

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 เครื่องเจียระไนลับคมตัด.....	50
แบบทดสอบก่อนเรียนหน่วยที่ 3.....	51
3.1 ชนิดของเครื่องเจียระไนลับคมตัด	53
3.2 ส่วนประกอบและหน้าที่ของส่วนประกอบเครื่องเจียระไนลับคมตัด	54
3.3 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้กับเครื่องเจียระไนลับคมตัด.....	56
3.4 การใช้งานเครื่องเจียระไนลับคมตัด.....	57
3.5 การบำรุงรักษาเครื่องเจียระไนลับคมตัด.....	59
3.6 ความปลอดภัยในการใช้เครื่องเจียระไนลับคมตัด.....	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	แสดงลักษณะของเพชรสังเคราะห์แบบโพลีคริสตัลลีน (PCD).....15
1.13	แสดงเครื่องมือตัดที่ใช้วัสดุเพชรสังเคราะห์รูปแบบโพลีคริสตัลลีน (PCD) ยึดเป็นคมตัด.....16
1.14	แสดงลักษณะของเพชรสังเคราะห์แบบซิงเกิลคริสตัลลีน (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	แสดงลักษณะของการตัดด้วยมุมคาย 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	แสดงตำแหน่งของรัศมีงูมมีดในเครื่องมือตัดคมเดียว.....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	แสดงตำแหน่งมุมคายของดอกสว่าน.....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 แสดงลักษณะของมุมหลบหลักและมุมหลบรองของดอกเอนมิล.....	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 แสดงลักษณะการจับด้ามจับล้อแต่งหน้าหินเจียรในเพื่อแต่งหน้าล้อหินเจียรใน.....	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 แสดงลักษณะของชุดเฟืองทดในชุดหัวเครื่องกลึงยืนศูนย์.....	72
4.10 แสดงลักษณะของชุดแท่นเลื่อนเครื่องกลึงยืนศูนย์.....	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 แสดงลักษณะของชุดท้ายแท่นเครื่องกลึงยืนศูนย์.....	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 แสดงลักษณะของยืนศูนย์ตาย.....	78
4.25 แสดงลักษณะของยืนศูนย์เป็นหรือยืนศูนย์หมุน.....	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 แสดงลักษณะของล้อยิมพ์ลาย.....	83
4.40 แสดงลักษณะของรีมเมอร์แบบตายตัว.....	84
4.41 แสดงลักษณะของของรีมเมอร์แบบปรับได้.....	84
4.42 แสดงลักษณะของดอกตัดาปเกลียว.....	85
4.43 แสดงลักษณะของตาย.....	85

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.44 แสดงลักษณะของดอกต้อปากเกลียวร่องปิด.....	85
4.45 แสดงลักษณะของระยะอัตราป้อน.....	87
4.46 แสดงลักษณะความลึกการป้อนตัดในงานกลึง.....	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 แสดงลักษณะทิศทางการป้อนลึงเพื่อลึงเกลียว.....	120
4.122 แสดงลักษณะการกินเนื้องานจากทิศทางการป้อน.....	121
4.123 แสดงลักษณะของมิดลึงเกลียวสามเหลี่ยม 60 องศา.....	121
4.124 แสดงมุมของมิดลึงเกลียวสามเหลี่ยม 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 แสดงการลบมุมคายข้างมิดลึงเกลียว.....	128
4.139 แสดงการวัดตรวจสอบมุมคายข้าง.....	128
4.140 แสดงแนวในการแก้ไขมุมคายข้าง.....	129
4.141 แสดงการวัดตรวจสอบมุมคายหลังมิด.....	129
4.142 แสดงลักษณะการลึงคว้านรูใน.....	130
4.143 แสดงลักษณะการป้อนกินเนื้องานของมิดคว้านรูใน.....	130
4.144 แสดงลักษณะของมิดลึงคว้านรูใน.....	131
4.145 แสดงลักษณะของมิดลึงคว้านรูในที่ลับจากเหล็กกล้าความเร็วสูงขนาด 3/8x3/8 นิ้ว.....	131
4.146 แสดงลักษณะของมุมเอียงคมตัดมิดลึงคว้านรูในมีผลกับปาดานด้านใน.....	131
4.147 แสดงลักษณะของมุมหลบปลายมิดลึงคว้านรูใน.....	132
4.148 แสดงลักษณะของมิดที่ลับเพื่อลดพื้นที่ด้านล่างของมิดคว้านรูใน.....	132

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.149 แสดงมุมของมิดกึ่งเขาะร่อง.....	133
4.150 แสดงลักษณะเส้นร่างบนมิดกึ่งสำหรับเจียรไนร่อง.....	133
4.151 แสดงแนวการวางมิดลัร่องมิดกึ่ง.....	134
4.152 แสดงการลัร่องมิดกึ่งที่เป็นร่องแล้ว.....	134
4.153 แสดงลักษณะการร่างเส้นบนมิดกึ่งสำหรับลัมุมเอียงคมตัดด้านหน้า.....	134
4.154 แสดงลักษณะเส้นร่างบนมิดกึ่งสำหรับลัมุมเอียงคมตัดด้านหน้า.....	135
4.155 แสดงลักษณะการลัมุมเอียงคมตัดด้านหน้า.....	135
4.156 แสดงลักษณะการลัมุมหลบด้านหน้า.....	135
4.157 แสดงการวัดตรวจสอบมุมเอียงคมตัดด้านหน้า.....	136
4.158 แสดงการวัดตรวจสอบมุมหลบด้านหน้า.....	136
4.159 แสดงแนวในการแก้ไขมุมเอียงคมตัดด้านหน้า.....	137
4.160 แสดงแนวในการแก้ไขมุมหลบด้านหน้า.....	137
4.161 แสดงการลัมุมรวมปลายมิดกึ่งคว้านรูใน 75 องศา.....	138
4.162 แสดงการลัมุมหลบด้านข้าง.....	138
4.163 แสดงการวัดตรวจสอบมุมรวมปลายมิดกึ่งคว้านรูใน.....	138
4.164 แสดงการวัดตรวจสอบมุมหลบด้านข้าง.....	139
4.165 แสดงแนวในการแก้ไขมุมรวมปลายมิดกึ่งคว้านรูใน.....	139
4.166 แสดงแนวในการแก้ไขมุมหลบด้านข้าง.....	139
4.167 แสดงแนวในการลัมุมคายหลังมิด.....	140
4.168 แสดงการวัดตรวจสอบมุมคายหลังมิด.....	140
4.169 แสดงแนวในการลัมุมคายหลังมิด.....	141
4.170 แสดงลักษณะเส้นร่างเพื่อลัมุมหลบผิวงานด้านล่าง.....	141
4.171 แสดงลักษณะการลัมุมหลบผิวงานด้านล่าง.....	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 แสดงลักษณะของรีมเมอร์.....	198
5.15 แสดงลักษณะของดอกผายปากจู.....	198
5.16 แสดงลักษณะของดอกฝังหัวสกรู.....	198
5.17 แสดงลักษณะของดอกตีาปเกลียว.....	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 สาระสำคัญ 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 ชุดของข้อคำถามที่สร้างขึ้นเพื่อวัดความรู้ของผู้เรียนก่อนเรียนและหลังเรียนแต่ละหน่วยเรียน

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
ความตั้งใจและกตัญญูการเรียน

(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 5.2 ส่วนประกอบและหน้าที่การทำงาน ของเครื่องเจาะ 5.3 เครื่องมือตัดที่ใช้กับเครื่องเจาะ 5.4 ความเร็วรอบ ความเร็วตัด อัตราป้อน ในงานเจาะ 5.5 ความปลอดภัยในงานเจาะ 5.6 การบำรุงรักษาเครื่องเจาะ	3.00	-	3.00	59.30		
		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
- ปัจฉินิเทศ	1.00			-	1.00	72.00		
รวม			24.30	47.30	72.00			

หน่วยที่ 1

ชนิดและวัสดุเครื่องมือตัด

สาระสำคัญ

อุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนในปัจจุบัน มีความก้าวหน้าของเทคโนโลยีอย่างรวดเร็ว ในการผลิตชิ้นส่วนหรือชิ้นงานจำเป็นต้องคำนึงถึง คุณภาพชิ้นงานที่กำหนด เช่น ความละเอียดของผิวงาน ความเที่ยงตรงของขนาดงาน เป็นต้น ทั้งนี้จะต้องคำนึงถึง 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 (Cermet)
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. ความสามารถของวัสดุที่จะยังคงความแข็งแรงได้ที่อุณหภูมิสูง
 - ค. ความสามารถของวัสดุที่ทนต่อการสึกกร่อนขณะตัดเนื้อวัสดุ
 - ง. ความสามารถของวัสดุที่ทนต่อการขัดถูระหว่างเนื้อชิ้นงานกับขอบของเครื่องมือตัด
 - จ. ความสามารถของวัสดุที่ทนต่อการที่มีแรงมากกระทำกับวัสดุจนเกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งขนาดและรูปร่างไปอย่างถาวร
2. ข้อใดคือลักษณะของคุณสมบัติแบบ ความแข็งแรงเมื่ออุณหภูมิสูง (Hot hardness) ของวัสดุเครื่องมือตัด
 - ก. ความสามารถของวัสดุที่ไม่เกิดการแลกเปลี่ยนอะตอมระหว่างผิวสัมผัสของงานและวัสดุเครื่องมือตัดที่ทำให้สูญเสียความแข็งแรง (hardness)
 - ข. ความสามารถของวัสดุที่จะยังคงความแข็งแรงได้ที่อุณหภูมิสูง
 - ค. ความสามารถของวัสดุที่จะรับพลังงานโดยไม่เกิดการพังหรือแตกหัก
 - ง. ความสามารถของวัสดุที่จะถ่ายเทความร้อนออกจากเครื่องมือตัดอย่างรวดเร็ว
 - จ. ความสามารถของวัสดุที่ทนต่อการที่มีแรงมากกระทำกับวัสดุจนเกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งขนาดและรูปร่างไปอย่างถาวร
3. ข้อใดคือลักษณะของคุณสมบัติแบบ ความต้านทานการสึกหรอ (Wear resistance) ของวัสดุเครื่องมือตัด
 - ก. ความสามารถของวัสดุที่จะรับพลังงานโดยไม่เกิดการพังหรือแตกหัก
 - ข. ความสามารถของวัสดุที่จะยังคงความแข็งแรงได้ที่อุณหภูมิสูง
 - 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. วัสดุที่ใช้ทำเครื่องมือตัดชนิดใดที่มีคุณสมบัติด้านความแข็งแรง (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)

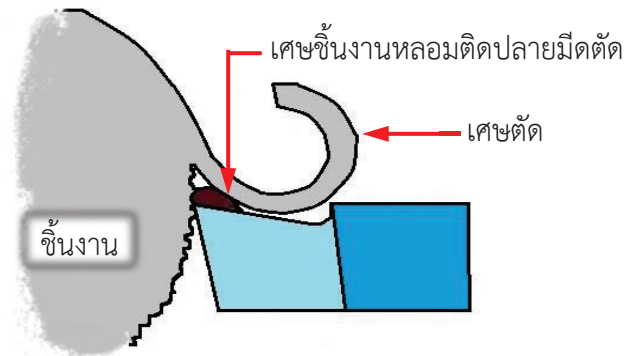
เป็นคุณสมบัติของวัสดุที่สามารถจะยังรักษาความแข็งแรงไว้ได้เมื่อวัสดุเครื่องมือตัดมีอุณหภูมิสูงในขณะที่ตัดเฉือน โดยวัสดุที่จะนำมาใช้ทำเป็นเครื่องมือตัด ควรรักษาคุณสมบัติที่เป็นลักษณะผสมระหว่าง ความแข็ง (hardness) และความแข็งแรง (strength) ของตัวเครื่องมือตัดได้ดี เพราะในขณะที่ทำการตัดเฉือนเนื้อวัสดุงานนั้น 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

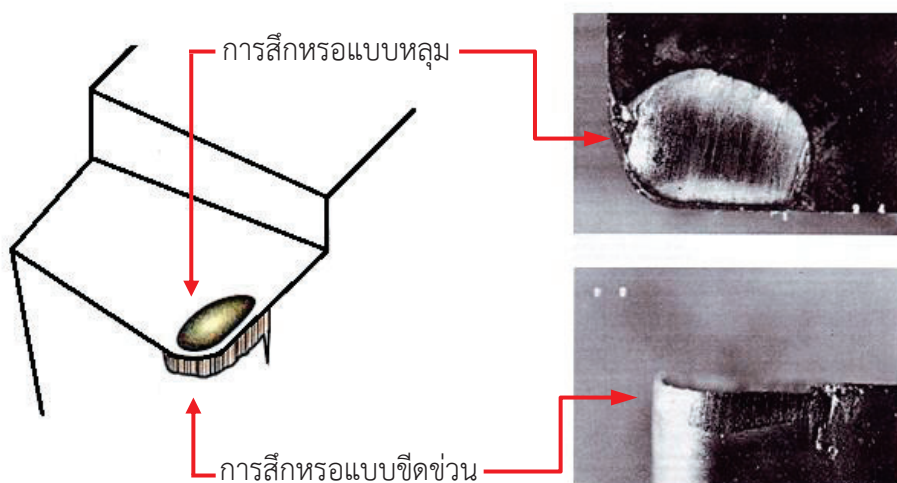
(ที่มา : <http://www.viboon.org/>, วันเข้าถึง 10 พฤษภาคม 2559)

(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

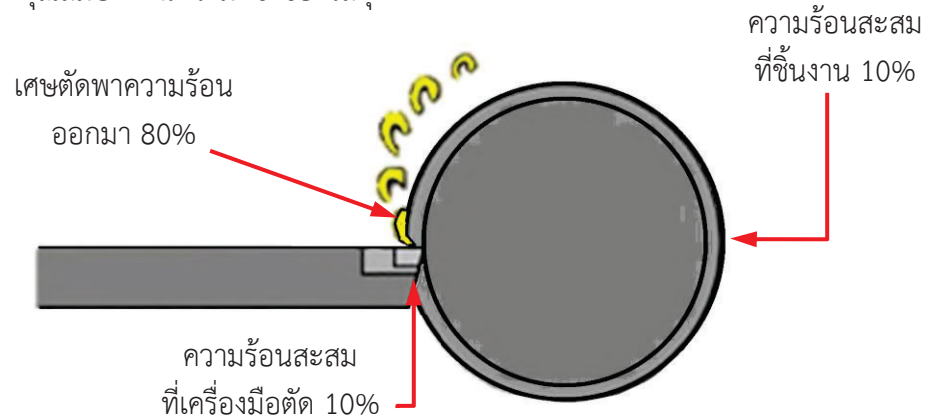
วัสดุ (Material)	ความแข็ง (Hardness)	ความสามารถในการรับแรง (Transverse Rupture Strength)	
		lb/in. ²	(MPa)
เหล็กกล้าคาร์บอน (Plain carbon steel)	60 HRC	750,000	(5200)
เหล็กกล้าความเร็วสูง (High-speed steel-HSS)	65 HRC	600,000	(4100)
โลหะผสมนิกเกิล-โคบอลต์ (Cast cobalt alloys)	65 HRC	325,000	(2250)
ซีเมนต์คาร์ไบด์ (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)

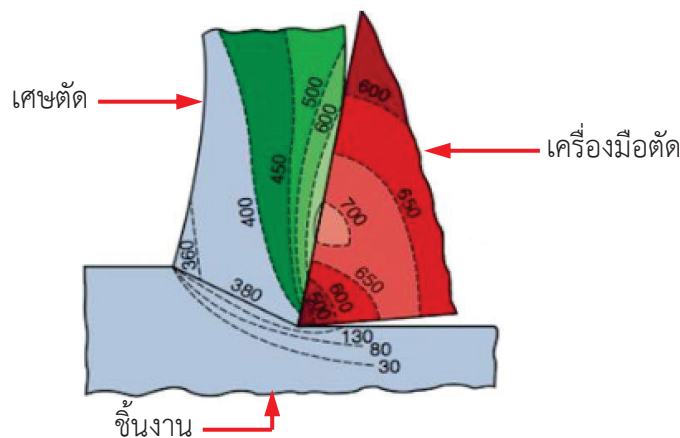
จากตาราง จะเห็นว่า เหล็กกล้าคาร์บอน มีค่าความแข็ง (Hardness) ที่ประมาณ 60 HRC ซึ่งมีความแข็งน้อยที่สุดในตาราง แต่มีค่าความสามารถในการรับแรงก่อนชิ้นงานเสียหายสูงที่สุด แสดงว่ามีค่าความเหนียว (toughness) ของวัสดุมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุเหล็กกล้าความเร็วสูง ที่มีค่าความแข็งสูงกว่าคือประมาณ 65 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

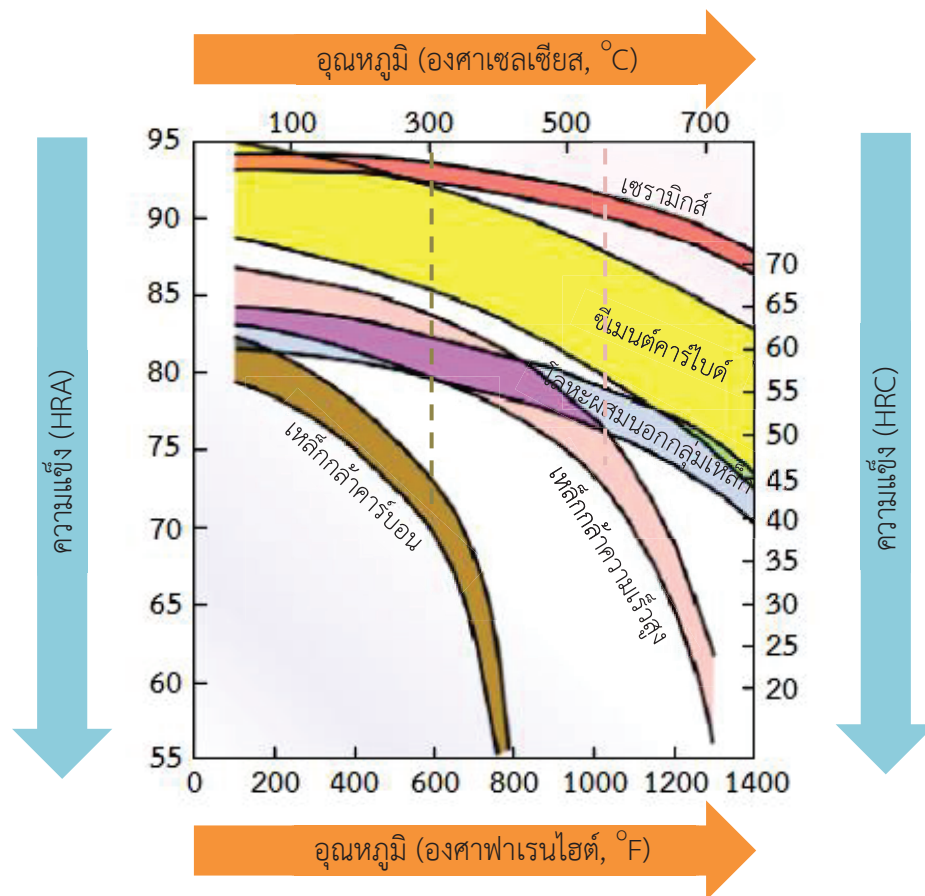


รูปที่ 1.3 แสดงปริมาณความร้อนสะสมจากการตัดเฉือน
(ที่มา : <http://www.ptsc.co.th/>, วันเข้าถึง 20 เมษายน 2559)



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 เที่ยงตรงสูง 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 สว่านลิ้งไม้ เป็นต้น



(ก) ตะไบ



(ข) สว่านลิ้งไม้

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 สามารถใช้ตัดหรือกัดชิ้นงานได้ทั้งโลหะและโลหะ รวมถึงพลาสติกและกราไฟต์ แต่ในปัจจุบันมิดดัดที่ทำจากโลหะผสมนอกกลุ่มเหล็กนี้มีนิยมน้อยกว่ามิดดัดที่ทำจากเหล็กกล้าความเร็วสูงและซีเมนต์คาร์ไบด์

1.2.4 ซีเมนต์คาร์ไบด์ (Cemented Carbide)

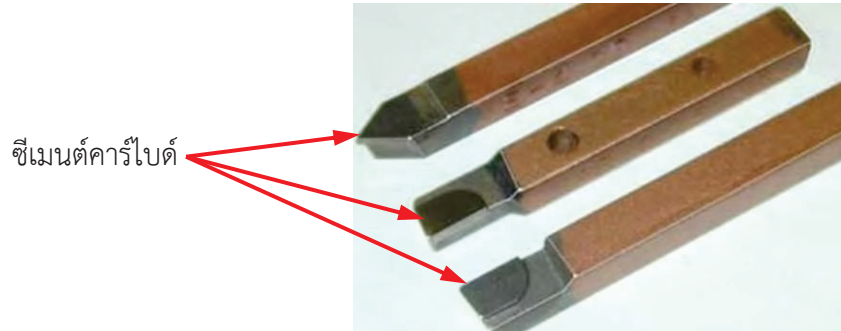
เป็นกลุ่มของวัสดุที่ทำจากทังสเตนคาร์ไบด์ (WC) โดยใช้เทคนิคการขึ้นรูปด้วยการใช้โลหะผง (powder metallurgy technique) โดยมีโคบอลต์ (Co) เป็นวัสดุประสาน ผ่านกรรมวิธีอัดขึ้นรูปเย็น (Cold compacting) ภายใต้ความดันสูงราว 30,000 psi ให้มีรูปร่างตามต้องการ แล้วนำเข้าสู่กระบวนการความร้อนกึ่งยัดเหนียวในเตา ซึ่งปกคลุมด้วยก๊าซไฮโดรเจนที่อุณหภูมิ 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) มีค่าโมดูลัสของอีลาสติคสูง (high modulus of elasticity)
- 7) มีค่าความเหนียว (toughness) ต่ำกว่าเหล็กกล้าความเร็วสูง

ซีเมนต์คาร์ไบด์ สามารถรักษามุมตัดที่ดีไว้ได้จนถึงอุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส และยังมีความแข็งแรงต้านทานแรงอัดจากการตัดเฉือนได้สูง แต่มีข้อเสียที่มีความเปราะสูงและต้านทานต่อกระแทกได้ต่ำ จึงต้องมีฐานรองรับอย่างมั่นคงแข็งแรงเพื่อป้องกันการแตกร้าว ทำการเจียรนัยลับคมได้เฉพาะกับล้อขัดซิลิกอนคาร์ไบด์ หรือเพชรเท่านั้น

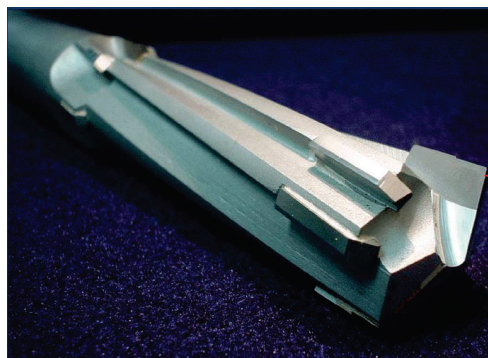
การเพิ่มคุณสมบัติได้ด้วยการเคลือบผิวซีเมนต์คาร์ไบด์ (Coated Carbides) ด้วยวัสดุที่ทนต่อการสึกหรอ เช่น ไททาเนียมคาร์ไบด์ (Titanium carbide) อลูมินัมออกไซด์ (Aluminum Oxide, Al_2O_3) หรือไททาเนียมไนไตรด์ (Titanium Nitride) เป็นต้น



(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 แต่ข้อด้อยที่เห็นได้ชัดคือ เปราะแตกง่าย 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) และไททาเนียมคาร์โบไนไตรด์ (TiCN) มีนิกเกิลและโมลิบดีนัมหรือโคบอลท์ 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 ทำให้เพชรเป็นหนึ่งในวัสดุที่ถูกพิจารณานำมาใช้ในงานตัดเฉือนวัสดุ 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) มีดัดชนิดที่ผลิตจากเพชรสังเคราะห์จึงเหมาะกับ วัสดุที่ไม่ใช่เหล็ก (Non Ferrous)

เครื่องมือตัดชนิดเพชรสังเคราะห์ แบ่งเป็น 2 ประเภท ใหญ่ๆ ดังนี้

1) เพชรสังเคราะห์รูปแบบโพลีคริสตัลไลน์ (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

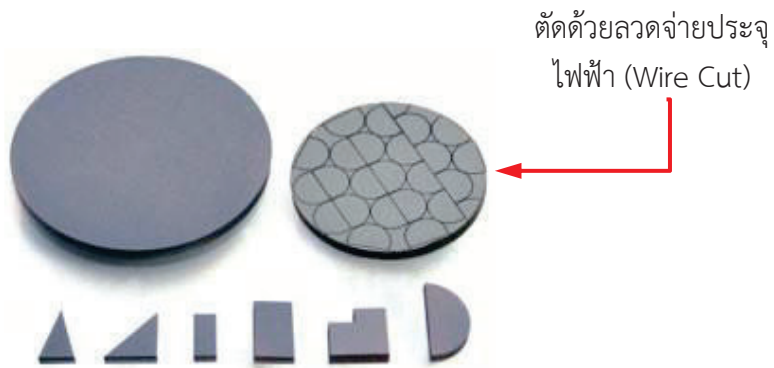


(ข) แท่งซีเมนต์คาร์ไบด์ที่มีผลึกเพชร
ประสานด้วยโคบอลต์เกิดเป็นแผ่นฟิล์มสีดำ

รูปที่ 1.12 แสดงลักษณะของเพชรสังเคราะห์แบบโพลีคริสตัลไลน์ (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



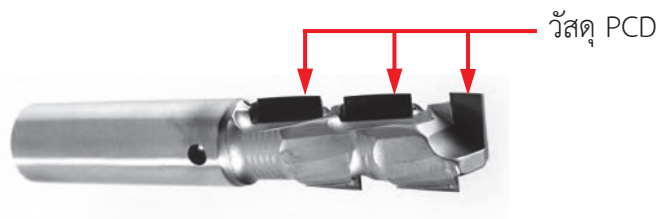
รูปที่ 1.12 แสดงลักษณะของแผ่น PCD ที่ตัดเป็นรูปร่างต่างๆ เพื่อใช้เป็นคมตัด
(ที่มา : <https://www.diytrade.com/>, วันเข้าถึง 13 พฤษภาคม 2559)



(ก) แสดงลักษณะของชิ้นส่วนแผ่น PCD นำมายึดกับเม็ดมิดแบบถอดเปลี่ยนได้
(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)

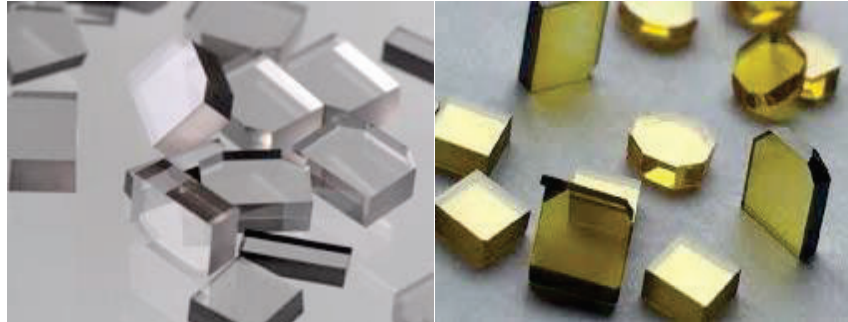


(ค) แสดงลักษณะของชิ้นส่วนแผ่น PCD นำมายึดกับดอกกัด
(ที่มา : <http://razikhah.com/>, วันเข้าถึง 13 พฤษภาคม 2559)

รูปที่ 1.13 แสดงเครื่องมือตัดที่ใช้วัสดุเพชรสังเคราะห์รูปแบบโพลีคริสตัลไลน์ (PCD) ยึดเป็นคมตัด

2) เพชรสังเคราะห์รูปแบบซิงเกิลคริสตัลไลน์ (Single Crystalline Diamond: SCD)

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



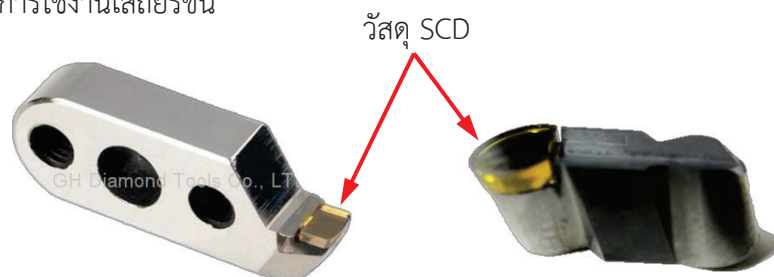
(ก) ผลึก SCD แบบใส

(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 อุตสาหกรรมก็เริ่มจะลดการพึ่งพาเหล็กลง 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 ซิบีเอ็น (CBN) เป็นวัสดุที่นำมาใช้แทนเพชรสังเคราะห์ ในการเทียบค่าความแข็งของวัสดุต่างๆ ในปัจจุบัน ยังถือว่าเพชร เป็นวัสดุที่แข็งที่สุด แต่โดยพื้นฐานแล้ว องค์ประกอบของเพชร ก็คือคาร์บอน (Carbon) เช่นเดียวกับก้อนถ่าน ไม้ดินสอ หรือกราไฟต์ แต่ความแตกต่างอยู่ที่การจัดเรียงตัวของโครงสร้างผลึก ซึ่งในโครงสร้างผลึกของเพชรจะมีอะตอมคาร์บอนอยู่ใกล้กันมากถึงระดับนาโนเมตร จึงมีความแข็งแรงของพันธะโคเวเลนต์ (covalent) ที่จับกันแน่นๆ มีผลให้เพชรมีความแข็งที่มากขึ้นกว่าคาร์บอนโครงสร้างอื่นๆ

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

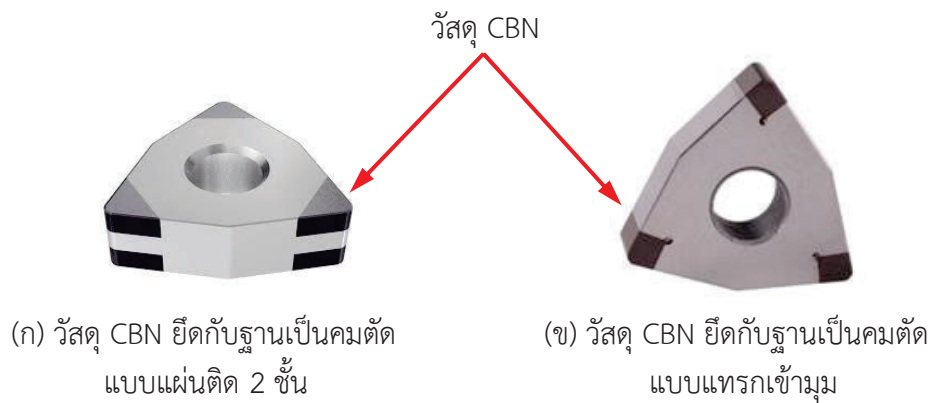
CBN มีคุณสมบัติด้านความแข็งน้อยกว่าเพชร แต่มีคุณสมบัติเด่นที่จะไม่เปลี่ยนแปลงง่ายเมื่อเจออุณหภูมิสูงๆ ซึ่งเพชรสามารถทนความร้อนได้ไม่เกิน 700 องศาเซลเซียส ในขณะที่ CBN สามารถคงค่าความแข็งได้แม้อุณหภูมิจะสูงถึง 1,000 องศาเซลเซียส CBN จึงเหมาะกับการตัดเฉือนวัสดุที่มีความแข็งสูงได้ดี นิยมนำมาใช้ในการตัดเฉือนวัสดุที่มีความแข็งมากๆ 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 มีคุณสมบัติทนต่อการสึกหรอและมีความเหนียวในการกัดวัสดุพวกเหล็กชุบแข็งและเหล็กหล่อด้วยวิธีการใช้เกรน 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> (การทดสอบการกรึงด้วยวัสดุ HSS)
- <https://www.youtube.com/watch?v=4UArW4YHSdw> (การกรึงงานแบบรับภาระงานมากๆ)
- <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)
- มี ความแข็ง (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.....

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

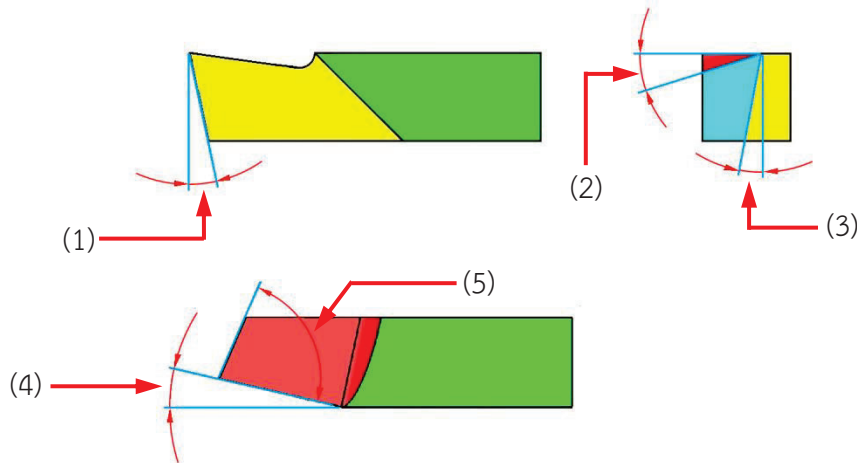
1. บอกชื่อมุมของเครื่องมือตัดคมเดียวได้
2. อธิบายลักษณะของมุมต่างๆ ของเครื่องมือตัดคมเดียวได้
3. บอกชื่อมุมของเครื่องมือตัดหลายคมตัดได้
4. อธิบายลักษณะของมุมต่างๆ ของเครื่องมือตัดหลายคมตัดได้

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

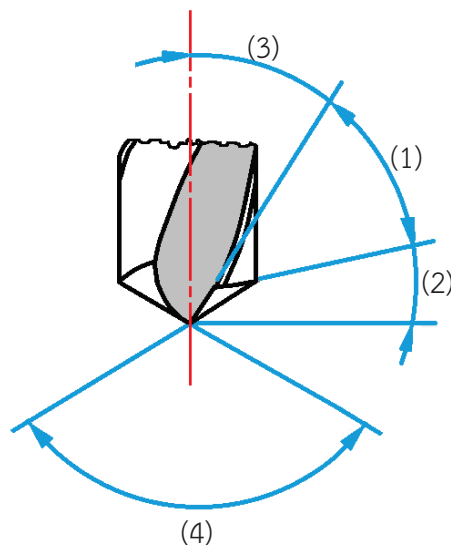
ข. มุมคายที่เป็นบวก

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. มุมคายเศษ

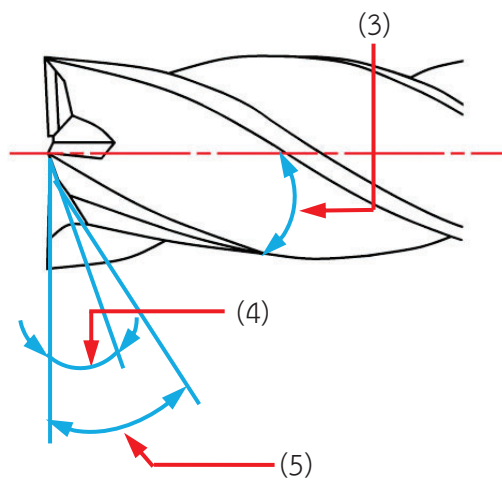
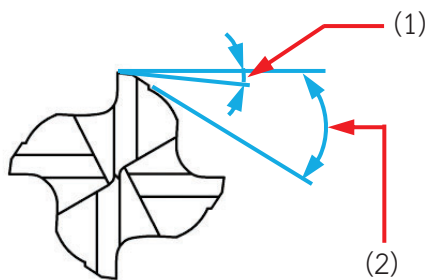
- ข. มุมคมตัด
- ง. มุมจิก

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. มุมเอียงพื้นเลื่อยหรือมุมเฮลิค
- จ. มุมหลบรองของคมตัดด้านข้าง

- ข. มุมหลบรองของคมตัดด้านหน้า
- ง. มุมหลบหลักของคมตัดด้านข้าง

14. มุมหมายเลข 2 คือมุมอะไร

- ก. มุมหลบหลักของคมตัดด้านหน้า
- ค. มุมเอียงพื้นเลื่อยหรือมุมเฮลิค
- จ. มุมหลบรองของคมตัดด้านข้าง

- ข. มุมหลบรองของคมตัดด้านหน้า
- ง. มุมหลบหลักของคมตัดด้านข้าง

15. มุมหมายเลข 3 คือมุมอะไร

- ก. มุมหลบหลักของคมตัดด้านหน้า
- ค. มุมเอียงพื้นเลื่อยหรือมุมเฮลิค
- จ. มุมหลบรองของคมตัดด้านข้าง

- ข. มุมหลบรองของคมตัดด้านหน้า
- ง. มุมหลบหลักของคมตัดด้านข้าง

16. มุมหมายเลข 4 คือมุมอะไร

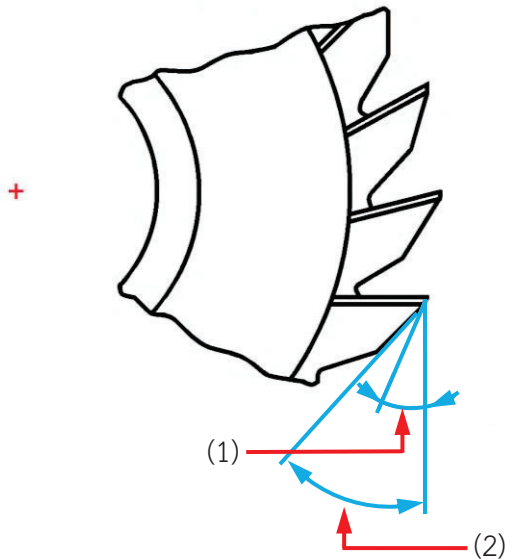
- ก. มุมหลบหลักของคมตัดด้านหน้า
- ค. มุมเอียงพื้นเลื่อยหรือมุมเฮลิค
- จ. มุมหลบรองของคมตัดด้านข้าง

- 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 ดอกตัดปาด ตามกระบวนการต่างๆ แต่การแบ่งประเภทเครื่องมือตัดสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ

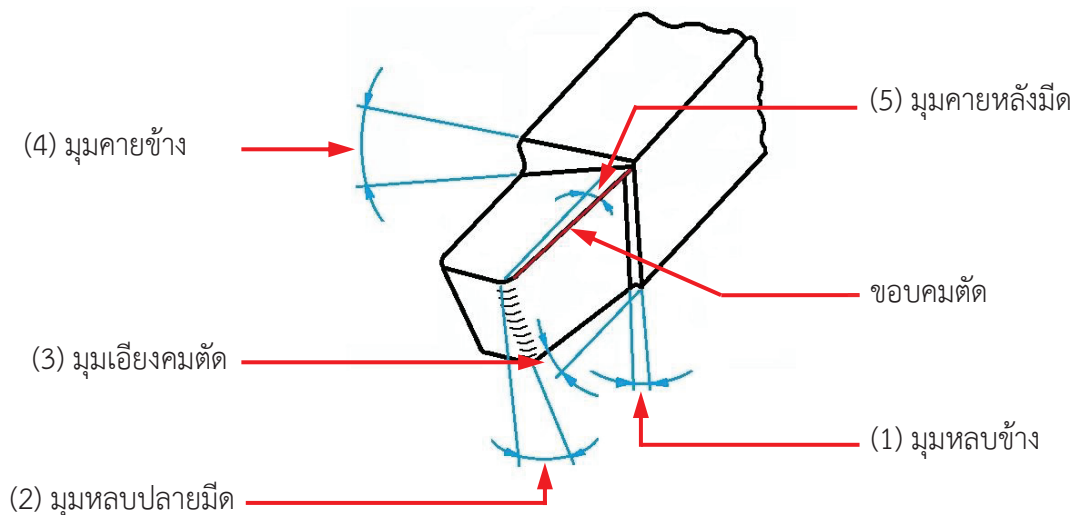
1. เครื่องมือตัดคมเดียว (Single-point Tools)
2. เครื่องมือตัดหลายคม (Multiple-cutting-edge Tools)

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

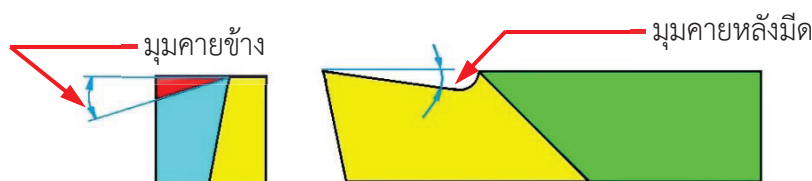
มุมของเครื่องมือตัดแต่ละมุมนั้นทำให้เกิดรูปทรงของเครื่องมือตัด ซึ่งถือได้ว่าเป็นมีความสำคัญมากในกระบวนการตัดวัสดุ ซึ่งส่งผลต่อกระบวนการตัดเฉือนและการเกิดเศษตัด (Chip Formation) ตามลักษณะที่ต้องการ เช่นต้องการให้เศษตัดที่ออกมาหักเป็นชิ้นๆ โดยเฉพาะมุมที่ประกอบเป็นคมตัด คือ มุมคาย (Rake Angle) และ มุมหลบ (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 สำหรับให้เศษกลึงไหลออกได้สะดวกยิ่งขึ้นในขณะที่มีดตัดเฉือนชิ้นงาน

(2) มุมคายหลังมีด (Back Rake Angle) เป็นมุมที่ลัดให้ลาดต่ำลงมาจากปลายตัดมีดกลึง จะให้เศษกลึงไหลออกได้ดีในทิศทางการกลึงตัดหรือการเจาะรูงาน

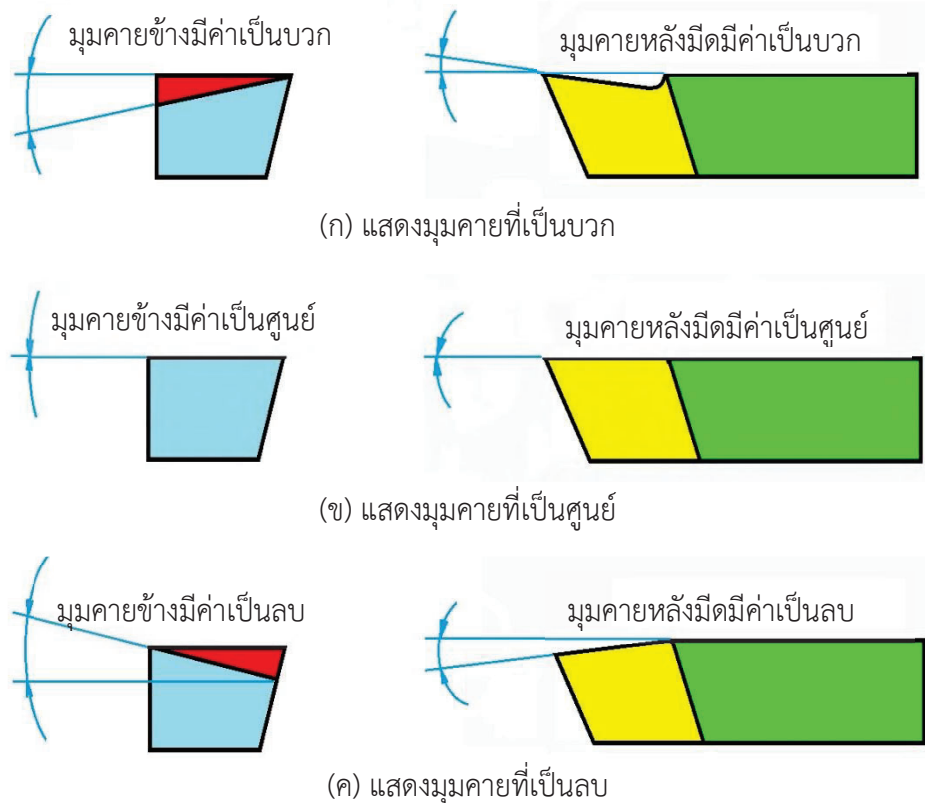


รูปที่ 2.2 แสดงตำแหน่งของมุมคายในเครื่องมือตัดคมตัดเดียว

(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

มุมคายสามารถแบ่งออกเป็น 3 รูปแบบคือ

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



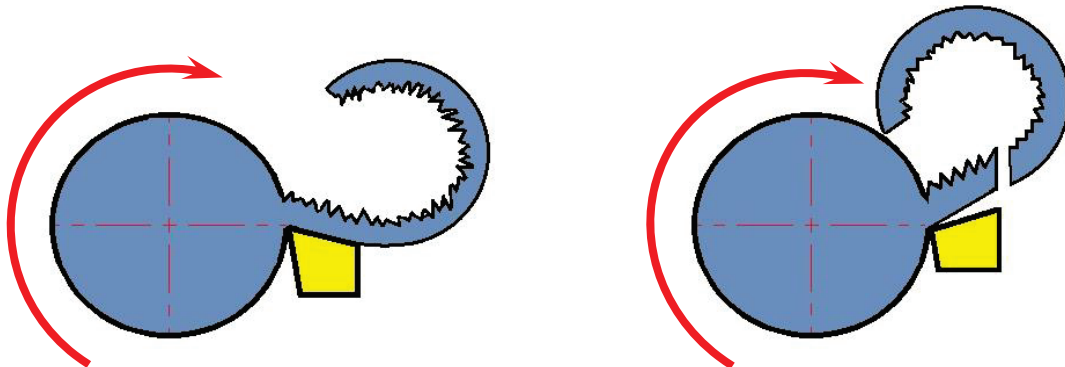
รูปที่ 2.3 แสดงรูปแบบของมุมคายในเครื่องมือตัดคมเดียว
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

(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 เพราะจะป้องกันไม่ให้มีดเลื่อนเข้ากินเนื้องาน โดยที่ยังไม่ได้ป้อน และใช้กับมีดกลึงเกลียวเพื่อป้องกันไม่ให้มุมของเกลียวที่กลึงได้ผิดไปจากมุมของมีดกลึง

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

เกิดขึ้นจากการตัดถูกอัดตัวและเกิดความร้อนในระหว่างการตัดที่มาก ซึ่งสามารถแพร่เข้าไปยังชิ้นงานและตัวมีดตัดเองทำให้เกิดการเชื่อมติดของเศษตัดในระหว่างการตัดได้



(ก) การตัดด้วยมุมคายเป็นบวก
มีลักษณะการตัดแบบเนียนเนื่องงาน

(ข) การตัดด้วยมุมคายเป็นลบ
มีลักษณะการตัดแบบขูดเนื่องงาน

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

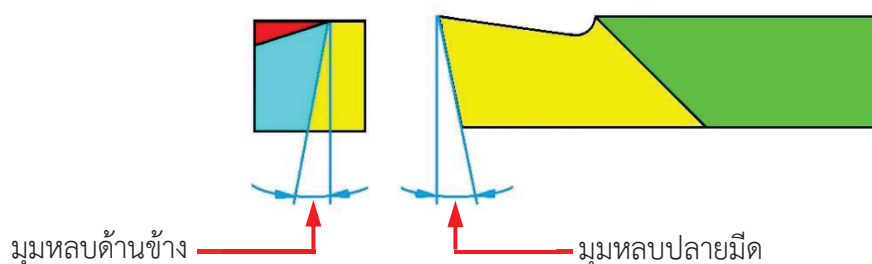
มุมคายมีปัจจัยสำคัญอยู่ 2 ประการสำหรับกระบวนการตัดโลหะ ประการแรกคือ มีผลต่อความแข็งแรงของเครื่องมือตัด มุมคายที่มีค่าเป็นลบจะสามารถรองรับแรงในการตัดได้มากกว่ามุมคายที่เป็นบวก แรงในการตัดและความร้อนที่เกิดขึ้นในระหว่างการตัดจะถูกรองรับด้วยขนาดของตัวมีดตัดที่เอียงลาดให้หนาและใหญ่ขึ้น ประการที่สองก็คือ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

2) มุมหลบ (Relief Angle หรือ Clearance Angle)

เป็นมุมที่สำคัญมากในมีดตัด โดยพื้นที่ผิวด้านข้างคมตัดจะลาดเอียงหลบแนวคมตัดโดยลดขนาดให้เล็กกว่าคมตัดในแนวป้อนตัด เพื่อไม่ให้เกิดการเสียดสีกับชิ้นงานขณะทำการตัดเฉือน มุมหลบมี 2 มุมซึ่งอยู่ในแนวที่ได้ฉากกัน คือ

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

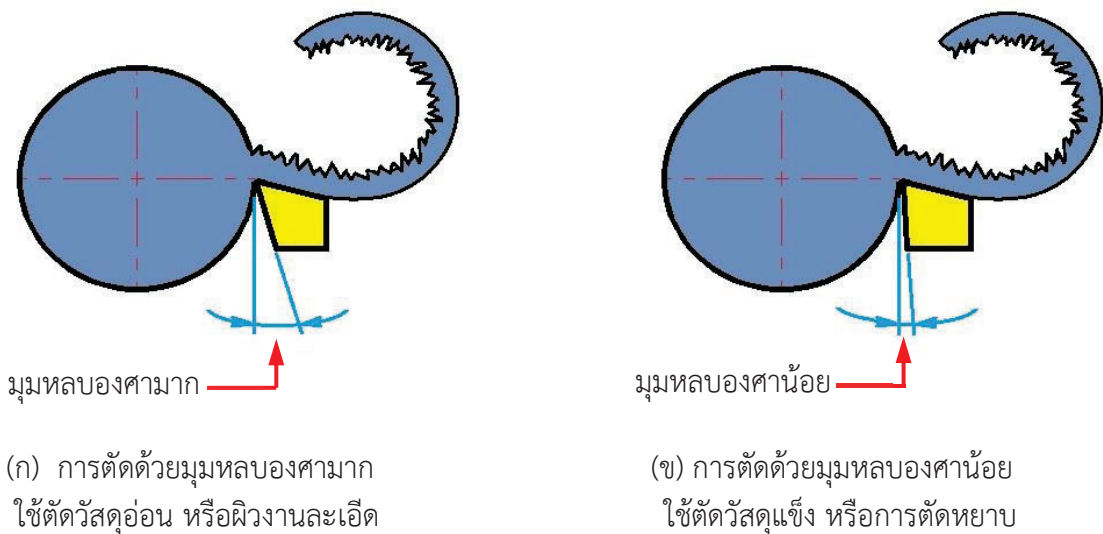
(2) มุมหลบปลายมีด (End Relief Angle) จะมีผิวลาดเอียงลดลง ในแนวด้านหน้าหรือปลายมีด มีจุดประสงค์เดียวกับมุมหลบข้าง คือ ไม่ต้องการให้ผิวเครื่องมือตัดที่ได้คมตัดของปลายมีดเสียดสีกับผิวชิ้นงาน



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

โดยมุมหลบทั้ง 2 รูปแบบนี้ ต้องมีขนาดมุมที่ใหญ่พอที่จะไม่ทำให้ผิวหน้างานใหม่สัมผัสกับเครื่องมือตัด เพื่อลดโอกาสในการแตกหักและเพิ่มอายุการใช้งานของเครื่องมือตัด มุมหลบควรมีขนาดองศาที่มากเท่าที่จะเป็นไปได้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการตัด แต่เมื่อใช้มุมหลบที่องศามากจนเกินไปจะทำให้ความแข็งแรงของคมตัดลดลง ทำให้มีโอกาสที่จะสึกหรอ แตกร้าหรือแตกหักได้ง่าย หรือหากใช้มุมหลบที่องศาน้อยเกินไปจะทำให้เครื่องมือตัดเกิดการขัดสีบนผิวชิ้นงานทำให้เกิดความร้อนสูงกับเครื่องมือตัดซึ่งจะไปลดอายุการใช้งานของเครื่องมือตัดลง

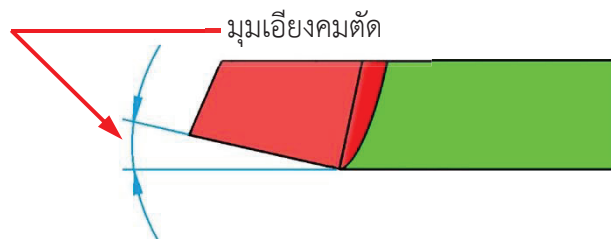
ดังนั้นจึงมีหลักในการใช้มุมหลบ คือ มุมหลบที่มีองศาหลายๆ มักใช้สำหรับการตัดวัสดุอ่อนทั่วไป และในกระบวนการตัดเพื่อให้ได้ผิวสุดท้าย หรือผิวงานละเอียด ส่วนการใช้มุมหลบที่มีค่าองศาน้อยๆ มักจะใช้ในกระบวนการตัดเฉือนวัสดุที่แข็งและมีความแข็งแรงมากๆ รวมไปถึงกระบวนการตัดที่มีอัตราการตัดเนื้อวัสดุสูงๆ หรือมีความไม่ต่อเนื่องของการตัดหลายๆ เช่น การกลึงหยาบ เนื่องจากมีดตัดมีความแข็งแรงกว่า



รูปที่ 2.6 แสดงลักษณะของการตัดด้วยมุมหลบ
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

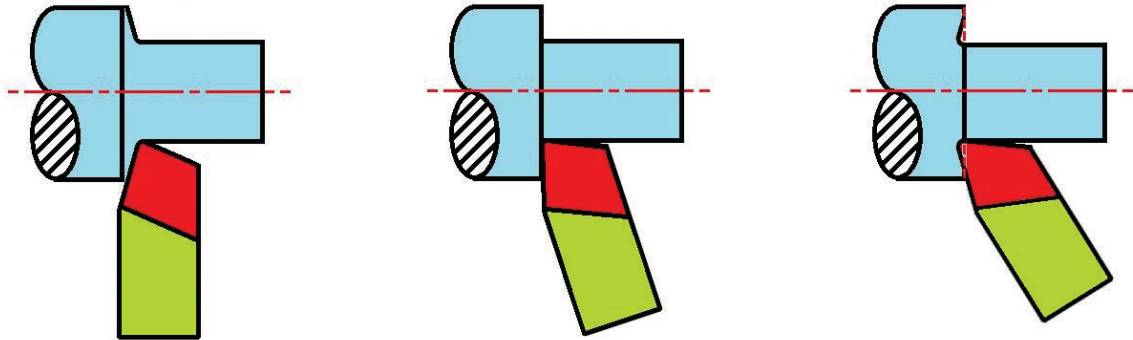
3) มุมเอียงคมตัด (Side Cutting Edge Angle)

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



รูปที่ 2.7 แสดงตำแหน่งของมุมเอียงคมตัดในเครื่องมือตัดคมเดียว
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

ในการกลึงตัดงานนั้นมุมเอียงคมตัดสามารถใช้ร่วมกับการตั้งองศาที่ชุดจับยึดเครื่องมือตัด (มุมนำ) ให้ทำมุมในองศาที่ต้องการขณะตัดกลึงตามกระบวนการตัดเพื่อความเหมาะสม ซึ่งมีทั้ง ค่าเป็นบวก ลบ และ ศูนย์ ซึ่งจะให้ผลของการตัดต่างกันไป



(ก) การตัดด้วยมุมบวก

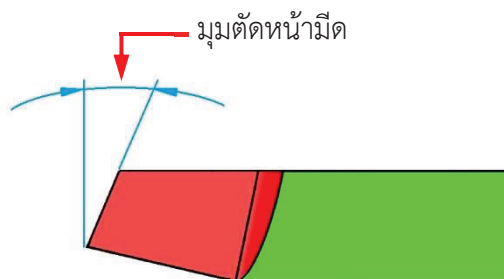
(ข) การตัดด้วยมุมศูนย์

(ค) การตัดด้วยมุมลบ

รูปที่ 2.8 แสดงลักษณะของการตัดด้วยมุมเอียงคมตัดร่วมกับมุมนำที่เอียงด้วยป้อมมีด
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

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

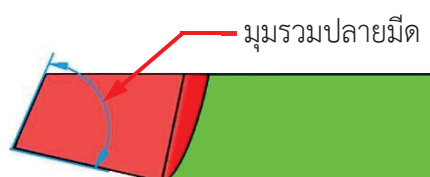
เป็นมุมที่ลับเพื่อไม่ให้ผิวด้านหน้าของคมตัดของมีดกลึงเสียดสีกับผิวงานในขณะกลึงงาน และใช้เป็นคมตัดเนื้องานในบางกรณี ในกรณีของมีดเจาะร่องหรือมีดตัด ส่วนนี้จะใช้เป็นคมตัด



รูปที่ 2.9 แสดงตำแหน่งของมุมตัดหน้ามีดในเครื่องมือตัดคมเดียว
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

5) มุมรวมปลายมีด (Nose Angle)

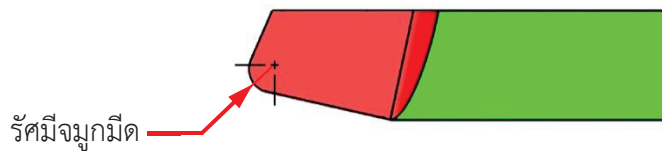
มุมรวมปลายมีด เป็นมุมที่เกิดจากการลับมุมคมตัดด้านข้าง (Side Cutting Edge Angle) และมุมคมตัดด้านหน้าของมีดกลึง (Front Cutting Edge Angle) มุมรวมปลายมีดที่มีค่ามุมมองมากมาย จะเหมาะกับการตัดที่รับภาระตัดหนักๆ แต่จะไม่เกิน 90 องศาในงานตัดทั่วไป



รูปที่ 2.10 แสดงตำแหน่งของมุมรวมปลายมีดในเครื่องมือตัดคมเดียว
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

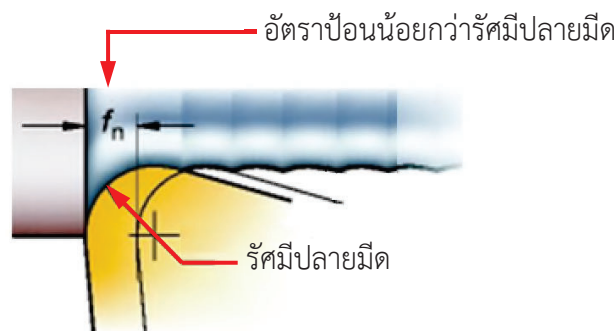
6) รัศมีจุมุกมิต (Nose Radius)

เกิดจากการลัปปลายมิตให้มนโค้ง ไม่เป็นมุมแหลม ช่วยเพิ่มความแข็งแรงให้ปลายคมตัด และสามารถกลิ้งชิ้นงานให้ได้ผิวที่เรียบมัน ขนาดรัศมีจุมุกมิตที่ใช้จะขึ้นอยู่กับกระบวนการตัดและสภาวะการตัดในแต่ละงาน จุมุกมิตที่มีรัศมีมากจะทำให้ปลายคมตัดมีความแข็งแรงและช่วยให้ความร้อนที่เกิดขึ้นในระหว่างการตัดสามารถถ่ายเทผ่านออกไปได้เร็วขึ้น



รูปที่ 2.11 แสดงตำแหน่งของรัศมีจุมุกมิตในเครื่องมือตัดคมเดียว
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

การใช้รัศมีจุมุกมิตช่วยให้สามารถใช้อัตราป้อนได้มากขึ้นโดยยังมีคุณภาพผิวที่ดี แต่ด้วยขนาดของรัศมีที่มากขึ้น ทำให้พื้นที่ผิวสัมผัสของปลายมิตตัดและผิวชิ้นงานมากขึ้นไปด้วยจึงเพิ่มโอกาสที่จะเกิดการสะท้อน (Chatter) ที่คมตัดได้ง่าย นอกจากนี้แรงที่ใช้ในการตัดก็สูงขึ้นด้วย ซึ่งหากลดอัตราป้อนลง จะช่วยให้ได้ผลดีกับผิวงานมากขึ้น ทั้งลดการสะท้อนและให้คุณภาพผิวที่ดีกว่า โดยอัตราป้อนที่ใช้เพื่อให้ได้คุณภาพผิวงานที่ดีไม่ควรเกินขนาดของรัศมีจุมุกมิตเพื่อให้ได้ผิวชิ้นงานที่เรียบ



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

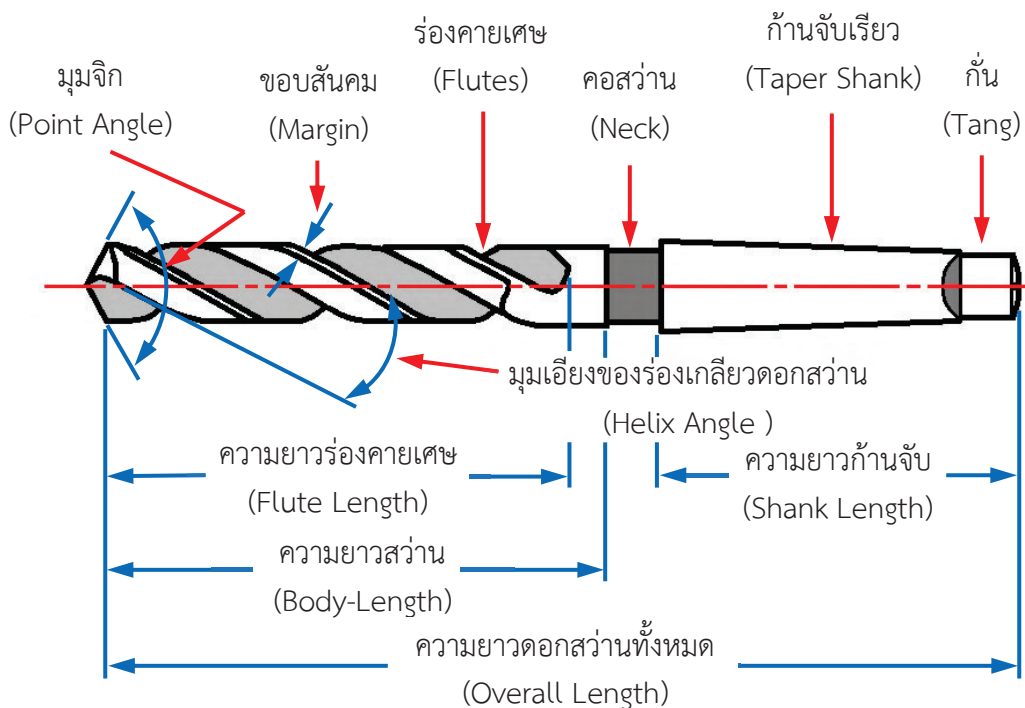


(ข) ดอกสว่านแบบก้านเรียว

รูปที่ 2.13 แสดงลักษณะของดอกสว่าน

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

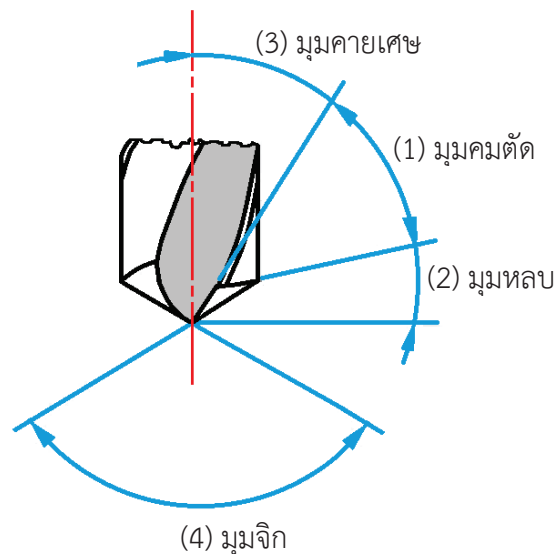
ดอกสว่านทั้ง 2 แบบ จะมีลักษณะของมุมที่เป็นคมตัดเหมือนกัน ซึ่งจะมีโครงสร้างในส่วนต่างๆ สำหรับดอกสว่านทั่วไป ดังรูปที่ 2-14



รูปที่ 2.14 แสดงลักษณะโครงสร้างของดอกสว่าน

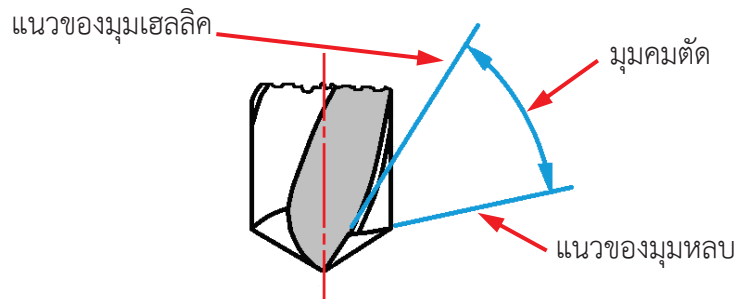
(ที่มา : สุรชัย บุญโสภณ, 2559)

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



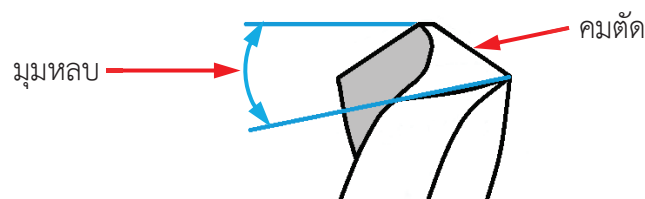
รูปที่ 2.15 มุมคมตัดที่สำคัญของดอกสว่าน
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

1) **มุมคมตัด (Cutting angle)** จะมีลักษณะเหมือนกับลิ้ม ทำหน้าที่ตัดเฉือนเนื้อโลหะ ขนาดของมุม ถูกกำหนดโดย มุมเฮลลิก ที่ร่องเลื่อย และมุมหลบที่ลับขึ้นมา ขนาดของมุมคมตัดที่จะลับให้เกิดขึ้นนั้น ขึ้นอยู่กับวัสดุที่จะต้องตัดเฉือน โดยหลักแล้ว ถ้าต้องการตัดวัสดุงานแข็ง จะให้ขนาดของมุมโตขึ้น โดยลดแนวมุมหลบลง



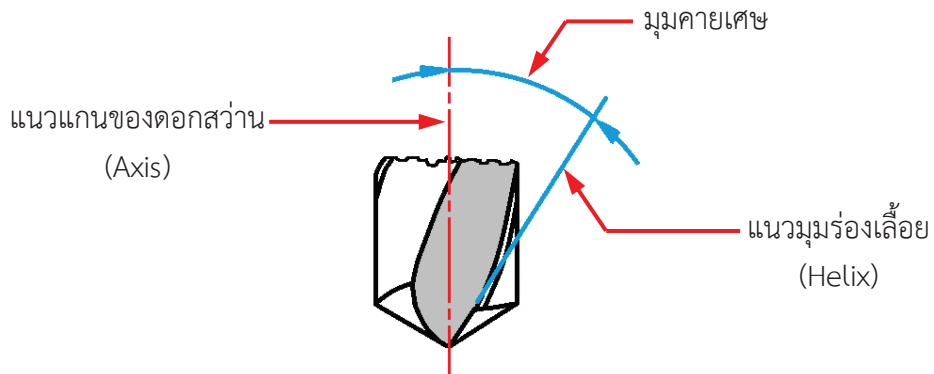
รูปที่ 2.16 แสดงตำแหน่งมุมคมตัดของดอกสว่าน
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

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



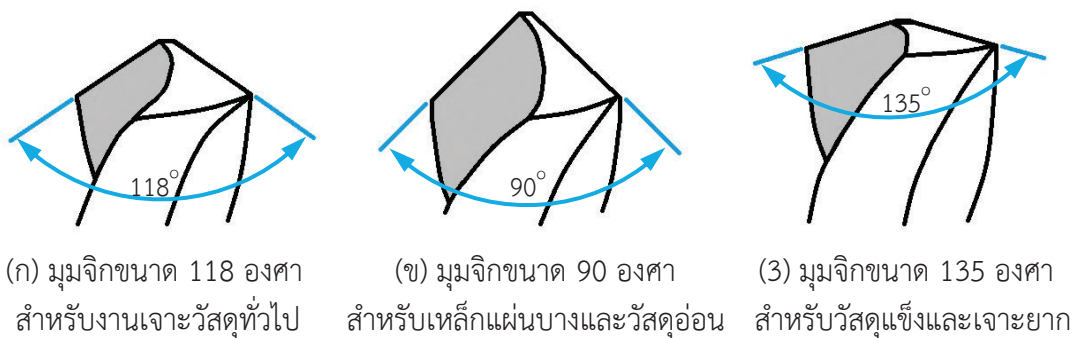
รูปที่ 2.17 แสดงตำแหน่งมุมหลบของดอกสว่าน
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

3) มุมคายเคซ (Rake angle) จะอยู่ที่มุมของร่องเลื่อย (Helix) ที่ทำมุมกับแนวแกนของดอกสว่าน (Axis) ทำหน้าที่ให้เศษตัดเคลื่อนเคลื่อนที่ออกจากผิวงานที่ถูกตัด 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 สแตนเลส



รูปที่ 2.19 แสดงค่ามุมจิกของดอกสว่าน
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

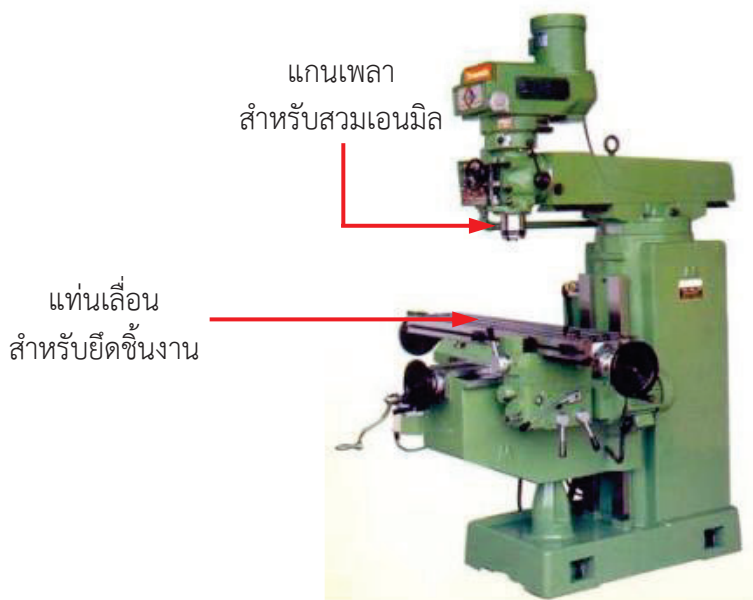
2.2.2 ดอกเอ็นมิล (End mill)

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



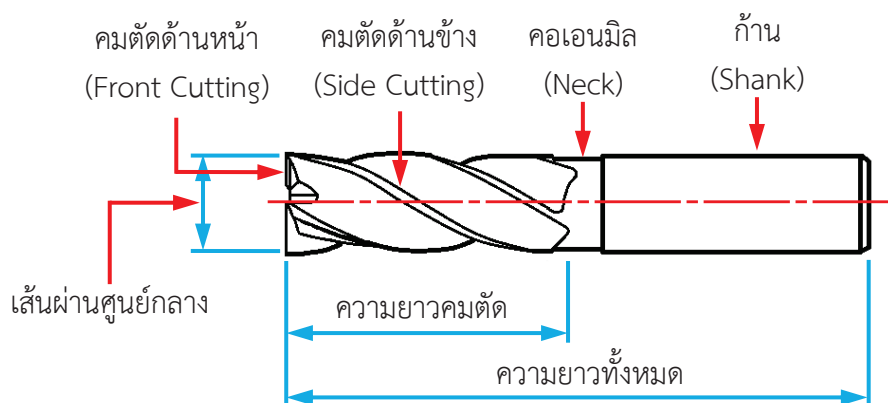
รูปที่ 2.20 แสดงลักษณะของดอกเอ็นมิล

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



รูปที่ 2.21 แสดงลักษณะของเครื่องกัดแนวตั้ง

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

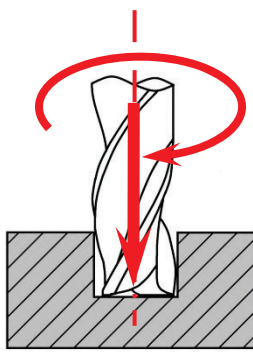


รูปที่ 2.22 แสดงโครงสร้างของดอกเอ็นมิล

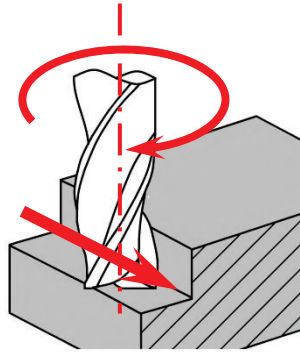
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

ดอกเอนมิลมีคมตัดสำหรับการตัดเฉือนได้ 2 แนว คือ

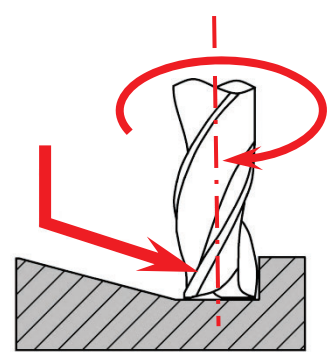
- 1) คมตัดด้านหน้า เป็นการกัดด้านบนของชิ้นงานลงด้านล่างในแนวตั้งด้วยฟันที่อยู่ปลายดอกเอนมิล
- 2) คมตัดด้านข้าง เป็นการกัดด้านข้างของชิ้นงานขนานไปในแนวนอน ด้วยฟันเลื่อยรอบแกนหมุนของดอกเอนมิล



(ก) การกัดแนวตั้ง
ด้วยคมตัดด้านหน้า



(ข) การกัดแนวนอน
ด้วยคมตัดด้านข้าง

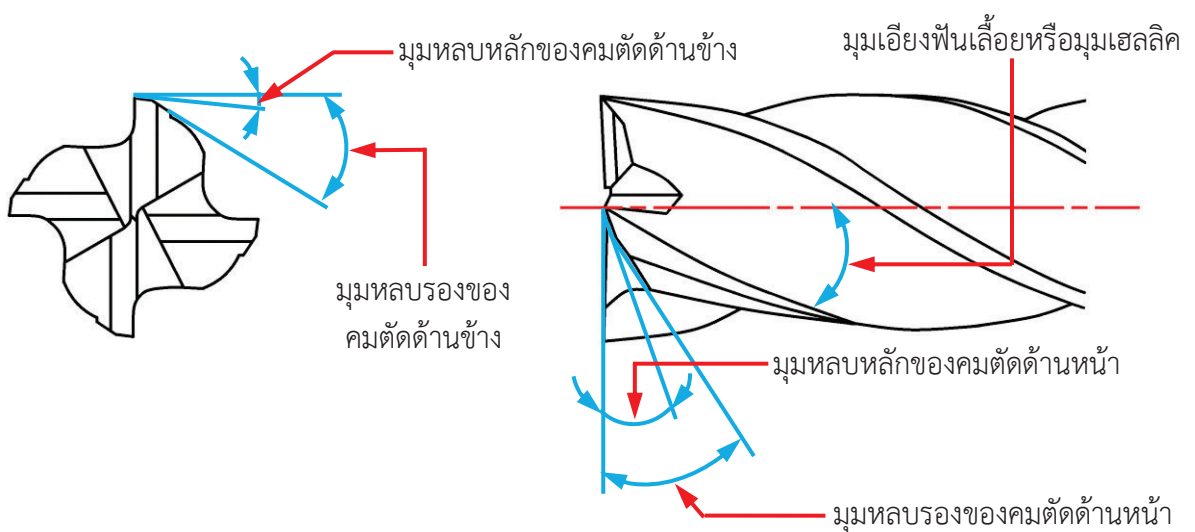


(ค) การกัดแนวทะแยง
ด้วยคมตัดด้านหน้าและด้านข้าง

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

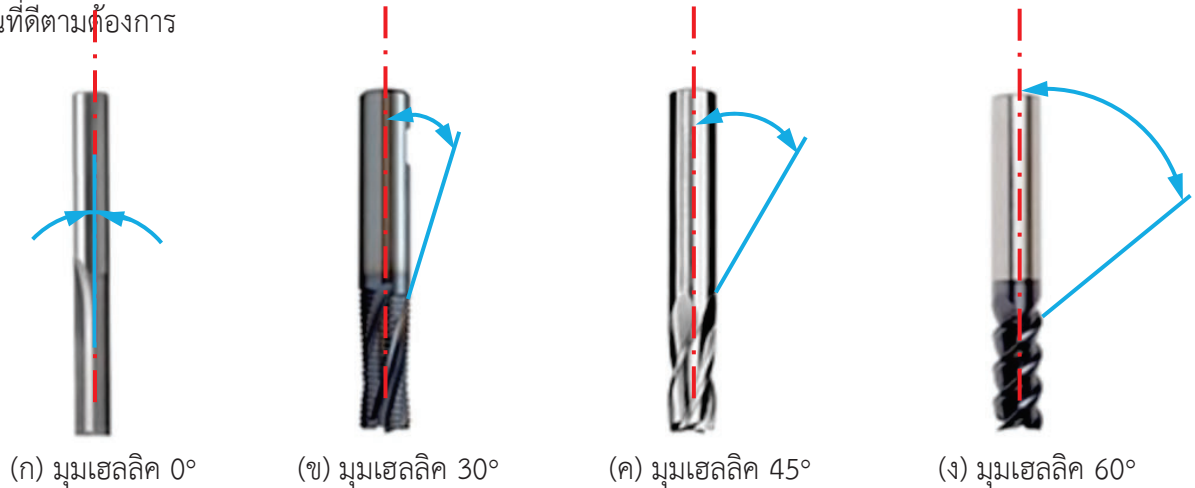
มุมของดอกเอนมิล ที่ใช้ในงานกัดทั่วไป สามารถอ้างอิงหน้าที่การทำงานของแต่ละมุมได้จากดอกสว่าน เช่น มุมฟันเลื่อยหรือมุมเฮลลิค มุมคมตัดหรือมุมลิ้ม มุมคาย และมุมหลบ แต่เพื่อเพิ่มความแข็งแรงของคมตัดของดอกเอนมิลจึงมีมุมหลบอยู่ 2 ระดับ ที่เอียงจากขอบคมตัด คือ

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



รูปที่ 2.24 แสดงลักษณะของมุมหลบหลักและมุมหลบรองของดอกเอนมิล
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

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



รูปที่ 2.25 แสดงลักษณะของมุมเฮลิคของเอ็นมิลขนาดต่างๆ

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

มุมเฮลิค 0 องศา คมตัดจะเป็นแบบตั้งตรงไม่พันรอบแนวแกน เมื่อดอกเอ็นมิลเคลื่อนที่เข้าตัดเฉือนชิ้นงาน จะเกิดการกระแทกตรงๆ เต็มหน้าของคมตัดด้านข้าง จึงต้องใช้แรงในการตัดมากเพราะเกิดแรงต้านขึ้นทันทีทันใดและเป็นช่วงๆ ไม่ต่อเนื่อง คมตัดจะสึกหรอหรือหักง่าย จึงเหมาะกับงานตัดเฉือนโลหะแผ่นบาง

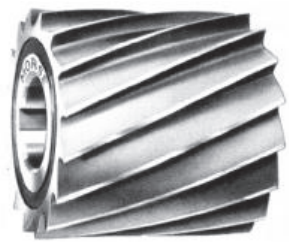
มุมเฮลิค 30 องศา เป็นมุมมาตรฐานที่นิยมใช้มากที่สุด เหมาะกับงานทั่วไป ที่ใช้แรงในการตัดเฉือนไม่หนักมากนัก หรือกัดหยาบโดยเลือกใช้ฟันกัดหยาบที่เป็นลูกคลื่น

มุมเฮลิค 45 องศา ใช้กับงานวัสดุงานแข็งๆ เช่น สแตนเลส

มุมเฮลิค 60 องศา เหมาะกับงานที่ต้องการเก็บผิวละเอียด หรือกัดงานที่เป็นผนังบางๆ และสูง ชิ้นงานมีความแข็งสูงมากๆ เพราะมุมเฮลิคที่มาก จะเกิดความร้อนน้อยลง การคายเศษดีขึ้น และลดการสะสมของคมตัดในการตัดเฉือน

2.2.3 มีดกัด (Cutter)

มีดกัด (Cutter) เป็นเครื่องมือตัดหลายคมที่ใช้กับเครื่องกัดแนวนอน มีหลากหลายรูปแบบสำหรับใช้งาน แต่ก็มีมุมสำคัญในการพิจารณาค้นคว้ากับ ดอกเอนมิล (End mill) โดยลักษณะของมีดกัดจะเป็นทรงกระบอกที่ถูกเจาะเป็นรูตามแนวแกนและมีฟันกัดอยู่ด้านข้างรอบทรงกระบอก มีทั้งแบบมีมุมเอียงฟันเลื่อย คือ มีมุมเฮลิค และแบบฟันตรงที่ไม่มีมุมเอียงฟันเลื่อย หรือมุมเฮลิคเป็น 0 องศา



(ก) มีดกัดหน้ากว้างมีมุมเอียงฟันเลื่อย



(ข) มีดกัดแบบบางฟันตรงไม่มีมุมเอียง

รูปที่ 2.26 แสดงลักษณะของมีดกัด (Cutter)

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



รูปที่ 2.27 แสดงลักษณะของเครื่องกัดแนวนอน

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



รูปที่ 2.28 แสดงลักษณะการกัดงานของมีดกัด

(ที่มา : สุรชัย บุญโสภณ, 2559)

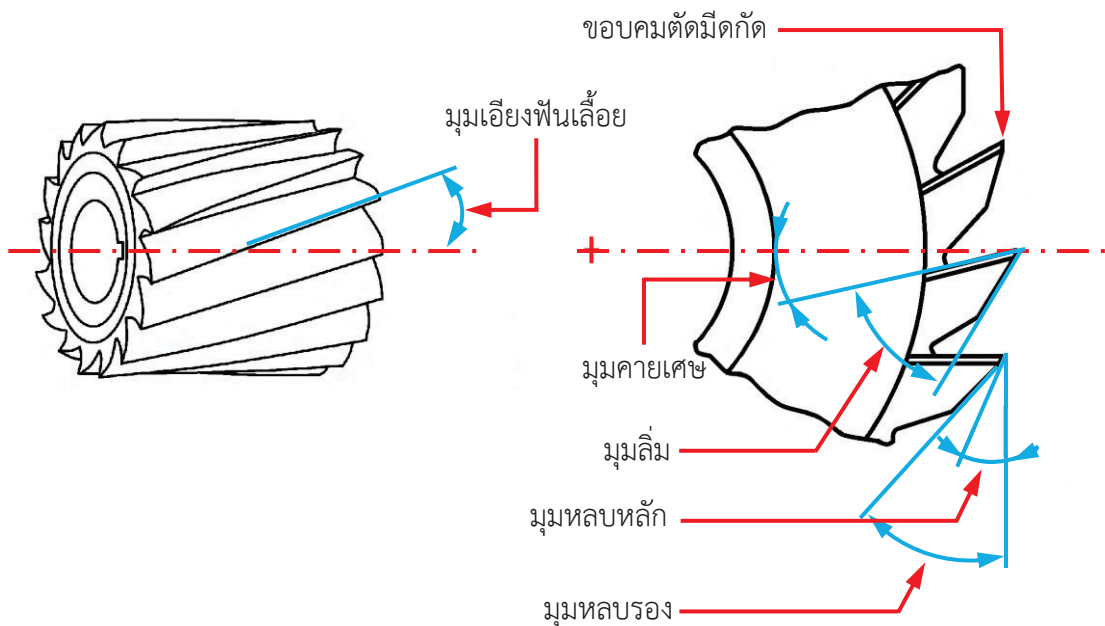
มุมของมีดกัด ที่ใช้ในงานกัดทั่วไป สามารถอ้างอิงหน้าที่การทำงานของแต่ละมุมสำคัญได้จากเครื่องมือตัดคมเดียว ได้เช่นกัน คือ

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=PLFUut6hJcmeomZX1hTMjyYLB08-4hPK8z> (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)

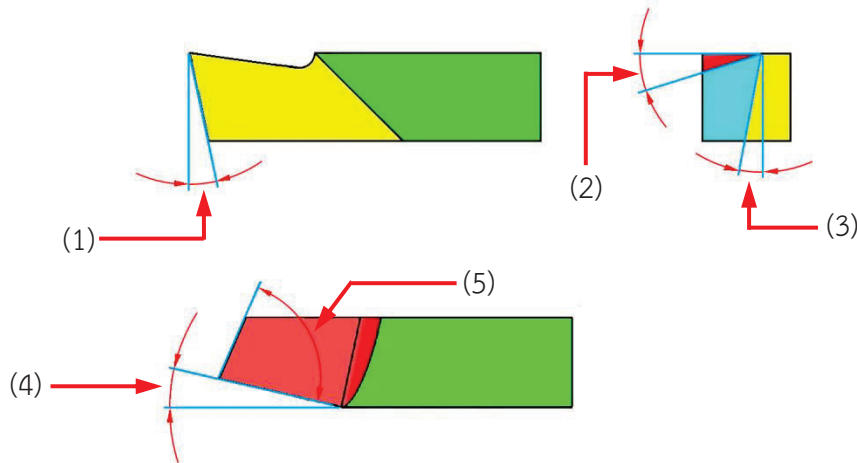
- ครูสอบถามให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นว่านักเรียนเคยใช้หรือพบเห็นวัสดุเครื่องมือตัดแบบมีดกลึง ดอกสว่านหรือเอ็นมิล ที่มีมุมคมตัดแบบใดมาบ้าง

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 | |

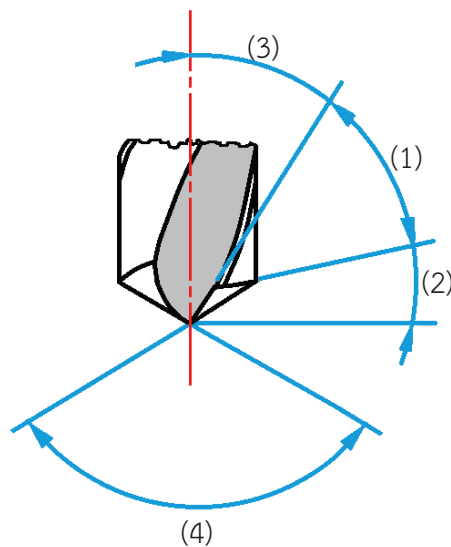
7. ข้อใด **กล่าวผิด** เกี่ยวกับมุมหลบ (Relief Angle)

- 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

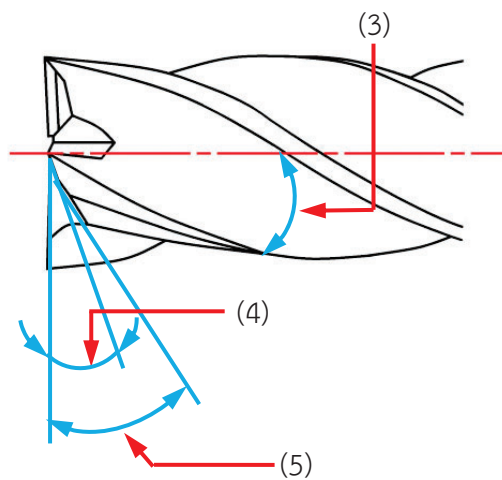
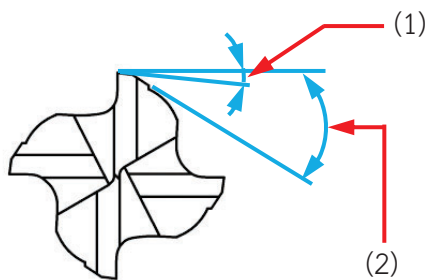
- ข. มุมคมตัด
- ง. มุมจิก

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

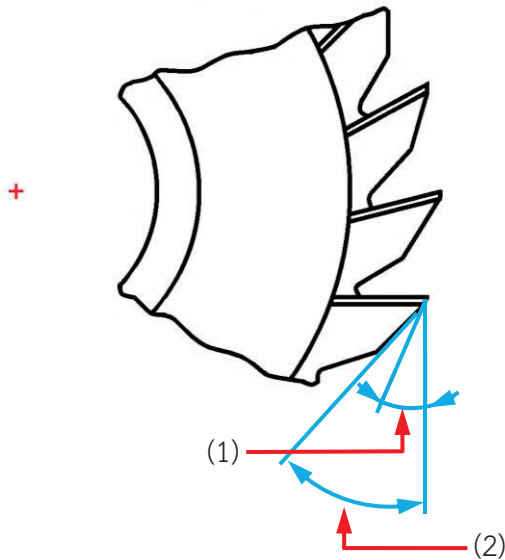
- ก. มุมหลบหลักของคมตัดด้านหน้า
- ค. มุมเอียงฟันเลื่อยหรือมุมเฮลิค
- จ. มุมหลบรองของคมตัดด้านข้าง

- 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.....

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) แสดงมุมที่ไบศรีงวงกลมกี่องศา

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

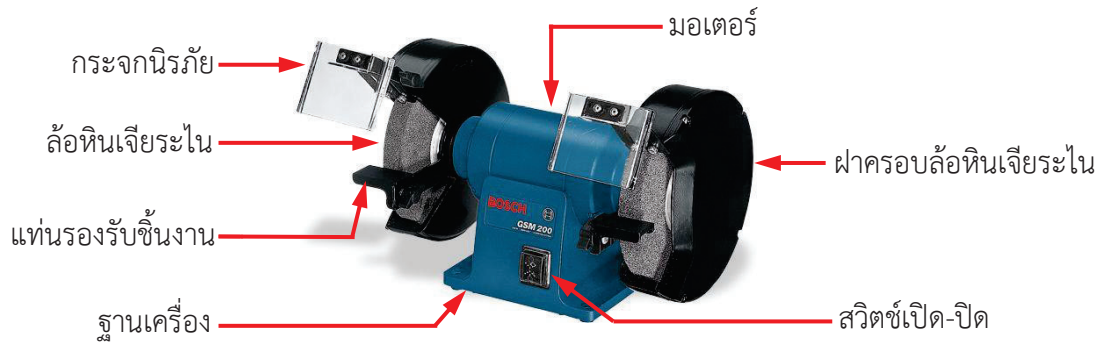


รูปที่ 3.2 แสดงลักษณะของเครื่องเจียรไนลับคมตัดแบบตั้งโต๊ะ

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

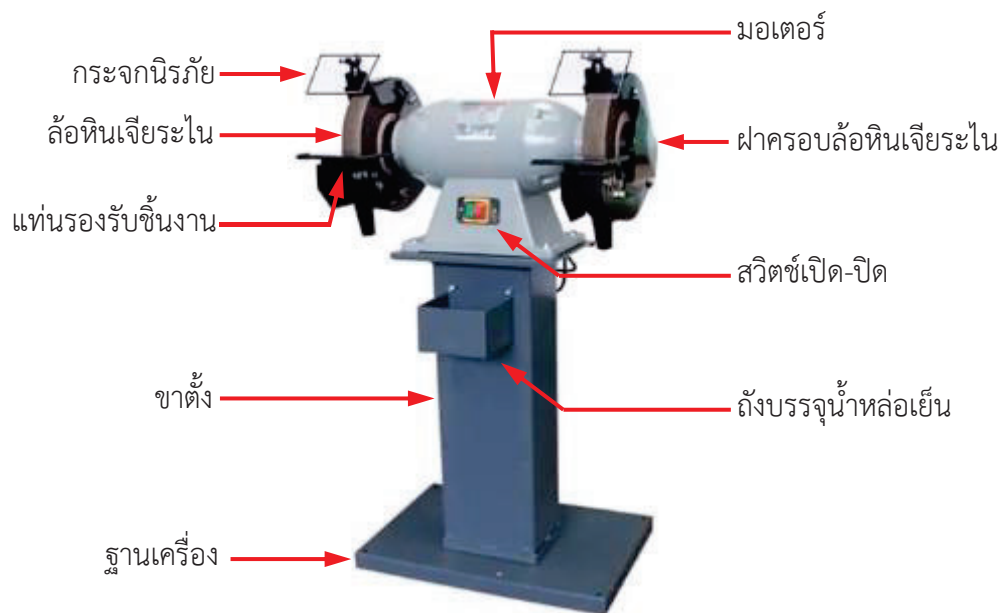
3.2 ส่วนประกอบและหน้าที่ของส่วนประกอบเครื่องเจียรในลับคมตัด

ส่วนประกอบของเครื่องเจียรในแบบตั้งโต๊ะและเครื่องเจียรในแบบตั้งพื้นนั้น มีส่วนประกอบที่สำคัญและหน้าที่ในการทำงานไม่แตกต่างกัน ซึ่งมีส่วนประกอบที่สำคัญแต่ละส่วนดังนี้



รูปที่ 3.3 แสดงส่วนประกอบของเครื่องเจียรในลับคมตัดแบบตั้งโต๊ะ

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



รูปที่ 3.4 แสดงลักษณะของเครื่องเจียรในลับคมตัดแบบตั้งโต๊ะ

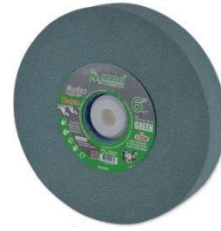
(ที่มา : <https://sites.google.com/>, วันเข้าถึง 11 มีนาคม 2559)

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)



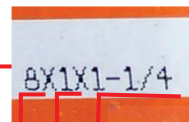
(ข) ล้อหินเจียรไนชนิดซิลิคอนคาร์ไบด์ (GC)

รูปที่ 3.5 แสดงลักษณะของล้อหินเจียรไน

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

การเลือกล้อหินเจียรไนลับคมตัดยังจำเป็นต้องคำนึงถึงขนาดของล้อหินเจียรไนจะนำมาติดตั้งกับเครื่องเจียรไนด้วยว่าหินเจียรไนที่นำมาใช้นั้น มีขนาดเหมาะสมกับเครื่องเจียรไนที่ใช้งานหรือไม่ โดยสามารถดูได้จากป้ายที่ติดอยู่กับล้อหินเจียรไน ได้แก่

- 1) ขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางนอกของล้อหินเจียรไน
- 2) ความหนาของล้อหินเจียรไน
- 3) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางรูในของล้อหินเจียรไน



ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางรูใน
= 1- 1/4 นิ้ว

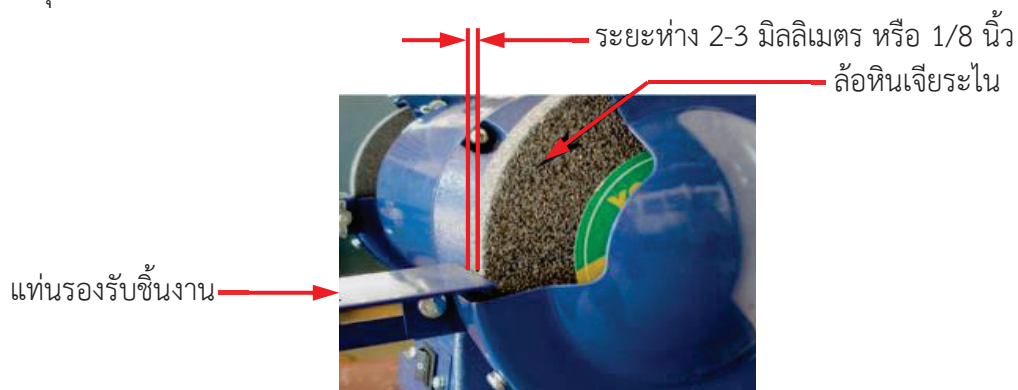
ความหนาล้อหิน = 1 นิ้ว

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางนอก = 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

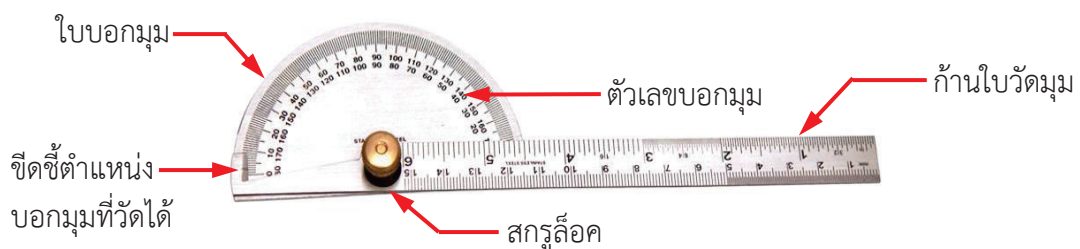
รูปที่ 3.8 แสดงลักษณะของล้อแต่งหน้าหินเจียรระไน

(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)

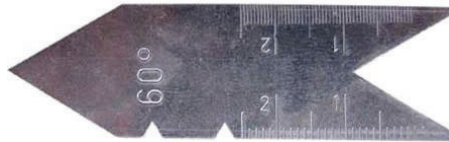
2. เกจวัดมุมดอกสว่าน (Drill Point Gage) เป็นเกจสำหรับใช้วัดมุมของดอกสว่าน เช่นมุมรวมปลายดอกสว่าน และความยาวของคมตัดดอกสว่าน



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)

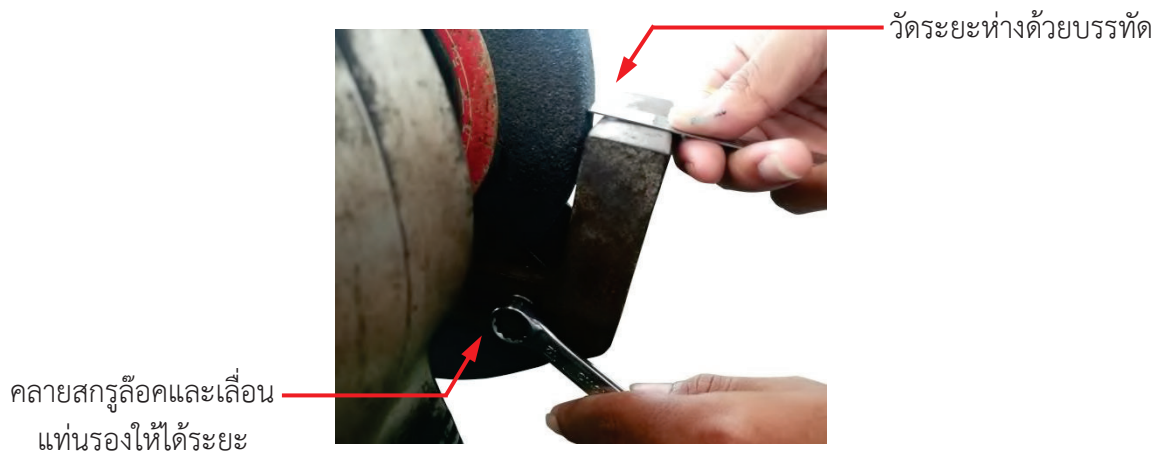


รูปที่ 3.14 แสดงลักษณะการจับด้ามล้อแต่งหน้าหินเจียรไนเพื่อแต่งหน้าล้อยินเจียรไน
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)



รูปที่ 3.15 แสดงลักษณะการเลื่อนด้ามจับล้อแต่งหน้าหินเจียร์ไน
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

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



รูปที่ 3.16 แสดงการปรับระยะของแทนรองรับชิ้นงานกับล้อหินเจียร์ไน
(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 แทนรองรับชิ้นงาน สวิตช์เปิด-ปิด ฝาครอบล้อหินเจียร์ไน ฯลฯ ให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งานเสมอ หากเกิดการชำรุดเสียหายควรแจ้งครูผู้สอนเพื่อทำการซ่อมแซมให้ใช้งานได้

2. ตรวจสอบสภาพล้อยินเจียร์ไนก่อนใช้งานทุกครั้งว่ามีรอยร้าวหรือรอยบิ่นหรือไม่ ถ้ามีให้แจ้งครูผู้สอนเมื่อล้อยินเจียร์ไนที่ซ่อมแซม 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. ไม่ควรติดตั้งล้อยินเจียร์ไนโดยการฝืนหรือดัดแปลงขนาดของรูกลางล้อยินเจียร์ไน
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. ในขณะเริ่มเปิดสวิทช์เครื่องเจียร์ไนเพื่อปฏิบัติงาน 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) แสดงมุมที่ไบศรีงวงกลมกี่องศา

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. แต่งคมตัดผิวหน้าหินเจียระไนเมื่อผิวหน้าหินที่อหรือมีเศษไปอุดตันในเม็ดหิน
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.....

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 และยังสามารถดัดแปลงใช้ในงานแบบพิเศษบางอย่างได้ดีอีกด้วย 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. หัวพา
- ง. ประแจขันหัวจับดอกสว่าน
- จ. ยันศูนย์

5. จากรูป เป็นอุปกรณ์ ชนิดใด



- ก. จานพา
- ข. หัวพา
- 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. ใช้เจาะรูในช่องเริ่มต้นเพื่อให้ตรงตำแหน่งมากขึ้น
- 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 เหมาะสำหรับใช้ในงานกลึงปาดหน้าชิ้นงานที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่



รูปที่ 4.2 แสดงลักษณะของเครื่องกลึงหน้างาน

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

4.1.3 เครื่องกลึงแนวตั้ง (Vertical Turning Lathe Machine)

เครื่องกลึงแนวตั้ง เป็นเครื่องกลึงที่มีป้อมมีดวงอยู่ในแนวตั้ง 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

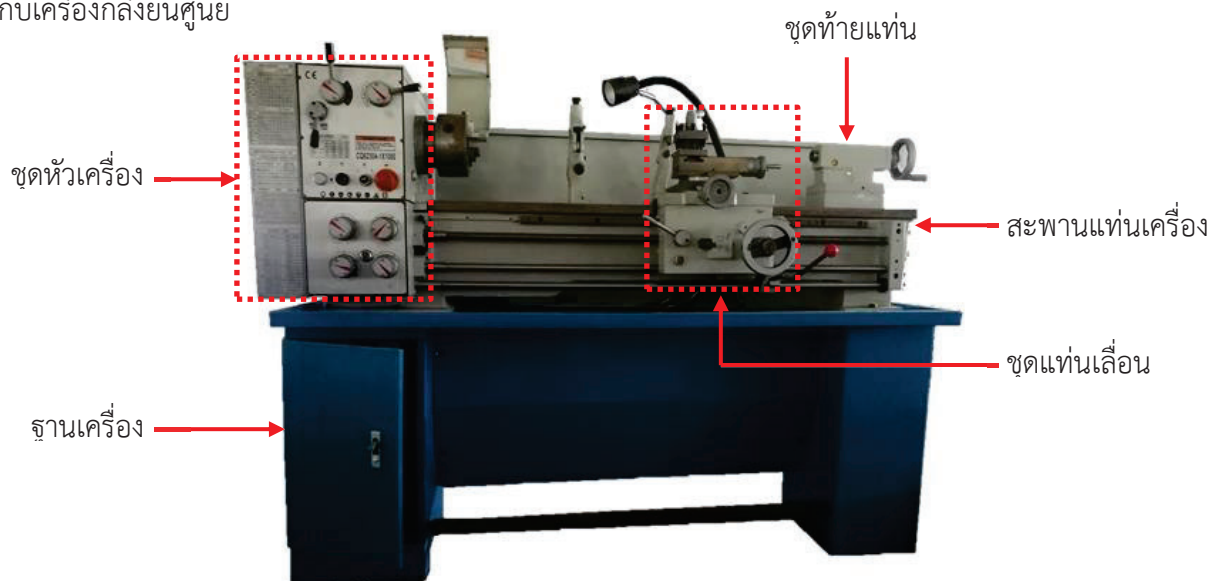


รูปที่ 4.5 แสดงลักษณะของเครื่องกลึงควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์

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

4.2 ส่วนประกอบของเครื่องกลึงย่นศูนย์

เครื่องกลึงย่นศูนย์เป็นเครื่องมือกลพื้นฐานที่ใช้กันทั่วไป ทั้งในโรงงานและโรงฝึกในสถานศึกษา จึงขอกล่าวถึงส่วนประกอบของเครื่องกลึงย่นศูนย์เพื่อเป็นพื้นฐานสำหรับการใช้งานเครื่องมือตัดประเภทต่างๆ ที่ใช้กับเครื่องกลึงย่นศูนย์

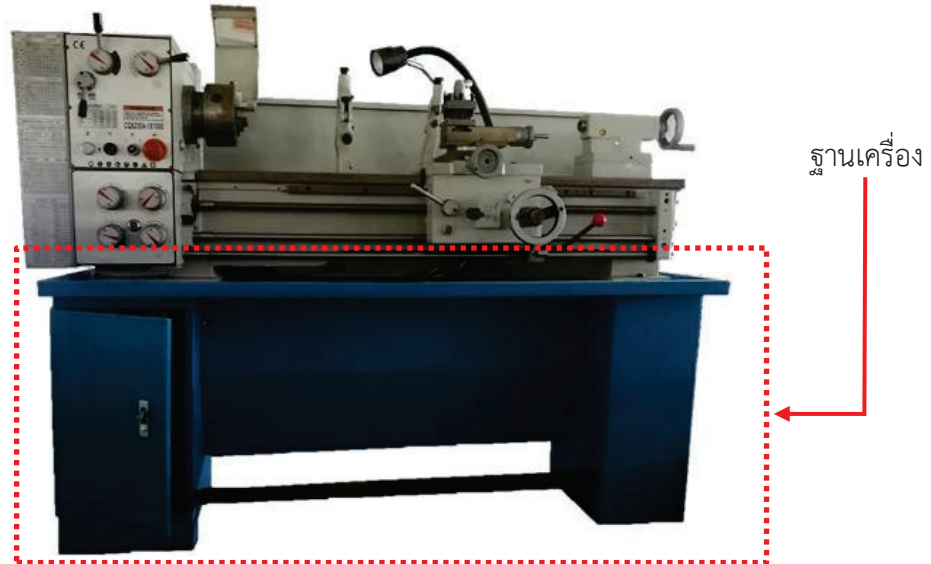


รูปที่ 4.6 แสดงส่วนประกอบหลักของเครื่องกลึงย่นศูนย์

(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

4.2.1 ฐานเครื่องกลึง (Base)

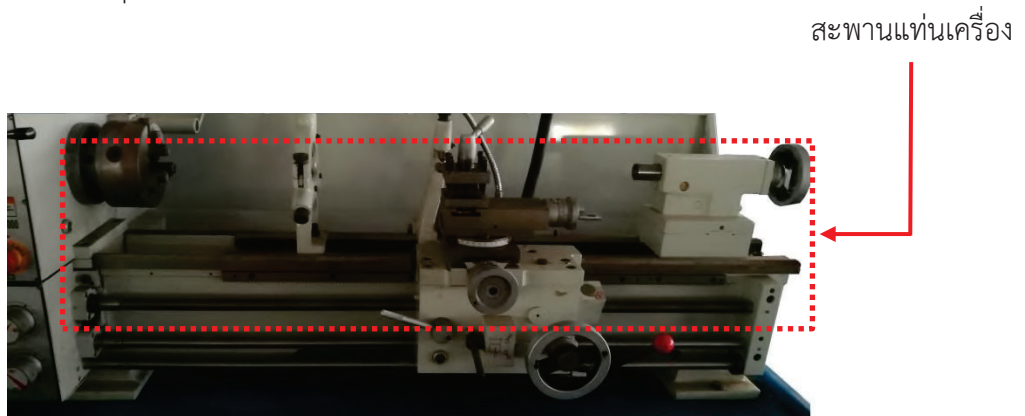
ทำหน้าที่เป็นฐานรองรับอุปกรณ์ส่วนอื่นๆ ที่จะใช้ประกอบส่วนต่างเข้าด้วยกัน จึงต้องรับน้ำหนักทั้งหมดของเครื่อง ส่วนมากจะทำจากเหล็กหล่อที่รองรับแรงสั่นสะเทือนได้ดี แต่ถ้าเป็นเครื่องขนาดเล็ก อาจทำด้วยเหล็กเหนียว



รูปที่ 4.7 แสดงลักษณะของฐานของเครื่องกลึงยืนศูนย์
(ที่มา : สุรัชย์ 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 : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

4.2.3 ชุดหัวเครื่อง (Head stock)

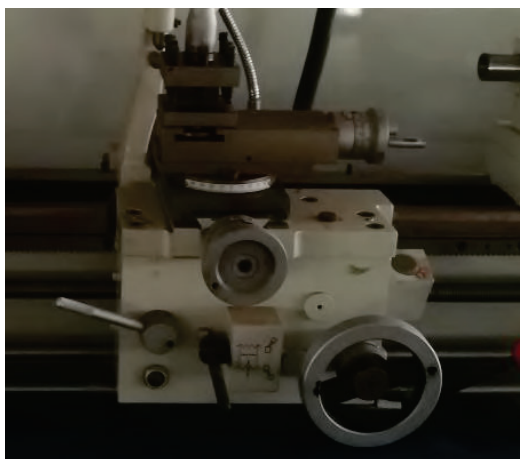
เป็นชุดระบบกลไกที่ทำให้เกิดการขับเคลื่อน ส่งกำลังไปทำให้เกิดการหมุนของเพลาหัวเครื่องที่มีลักษณะเป็นเพลากลาง ใช้ประกอบเข้ากับหัวจับงานและสามารถสอดชิ้นงานที่มีความยาวให้ทะลุผ่านไปได้ ภายในชุดหัวเครื่องประกอบไปด้วยชุดเฟืองทด สำหรับเปลี่ยนความเร็วรอบ เปลี่ยนอัตราป้อนกลึง และสัมพันธ์กับชุดขับเคลื่อนต่างๆ ในการทำงานแบบอัตโนมัติ เพื่อกลึงอัตโนมัติ หรือการกลึงเกลียว



รูปที่ 4.9 แสดงลักษณะของชุดเฟืองทดในชุดหัวเครื่องกลึงยืนศูนย์
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

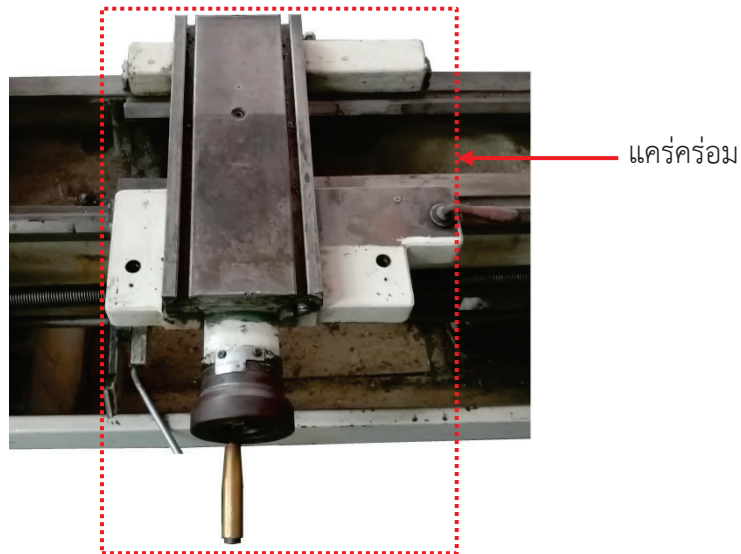
4.2.3 ชุดแท่นเลื่อน (Carriage)

เป็นส่วนประกอบที่ยึดอยู่บนสะพานแท่นเครื่อง สามารถเคลื่อนที่ซ้าย-ขวา ไปตามความยาวของสะพานแท่นเครื่อง โดยการหมุนมือหมุนของชุดแท่นเลื่อนหรือการทำงานอัตโนมัติ มีส่วนประกอบที่สำคัญ 6 ส่วน คือ



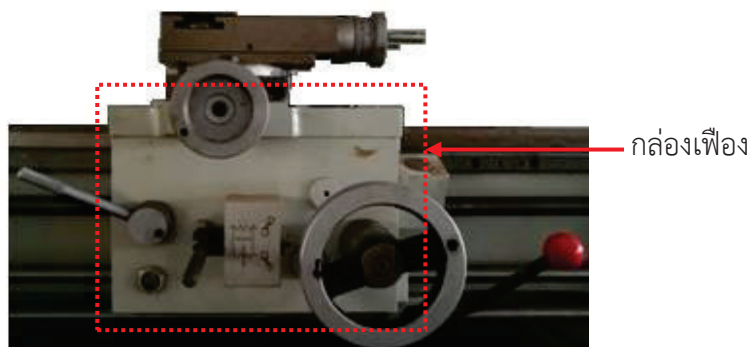
รูปที่ 4.10 แสดงลักษณะของชุดแท่นเลื่อนเครื่องกลึงยืนศูนย์
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

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



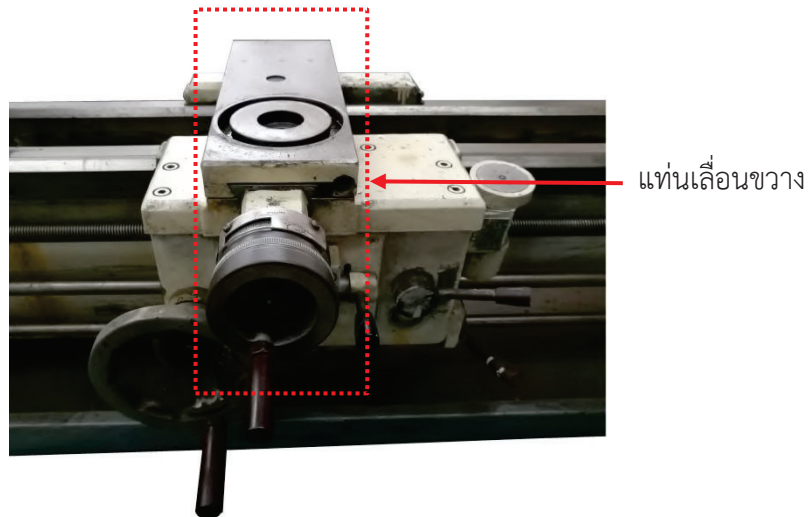
รูปที่ 4.11 แสดงลักษณะของแคร่คร่อมในชุดแทนเลื่อน
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

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



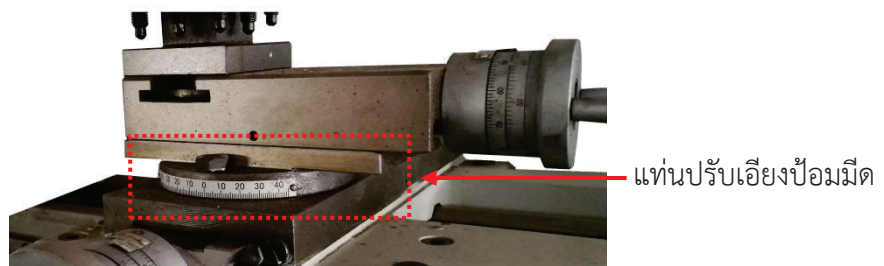
รูปที่ 4.12 แสดงลักษณะของกล่องเฟืองในชุดแทนเลื่อน
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

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



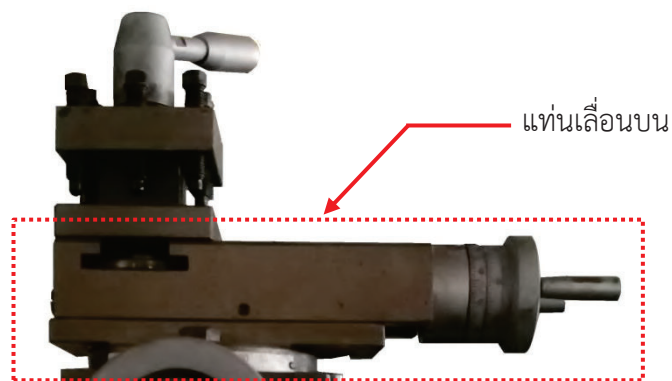
รูปที่ 4.13 แสดงลักษณะของแท่นเลื่อนขวางในชุดแท่นเลื่อน
(ที่มา : สุรชัย บุญโสภณ, 2559)

4. แท่นปรับเอียงป้อมมีด (Compound Rest) เป็นส่วนที่ประกอบอยู่บนแท่นเลื่อนขวาง ใช้ปรับตั้งองศาเพื่อกลึงมุมเร็วได้



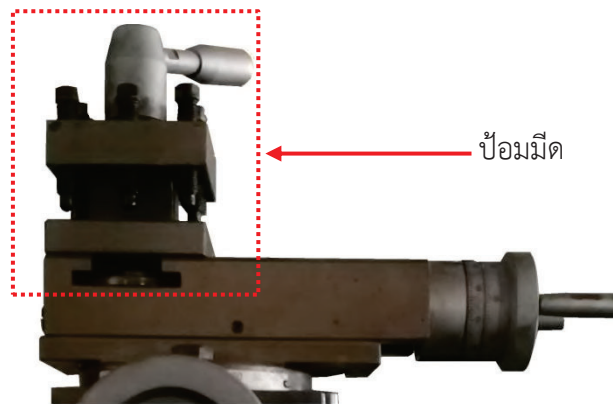
รูปที่ 4.14 แสดงลักษณะของแท่นปรับเอียงป้อมมีดในชุดแท่นเลื่อน
(ที่มา : สุรชัย บุญโสภณ, 2559)

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



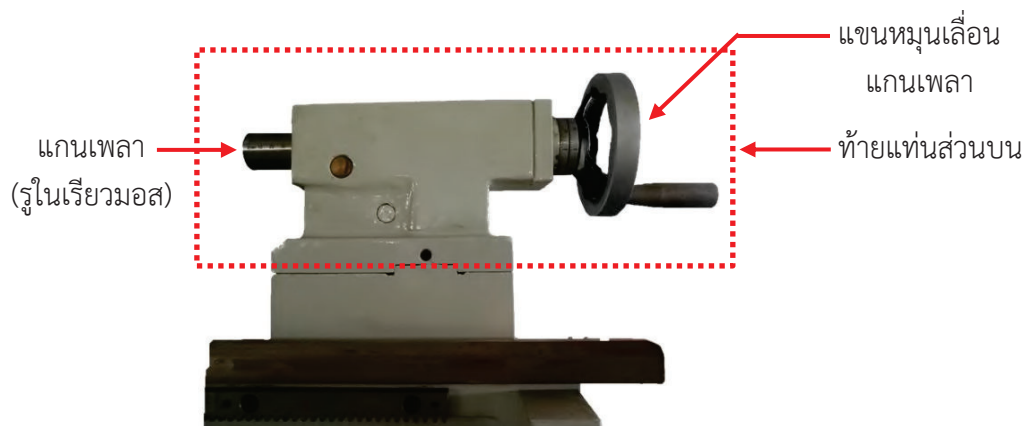
รูปที่ 4.16 แสดงลักษณะของป้อมมีดในชุดแท่นเลื่อน
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

4.2.3 ชุดท้ายแท่น (Tail Stock)

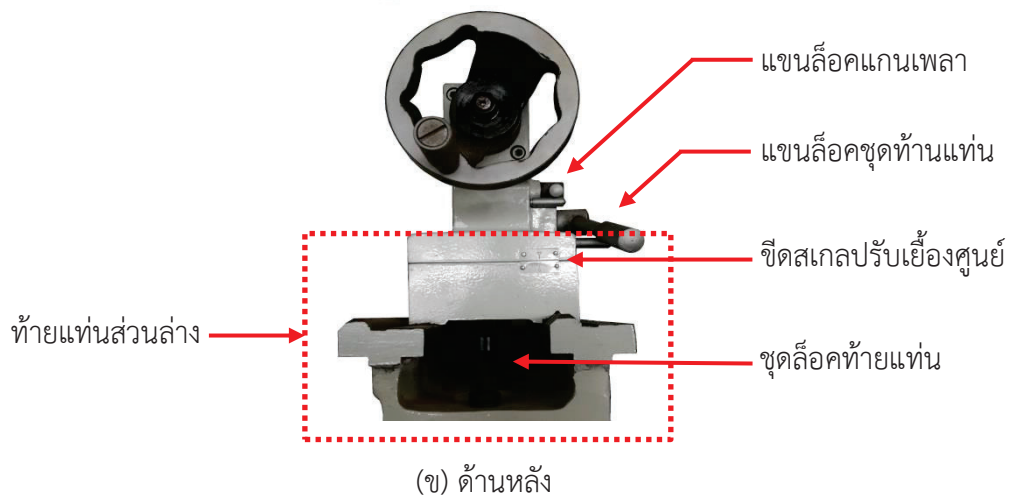
เป็นส่วนประกอบที่ติดตั้งอยู่บนสะพานแท่นเครื่อง สามารถเคลื่อนที่ไป-มา ตามความยาวของสะพานแท่นเครื่องได้ตลอดแนว และยึดติดแน่นกับสะพานได้ทุกตำแหน่ง ชุดท้ายแท่นใช้ประกอบกับยันศูนย์เพื่อประกอบชิ้นงานในขณะกลึงงาน นอกจากนี้ยังสามารถใช้ประกอบกับเครื่องมือตัดเพื่อใช้ตัดเฉือนอื่นได้ เช่น ดอกสว่าน ริมเมอร์ เป็นต้น 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

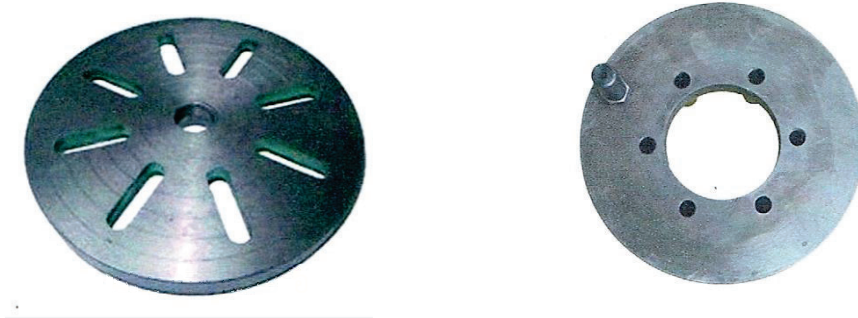


รูปที่ 4.21 แสดงลักษณะของประแจขันสลักเกลียวป้อมมิด

(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)

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้กับรูเรียวที่แกนเพลลาหัวเครื่องและแกนเพลลาชุดท้ายแท่นเพื่อยันให้ชิ้นงานอยู่ระหว่างศูนย์หัวเครื่องและศูนย์ท้ายของเครื่อง แบ่งออกเป็น 2 ชนิด ดังนี้

1. ยันศูนย์ตาย (Dead Center) ใช้ประกอบกับแกนเพลลาหัวเครื่องเพื่อยันศูนย์ชิ้นงานสำหรับงานกลึงยันศูนย์หัวเครื่องและท้ายเครื่อง หรืองานกลึงเรียวยาวๆ เป็นต้น



รูปที่ 4.24 แสดงลักษณะของยันศูนย์ตาย
(ที่มา : สุรัชย์ บุญโสภณ, 2559)

2. ยันศูนย์เป็นหรือยันศูนย์หมุน (Live Center) ใช้ประกอบกับแกนเพลาชุดท้ายแทนเพื่อยันศูนย์ชิ้นงานและใช้ประคองด้านท้ายของชิ้นงานป้องกันการแกว่งของชิ้นงาน ยันศูนย์ชนิดนี้ที่ปลายของศูนย์จะหมุนไปพร้อมกับชิ้นงานด้วย

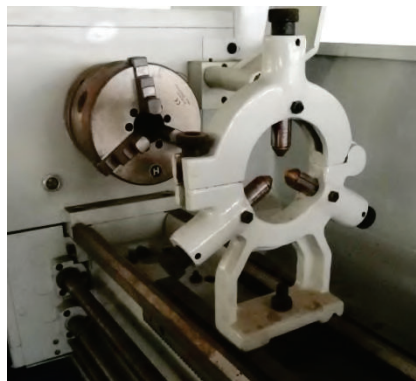


รูปที่ 4.25 แสดงลักษณะของยันศูนย์เป็นหรือยันศูนย์หมุน
(ที่มา : สุรชัย บุญโสภณ, 2559)

4.3.6 ก้านสะท้อน (Steady Rest)

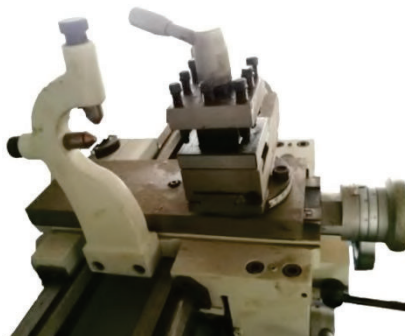
เป็นอุปกรณ์ที่ใช้เพื่อประคองชิ้นงานที่มีความยาวมากๆ ป้องกันไม่ให้ชิ้นงานโก่งงอขณะกลึง สามารถแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

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



รูปที่ 4.26 แสดงลักษณะของก้านสะท้อนนิ่ง
(ที่มา : สุรชัย บุญโสภณ, 2559)

2. ก้านสะท้อนตาม (Follow Rest) ประกอบด้วยแกนสำหรับประคองชิ้นงาน 2 แกน ในการใช้งานจะติดตั้งกับชุดแทนเลื่อน ใช้ประคองชิ้นงานตรงข้ามกับมีดกลึง จะเคลื่อนที่ไปพร้อมกับชุดแทนเลื่อนในแนวกลึงปอก



รูปที่ 4.27 แสดงลักษณะของก้านสะท้อนตาม
(ที่มา : สุรชัย บุญโสภณ, 2559)

4.4 เครื่องมือตัดที่ใช้กับเครื่องกลึงยืนศูนย์

การกลึงงานให้ได้รูปร่างตามที่กำหนดจะต้องอาศัยเครื่องมือตัด ทำหน้าที่ตัดเฉือนวัสดุขณะที่หมุน ซึ่งแบ่งได้หลายชนิดดังต่อไปนี้

4.4.1 มีดกลึง (Cutting Tool)

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

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



รูปที่ 4.28 แสดงลักษณะของมีดกลึงลักษณะแบบเป็นแท่ง
(ที่มา : สุรชัย บุญโสภณ, 2559)



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

2. ลักษณะแบบเป็นเม็ดมีด มีดกลึงแบบเม็ดมีดนี้ส่วนใหญ่ทำจากวัสดุคาร์ไบด์ มีความแข็งและสามารถทนความร้อนจากงานกลึงได้สูงกว่ามีดกลึงแบบแท่งที่ทำจากวัสดุเหล็กกล้ารอบสูง แต่ก็มีราคาแพงและแตกหักได้ง่ายกว่า 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 ไม่จำเป็นต้องนำมัลลับคมตัดใหม่



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