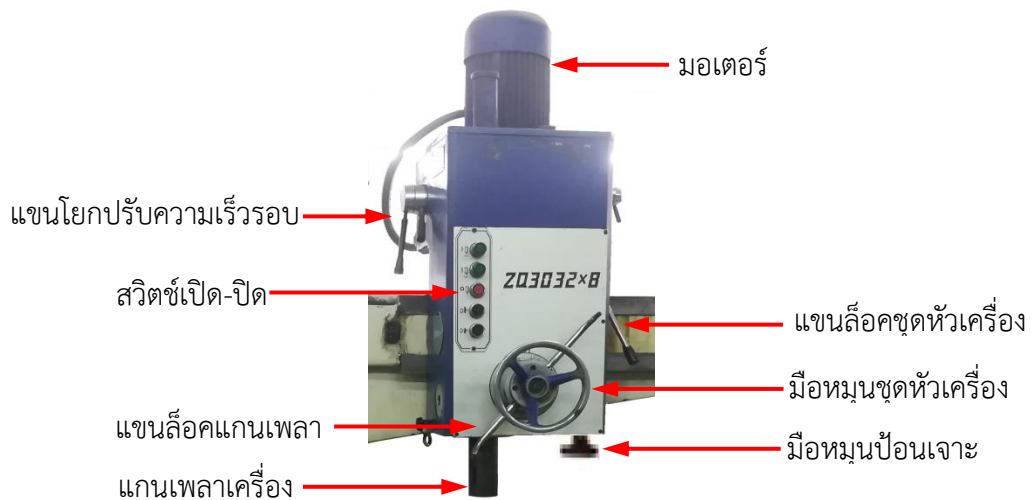
เครื่องเจาะรัศมีเป็นเครื่องเจาะขนาดใหญ่ มีชุดหัวเครื่องที่สามารถเลื่อนไปมาได้บนแขนรัศมีและแขนรัศมีของเครื่องเจาะยังสามารถหมุนโดยมีเสาเป็นจุดหมุน เลื่อนขึ้น-ลงตามเสาของเครื่องเจาะได้อีกด้วย เครื่องเจาะรัศมีมีส่วนประกอบและหน้าที่การทำงานดังนี้



รูปที่ 5.7 แสดงส่วนประกอบของเครื่องเจาะรัศมี
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

1. ชุดหัวเครื่อง เป็นส่วนที่ติดตั้งอยู่บนแขนรัศมี สามารถเลื่อนไปมาตามความยาวของแขนรัศมี เพื่อหาตำแหน่งของรูที่จะเจาะบนชิ้นงาน โดยมีส่วนประกอบและหน้าที่ดังนี้

- 1) มือหมุนชุดหัวเครื่อง ใช้หมุนเพื่อให้ชุดหัวเครื่องเจาะเคลื่อนที่ไป-กลับตามความยาวของแขนรัศมี
- 2) แกนเพลลาเครื่อง ภายในเป็นรูเรียวยาวใช้จับยึดก้านเรียวยาวของหัวจับดอกสว่าน หรือจับก้านเรียวยาวของดอกสว่าน
- 3) มอเตอร์ทำหน้าที่เป็นต้นกำลังขับเคลื่อน โดยส่งกำลังผ่านชุดเฟืองทดที่อยู่ภายในชุดหัวเครื่องไปยังแกนเพลลาเครื่องเจาะ
- 4) แขนโยกปรับความเร็วรอบ ใช้โยกเพื่อปรับความเร็วรอบของแกนเพลลาเครื่อง
- 5) สวิตช์เปิด-ปิด (Switch ON-OFF) ใช้ควบคุมการหมุนของแกนเพลลา
- 6) มือหมุนป้อนเจาะ ใช้หมุนเพื่อป้อนแกนเพลลาที่ประกอบกับหัวจับดอกสว่านหรือดอกสว่านเคลื่อนที่เข้าหาชิ้นงาน
- 7) แขนล็อกแกนเพลลา ใช้ดึงเพื่อล็อกไม่ให้เคลื่อนที่ไปด้านหลังหรือถอยหลังกลับ
- 8) แขนล็อกชุดหัวเครื่อง ใช้ล็อกชุดหัวเครื่องไม่ให้เลื่อนไปมาตามแขนรัศมี



รูปที่ 5.8 แสดงส่วนประกอบของชุดหัวเครื่องเจาะรัศมี

(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

2. เสาเครื่อง ทำจากเหล็กหล่อมีรูปร่างลักษณะเป็นทรงกระบอกกลวง ยึดติดกับฐานเครื่องเจาะ เป็นส่วนประกอบที่ใช้ติดตั้งแขนรัศมี

3. แขนรัศมี ทำหน้าที่รองรับชุดหัวเครื่องเจาะ สามารถเลื่อนขึ้น-ลงได้ และหมุนรอบเสาเครื่องเพื่อหาตำแหน่งเจาะรูบนชิ้นงานได้

4. โต๊ะงาน ยึดติดอยู่บนฐานเครื่องเจาะ และมีร่องตัวที่ เพื่อใช้สำหรับจับยึดชิ้นงานคดตรงหรือใช้สำหรับจับยึดปากกาจับงานหรืออุปกรณ์ช่วยจับยึดอย่างอื่น

5. ฐานเครื่อง ทำจากเหล็กหล่อ เป็นส่วนประกอบที่ใช้ติดตั้งหรือจับยึดอยู่กับพื้นโรงงาน ใช้รองรับน้ำหนักของเครื่องเจาะทั้งหมด และจับยึดโต๊ะงาน นอกจากนี้ภายในฐานเครื่องเจาะยังใช้เป็นที่พักเก็บน้ำหล่อเย็นอีกด้วย

5.3 เครื่องมือตัดที่ใช้กับเครื่องเจาะ

เครื่องมือตัดพื้นฐานที่ใช้กับเครื่องเจาะ ทำหน้าที่ตัดเฉือนวัสดุขณะที่หมุน ซึ่งแบ่งได้หลายชนิดดังต่อไปนี้

5.3.1 ดอกสว่าน (Drill)

เป็นเครื่องมือตัดที่ใช้สำหรับเจาะรูชิ้นงาน ที่ใช้กับเครื่องเจาะมากที่สุด ดอกสว่านที่นิยมใช้คือ ดอกสว่านแบบร่องบิด (Twist Drill) ซึ่งที่ลำตัวของดอกสว่านจะมีร่องเกลียว 2 ร่อง รอบแกนของดอกสว่านส่วนมากเป็นดอกสว่านคมตัดคู่ 2 คมตัด ที่มีใช้งานอย่างแพร่หลายจะแบ่งเป็น 2 ชนิด ดังนี้

1. ดอกสว่านก้านตรง (Straight Shank Drill) โดยทั่วไปใช้กับดอกสว่านที่มีขนาดเล็ก มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 1/2 นิ้ว หรือประมาณ 13 มิลลิเมตร ต้องใช้ร่วมกับหัวจับดอกสว่านที่ยึดอยู่กับแกนเพลลาเจาะ โดยหัวจับดอกสว่านสวมเข้ากับรูของแกนเพลลาที่มีเรียวมาตรฐานมอสอยู่



รูปที่ 5.9 แสดงลักษณะของดอกสว่านก้านตรง

(ที่มา : <http://www.vpowertools.com>, วันเข้าถึง 9 มิถุนายน 2559)



รูปที่ 5.10 แสดงลักษณะของหัวจับดอกสว่าน
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

2. ดอกสว่านก้านเรียว (Taper Shank Drill) มักจะใช้กับดอกสว่านที่มีขนาดใหญ่ โดยทั่วไปจะมีขนาดมากกว่า 1/2 นิ้ว หรือประมาณ 13 มิลลิเมตร ขึ้นไป ก้านเรียวของดอกสว่านเป็นเรียวมาตรฐานมอส เวลาใช้งานจะสวมเข้ากับรูเรียวมาตรฐานมอสของแกนเพลลาเครื่องเจาะ แต่ต้องเป็นเรียวมอสเบอร์เดียวกัน ถ้าไม่ใช่เบอร์เดียวกันต้องใช้ปลอกเรียว (Taper Sleeve) เพื่อสวมให้เป็นเบอร์เดียวกันกับแกนเพลลา



รูปที่ 5.11 แสดงลักษณะของดอกสว่านก้านเรียว
(ที่มา : <http://www.vpowertools.com>, วันเข้าถึง 9 มิถุนายน 2559)



รูปที่ 5.12 แสดงลักษณะของปลอกเรียว
(ที่มา : <http://www.bernardo.at/shop/en/reduzierhuelse-mk-3-2.html>, วันเข้าถึง 9 มิถุนายน 2559)

5.3.2 ดอกเจ้านำศูนย์ (Center Drill)

เป็นเครื่องมือตัดที่ใช้เจาะรูนำ ทำให้การเจาะรูในช่วงเริ่มต้นได้ตรงตำแหน่งแม่นยำมากขึ้น และใช้เป็นดอกนำก่อนเจาะรูด้วยดอกสว่าน ดอกเจ้านำศูนย์ที่นิยมใช้ทั่วไปเป็นแบบ A มีช่วงเรียวสำหรับนำศูนย์เป็นมุม 60 องศา



รูปที่ 5.13 แสดงลักษณะของดอกเจ้านำศูนย์
(ที่มา : <http://www.maford.com>, วันเข้าถึงวันเข้าถึง 20 มิถุนายน 2559)

5.3.3 รีมเมอร์ หรือดอกคว้านรูเรียบ (Reamer)

เป็นเครื่องมือตัดที่ใช้ทำผิวเรียบหรือปรับขนาดของรูเจาะให้เที่ยงตรงสูงกว่าการเจาะรูธรรมดา โดยต้องเจาะรูนำด้วยดอกสว่านตามขนาดที่กำหนดเป็นมาตรฐานก่อน ดอกรีมเมอร์มีหลากหลายรูปแบบให้

เลือกใช้งานตามความเหมาะสม เช่น แบบที่ผลิตมา มีขนาดตายตัว แบบที่สามารถปรับขนาดได้ แบบที่คมตัดเป็นทรงกระบอก แบบที่คมตัดเป็นเรียว แบบคมตรง แบบคมเอียง แบบที่สามารถใช้ทำงานด้วยมือและใช้เครื่องในการทำงาน เป็นต้น



รูปที่ 5.14 แสดงลักษณะของริมเมอร์

(ที่มา : <https://www.kittstools.com>, วันเข้าถึง 20 มิถุนายน 2561)

5.3.4 ดอกผายปากกู (Counter Sink)

เป็นเครื่องมือตัดที่ใช้สำหรับผายปากกูเจาะหลังจากเจาะรูด้วยดอกสว่านซึ่งจะทำให้ปากกูเจาะเป็นรูปทรงกรวย ดอกเจาะที่ใช้สำหรับผายปากกูและฝั่หัวสกรูจะมีมุมจิกรวม 90 องศา



รูปที่ 5.15 แสดงลักษณะของดอกผายปากกู

(ที่มา : <https://www.toolstop.co.uk>, วันเข้าถึง 20 มิถุนายน 2561)

5.3.5 ดอกเจาะฝั่หัวสกรู (Counter Bore)

เป็นเครื่องมือตัดที่ใช้สำหรับเจาะและคว้านรูให้โตขึ้น เพื่อฝั่หัวสกรูทรงกระบอก



รูปที่ 5.16 แสดงลักษณะของดอกฝั่หัวสกรู

(ที่มา : <https://www.kittstools.com>, วันเข้าถึง 20 มิถุนายน 2561)

5.3.6 ดอกต๊าป (Tap)

เป็นเครื่องมือตัดที่ใช้ทำเกลียว ภายในรูเจาะ จึงต้องทำการเจาะตามขนาดมาตรฐานก่อนจึงใช้ดอกต๊าปเพื่อทำเกลียว ดอกต๊าป 1 ชุด มี 3 ดอก ใช้ตามลำดับ



รูปที่ 5.17 แสดงลักษณะของดอกตัดาปเกลียว
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

5.4 ความเร็วรอบ ความเร็วตัด อัตราป้อนในงานเจาะ

ในการใช้งานเจาะรูชิ้นงานด้วยเครื่องเจาะนั้น เพื่อให้ชิ้นงานออกมามีคุณภาพ และเครื่องมือตัดมีอายุการใช้งานที่เหมาะสม จำเป็นต้องกำหนดค่าความเร็วรอบ ความเร็วตัดและอัตราป้อนให้เหมาะสมกับวัสดุชิ้นงานและวัสดุเครื่องมือตัด โดยมีสูตรสำหรับคำนวณหาค่าต่างๆ ดังนี้

5.4.1 ความเร็วรอบ (Revolution per Minute: RPM, N)

ความเร็วรอบคือ ความเร็วที่วัดจำนวนรอบของดอกสว่านหรือเครื่องมือตัด หมุนไปใน 1 หน่วยเวลา (นาที) โดยมีสูตรในการคำนวณดังนี้

โดยที่	N	=	$\frac{V \times 1,000}{\pi \times D}$	รอบ/นาที
	N	=	ความเร็วรอบของดอกสว่าน (รอบต่อนาที)	
	π	=	3.1416	
	V	=	ความเร็วตัด (เมตรต่อนาที)	
	D	=	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของดอกสว่าน (มิลลิเมตร)	
	1,000	=	ค่าคงที่ ใช้สำหรับเปลี่ยนหน่วยของมิลลิเมตรให้เป็นเมตร	

ตัวอย่างที่ 5.1 จงคำนวณหาความเร็วรอบในการเจาะชิ้นงานด้วยดอกสว่านขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 มิลลิเมตร ถ้าใช้ความเร็วตัด 30 เมตรต่อนาที

วิธีทำ	N	=	$\frac{V \times 1,000}{\pi \times D}$	
	N	=	$\frac{30 \times 1,000}{3.1416 \times 10}$	
	N	=	954.90	รอบต่อนาที ตอบ

5.4.2 ความเร็วตัด (Cutting Speed: V)

ความเร็วตัดคือ ความเร็วที่วัดตามแนวเส้นรอบวงของดอกสว่านหรือเครื่องมือตัด เมื่อหมุนตัดเฉือนวัสดุออกได้เป็นระยะทางภายในหนึ่งหน่วยเวลา โดยมีสูตรคำนวณดังนี้

$$V = \frac{\pi \times D \times N}{1,000}$$

โดยที่

V = ความเร็วตัด (เมตรต่อนาที)

π = 3.1416

N = ความเร็วรอบ (รอบต่อนาที)

D = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของดอกสว่าน (มิลลิเมตร)

1,000 = ค่าคงที่ (ใช้สำหรับเปลี่ยนหน่วยของมิลลิเมตรให้เป็นเมตร)

ตัวอย่างที่ 5.2 ในการจะรูชิ้นงานด้วยดอกสว่านที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12 มิลลิเมตร หากใช้ความเร็วรอบ 550 รอบต่อนาที จงคำนวณหาความเร็วตัดที่ใช้ในการเจาะ

วิธีทำ

$$V = \frac{\pi \times D \times N}{1,000}$$

$$V = \frac{3.1416 \times 12 \times 550}{1,000}$$

$$V = 20.73 \quad \text{เมตรต่อนาที} \quad \text{ตอบ}$$

หมายเหตุ: ในการปฏิบัติงานโดยทั่วไป ผู้ปฏิบัติงานสามารถเลือกใช้ค่าความเร็วรอบและความเร็วตัด ได้จากตารางตามมาตรฐานตามขนาดของดอกสว่านที่ใช้กับวัสดุงานชนิดต่างๆ ดังตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 แสดงค่าความเร็วรอบและความเร็วตัดสำหรับดอกสว่านที่ทำจากเหล็กกล้าความเร็วสูง (H.S.S.)

ขนาดดอกสว่าน		ความเร็วตัด (เมตรต่อนาที)				
		เหล็กกล้าหล่อ	เหล็กกล้าเครื่องมือ	เหล็กหล่อ	เหล็กกล้าใช้งานทั่วไป	ทองเหลืองและอลูมิเนียม
มิลลิเมตร	นิ้ว	12	18	24	30	60
ความเร็วรอบ (รอบต่อนาที)						
3	1/8	1,275	1,901	2,545	3,185	6,365
4	3/16	955	1,430	1,910	2,385	4,775
5	1/4	765	1,145	1,530	1,910	3,820
6	5/16	635	955	1,275	1,590	3,180
9	3/8	545	820	1,090	1,365	2,730
10	7/16	475	715	955	1,195	2,390
12	1/2	425	635	850	1,060	2,120
15	5/8	350	520	695	870	1,735
18	3/4	255	380	510	635	1,275
22	7/8	190	285	380	475	955
25	1	150	230	305	380	765

(ที่มา: อานาจ ทองแสน, 2559, หน้า 127)

5.4.3 อัตราป้อน (Feed Rate: F)

อัตราป้อนในงานเจาะ คือ ค่าความลึกที่ดอกสว่านเคลื่อนที่ลงตัดเฉือนเนื้อวัสดุชิ้นงานเมื่อดอกสว่านหมุนครบ 1 รอบ โดยที่ค่าอัตราป้อนนี้ขึ้นอยู่กับขนาดของดอกสว่าน ดังตารางที่ 5.2

ตารางที่ 5.2 แสดงค่าอัตราป้อนในการเจาะของดอกสว่านขนาดต่างๆ

ขนาดของดอกสว่าน		อัตราป้อนต่อรอบ	
มิลลิเมตร	นิ้ว	มิลลิเมตร	นิ้ว
เล็กกว่าหรือเท่ากับ 3	เล็กกว่าหรือเท่ากับ 1/8	0.02 - 0.05	0.001 - 0.002
3 - 6	1/8 - 1/4	0.05 - 0.10	0.002 - 0.004
6 - 13	1/4 - 1/2	0.10 - 0.18	0.004 - 0.007
13 - 25	1/2 - 1	0.18 - 0.38	0.007 - 0.015
25 - 38	1 - 1 1/2	0.35 - 0.63	0.015 - 0.025

(ที่มา: อำนาจ ทองแสน, 2559, หน้า 128)

5.5 ความปลอดภัยในงานเจาะ

1. ตรวจสอบความพร้อมของเครื่องเจาะทุกครั้งก่อนใช้งาน
2. แต่งกายให้รัดกุมขณะปฏิบัติงาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้ที่สวมใส่เสื้อแขนยาวจะต้องไม่ปล่อยชายเสื้อ รุ่มร่าม หรือหากผมยาวจะต้องมัดผมให้เรียบร้อย เพราะอาจทำให้ถูกแกนเพลลาเครื่องเจาะหรือหัวจับดอกสว่าน พันขณะหมุน เป็นอันตรายถึงขั้นเสียชีวิตได้
3. ห้ามผูกเนคไทขณะใช้เครื่องเจาะโดยเด็ดขาด เพราะอาจทำให้ถูกแกนเพลลาเครื่องเจาะหรือหัวจับดอกสว่าน พันขณะหมุน เป็นอันตรายถึงขั้นเสียชีวิตได้
4. สวมแว่นนิรภัยทุกครั้งที่ปฏิบัติงานเพื่อป้องกันเศษโลหะกระเด็นเข้าตา
5. จับยึดชิ้นงานให้แน่นและมั่นคง แข็งแรงเพื่อไม่ให้ชิ้นงานหลุด หรือหมุนตามดอกสว่าน
6. จับยึดดอกสว่านเข้ากับหัวจับดอกสว่านให้แน่น เพื่อป้องกันไม่ให้ดอกสว่านหลุดหรือหักขณะเจาะชิ้นงาน
7. ห้ามใช้มือปิดเศษโลหะที่เจาะออกจากโต๊ะงาน แต่ให้ใช้แรงปิดแทนเพื่อป้องกันเศษโลหะบาดมือ
8. ปิดสวิตช์เครื่องเจาะทุกครั้ง ก่อนทำการวัดขนาดหรือปิดเศษโลหะ
9. ห้ามหยอกล้อกันขณะปฏิบัติงาน
10. พื้นที่ปฏิบัติงานต้องมีแสงสว่างเพียงพอสามารถเห็นได้ชัดเจนขณะปฏิบัติ

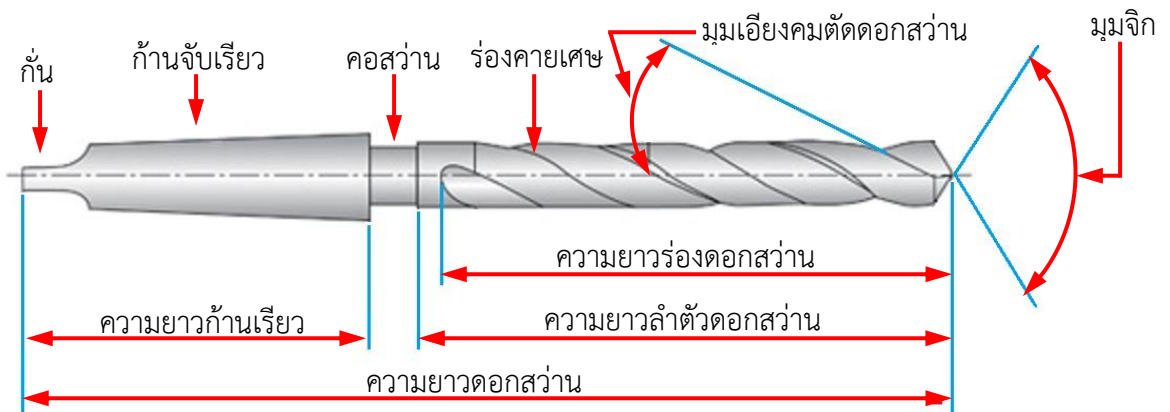
5.6 การบำรุงรักษาเครื่องเจาะ

1. หยอดน้ำมันหล่อลื่นตามจุดต่างๆ ของชิ้นส่วนที่มีการเคลื่อนที่ก่อนใช้งาน
2. เลือกใช้ความเร็วรอบ ความเร็วตัด และอัตราป้อนให้เหมาะสมกับชนิดของชิ้นงานและชนิดของดอกสว่าน เพื่อยืดอายุการใช้งานของเครื่องเจาะ
3. ก่อนปรับเปลี่ยนความเร็วรอบต้องปิดสวิตช์เครื่องเจาะและรอให้หยุดหมุนให้สนิทก่อน
4. ก่อนสวมบล็อกเรียวหรือหัวจับดอกสว่านเข้ากับแกนเพลลาเครื่องเจาะจะต้องทำความสะอาดไม่ให้มีเศษโลหะ เพราะจะทำให้การจับยึดด้วยเรียวไม่แน่น และอาจทำให้บล็อกเรียวหรือหัวจับดอกสว่านหลุดได้ในขณะแกนเพลลาเครื่องกำลังหมุน
5. หลังจากเลิกใช้งานเครื่องเจาะแล้วให้ทำความสะอาด และหล่อลื่นด้วยน้ำมันเพื่อป้องกันสนิม

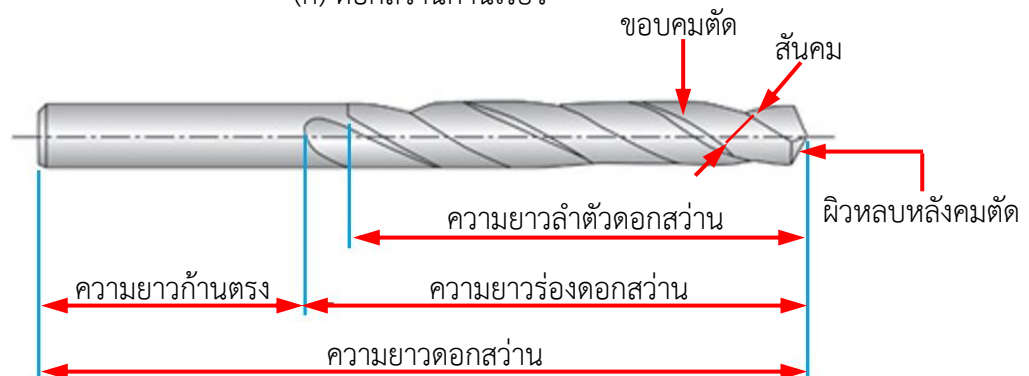
5.7 การลับคมตัดดอกสว่าน

ดอกสว่านถือเป็นเครื่องมือตัดพื้นฐานที่ที่ใช้กับงานเจาะมากที่สุด จึงถือว่ามีความจำเป็นอย่างมากในงานช่าง แต่การใช้งานดอกสว่านก็จะทำให้คมตัดของดอกสว่านนั่นที่ลงไปหรืออาจเกิดการชำรุดเสียหายในระหว่างการทำงานจนทำให้ไม่สามารถนำมาใช้งานได้อีก การลับดอกสว่านเพื่อให้สามารถใช้งานต่อไป ก็จะช่วยยืดอายุการใช้งานของดอกสว่านนั่นออกไปได้และยังสามารถช่วยให้ประหยัดต้นทุนในการผลิตลงได้อีกด้วย การลับดอกสว่านเป็นทักษะที่นักเรียนนักศึกษาสามารถฝึกให้กลับด้วยมือได้ไม่ยากนัก การลับดอกสว่านมีมุมสำคัญหลายมุมที่ต้องลับอย่างถูกต้องจึงจะทำให้ดอกสว่านสามารถใช้งานได้ดี มีอายุการใช้งานที่ยาวนาน แต่หากทำการลับมุมไม่ถูกต้อง โดยเฉพาะมุมหลบที่ต่อเนื่องมาจากคมตัดของดอกสว่าน ก็อาจจะทำให้ดอกสว่านนั่นไม่สามารถใช้งานได้เลยก็เป็นได้

5.7.1 ส่วนประกอบของดอกสว่าน



(ก) ดอกสว่านก้านเรียว



(ข) ดอกสว่านก้านตรง

รูปที่ 5.18 แสดงส่วนประกอบต่างๆ ของดอกสว่าน

(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

1. ก้าน (Tang) จะมีเฉพาะสว่านก้านเรียวเท่านั้น จะอยู่ตรงปลายสุดของก้านเรียว มีไว้สำหรับใช้หลักยึดดอกออกจากแกนเพลา (Spindle) ของเครื่องเจาะหรือยึดดอกจากบล็อกเรียว
2. ก้าน (Shank) ก้านของดอกสว่านมีอยู่ 2 แบบ คือ
 - 1) สว่านก้านตรง (Straight shank drill) โดยทั่วไปใช้กับสว่านที่มีขนาดเล็ก ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 1/2 นิ้ว หรือประมาณ 13 มิลลิเมตร ใช้หัวจับดอกสว่านเป็นตัวจับยึด

2) ส่วนก้านเรียว (Taper shank drill) ใช้กับดอกสว่านที่มีขนาดใหญ่ โดยทั่วไปจะมีขนาดมากกว่า 1/2 นิ้ว หรือประมาณ 13 มิลลิเมตร ขึ้นไป ก้านเรียวเป็นเรียวมาตรฐานมอส เวลาใช้งานจะสวมเข้ากับรูเรียวของแกนเพลาคู่มือเจาะ

3. ขอบคมตัด (Margin) เป็นคมตัดที่อยู่ด้านข้างรอบๆ ลำตัว มีลักษณะเป็นสันนูนออกมาจากผิวของดอกสว่าน ทำให้ลดการเสียดสีระหว่างผิวดอกสว่านกับชิ้นงาน มีหน้าที่ในการตัดหรือขูดผิวรูให้เรียบและได้ขนาด

4. สันคม (Land) ผิวส่วนนี้จะต่ำกว่าขอบคม เพื่อลดการเสียดสีกับชิ้นงาน

5. ร่องคายเศษ (Flutes) ร่องคายเศษของดอกสว่านทั่วไป จะมี 2 ร่อง การกัดร่องของดอกสว่านทำให้เกิดคมตัด และเป็นที่ยึดสำหรับให้เศษโลหะที่ดอกสว่านตัดเจาะไหลออกมา ถ้าเศษโลหะไหลออกมาไม่ได้เกิดการอุดตันของเศษโลหะ อาจทำให้ดอกสว่านหักได้

6. มุมเอียงของคมตัดดอกสว่าน (Helix or rake angle) คือมุมที่ร่องของสว่านบิดทำมุมกับเส้นแนวแกน (Axis) ของดอกสว่าน

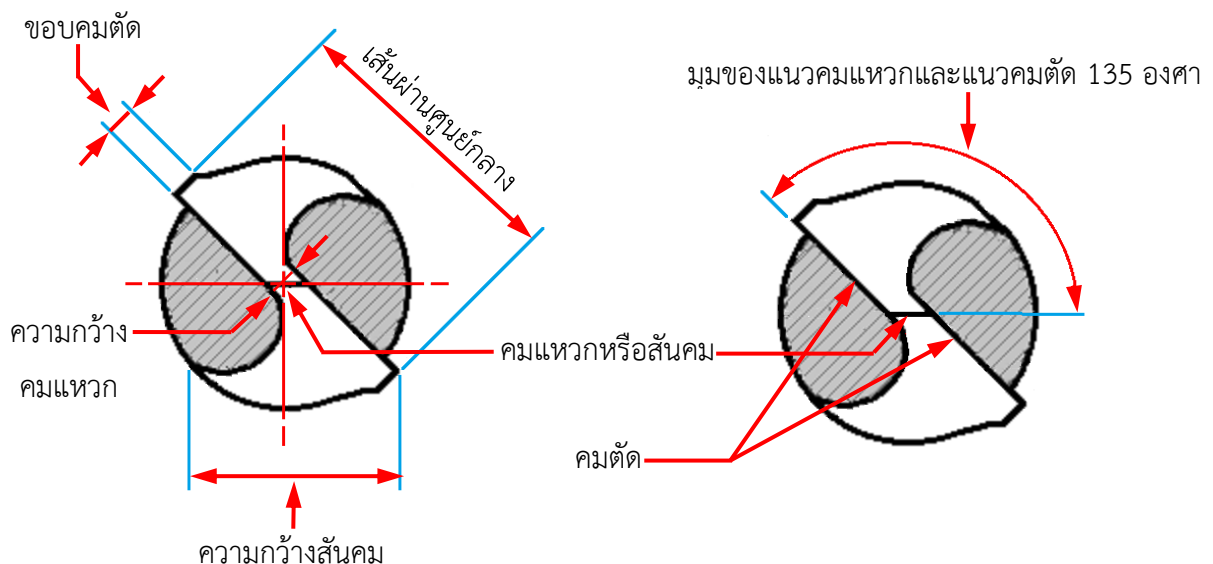
7. มุมจิก (Point angle) คือสันคมที่ปลายดอกสว่านในส่วนของคมตัดทั้งสองด้านทำมุมกัน ขนาดของมุมจิกนี้ จะต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมกับชนิดของวัสดุงาน ซึ่งแตกต่างกันจึงจะให้ผลดีในการเจาะงาน

8. ผิวหลังคมตัด (Flank) เกิดจากมุมหลบ ดัดที่ผิวหลังขอบคมตัดจะต้องเอียงหลบเข้าไปในเพื่อไม่ให้ถูหรือเสียดสีกับผิวงาน

9. คมตัด (Cutting lip) ทำหน้าที่ตัดชิ้นงานหลักเพื่อให้เกิดรูกับชิ้นงาน คมตัดจะมีเท่ากับจำนวนของร่องคายเศษ

10. คมแหวกหรือสันคม (Dead center) จะอยู่ที่ปลายสุดของดอกสว่าน เกิดจากความหนาของแกนกลางดอกสว่าน (Web) ในการเจาะแนวของคมแหวกต้องทำมุมประมาณ $120-135^{\circ}$ กับแนวคมตัด ทำหน้าที่จิกชิ้นงานและตัดชิ้นงานเป็นจุดแรก ถ้าสันคมตัดกลับไม่ถูกทิศทางจะทำให้รูเจาะไม่เข้า เนื่องจากคมขวางนี้จะไปถูกกับเนื้อวัสดุทำให้เกิดแรงต้าน สามารถลดแรงต้านได้โดยการลับให้ขนาดของคมแหวกเล็กลง หรือการเจาะไล่ลำดับดอกสว่าน

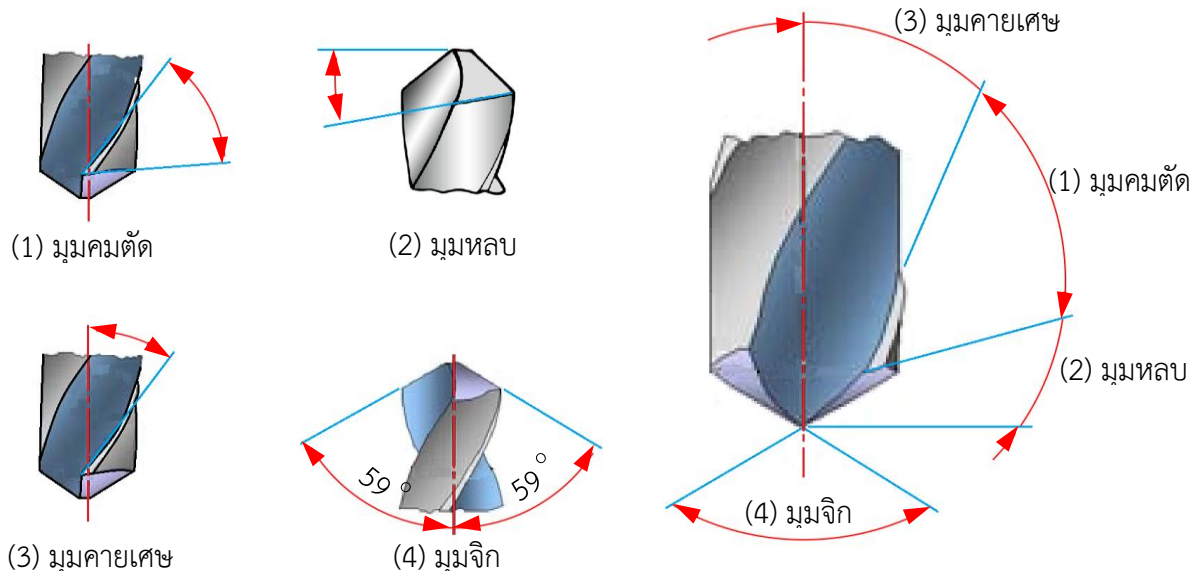
11. ความกว้างคมแหวก (Wed) เป็นความหนาของแกนดอกสว่าน ซึ่งจะเรียวจากปลายไปถึงโคนสว่าน ถ้าเป็นดอกสว่านเล็ก ความกว้างคมแหวกจะเล็กกว่าดอกสว่านขนาดใหญ่



รูปที่ 5.19 แสดงส่วนประกอบของปลายดอกสว่าน
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

5.7.2 มุมของคมตัดดอกสว่าน

ดอกสว่านเป็นเครื่องมือตัดแบบหนึ่ง จึงต้องมีมุมต่างๆที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้งานตัดเจาะเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ มีมุมที่ปลายดอกสว่านดังนี้



รูปที่ 5.20 แสดงมุมตัดที่ปลายดอกสว่าน

(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

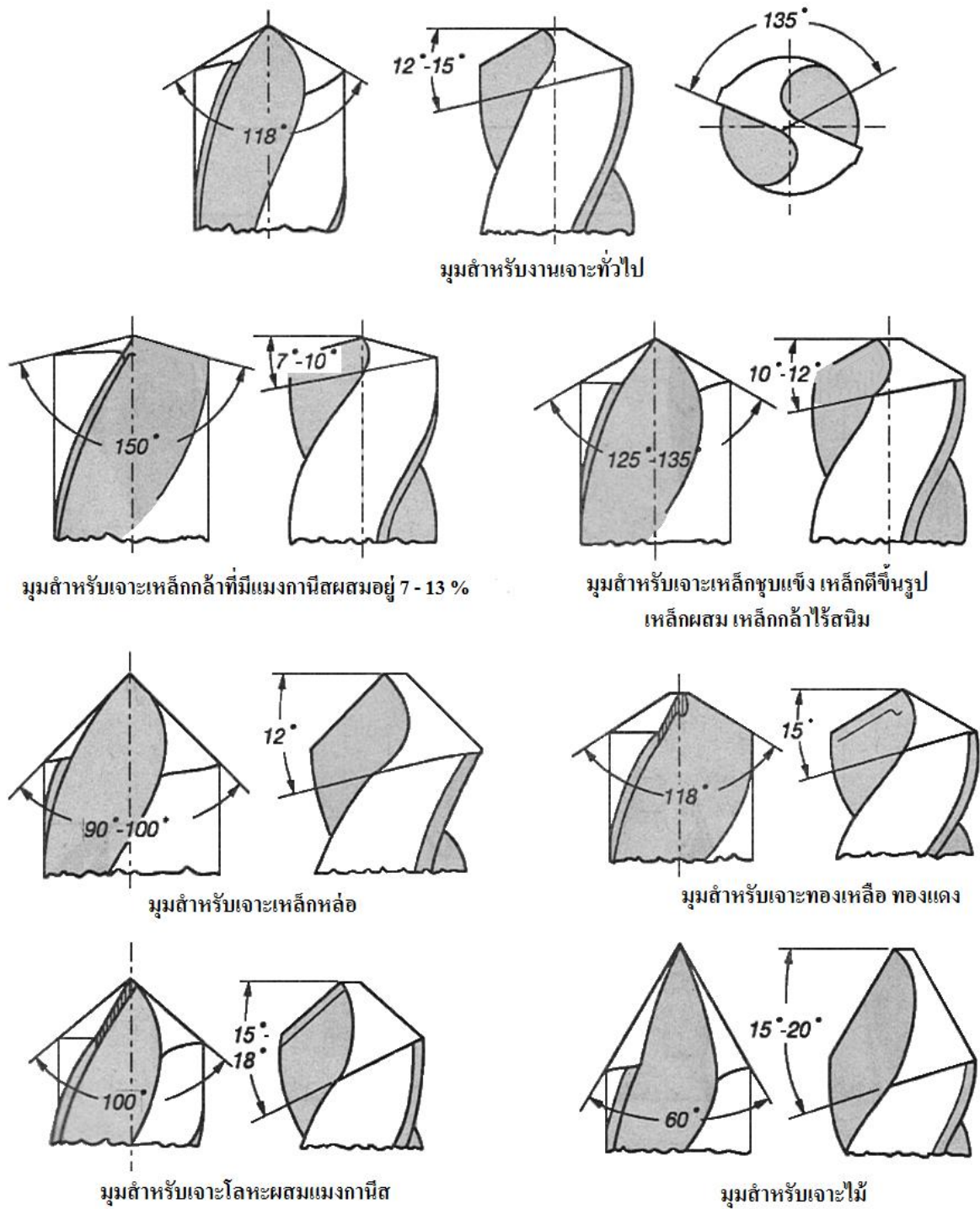
1. มุมคมตัด (Cutting angle) หรือมุมลิ้ม จะมีลักษณะเหมือนกับลิ้ม ทำหน้าที่ตัดเฉือนเนื้อโลหะ ขนาดของมุมจะแสดงถึงความแข็งแรงของคมตัดดอกสว่าน ถ้ามุมมีขนาดเล็กจะทำให้ความแข็งแรงลดลง ในการเลือกใช้ขึ้นอยู่กับวัสดุที่จะต้องตัดเฉือน โดยหลักแล้ว ถ้าวัสดุงานแข็งจะใช้มุมคมตัดขนาดใหญ่จะให้ผลดีต่อการทำงาน ดังนั้นการลับมุมดอกสว่านจึงต้องให้มุมหลบได้ตามที่กำหนดเพราะถ้ามุมหลบใหญ่เกินไป มุมคมตัดจะลดลง

2. มุมหลบ (Lip clearance angle) หรือมุมฟรี ทำหน้าที่ลดการเสียดสี และลดแรงต้านบริเวณผิวหน้าของมุมจิกของดอกสว่าน ถ้าไม่มีมุมหลบนี้ดอกสว่านจะไม่สามารถตัดเฉือนผิวงานได้ และขนาดของมุมยังส่งผลกับอัตราการป้อนเจาะของดอกสว่านด้วย ถ้ามุมน้อยจะใช้อัตราป้อนเจาะน้อย ถ้าขนาดมุมโตจะใช้อัตราป้อนเจาะมากขึ้นได้ แต่ความแข็งแรงจะลดลงเพราะมุมคมตัดเล็กลง จึงนิยมใช้กับวัสดุอ่อน ในการเจาะโลหะทั่วไปนิยมใช้มุมหลบ 8-12 องศา

3. มุมคายเศษ (Rake angle) จะอยู่ที่ร่องเลื่อย ทำหน้าที่ให้เศษตัดเฉือนเคลื่อนที่คายออกจากผิวงานที่ถูกตัด ปกติแล้วมุมนี้สร้างมาพร้อมกับดอกสว่าน ตามมุมเอียงคมตัดดอกสว่าน (Helix) ที่เป็นร่องคายเศษ ร่องคายเศษที่เอียงน้อย จะคายเศษได้ง่ายกว่าร่องคายเศษที่เอียงมาก มุมคายนี้จะมีผลกับมุมคมตัดด้วยถ้ามุมคายเล็ก จะทำให้มุมคมตัดโต แต่ถ้ามุมคายโตจะทำให้มุมคมตัดเล็ก แต่เราสามารถลับคมให้มีมุมคายที่คมตัดได้ทั้งแบบค่ามุมบวก ค่ามุมลบ และ 0 องศา ขึ้นอยู่กับลักษณะของงาน

4. มุมจิก (Point angle) การตัดโลหะทั่วไปจะใช้มุมจิกขนาด 118 องศา ข้างละ 59 องศา สำหรับตัดเฉือนชิ้นงาน มุมจิกจะมีผลต่อแรงกดเจาะ ถ้ามุมจิกโตมากแรงต้านเจาะก็มากขึ้นตามลำดับ แต่มุมจิกก็ช่วยในการนำศูนย์ในการเจาะงานในขณะเริ่มเจาะ ขนาดของมุมจิกจะขึ้นกับวัสดุงานที่นำมาเจาะ การใช้มุมจิกขนาด 90 องศา จะเหมาะสำหรับเหล็กแผ่นบางและวัสดุเนื้ออ่อน โลหะที่ไม่ใช่เหล็ก เช่น อลูมิเนียม, ทองแดง, พลาสติก, ไฟเบอร์, ไม้ และเหล็กหล่อที่นิ่มเพราะมุมที่แหลมกว่า จึงเจาะได้เร็วและคายเศษได้ดี ระยะคมตัดจะยาวกว่า ส่วนการใช้มุมจิก 135 องศา จะเหมาะสำหรับวัสดุแข็งและเจาะยาก เนื่องจากมุมเจาะใหญ่ จึงมีระยะ

คมตัดที่สั้นลงทำให้ความฝืดและความร้อนที่เกิดจากแรงตัดเฉือนน้อยลง ขณะเดียวกันก็มีความมั่นคงกว่า จึงเหมาะกับการเหล็กแข็ง เช่น สเตนเลส



รูปที่ 5.21 แสดงมุมดอกสว่านขนาดต่างๆ ที่เหมาะกับวัสดุงานต่างกัน
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

5.7.3 งานลับคมตัดดอกสว่าน

งานเจาะ เป็นการทำรูในชิ้นงาน ด้วยเครื่องมือตัดประเภทดอกสว่าน ทำงานโดยการหมุนของดอกสว่านและการป้อนเจาะ จะทำให้ดอกสว่านตัดเฉือนเนื้อวัสดุด้วยคมตัดที่ปลายดอกสว่านได้เศษเจาะออกมาเป็นเกลียวเลื้อย



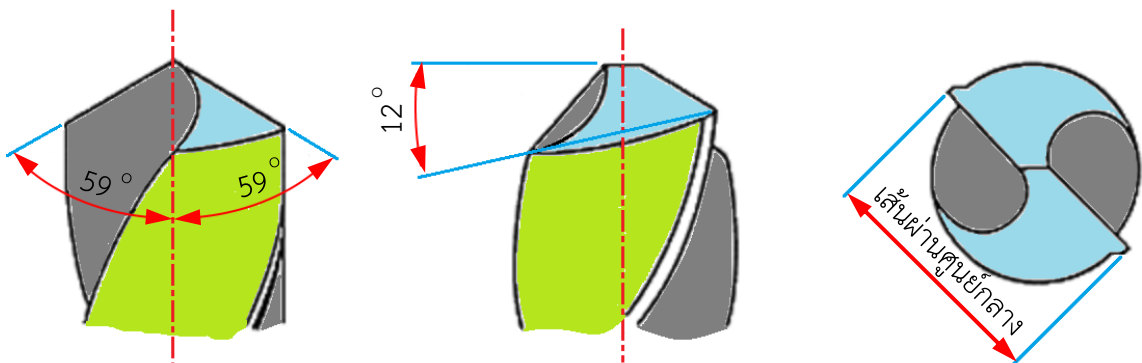
รูปที่ 5.23 แสดงลักษณะการเจาะงานด้วยดอกสว่าน
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)



รูปที่ 5.24 แสดงลักษณะของดอกสว่านก้านตรง
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

จากลักษณะของดอกสว่านก้านตรง มีมุมที่สำคัญที่จะต้องลับคมตัด ดังนี้

- | | |
|-----------------------|--------------|
| 1) มุมมุมจิกด้านที่ 1 | ขนาด 59 องศา |
| 2) มุมหลบด้านที่ 1 | ขนาด 12 องศา |
| 3) มุมมุมจิกด้านที่ 2 | ขนาด 59 องศา |
| 4) มุมหลบด้านที่ 2 | ขนาด 12 องศา |



รูปที่ 5.25 แสดงมุมของดอกสว่าน
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

ขั้นตอนการปฏิบัติงานลับคมตัดดอกสว่าน

1. เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ในการลับคมตัดและการวัดมุม
2. ตรวจสอบสภาพความพร้อมของเครื่องเจียรไนลับคมตัดก่อนปฏิบัติงาน ถ้าหน้าหินเจียรไน ไม่เรียบหรือหมดคม ต้องแต่งหน้าหินใหม่ และปรับระยะแท่นรองรับชิ้นงานให้ห่างประมาณ 2-3 มม.



รูปที่ 5.26 แสดงลักษณะการแต่งหน้าล้อหินเจียรไน
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)



รูปที่ 5.27 แสดงการปรับระยะของแท่นรองรับชิ้นงานกับล้อหินเจียรไน
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

3. ให้นักเรียนเจียรไนปลายดอกสว่านเดิมที่มีอยู่ก่อนเพื่อใช้สำหรับการฝึกลับคมตัดใหม่

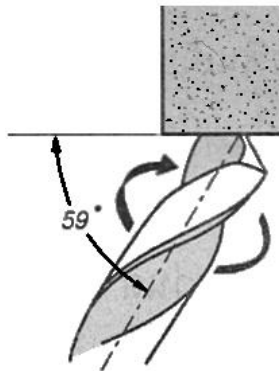


รูปที่ 5.28 แสดงการลับปลายดอกสว่านเดิมออก
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)



รูปที่ 5.29 แสดงลักษณะของปลายดอกสว่านที่ลับออกแล้ว
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

4. ลับคมตัดด้านที่ 1 ให้มีมุม 59 องศา โดยเอียงจากแนวของหน้าหินเจียรในประมาณ 59 องศา และให้ก้านดอกสว่านขนานกับพื้น จากนั้นค่อยๆ หมุนตามแนวเส้นเกลียว ยกปลายดอกสว่านเซตขึ้นเล็กน้อย ให้เกิดมุมหลบขนาดมุม 12 องศา โดยต้องมีระนาบเอียงไปทางเดียวกันไม่เป็นสันนูน หรือไม่นูนตรงกลาง (นักเรียนสามารถเริ่มจากปลายขอบล่างของมุมหลบก่อนได้ โดยเริ่มจากการเซตปลายดอกสว่านแล้วกดลงตามแนวเส้นเกลียวจนก้านดอกสว่านอยู่ในแนวระดับ)



รูปที่ 5.30 แสดงลักษณะการหมุนดอกสว่านตามแนวเส้นเกลียว
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)



รูปที่ 5.31 แสดงลักษณะการลับมุมจิก 59 องศา ด้านที่ 1
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

5. วัดตรวจสอบมุมด้วยใบวัดมุมครึ่งวงกลม ทั้ง 2 มุม ดังนี้

1) วัดตรวจสอบมุมจิกด้านที่ 1 มุม 59 องศา โดยตั้งที่ใบวัดมุมครึ่งวงกลม 59 องศา จับดอกสว่านด้วยมือขวาแล้วหันให้แนวคมตัดตรงกับสายตา ไม่เอียง จับให้ตัวดอกสว่านแนบขนานไปกับก้านบรรทัด และใช้มือซ้ายทาบทับใบครึ่งวงกลมแนบขนานไปกับแนวคมตัดที่หันเข้าหาตัว จึงอ่านค่าองศาที่ใบวัด



รูปที่ 5.32 แสดงลักษณะการวัดมุมจิก 59 องศา ด้านที่ 1
(ที่มา : สุรัชชัย บุญโสภณ, 2559)

2) วัดตรวจสอบมุมหลบด้านที่ 1 มุม 12 องศา โดยตั้งที่ใบวัดมุมครึ่งวงกลม 12 องศา สมมุติให้ มุม 90 องศา เป็น 0 จากนั้นใช้มือขวาจับตัวดอกสว่าน ให้หันขอบด้านสันเกลียวเข้าหาสายตา และมือซ้ายจับก้านบรรทัดทาบทับบนขอบของตัวดอกสว่านเล็กน้อย แล้ววางใบครึ่งวงกลม ให้ใบครึ่งวงกลมทาบทับที่ชายขอบทั้งสองด้านของมุมที่ลาดเอียงลงมา จึงอ่านค่าองศาที่ใบวัด



รูปที่ 5.33 แสดงลักษณะการวัดมุมหลบ 12 องศา ด้านที่ 1
(ที่มา : สุรัชชัย บุญโสภณ, 2559)

6. ลับคมตัดด้านที่ 2 ให้มีมุม 59 องศา และมุมหลบขนาดมุม 12 องศา โดยสลับด้านสันเกลียวของดอกสว่านแล้วลับคมตัดแบบเดิมเหมือนกับด้านที่ 1 โดยให้มีมุมจิก มุมหลบ และความยาวของคมตัดเท่ากับด้านที่ 1

7. วัดตรวจสอบมุมด้วยใบวัดมุมครึ่งวงกลม ทั้ง 2 มุม ดังนี้

1) วัดตรวจสอบมุมจิกด้านที่ 2 มุม 59 องศา โดยตั้งที่ใบวัดมุมครึ่งวงกลม 59 องศา จับดอกสว่านด้วยมือขวาแล้วหันให้แนวคมตัดตรงกับสายตา ไม่เอียง จับให้ตัวดอกสว่านแนบขนานไปกับก้านบรรทัด และใช้มือซ้ายทาบบใบครึ่งวงกลมแนบขนานไปกับแนวคมตัดที่หันเข้าหาตัว จึงอ่านค่าองศาที่ใบวัด



รูปที่ 5.34 แสดงลักษณะการวัดมุมจิก 59 องศา ด้านที่ 2
(ที่มา : สุรชัย บุญโสภณ, 2559)

2) วัดตรวจสอบมุมหลบด้านที่ 2 มุม 12 องศา โดยทำการวัดเช่นเดียวกันกับด้านที่ 1

3) วัดความยาวของคมตัด ทั้ง 2 ด้าน ด้วยก้านบรรทัดของใบวัดมุมครึ่งวงกลม ซึ่งความยาวของคมตัดทั้ง 2 ด้านต้องเท่ากัน โดยทาบบขอบคมตัดของแต่ละด้านที่สเกลของบรรทัดวัดมุม

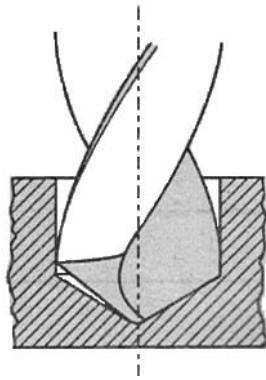


รูปที่ 5.35 แสดงลักษณะการความยาวของคมตัด
(ที่มา : สุรชัย บุญโสภณ, 2559)

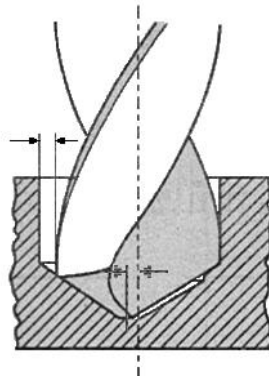
ข้อควรระวังในการลับคมตัดดอกสว่าน

1) ถ้าลับมุมจิกของดอกสว่านสองข้างไม่เท่ากัน คมตัดจะตัดงานเพียงด้านเดียวมีผลให้คมตัดนั้นรับภาระงานมากกว่าปกติที่มีคมตัดกินงานสองคมตัด และต้องใช้แรงในการป้อนงานมากขึ้น

2) ถ้าลับให้ความกว้างของคมตัดไม่เท่ากัน มุมจิกจะไม่ได้ศูนย์ มีผลให้รูที่เจาะมีขนาดใหญ่กว่าขนาดของดอกสว่าน



(ก) มุมจิกของดอกสว่าน 2 ข้างไม่เท่ากัน



(ข) ความกว้างของคมตัดไม่เท่ากัน

รูปที่ 5.36 แสดงการล้มปลายคมตัดดอกสว่านที่ไม่ดี
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

แบบทดสอบหลังเรียนหน่วยที่ 5

เครื่องเจาะและงานลับคมตัดดอกสว่าน

จงทำเครื่องหมายกากบาท (X) ข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว (10 คะแนน)

1. ข้อใดเป็นลักษณะของเครื่องเจาะรัศมี
 - ก. เป็นเครื่องเจาะขนาดเล็กที่ใช้ในงานเจาะรูที่มีขนาดของรูเจาะไม่เกิน 12.7 มิลลิเมตร หรือไม่เกิน 1/2 นิ้ว
 - ข. เครื่องเจาะติดตั้งอยู่บนโต๊ะงานเพื่อให้เครื่องเจาะมีความสูงเหมาะสมสำหรับการใช้งาน และใช้สายพานในการเปลี่ยนความเร็วรอบ
 - ค. เครื่องเจาะจะถูกติดตั้งอยู่บนพื้นโรงงาน ส่งกำลังด้วยชุดเฟืองทดหรือใช้สายพานในการเปลี่ยนความเร็วรอบ
 - ง. เครื่องเจาะที่มีชุดหัวเครื่องที่ประกอบด้วยมอเตอร์ ชุดเฟืองทด และชุดป้อนเจาะอัตโนมัติสามารถเลื่อนไป-มาบนแขน (Arm) เพื่อเลื่อนหาตำแหน่งในการเจาะรูของชิ้นงานที่ถูกจับยึดบนโต๊ะงาน
 - จ. ถูกทุกข้อ
2. ส่วนประกอบใดของเครื่องเจาะที่มีหน้าที่รองรับน้ำหนักของเครื่องทั้งหมด

ก. โต๊ะงาน	ข. เสาเครื่อง	ค. หัวเครื่อง
ง. แกนเพลลาเครื่อง	จ. ฐานเครื่อง	
3. ส่วนประกอบใดของเครื่องเจาะที่ทำหน้าที่จับยึดก้านเรียวของหัวจับดอกสว่าน

ก. เสาเครื่อง	ข. แกนเพลลาเครื่อง	ค. หัวเครื่อง
ง. แกนปรับตั้งระยะป้อนเจาะ	จ. แขนรัศมี	
4. ก้านเรียวดอกสว่านเป็นเป็นเรียวมาตรฐานใด

ก. เรียวมอส (Morse Taper)	ข. เรียวจาคอบ (Jacob Taper)
ค. เรียวจาโน (Jano Taper)	ง. เรียวบราวแอนด์ชาร์ป (Brown & Sharpe Taper)
จ. เรียวมาตรฐานสลักเพลลา (Standard Taper Pins)	
5. การเจาะด้วยดอกเจาะฝังหัว (Counter Bore) ใช้สำหรับการเจาะแบบใด
 - ก. ใช้สำหรับเจาะให้เกิดรูบนชิ้นงาน
 - ข. ใช้เจาะรูนำเพื่อให้การเจาะรูในช่วงเริ่มต้นได้ตรงตำแหน่งแม่นยำมากขึ้น
 - ค. ใช้ทำผิวเรียบหรือปรับขนาดของรูเจาะให้เที่ยงตรงสูงกว่าการเจาะธรรมดา
 - ง. ใช้สำหรับผายปากรูเจาะหลังจากเจาะรูด้วยดอกสว่าน
 - จ. ใช้สำหรับเจาะและคว้านรูทรงกระบอกอีกชั้นที่ปากรูเจาะให้มีขนาดโตกว่ารูเจาะ
6. การเจาะด้วยดอกผายปาก (Counter Sink) รูเจาะจะมีลักษณะอย่างไร

ก. รูเจาะเป็นขั้นมีปากฉาก	ข. ทำให้เกิดเกลียวภายในรูเจาะ
ค. รูเจาะเอียงเป็นรูปกรวย	ง. รูเจาะมีผิวเรียบและได้ขนาดที่เที่ยงตรง
จ. รูเจาะมีขนาดของรูหลายชั้น	

7. ในการเจาะชิ้นงานด้วยดอกสว่านขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12 มิลลิเมตร ด้วยความเร็วตัด 24 เมตรต่อนาที จะคำนวณหาความเร็วรอบได้เท่าไร
 - ก. 330.62 รอบต่อนาที
 - ข. 370.62 รอบต่อนาที
 - ค. 456.62 รอบต่อนาที
 - ง. 636.62 รอบต่อนาที
 - จ. 665.62 รอบต่อนาที
8. ในการเจาะรูด้วยดอกสว่านที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 มิลลิเมตร หากเลือกใช้ความเร็วรอบ 780 รอบต่อนาที จะคำนวณหาความเร็วตัดได้เท่าไร
 - ก. 18.5 เมตรต่อนาที
 - ข. 24.5 เมตรต่อนาที
 - ค. 27.6 เมตรต่อนาที
 - ง. 30.6 เมตรต่อนาที
 - จ. 32.6 เมตรต่อนาที
9. การปฏิบัติงานในข้อใด **ไม่มีความปลอดภัย** ในขณะที่ใช้เครื่องเจาะ
 - ก. เมื่อทำการเจาะรูใกล้ทะลุควรออกแรงกดแขนหมุนเจาะเพิ่มขึ้น
 - ข. สวมแว่นตานิรภัยเมื่อปฏิบัติงาน
 - ค. ไม่ทำความสะอาดเครื่องเจาะขณะที่หัวจับดอกสว่านหมุน
 - ง. ใช้แปรงปัดเศษโลหะ
 - จ. ผิดทุกข้อ
10. ข้อใดกล่าวถึงวิธีการบำรุงรักษาเครื่องเจาะที่ **ไม่ถูกต้อง**
 - ก. ตรวจสอบระบบไฟฟ้าของเครื่องให้อยู่ในสภาพที่พร้อมใช้งาน
 - ข. ตรวจสอบความตึงของสายพานส่งกำลังก่อนใช้งาน
 - ค. หล่อลื่นส่วนที่มีการเคลื่อนที่ของเครื่องเจาะในขณะปฏิบัติงาน
 - ง. แต่งกายให้รัดกุมขณะเข้าปฏิบัติงาน หากมียาวจะต้องรัดผมและห้ามผูกเน็คไทขณะใช้เครื่องเจาะ
 - จ. ทำความสะอาดเครื่องเจาะหลังเลิกใช้งาน

แบบประเมินด้วยตนเอง

ชื่อ.....นามสกุล.....ระดับชั้น.....ปีที่.....เลขที่.....

ด้านทักษะการเรียนรู้ (ทักษะพิสัย) จากการทำแบบประเมินผลการเรียนรู้ เกณฑ์ผ่าน 60 % ขึ้นไป

เฉลยแบบฝึกหัดก่อนและหลังเรียน

ข้อที่	เฉลย	ข้อที่	เฉลย
1	ง	6	ค
2	จ	7	ง
3	ข	8	ข
4	ก	9	ก
5	จ	10	ค

คะแนนแบบทดสอบก่อนเรียน ได้.....คะแนน คิดเป็น..... % ได้เกณฑ์.....

คะแนนแบบทดสอบหลังเรียน ได้.....คะแนน คิดเป็น..... % ได้เกณฑ์.....

ด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ (จิตพิสัย) เกณฑ์ผ่าน 15 คะแนน

ให้นักเรียนประเมินตนเอง โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

2 คะแนน หมายถึง ดีมาก

1 คะแนน หมายถึง ปานกลาง

0 คะแนน หมายถึง ต้องปรับปรุง

หัวข้อประเมิน	คะแนน	นร.	ครู
ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ เช่น ใช้ความคิดหลากหลายเพื่อแก้ปัญหา, คิดสิ่งใหม่ ๆ ที่เป็นประโยชน์	2		
ความมีวินัย เช่น แต่งกายถูกต้องตามระเบียบ-ข้อตกลง, ตรงต่อเวลา	2		
ความรับผิดชอบ เช่น มีการเตรียมความพร้อมในการเรียน และการปฏิบัติงาน	2		
ความซื่อสัตย์สุจริต เช่น ตั้งใจทำแบบทดสอบด้วยตนเอง ไม่ทุจริต	2		
ความรักสามัคคี เช่น ร่วมมือกันทำกิจกรรมกลุ่ม, ยอมรับความคิดเห็นด้วยเหตุผล	2		
ความสนใจใฝ่รู้ เช่น ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง, ซักถามปัญหาข้อสงสัย	2		
การพึ่งตนเอง เช่น แก้ปัญหาเฉพาะหน้าได้, ทำงานได้ภายใต้ข้อกำหนด	2		
มนุษยสัมพันธ์ที่ดี เช่น กิริยาท่าทาง พุดจาสุภาพ, ช่วยเหลือผู้อื่น	2		
ความเชื่อมั่นในตนเอง เช่น แสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล, เสนอตัวแข่งขันหรือทำงานท้าทาย	2		
การประหยัด เช่น ใช้ทรัพยากร ทั้งของตนเองและส่วนรวมอย่างคุ้มค่า	2		
รวม	20		

คะแนนด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ ได้.....คะแนน คิดเป็น..... %
ได้เกณฑ์.....