หน่วยที่ 4 เครื่องเจาะและงานเจาะ

จุดประสงค์ประจำหน่วย

1. เพื่อให้ในประเภทของงาน เครื่องเจาะ
2. เพื่อให้มีความรู้ ความเข้าใจในการใช้อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้สำหรับงานเจาะ
3. เพื่อให้มีความรู้ ความเข้าใจในการคำนวณความเร็วและอัตราป้อนงานเจาะ
4. เพื่อให้มีความรู้ ความเข้าใจเรื่องความปลอดภัยในการใช้เครื่องเจาะ
5. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการบำรุงรักษาเครื่องเจาะ
6. เพื่อให้มีกิจนิสัยในการทำงานที่มีระเบียบแบบแผนมีความรับผิดชอบต่อตนเองและส่วนรวม

สาระการเรียนรู้

1. ประเภทของเครื่องเจาะ
2. อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้สำหรับงานเจาะ
3. ความเร็วและอัตราป้อนงานเจาะ
4. ความปลอดภัยในการใช้เครื่องเจาะ
5. การบำรุงรักษาเครื่องเจาะ

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1. สามารถอธิบายประเภทของเครื่องเจาะได้
2. สามารถบอกอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้สำหรับงานเจาะได้
3. สามารถคำนวณหาค่าความเร็วและเลือกอัตราป้อนงานเจาะได้
4. สามารถอธิบายความปลอดภัยในการใช้เครื่องเจาะได้
5. สามารถบอกวิธีการบำรุงรักษาเครื่องเจาะได้

เครื่องเจาะและงานเจาะ

เครื่องเจาะเป็นเครื่องจักรกลพื้นฐานที่ใช้กันมาก ในโรงงานอุตสาหกรรม มีหลายประเภท จึงจำเป็นต้องเรียนรู้ให้เข้าใจ เพื่อที่จะสามารถปฏิบัติงานเจาะได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4.1 ประเภทของเครื่องเจาะ

โดยทั่วไปจะมีอยู่ 3 ประเภท คือ เครื่องเจาะตั้งพื้น เครื่องเจาะตั้งโต๊ะ และเครื่องเจาะรัศมี

4.1.1 เครื่องเจาะตั้งโต๊ะ

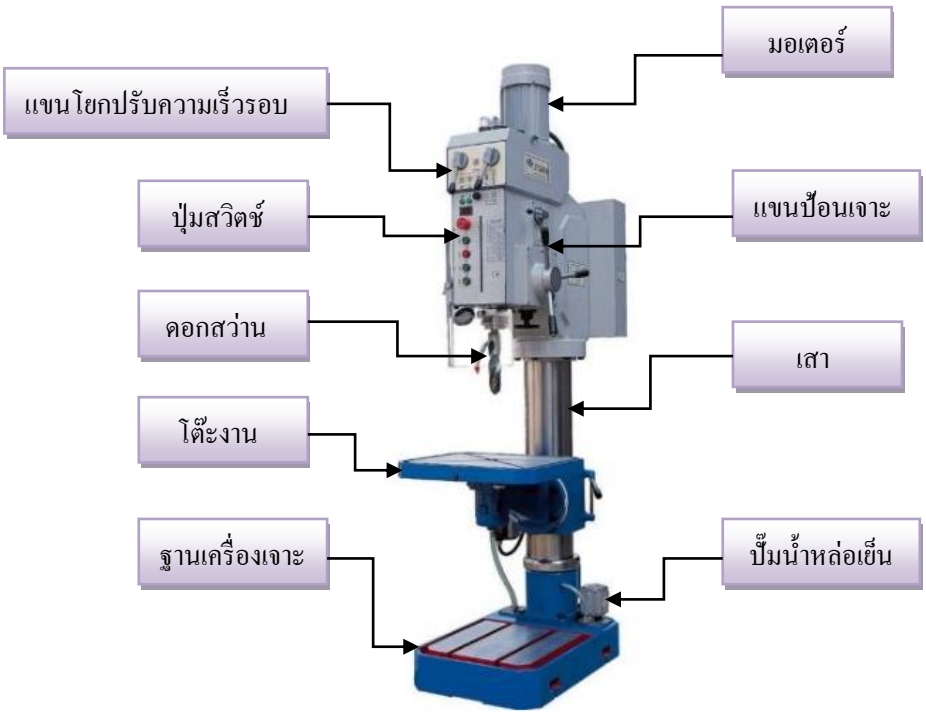
เป็นเครื่องเจาะขนาดเล็กถูกออกแบบมาสำหรับวางบนโต๊ะงานเพื่อให้มีระดับความสูงที่เหมาะสม กลไกการส่งกำลังจะใช้สายพานร่องวี และพูลเล่ย์ ความเร็วรอบมีน้อยขั้น การปรับความเร็วรอบสามารถปรับได้โดยการเปลี่ยนร่องสายพาน เครื่องเจาะตั้งโต๊ะแสดงไว้ดังรูป

รูปที่ 4.1 เครื่องเจาะตั้งโต๊ะ

ที่มา http://www.haven-equipment.en.made-in-china.com

4.1.2 เครื่องเจาะตั้งพื้น

เครื่องเจาะตั้งพื้นจะมีขนาดสูงกว่าเครื่องเจาะแบบตั้งโต๊ะถูกออกแบบมาเพื่อวางบนพื้นระบบส่งกำลังจะมีทั้งสายพาน และเฟือง จึงสามารถเลือกใช้ความเร็วรอบได้มากกว่าเครื่องเจาะตั้งโต๊ะนอกจากนี้ยังสามารถป้อนเจาะอัตโนมัติได้อีกด้วย เครื่องเจาะตั้งพื้นแสดงไว้ดังรูป

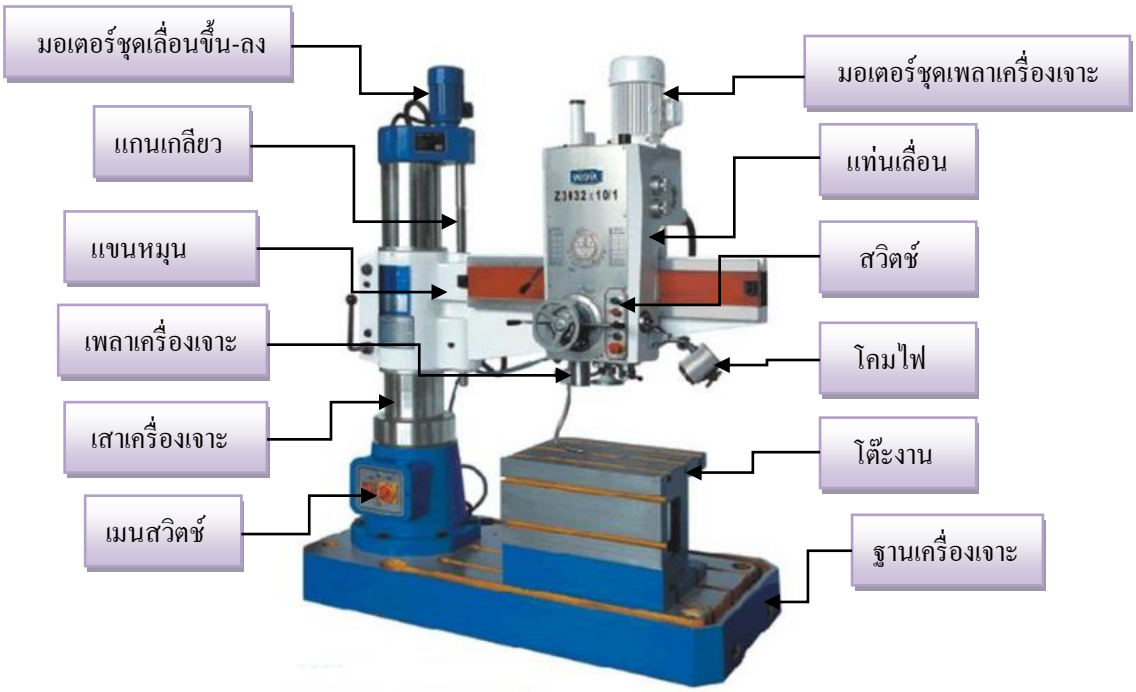


รูปที่ 4.2 เครื่องเจาะตั้งพื้น

ที่มา http://www.haven-equipment.en.made-in-china.com

4.1.3 เครื่องเจาะรัศมี

เครื่องเจาะรัศมี เป็นเครื่องเจาะขนาดใหญ่ สามารถเจาะรูได้ทั้งขนาดเล็กและขนาดใหญ่มีความเที่ยงตรงสูง แขนเลื่อนสามารถหมุนได้รอบตัว และเลื่อนขึ้นลงได้ ทำให้เจาะรูได้หลายตำแหน่ง ดังรูป



รูปที่ 4.3 เครื่องเจาะรัศมี

ที่มา http://www.haven-equipment.en.made-in-china.com

4.2 ส่วนประกอบที่สำคัญของเครื่องเจาะ

เครื่องเจาะมีส่วนประกอบที่สำคัญ ดังนี้

4.2.1 **ฐานเครื่อง (Base)** ทำด้วยเหล็กหล่อ เป็นส่วนที่รองรับน้ำหนักทั้งหมดของเครื่องจะยึดติดโต๊ะป้องกันการสั่นสะเทือนในขณะปฏิบัติงาน

4.2.2 **เสาเครื่องเจาะ (Column)** จะเป็นเหล็กรูปทรงกระบอกกลวง เป็นส่วนที่ยึดติดกับฐานเครื่อง เพื่อรองรับชุดหัวเครื่องและรองรับโต๊ะงาน

4.2.3 **โต๊ะงาน (Table)** ส่วนใหญ่ทำด้วยเหล็กหล่อเป็นส่วนที่รองรับชิ้นงานที่จะนำมาเจาะหรือ

อาจจะรองรับอุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน เช่น ปากกาจับงาน เป็นต้น สามารถเลื่อนขึ้นลงได้บนเสาเครื่องด้วยการหมุนแขนส่งกำลังด้วยชุดเฟืองสะพาน เมื่อได้ตำแหน่งที่ต้องการก็สามารถยึดให้แน่นกับเสาเครื่องได้

4.2.4 **ชุดหัวเครื่อง (Drilling Head)** จะอยู่บนสุดของเครื่องเจาะประกอบด้วยส่วนต่างๆที่ สำคัญ ดังนี้

1) มอเตอร์ส่งกำลัง (Motor)

2) สายพานและล้อสายพานส่งกำลัง (V-Belt & Pulley)

3) ฝาครอบ (Pulley Guard) มีไว้ครอบสายพานเพื่อป้องกันอันตราย

4) หัวจับดอกสว่าน (Drill Chuck) ใช้จับดอกสว่านก้านตรง ส่วนใหญ่มีขนาดไม่เกิน $\frac{1}{2}$ นิ้ว หรือประมาณ 12.7 มม.

5) แขนหมุนป้อนเจาะ (Hand Feed Level)

6) สวิตช์ปิด - เปิด (On – Off Switch)

4.3 อุปกรณ์และเครื่องมือสำหรับงานเจาะ

อุปกรณ์สำหรับงานเจาะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ อุปกรณ์สำหรับจับยึดเครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับจับยึดชิ้นงาน

4.3.1 อุปกรณ์สำหรับจับยึดเครื่องมือ สำหรับเครื่องเจาะโดยทั่ว ๆ ไปมีดังนี้

1) หัวจับดอกสว่าน (Drill chucks) เป็นอุปกรณ์ที่สำคัญ สำหรับเครื่องเจาะหัวจับดอกสว่านและใช้จับยึดดอกสว่านก้านตรง หัวจับดอกสว่านโดยทั่ว ๆ ไปจะมีปากอยู่ 3 ปากโดยจะเคลื่อนที่จับดอกสว่านพร้อมกัน จะมีอยู่ 2 แบบคือ แบบขันจับด้วยจำปาและแบบขันจับด้วยมือก้านเรียว หัวจับดอกสว่านเป็นมาตรฐานเรียวมอส (Morse standard tapers) ดังรูป

รูปที่ 4.4 หัวจับดอกสว่านแบบขันจับด้วยจำปา
ที่มา http://www.littlemachineshop.com

รูปที่ 4.5 หัวจับดอกสว่านแบบขันจับด้วยมือ
ที่มา http://www.drillspot.com

A B

รูปที่ 4.6 A แบบยึดรูเรียว B แบบยึดด้วยเกลียว

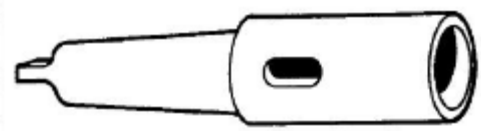
ที่มา http://www. efunda.com ที่มา http://www. rdgtools.co.uk

2) ปลอกเรียว (Drill sleeve) ขนาดรูเรียวของแกนเพลาของเครื่องเจาะจะมีขนาดต่าง ๆ กัน ขึ้นอยู่กับขนาดของเครื่องเจาะในกรณีที่ต้องการนำเครื่องมือเจาะที่มีก้านเรียวขนาดเล็กกว่ารูเรียวของแกนเพลาของเครื่องเจาะเครื่องมือนั้น ๆ จะต้องสวมปลอกด้วยปลอกเรียวให้มีขนาดเท่ากันกับรูเรียวของเครื่องเจาะก่อนจึงจะใช้งานได้

รูปที่ 4.7 ปลอกเรียว

ที่มา http://www.southbendindustrial.net

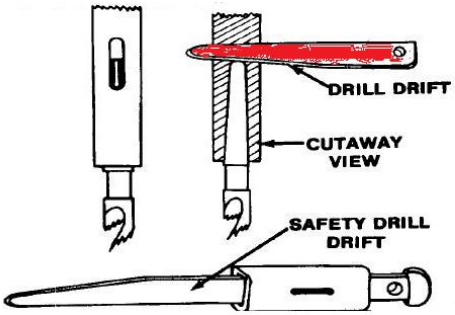
3) ปลอกเรียวลดระดับ (Drill Sockets) ปลอกเรียวลดระดับจะใช้กรณีที่ก้านเรียวของเครื่องมือตัดที่จะนำมาใช้มีขนาดใหญ่กว่ารูเรียวของแกนเพลาเครื่องเจาะ



รูปที่ 4.8 ปลอกเรียวลดระดับ

ที่มา http://www.mechlook.com

4) แผ่นถอดสว่านก้านเรียว (Drill Drift) เป็นอุปกรณ์สำหรับถอดเครื่องมือที่เป็นเรียวออก เช่น ใช้ถอดดอกสว่านก้านเรียวหรือหัวจับดอกสว่านออกจากรูเรียวแกนเพลาของเครื่องเจาะ



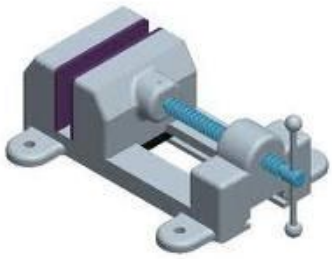
รูปที่ 4.9 การถอดสว่านก้านเรียวออกด้วย Drill Drift

ที่มา http://www.mechlook.com

4.3.2 อุปกรณ์สำหรับจับยึดชิ้นงาน

ชิ้นงานทุกชิ้นจะต้องมีการจับยึดอย่างแน่นหนาและปลอดภัยก่อนทำการเจาะหรือทำงานอย่างอื่นบนเครื่องเจาะถ้าหากชิ้นงานจับไม่แน่นชิ้นงานจะขยับได้ซึ่งอาจจะทำให้เครื่องมือเสียหายได้หรือเกิดอุบัติเหตุต่อผู้ปฏิบัติงาน อุปกรณ์ที่ใช้จับยึดชิ้นงานบนเครื่องเจาะโดยทั่ว ๆ ไปมีดังนี้

1) ปากกางานเจาะ (Drill Vise) ใช้สำหรับจับงานกลม งานรูปเหลี่ยมต่าง ๆ เป็นอุปกรณ์ที่ใช้กันมาก เพราะใช้ง่าย สะดวกเวลาใช้งาน ปากกาจับยึดอยู่บนโต๊ะงานของเครื่องเจาะ



รูปที่ 4.10 ปากกางานเจาะ

ที่มา http://www.acomaterritory.com

2) ปากกาจับงานแบบเอียงมุม (Angle Vise) ปากกาชนิดนี้สามารถเอียงทำมุมได้

รูปที่ 4.11 ปากกาจับงานแบบเอียงมุม

ที่มา http://www.acomaterritory.com

3) คอนทัวร์ ไวส์ (Contour Vise) เป็นปากกาที่มีปากเป็นชิ้นส่วนที่เป็นอิสระปากจะปรับตามรูปร่างของลักษณะงานโดยอัตโนมัติ

รูปที่ 4.12 Contour Vise

ที่มา http://www.innovativetoolsales.com/

4) วี – บล็อก (V – Block) เป็นอุปกรณ์ที่ทำด้วยเหล็กหล่อ หรือเหล็กเหนียวชุบแข็ง โดยทั่วไป จะรองรับชิ้นงานที่เป็นรูปทรงกระบอก อาจจะใช้ร่วมกับ U – Clamp และสลักเกลียว เพื่อจับยึดชิ้นงานให้แน่น

รูปที่ 4.13 จับยึดชิ้นงานแบบ วี – บล็อก

ที่มา http://www.micromark.com

5) เหล็กแท่งบันได (Step Block) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับรองรับปลายแคลมป์ด้านที่ไม่ได้กดงานเหล็กแท่งบันไดมีการจัดทำขนาดต่าง ๆ เพื่อให้เหมาะสมกับงานที่มีขนาดความสูงต่าง ๆ กัน

รูปที่ 4.14 ชุดเหล็กแท่งบันได

ที่มา http://www.te-co.com

6) เหล็กแท่งฉาก (Angle Plate) เป็นอุปกรณ์ที่มีรูปร่างเป็นตัว L ทำด้วยเหล็กหล่อหรือเหล็กเหนียวชุดแข็งมีมุม 90 องศา ที่มีความเที่ยงตรงสูง มีหลายขนาด จะมีร่องหรือรู เพื่อใช้จับยึดชิ้นงานในการเจาะเหล็กแท่งฉาก จะจับยึดบนโต๊ะงานเครื่องเจาะ

A

รูปที่ 4.15 A เหล็กแท่งฉาก

ที่มา http://www. homge.com.tw

B

B การใช้เหล็กแท่งฉากจับยึดชิ้นงาน

ที่มา http://www.bailey-steam.com

7) อุปกรณ์นำเจาะ (Drill Jigs) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้จับงานเจาะเหมาะสำหรับชิ้นงานที่มีขนาดและรูปร่างเดียวกันจำนวนมาก ๆ หรืองานผลิต โดยไม่ต้องร่างแบบและไม่จำเป็นต้องหาตำแหน่งชิ้นงานแต่ละชิ้น โดยอุปกรณ์นำเจาะนี้จะบังคับตำแหน่งเองสามารถเจาะงานได้รวดเร็วและแม่นยำ

รูปที่ 4.16 อุปกรณ์นำเจาะ

ที่มา http:/www.cnccookbook.com

8) แคลมป์ หรือ Straps เป็นอุปกรณ์สำหรับจัดยึดชิ้นงานให้แน่นบนเครื่องเจาะมีขนาดต่าง ๆ หลายขนาด โดยทั่ว ๆไปที่ปลายของ Clamp จะมีเหล็กแท่งบันไดรองรับ และมีการจับยึดให้แน่นด้วยสลักเกลียว

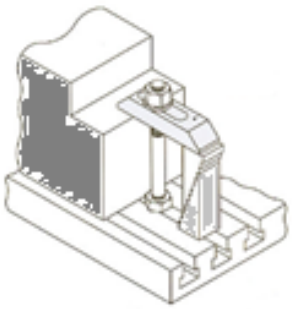
A **B** **C**

รูปที่ 4.17 *A* Finger Clamp *B* U – Clamp *C* Straight Clamp

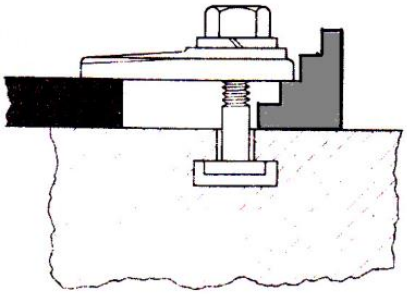
ที่มา http://www. clamp te-co.com

4.3.4 การจับยึดชิ้นงาน

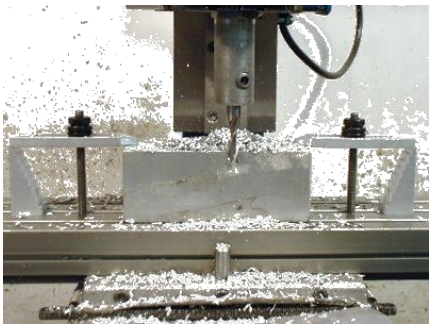
การจับยึดชิ้นงานเพื่อทำการเจาะ การรีมเมอร์รู หรือทำงานอื่น ๆ บนเครื่องเจาะ จะต้องมีการจับยึดชิ้นงานให้แน่นและปลอดภัย อุปกรณ์จับยึด สลักเกลียว และเหล็กแท่งบันได จะมีความเหมาะสมในการนำมาใช้จับยึดชิ้นงาน



รูปที่ 4.18 การจับยึดที่สลักเกลียวอยู่ใกล้ชิ้นงานเป็นการจับชิ้นงานที่ถูกวิธี



รูปที่ 4.19 การจับยึดที่สลักเกลียวอยู่ใกล้เหล็กแท่งบันไดเป็นการจับชิ้นงานไม่ถูกวิธี



รูปที่ 4.20 การจับยึดชิ้นงานที่ถูกวิธี ด้วยอุปกรณ์ต่าง ๆ

4.4 เครื่องมือที่ใช้กับเครื่องเจาะ

เครื่องมือที่ใช้กับเครื่องเจาะโดยทั่ว ๆ ไป ได้แก่ ดอกสว่าน รีมเมอร์ ดอกผายปากรู และดอกต๊าปเกลียว

4.4.1 ดอกสว่าน

ดอกสว่านมีมากมายหลายชนิด ดอกสว่านเป็นเครื่องมือที่ใช้งานเจาะรู ดอกสว่านโดยทั่ว ๆ ไปจะมีร่องบิดอยู่สองร่อง เป็นลักษณะคมเลื้อย ทำจากเหล็กรอบสูง (High Speed Steel) ดอกสว่านที่ทำงานเหล็กรอบสูงจะมีตัวอักษร H.S.S แสดงอยู่บนดอกสว่าน นอกจากนี้ยังมีดอกสว่าน ที่ทำด้วย คาไบด์ (Carbide Tipped drills) ถูกนำมาใช้สำหรับเจาะงานที่ไม่สามารถเจาะด้วยดอกสว่านเหล็กรอบสูง ดอกสว่านที่ทำด้วยคาไบด์ จะมีความแข็งแรง และทนทานกว่า แต่ราคาแพง

ก.ดอกสว่านเจาะเหล็กก้านตรง

ง.ดอกสว่านเจาะไม้

ข.ดอกสว่านเจาะเหล็กลดบ่าก้านตรง

จ.ดอกสว่านเจาะไม้

ค.ดอกสว่านเจาะเหล็กก้านเรียวมาตรฐานเรียวมอส

ฉ.ดอกสว่านเจาะคอนกรีต

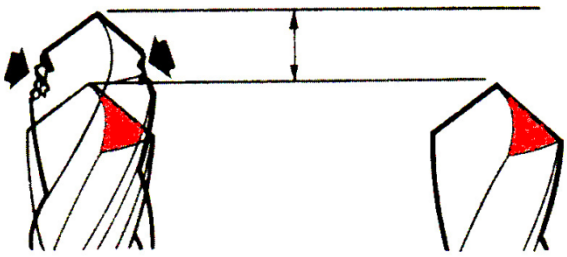
รูปที่ 4.21 รูปร่างของดอกสว่านแบบต่าง ๆ

ที่มา http://www.ultimatehandyman.co.uk และ http://openyourhome.com/

4.4.2 ปัญหาที่พบในงานเจาะ

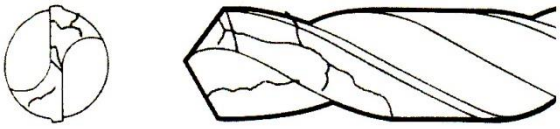
ปัญหาที่พบในงานเจาะโดยทั่ว ๆ ไป คือ การทื่อ หรือบิ่นของคมตัด และการแตกหักของดอกสว่าน จะต้องทำการลับคมตัดใหม่ เพื่อให้ดอกสว่านสามารถใช้งานได้ดี

ดอกสว่านปริแตก



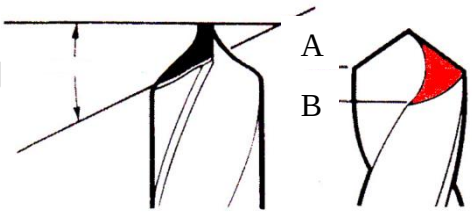
รูปที่ 4.22 รูปร่างของดอกสว่านที่ต้องเจียระไนตัดคมใหม่

ดอกสว่านเกิดรอยร้าว

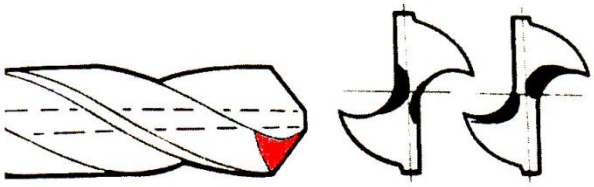


รูปที่ 4.23 ดอกสว่าน ที่ป้อนตัดชิ้นงานเร็วเกินไป ทำให้ดอกสว่านแตกร้าว

มุมหลบมากกินไป

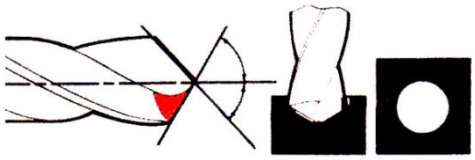


รูปที่ 4.24 ดอกสว่านที่มีมุมหลบมากเกินไป ทำให้คมตัดบางไม่แข็งแรง

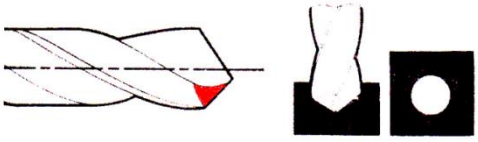


รูปที่ 4.25 ดอกสว่านที่มีแกนกลาง (web) เป็นลักษณะเรียวอยู่ตรงกลางดอกสว่าน

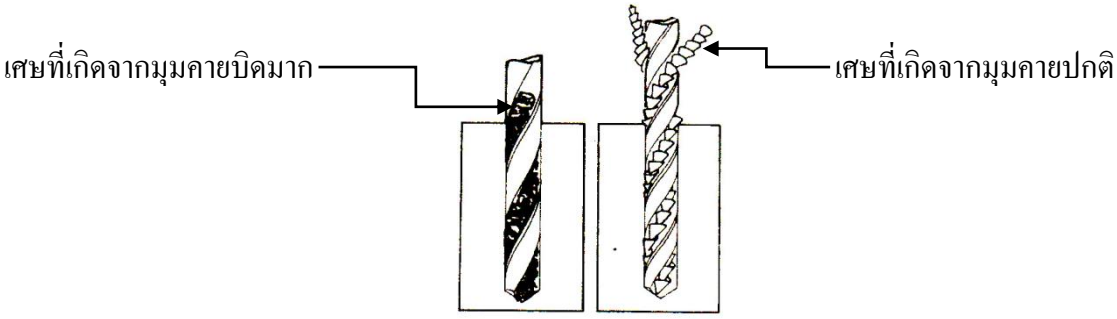
กรณีสว่านสั้นลงจะมีแกนกลางกว้าง ถ้าจะลับให้แคบ ต้องลับให้ถูกวิธี ดังรูป



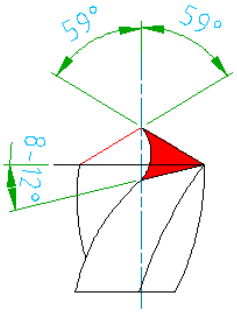
รูปที่ 4.26 ดอกสว่านที่มีมุมคมตัดไม่เท่ากัน เป็นเหตุทำให้คมตัดกินงานไม่เท่ากัน จะเกิดการแกว่งของดอกสว่าน ทำให้สว่านทื่อไว และขนาดของรูเจาะจะโตกว่าปกติ



รูปที่ 4.27 ดอกสว่านที่มีคมตัดยาวไม่เท่ากัน เป็นเหตุให้มุมจิกไม่อยู่ตรงตำแหน่ง และรูเจาะมีขนาดใหญ่กว่าขนาดจริง



รูปที่ 4.28 มุมคายดอกสว่านที่มีมุมปกติ และมุมคายที่มีมุมบิดมาก



รูปที่ 4.29 รูป มุมจิกดอกสว่านที่ใช้เจาะงานทั่วไป 118 องศา และมีมุมหลบดอกสว่าน 8 – 12 องศา

4.5 ความเร็วตัด ความเร็วรอบ และอัตราป้อนเจาะ

สิ่งสำคัญที่ผู้ปฏิบัติงาน จะต้องพิจารณา เพื่อเลือกความเร็วรอบ และอัตราป้อนที่เหมาะสมในงานเจาะ คือ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางดอกสว่าน วัสดุที่ใช้ทำดอกสว่าน และวัสดุชิ้นงานที่ต้องการเจาะ สิ่งต่าง ๆ เหล่านี้ จะช่วยในการตัดสินใจว่าจะเลือกใช้ความเร็วรอบ และอัตราป้อนเท่าใดและจะมีผลต่อเวลาในการปฏิบัติงาน เช่น ถ้าใช้ความเร็วรอบ และอัตราป้อนน้อยเกินไป ก็จะทำให้ใช้เวลาในการปฏิบัติงานมาก แต่ถ้าเลือกใช้ความเร็วรอบ และอัตราป้อนมากเกินไป ดอกสว่านจะสึกหรอเร็วการเลือกใช้ความเร็วรอบ และอัตราป้อนที่เหมาะสมสำหรับงานแต่ละงานจะทำให้ได้การผลิตงานที่ดี และดอกสว่านจะมีอายุการใช้งานยาวนานขึ้น

4.5.1 ความเร็วตัด (Cutting Speed) หมายถึง ความเร็วของเส้นรอบวงของดอกสว่านที่หมุนเป็นระยะทางในเวลา 1 นาที (หน่วยเป็น เมตร/นาที)

เนื่องจากดอกสว่านมีหลายขนาด และวัสดุงานที่มีหลายชนิด การเจาะงานให้มีประสิทธิภาพ จึงเป็นปัญหาสำคัญในการเลือกใช้ความเร็วตัดที่เหมาะสมในการเจาะงาน ความเร็วตัดที่ใช้สำหรับการเจาะวัสดุชนิดต่าง ๆ แสดงในตารางที่ 4.4 ความเร็วตัดของ ดอกสว่าน ขึ้นอยู่กับสิ่งต่าง ๆ ดังนี้

1) ชนิด และความแข็งของวัสดุงานที่เจาะ
2) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง และวัสดุที่ใช้ทำดอกสว่าน
3) ความลึกที่เจาะ
4) ความเที่ยงตรงของเครื่องเจาะ
5) ประสิทธิภาพของน้ำมันตัด น้ำมันหล่อเย็นที่ใช้
6) ความละเอียด และคุณภาพของรูเจาะที่ต้องการ
7) ความมั่นคงในการจับยึดชิ้นงาน

ถึงแม้สิ่งต่าง ๆ ที่กล่าวมานี้จะมีความสำคัญในการเลือกใช้ความเร็วตัดในการเจาะ แต่สิ่งที่พิจารณาเป็นพื้นฐานเบื้องต้นในการตัดสินใจ หลัก ๆ คือ ชนิดของวัสดุที่เจาะ และขนาดของดอกสว่าน

ตารางที่ 4.4 ความเร็วรอบสำหรับดอกสว่านเหล็กรอบสูง

ตารางความเร็วรอบ สำหรับดอกสว่านเหล็กรอบสูง (รอบ/นาที)					
ขนาดดอกสว่าน (มม.)	เหล็กเหนียวหล่อ	เหล็กเครื่องมือ	เหล็กหล่อ	เหล็กแปรรูป	ทองเหลือง อลูมิเนียม
	ความเร็วตัด (เมตร/นาที)				
	12 ม./นาที	18 ม./นาที	24 ม./นาที	30 ม./นาที	60 ม./นาที
2	1910	2865	3820	4775	9550
3	1275	1910	2545	3185	6365
4	955	1430	1910	2385	4775
5	765	1145	1530	1910	3820
6	635	955	1275	1590	3180
7	545	820	1090	1365	2730
8	475	715	955	1195	2390
9	425	635	850	1060	2120
10	350	520	695	870	1735
15	255	380	510	635	1275
20	190	285	380	475	955
25	150	230	305	380	765

4.5.2 ความเร็วรอบ หมายถึง ความเร็วที่ดอกสว่านหมุนได้ใน 1 นาที มีหน่วยเป็น (รอบ/นาที)

สูตรการคำนวณหาค่าความเร็วรอบ

สูตรในระบบเมตริก

$$N = \frac{1000v}{\pi d}$$

เมื่อกำหนด

N = ความเร็วรอบ (รอบ/นาที)

v = ความเร็วตัด (เมตร/นาที)

d = ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางดอกสว่าน (มม.)

เพื่อความสะดวกในการคำนวณ นำค่า $\frac{1000}{\pi}$ แล้วใช้ค่าใกล้เคียง จึงได้สูตร ดังนี้

$$N = \frac{320v}{d}$$

ตัวอย่าง จงคำนวณหาค่าความเร็วของดอกสว่านเหล็กรอบสูงมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 15 มม. เจาะชิ้นงานซึ่งเป็นเหล็กเครื่องมือ (V = 18 เมตร/นาที)

$$N = \frac{320v}{d}$$

$$N = \frac{320x18}{15}$$

$$= 384 \text{ รอบ/นาที}$$

ในกรณีตัวอย่างข้างบนสามารถดูได้จากตาราง โดยดูที่ขนาดดอกสว่าน ø 15 มม. และดูให้ตรงกับช่องเหล็กเครื่องมือ 18 เมตร/นาที จะได้ความเร็วรอบที่ 380 รอบ/นาที

สูตรระบบอังกฤษ

$$N = \frac{12v}{\pi d}$$

เมื่อกำหนด

N = ความเร็วรอบ (รอบ/นาที)

v = ความเร็วตัด (ฟุต/นาที)

d = ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางดอกสว่าน (นิ้ว)

เพื่อความสะดวกในการคำนวณ นำค่า $\frac{12}{\pi}$ แล้วใช้ค่าใกล้เคียงจะได้สูตร ดังนี้

$$N = \frac{4v}{d}$$

$$= 640 \text{ รอบ/นาที}$$

4.5.3 อัตราป้อน (Feed)

อัตราป้อน หมายถึง ระยะทางที่ดอกสว่านกินลึกในชิ้นงานในการหมุนแต่ละรอบ โดยมีหน่วยเป็น มิลลิเมตร ต่อรอบหรือนิ้วต่อรอบ อัตราป้อนนั้นขึ้นอยู่กับองค์ประกอบต่าง ๆ ดังนี้

1) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางดอกสว่าน
2) วัสดุของชิ้นงานที่ต้องการเจาะ
3) องค์ประกอบต่าง ๆ ของเครื่องเจาะ

อัตราป้อนจะลดลง เมื่อดอกสว่านมีขนาดเล็ก และจะเพิ่มขึ้นถ้าดอกสว่านมีขนาดใหญ่ ตัวอย่างเช่น ดอกสว่านขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตรจะใช้อัตราป้อนประมาณ

0.05 – 0.1 มิลลิเมตรต่อรอบ ถ้าดอกสว่านขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 25 มม.ใช้อัตราป้อนประมาณ 0.25 – 0.63 มิลลิเมตรต่อรอบ

อัตราป้อนเจาะในตาราง เป็นค่าที่แนะนำให้ใช้กับการเจาะงานทั่ว ๆ ไป ถ้าใช้กับเหล็กแข็งหรือเหล็กผสม ควรใช้อัตราป้อนให้น้อยกว่าค่าในตาราง ในกรณีเจาะวัสดุอ่อน เช่น อลูมิเนียมทองเหลือง สามารถใช้อัตราป้อนเร็วมากขึ้นได้ อย่างไรก็ตาม เมื่อเศษโลหะที่เจาะออกมามีสีน้ำเงินไหม้ ควรหยุดเครื่องเจาะและทำการตรวจสอบดอกสว่าน เศษโลหะสีน้ำเงินเป็นตัวบ่งชี้ให้เห็นว่าคมตัดเกิดความร้อนมาก ความร้อนนี้เป็นเพราะออกแรงกดมากเกินไป เนื่องจากดอกสว่านทื่อหรือใช้ความเร็วรอบมากเกินไป

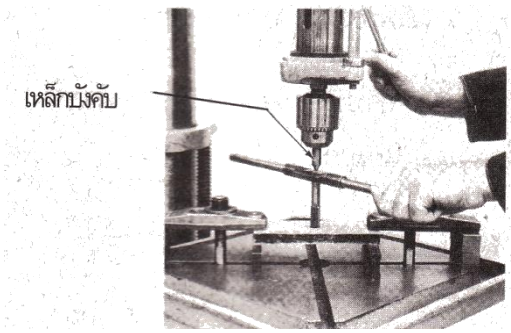
ตารางที่ 4.5 อัตราป้อนสำหรับงานเจาะ

อัตราป้อนสำหรับงานเจาะ	
ขนาดดอกสว่าน (มม.)	**อัตราป้อนต่อรอบ (มม./รอบ)**
เล็กกว่า 3	0.02 – 0.05
3 – 6	0.05 – 0.10
6 – 13	0.10 – 0.18
13 – 25	0.18 – 0.38
25 – 38	0.38 – 0.63

4.6 การต๊าปเกลียว (Tapping)

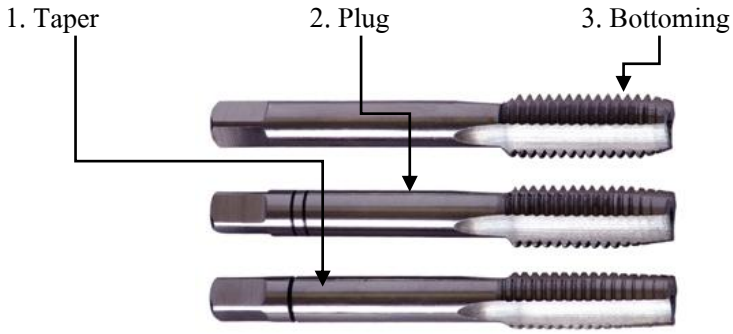
การต๊าปเกลียว สามารถทำได้ทั้งต๊าปด้วยมือและการต๊าปด้วยอุปกรณ์พิเศษบนเครื่องเจาะ ข้อดีของการต๊าปเกลียวบนเครื่องเจาะจะทำให้ดอกต๊าปตั้งฉากกับรู

ในการต๊าปด้วยมือบนเครื่องเจาะดอกต๊าปจะจับยึดด้วยหัวจับหรือไม่ก็กดด้วยเหล็กบังคับศูนย์ (Stub center) และหมุนต๊าปด้วยมือ



รูปที่ 4.30 การใช้เครื่องเจาะบังคับศูนย์เพื่อต๊าปเกลียว

4.6.1 ชุดต๊าปด้วยมือ (Hand taps) ชุดต๊าป 1 ชุด ประกอบด้วยดอกต๊าป 3 ดอก คือ



รูปที่ 4.31 ชุดต๊าปด้วยมือ

ที่มา http://www.therevcounter.com/

4.6.2 ชุดต๊าปเครื่อง (Machine Taps) โดยทั่ว ๆ ไป ประกอบด้วย

1) Gun tap

2) Stub flute tap

3) Spiral fluted tap

เวลาใช้งานจะใช้ร่วมกับอุปกรณ์พิเศษ

รูปที่ 4.32 ชุดต๊าปเครื่อง

ที่มา http://www.directindustry.com/

4.6.3 Flute less tap เป็นดอกต๊าปที่ไม่มีร่อง ใช้สำหรับทำเกลียวใน สำหรับวัสดุที่มีความเหนียว เช่น ทองแดง ทองเหลือง อลูมิเนียม ฯลฯ

รูปที่ 4.33 Flute less tap

ที่มา http://www.directindustry.com/

4.6.4 การเจาะรูก่อนต๊าปเกลียว

การเจาะรูก่อนต๊าปเกลียว จะต้องเจาะให้ถูกต้อง เพราะว่าถ้าเจาะรูไม่ถูกต้อง เช่น เจาะรูโตเกินไป จะได้เกลียวที่ไม่ได้มาตรฐาน และถ้าเจาะรูเล็กเกินไป จะทำให้ดอกต๊าปหักได้

สูตรที่ใช้คำนวณขนาดรูเจาะก่อนทำเกลียว

เส้นผ่าศูนย์กลางรูเจาะ = เส้นผ่าศูนย์กลางนอกเกลียว (D) - ระยะพิตเกลียว (p)

$$d = D - p$$

ตัวอย่าง ต้องการต๊าปเกลียว M10 x 1.5 จะต้องเจาะรูก่อนทำเกลียวขนาดเท่าใด

เส้นผ่าศูนย์กลางรูเจาะ (d) = เส้นผ่าศูนย์กลางนอกเกลียว (D) - ระยะพิตเกลียว (p)

= 10 - 1.5

ดังนั้น เส้นผ่าศูนย์กลางรูเจาะ = 8.5 มิลลิเมตร

4.7 การรีมเมอร์ (Reamer)

ชิ้นงานที่ผ่านการเจาะมาแล้วถ้าต้องการรูมีผิวเรียบจะต้องใช้เครื่องมือคว้านรูเรียบ และเครื่องมือนั้น คือ รีมเมอร์ (Reamer) รีมเมอร์เป็นเครื่องมือที่ใช้หมุนตัดงาน มีทั้งคมตัดร่องตรงและคมตัดร่องบิด การรีมเมอร์มีอยู่ 2 ลักษณะคือการรีมเมอร์ด้วยมือและการรีมเมอร์ด้วยเครื่อง

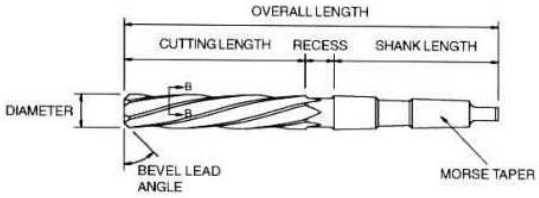
4.7.1 ส่วนต่าง ๆ ของรีมเมอร์

รีมเมอร์มีส่วนประกอบหลักอยู่ 3 ส่วน คือ ก้านรีมเมอร์ ลำตัวรีมเมอร์ และมุมที่ปลายรีมเมอร์

1) ก้านรีมเมอร์ (Shank) จะมีทั้งก้านตรงและก้านเรียว ส่วนก้านของรีมเมอร์ด้วยมือจะมีสี่เหลี่ยมอยู่ด้านปลายเหมือนดอกต๊าป

2) ลำตัวของรีมเมอร์ (Body) จะมีแบบร่องตรงและร่องบิด

3) มุมปลายรีมเมอร์ (Bevel Lead Angle) เป็นมุมหลบที่ปลายรีมเมอร์



รูปที่ 4.34 ส่วนต่าง ๆ ของรีมเมอร์
ที่มา http://www.bctus.com/

4.7.2 การรีมเมอร์ด้วยมือ เป็นการทำงานขั้นสุดท้าย เมื่อต้องการรีมเมอร์ให้ผิวเรียบและมีขนาดที่แม่นยำ สี่เหลี่ยมที่ด้านปลายของรีมเมอร์จะเป็นที่สำหรับใช้ด้ามจับเพื่อหมุนรีมเมอร์ ในการหมุนตัดจะต้องหมุนไปทางเดียว จะไม่หมุนกลับอีกทาง เพราะจะทำให้เศษโลหะขูดผิวงานเป็นรอย ซึ่งจะต่างจากการต๊าปเกลียว การรีมเมอร์จะต้องบังคับให้อยู่ในแนวศูนย์เดียวกัน ดังรูป

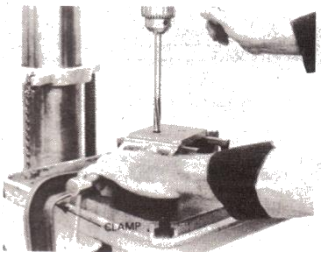
รูปที่ 4.35 การรีมเมอร์ด้วยมือ
ที่มา http://www.tpub.com/

4.7.3 การรีมเมอร์บนเครื่องเจาะ มีขั้นตอนดังนี้

1) จับยึดชิ้นงานบนเครื่องเจาะ

2) เจาะรูให้เล็กกว่าขนาดจริงประมาณ 1.5 – 3 mm.

3) รีมเมอร์รูที่ต้องการโดยใช้ความเร็วรอบประมาณ 1/2 - 2/3 ของความเร็วในงานเจาะ ดังรูป



รูปที่ 4.36 รีมเมอร์มือที่ใช้บนเครื่องเจาะ
ที่มา ชลอ การทวี. งานเครื่องมือกลเบื้องต้น. หน้า 89

4.7.4 การบำรุงรักษารีมเมอร์

รีมเมอร์เป็นเครื่องมือที่ใช้กับงานละเอียด ดังนั้นควรจะดูแลรักษาคมของรีมเมอร์อย่างระมัดระวัง ดังนี้

1. ไม่หมุนรีมเมอร์กลับทาง เพราะจะทำให้คมตัดของรีมเมอร์เสียหาย
2. จะต้องแยกเก็บรีมเมอร์ต่างหาก เพื่อป้องกันคมตัดเกิดรอยเยิน ควรเก็บไว้ในกล่องพลาสติกหรือกล่องกระดาษแข็ง
3. ห้ามกลิ้งหรือทำให้รีมเมอร์ตกลงบนโลหะ เช่น บนโต๊ะงาน บนเครื่องจักร ฯลฯ
4. เมื่อไม่ได้ใช้งานควรใช้น้ำมันชโลมรีมเมอร์ โดยเฉพาะที่คมตัดเพื่อป้องกันการเกิดสนิม
5. ควรลับคมรีมเมอร์ เมื่อคมตัดเกิดรอยเยินหรือเสียหาย

4.8 ความปลอดภัยในการใช้เครื่องเจาะ

สิ่งที่ผู้ปฏิบัติงานเจาะจะต้องคำนึงถึงเป็นอันดับแรกคือความปลอดภัยทั้งต่อผู้ปฏิบัติงานเอง ต่อเครื่องจักร เครื่องมือ และชิ้นงานด้วย

4.8.1 ข้อควรปฏิบัติในการใช้เครื่องเจาะ

ข้อควรปฏิบัติในการใช้เครื่องเจาะ มีดังนี้

1) อย่าปฏิบัติงานกับเครื่องจักรที่ยังไม่เข้าใจเกี่ยวกับกลไก หรือวิธีใช้เครื่องจักร นั้น ๆ โดยเฉพาะวิธีหยุดฉุกเฉิน กรณีเกิดอุบัติเหตุ

2) สวมแว่นตานิรภัยในขณะปฏิบัติงาน

3) ไม่จับชิ้นงานด้วยมือเวลาเจาะงานควรใช้อุปกรณ์จับยึดเพื่อจับยึดชิ้นงานบนโต๊ะงาน

4) ไม่ปรับชิ้นงานหรือปรับความเร็วขณะเครื่องเจาะกำลังเปิดอยู่

5) ควรระมัดระวังศีรษะให้ห่างจากชิ้นส่วนที่หมุนของเครื่องเจาะเพื่อป้องกันอันตรายที่เกิดกับเส้นผม

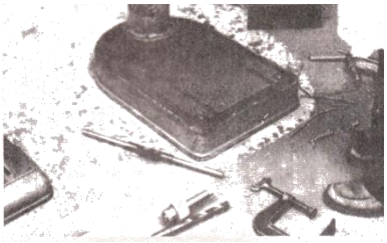
6) ระมัดระวัง ขณะเริ่มเจาะงาน อย่าให้ดอกสว่านกระแทก เพื่อป้องกันการแตกหักของดอกสว่าน

7) ลบรอยเยินของรูที่เจาะด้วยตะไบ หรือดอกผายปากรู เพื่อป้องกันรอยเยินบาดมือ

8) ต้องนำจำปาออกจากหัวจับหลังจากขึ้นจับยึดเสร็จเพราะถ้าลืมจับไว้เมื่อเปิดเครื่องอาจจะกระเด็นออกมาโดนผู้ปฏิบัติงานได้

9) ไม่จับงานขณะที่เครื่องเจาะยังไม่หยุด

10) จะต้องรักษาความสะอาดบริเวณรอบเครื่องเจาะและต้องปราศจากเครื่องมือ เศษโลหะและน้ำมัน เพราะอาจจะทำให้เกิดอุบัติเหตุได้



รูปที่ 4.37 บริเวณปฏิบัติงานที่ไม่เรียบร้อยเป็นสาเหตุให้เกิดอุบัติเหตุ

4.9 การบำรุงรักษาเครื่องเจาะ

ในการบำรุงรักษาเครื่องเจาะจะช่วยให้เครื่องเจาะมีความเที่ยงตรง ใช้งานได้ดีและมีอายุการใช้งานได้นาน ดังนั้นต้องหมั่นดูแล บำรุงรักษา โดยต้องปฏิบัติตาม ข้อควรปฏิบัติอย่างเคร่งครัด ทั้งก่อนใช้ และหลังใช้งาน

4.9.1 ข้อควรปฏิบัติในการบำรุงรักษาเครื่องเจาะ

ข้อควรปฏิบัติ มีดังนี้

1) ตรวจสอบระบบไฟฟ้าให้อยู่ในสภาพที่สมบูรณ์ตลอดเวลา เมื่ออุปกรณ์ไฟฟ้าเกิดชำรุดเสียหายจะต้องซ่อมแซมหรือเปลี่ยนทันที

2) ตรวจสอบชิ้นส่วนต่าง ๆ ของเครื่องให้พร้อมใช้งานตลอดเวลา

3) ก่อนใช้งานจะต้องหยอดน้ำมันหล่อลื่นในส่วนที่เคลื่อนที่

4) ควรมีแผนการบำรุงรักษาเป็นระยะตามระยะเวลาที่กำหนด เป็นการบำรุงรักษา เชิงป้องกัน

5) หลังจากเลิกใช้งานจะต้องทำความสะอาดและชโลมด้วยน้ำมัน

สรุป

เครื่องเจาะและงานเจาะมีความสำคัญต่อการผลิตชิ้นส่วนต่าง ๆ เพื่อนำไปประกอบเป็นชิ้นงาน งานเจาะที่ดีจะต้องเกิดจากเครื่องเจาะที่มีคุณภาพ และผู้ปฏิบัติงานเจาะมีทักษะผ่านการฝึกฝนมาอย่างดี

ดังนั้น จึงมีความจำเป็นที่จะต้องเรียนรู้ถึงประเภทของเครื่องเจาะ อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้สำหรับงานเจาะ ความเร็วรอบ อัตราป้อนเจาะ ตลอดจน ความปลอดภัยและการบำรุงรักษาเครื่องเจาะ เพื่อนำความรู้เหล่านี้ไปบูรณาการในประกอบอาชีพให้เกิดความก้าวหน้าในตำแหน่งหน้าที่การงานในอนาคตต่อไป

แบบประเมินผลการเรียนรู้

ตอนที่ 1 จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. จงอธิบายหลักการทำงานของเครื่องเจาะ

……

……

……

2. หัวจับดอกสว่านมี 2 ชนิด คือ

   1. ……
   2. ……

3. จงบอกชื่อปากกาเจาะงานมา 3 ชนิด

   1. ……
   2. ……
   3. ……

4. อุปกรณ์นำเจาะ เป็นอุปกรณ์สำหรับทำอะไร

……

5. ก้านของดอกสว่านมี 2 แบบ คือ

   1. ……
   2. ……

6. การบอกขนาดของดอกสว่านมี 2 ระบบคือ

   1. ……
   2. ……

7. จงคำนวณหาค่าความเร็วรอบของดอกสว่านเหล็กรอบสูง มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 20 มิลลิเมตร เจาะ ชิ้นงาน ซึ่งเป็นเหล็กเครื่องมือ (V = 18 เมตร/นาที)

……

……

……

……

8. จงบอกความปลอดภัยในการใช้เครื่องเจาะมา 5 ข้อ

……

……

……

……

……

9. จงบอกวิธีการบำรุงรักษาเครื่องเจาะมา 4 ข้อ

……

……

……

……

……

10. จงบอกขั้นตอนการรีมเมอร์บนเครื่องเจาะ

……

……

……

……

……

แบบทดสอบก่อนและหลังเรียน

ตอนที่ 2 จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. ก้านเรียวของหัวจับดอกสว่านเป็นเรียวมาตรฐานใด

   ก. Morse ค. Jano

   ข. Jacob ง. Brown & Sharpe

2. หัวจับดอกสว่านที่ยึดอยู่กับแกนเพลาเครื่องเจาะ เป็นเรียวมาตรฐานแบบใด

   ก. Morse ค. Jano

   ข. Jacob ง. Brown & Sharpe

3. ปลอกเรียวใช้งานในข้อใด

   ก. อุปกรณ์ต๊าปเกลียว

   ข. อุปกรณ์ถอดดอกสว่านก้านเรียว

   ค. สวมก้านเรียวที่มีขนาดเล็กกว่าแกนเพลาเครื่องเจาะ

   ง. สวมก้านเรียวที่มีขนาดใหญ่กว่าแกนเพลาเครื่องเจาะ

4. ปลอกเรียวลดระดับใช้งานในข้อใด

   ก. อุปกรณ์ต๊าปเกลียว

   ข. อุปกรณ์ถอดดอกสว่านก้านเรียว

   ค. สวมก้านเรียวที่มีขนาดเล็กกว่าแกนเพลาเครื่องเจาะ

   ง. สวมก้านเรียวที่มีขนาดใหญ่กว่าแกนเพลาเครื่องเจาะ

5. Drill drift ใช้งานในข้อใด

   ก. อุปกรณ์ต๊าปเกลียว

   ข. อุปกรณ์ถอดดอกสว่านก้านเรียว

   ค. สวมก้านเรียวที่มีขนาดเล็กกว่าแกนเพลาเครื่องเจาะ

   ง. สวมก้านเรียวที่มีขนาดใหญ่กว่าแกนเพลาเครื่องเจาะ

6. ปากกาแบบ Contour เป็นปากกาที่มีลักษณะอย่างไร

   ก. ปากกาจับงานธรรมดา

   ข. ปากกาจับงานเอียงเป็นมุมได้

   ค. ปากกาที่มีฐานหมุนได้รอบตัว

   ง. ปากกาที่มีปากเป็นอิสระปรับรูปร่างได้

7. เหล็กแท่งฉากมีรูปร่างแบบใด

ก. V ค. L

ข. U ง. M

8. ดอกสว่านที่ทำจากเหล็กชนิดใดสามารถใช้ความเร็วรอบสูงที่สุด

ก. HSS. ค. เหล็กเครื่องมือ

ข. เหล็กหล่อ ง. คาไบด์

9. ดอกสว่านที่**ไม่ใช่**ระบบอังกฤษคือข้อใด

ก. ดอกสว่านที่บอกเป็นเศษส่วน

ข. ดอกสว่านที่บอกเป็นทศนิยม

ค. ดอกสว่านที่บอกเป็นนัมเบอร์

ง. ดอกสว่านที่บอกเป็นมิลลิเมตร

10. การระบายความร้อนของดอกสว่าน ข้อใดถูก

ก. ใช้น้ำมันหล่อลื่น

ข. ใช้น้ำมันหล่อเย็น

ค. ใช้ลมเป่า

ง. ใช้น้ำเปล่า

11. ข้อใดคือสูตรคำนวณหาความเร็วตัด ดอกสว่าน

ก. $n = \frac{1000d}{\pi v}$

ข. $n = \frac{1000.\pi}{d.v}$

ค. $n = \frac{1000v}{\pi.d}$

ง. $n = \frac{\pi.v.d}{1000}$

12. ชุดต๊าปเกลียวด้วยมือ 1 ชุดประกอบด้วยดอกต๊าปเกลียวกี่ดอก

ก. 1 ดอก

ข. 2 ดอก

ค. 3 ดอก

ง. 4 ดอก

13. ดอกสว่านที่ใช้ในโรงฝึกงานเครื่องมือกลคือข้อใด

ก. เหล็กผสมอลูมิเนียม ค. เหล็กรอบสูง

ข. เหล็กคาร์บอน ง. คาร์ไบด์

14. ดอกสว่านก้านตรงทั่ว ๆ ไปมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่เกินกี่มิลลิเมตร

ก. 8.5 มิลลิเมตร ค. 12.7 มิลลิเมตร

ข. 10.2 มิลลิเมตร ง. 15.5 มิลลิเมตร

15. ดอกสว่านที่มีมุมหลบมากเกินไปจะมีผลอย่างไร

ก. เจาะงานไม่ได้ ค. เจาะงานได้ไม่ลึก

ข. คมตัดไม่แข็งแรง ง. เจาะงานได้ขนาดเล็กกว่าดอกสว่าน

16. ดอกสว่านมีคมตัดยาวไม่เท่ากันจะมีผลอย่างไร

ก. เจาะงานได้เท่าขนาดพอดี ค. เจาะรูมีขนาดเล็กกว่าขนาดที่ต้องการ

ข. เจาะงานลึกกว่าความต้องการ ง. เจาะงานได้ขนาดใหญ่กว่าขนาดที่ต้องการ

17. หน่วยความเร็วตัดงานเจาะคือข้อใด

ก. รอบต่อนาที ค. มิลลิเมตรต่อรอบ

ข. มิลิเมตรต่อนาที ง. เมตรต่อนาที

18. หน่วยความเร็วรอบงานเจาะคือข้อใด

ก. รอบต่อนาที ค. มิลลิเมตรต่อรอบ

ข. มิลลิเมตรต่อนาที ง. เมตรต่อนาที

19. ในการเจาะรูขนาดใหญ่ข้อใดทำได้ถูกต้อง

ก. เจาะด้วยดอกสว่านที่ต้องการได้เลย

ข. เจาะด้วยดอกเจาะนำศูนย์แล้วเจาะด้วยดอกสว่านที่ต้องการ

ค. เจาะด้วยดอกเจาะนำศูนย์แล้วเจาะด้วยดอกสว่านเล็กก่อน

ง. ไม่จำเป็นต้องเจาะด้วยดอกเจาะนำศูนย์หรือดอกสว่านดอกเล็กก่อน

20. ในการรีมเมอร์ที่ถูกวิธีคือข้อใด

ก. หมุนทางเดียว

ข. หมุนกลับทางไป – มา

ค. หมุนเหมือนต๊าปเกลียว

ง. หมุนเหมือนดายเกลียว

แบบประเมินตนเอง

ชื่อ – สกุล.....เลขประจำตัว.....

ระดับชั้น.....กลุ่ม.....สาขาวิชา.....

คำชี้แจง

1. ในหน่วยนี้มี 2 ตอน คือ **ตอนที่ 1** มี 10 ข้อ = 10 คะแนน

ตอนที่ 2 มี 20 ข้อ = 20 คะแนน

ให้ผู้เรียนตอบคำถามจากแบบประเมินผลการเรียนรู้แล้วให้คะแนนตนเองตามความเป็นจริง ในแต่ละตอนจะมีช่องคะแนนพร้อมกำหนดเกณฑ์ที่ได้ เมื่อตอบเสร็จแต่ละตอนผู้เรียนสามารถประเมินตนเองได้ว่าอยู่ในระดับเกณฑ์ใด เช่น ดีมาก ดี พอใช้ หรือต้องปรับปรุง

2. นำผลของคะแนนที่ได้ทั้ง 2 ตอนรวมกัน สมมติว่าผู้เรียนทำข้อสอบตอนที่ 1 ได้ 8 คะแนน อยู่ในเกณฑ์ ดี และตอนที่ 2 ได้ 16 คะแนน ก็อยู่ในเกณฑ์ ดี รวมทั้งหมด = 24 คะแนน แล้วนำมาสรุปผลในช่องข้างล่างสุด ผู้เรียนจะทราบผลการประเมินตนเองว่าอยู่ในเกณฑ์ใด

(จากตัวอย่างที่สมมติ สรุปผลทั้ง 2 ตอน คือ 24 คะแนน = ดี)

เนื้อหา	**คะแนนที่ได้**			
ตอนที่ 1 ข้อละ 1 คะแนน	ดีมาก (9 – 10)	ดี (7 – 8)	พอใช้ (5 – 6)	ควรปรับปรุง (ต่ำกว่า 5)
ตอนที่ 2 ข้อละ 1 คะแนน	ดีมาก (17 – 20)	ดี (13 – 16)	พอใช้ (10 – 12)	ควรปรับปรุง (ต่ำกว่า 10)

สรุปผล ตอนที่ 1 = ...คะแนน ตอนที่ 2 =.....คะแนน

รวม = ... คะแนน

ผลการประเมิน

( ) ดีมาก (26 – 30 คะแนน) ( ) ดี (20 – 25 คะแนน)

( ) พอใช้ (15 – 19 คะแนน) ( ) ต้องปรับปรุง (ต่ำกว่า 15 คะแนน)