

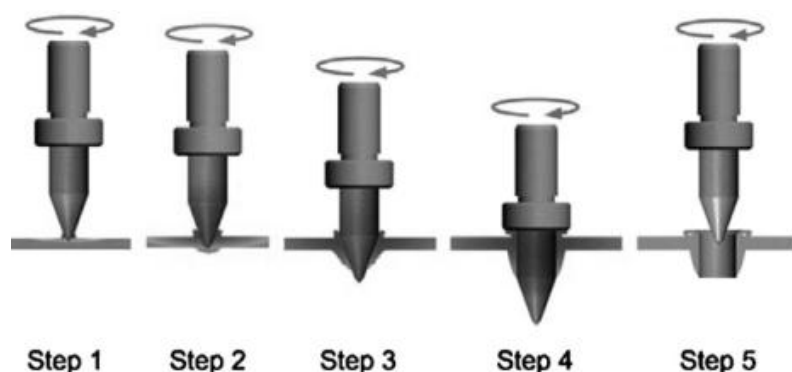
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาอิทธิพลของกระบวนการเจาะแบบแรงเสียดทานต่อสมบัติงานเจาะอะลูมิเนียมผสม AA 2024 ผู้วิจัยได้ทำการศึกษา ค้นคว้าเอกสารตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

- 2.1 กระบวนการเจาะแบบแรงเสียดทาน
- 2.2 ดอกเจาะแบบแรงเสียดทาน Thermal drill
- 2.3 วัสดุที่ใช้ผลิตเครื่องมือตัด
- 2.4 อะลูมิเนียมและโลหะผสมของอะลูมิเนียม
- 2.5 เครื่องจักรกล ซีเอ็นซี
- 2.6 ความหนาแน่นของผิวงาน
- 2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 กระบวนการเจาะแบบแรงเสียดทาน Friction Drilling

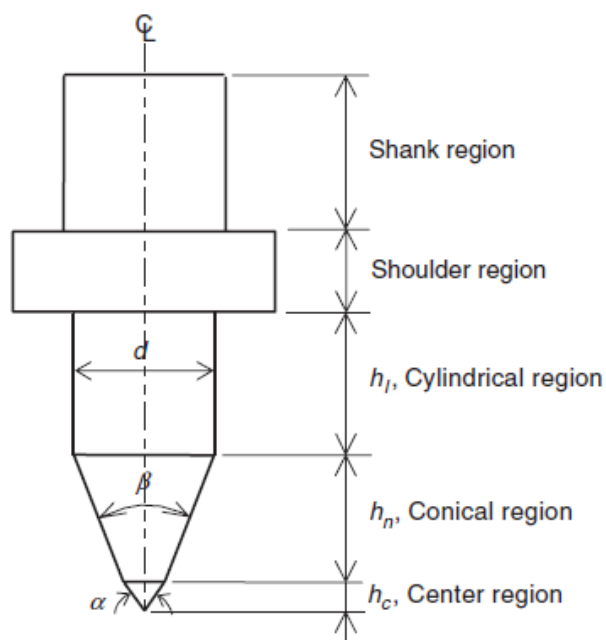
กระบวนการเจาะแบบแรงเสียดทานเป็นการเจาะที่มีความสะอาดปราศจากเศษเนื่องจากไม่มีการสูญเสียเนื้อวัสดุที่เกิดจากการตัดเฉือนชิ้นงานการเจาะแบบแรงเสียดทานนั้น อาศัยความร้อนที่เกิดจากการเสียดสีระหว่างดอกสว่านรูปทรงกรวยกับชิ้นงาน จนทะลุชิ้นงานความร้อนที่เกิดขึ้นทำให้เนื้อโลหะอ่อนตัวและยุบตัวลงไปและก่อตัวเป็นปลอกโลหะรอบดอกสว่านรูปทรงกรวยซึ่งมีความหนา มากกว่า 3 เท่าของความหนาของชิ้นงาน ซึ่งปลอกโลหะนี้สามารถที่จะทำเกลียวใน โดยไม่ต้องเชื่อมเป็นเกลียว ใช้เวลาในการเจาะน้อย ในกระบวนการเจาะก็ปราศจากเศษทำให้มีความสะอาดในตัดเฉือนชิ้นงาน [4] ดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 กระบวนการเจาะแบบแรงเสียดทานด้วยดอกเจาะ Thermal Drill [4]

2.2 ดอกเจาะแบบแรงเสียดทาน Thermal Drill

ดอกเจาะ Thermal ทำจาก คาร์ไบด์ ทั้งสแตน รูปทรงของ Thermal drill ได้ถูกพัฒนารูปร่างขึ้นเป็นพิเศษซึ่งเป็นรูปทรงเรขาคณิต ทรงกรวย ดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 ส่วนประกอบของดอกเจาะแบบแรงเสียดทาน Thermal drill [4]

ส่วนประกอบของดอก Thermal Drill ประกอบ 5 ตำแหน่ง

1. จุดศูนย์กลาง (Center region) มีมุมที่เท่า α และความสูง h_c ผลที่เกิดจากมุมที่เท่าทำให้เกิดแรงและความร้อนในจุดเริ่มต้นของการเจาะ ตำแหน่งจุดศูนย์กลางทำหน้าที่เหมือน Web ใน Twist drill ช่วยประคองทิศทาง ขึ้น-ลง ของดอกเจาะสำหรับกระบวนการเจาะแบบแรงเสียดทาน และรักษาเครื่องมือจากกระบวนการเดินเครื่องที่จุดเริ่มต้น

2. ตำแหน่งกรวย (Conical region) ตำแหน่งนี้มีรูปร่างและมุมมากกว่าตำแหน่งศูนย์กลาง หัวเจาะตำแหน่งนี้เสียดสีกับชิ้นงานให้เกิดแรงเสียดทานและความร้อน และผลักเนื้อวัสดุงานลงไปด้วยด้านล่างเป็นรูปปลอกโลหะ มุมความยาวของรูปทรงกรวย คือ จุด β และ h_n

3. ตำแหน่งรูปทรงกระบอก (Cylindrical region) ตำแหน่งนี้เป็นตำแหน่งที่ช่วยสร้างรูปร่างของปลอกโลหะ ความยาว และเส้นผ่าศูนย์กลางของตำแหน่งนี้คือ h_l และ d

4. ตำแหน่งบ่า (Shoulder region) ตำแหน่งนี้ในบางครั้งสัมผัสกับชิ้นงานรอบๆขอบรูและปลอกโลหะ

5. ตำแหน่งก้าน (Shank region) เป็นตำแหน่งที่ใช้จับยึดกับหัวจับของเครื่อง[4]

2.3 วัสดุที่ใช้ผลิตเครื่องมือตัด

วัสดุที่นำมาใช้ในการผลิตเป็นเครื่องมือตัด (Tool Materials) เช่น มีดกลึง และมีดกัด ที่ใช้ทำการตัดเฉือนโลหะ จะต้องเป็นวัสดุที่มีคุณสมบัติที่มีความแข็งแรง ทนความร้อนที่อุณหภูมิสูง ทนต่อแรงกด และแรงดัดงอ ทั้งนี้เพราะในขณะเกิดการตัดเฉือนจะมีแรงต้านจากโลหะ อีกทั้งยังต้องมีความคงทนต่อความร้อนและทนต่อการสึกหรอสูง เนื่องจากในขณะทำการตัดเฉือนโลหะ จะเกิดการเสียดสีกันระหว่างมีดกัดกับเนื้อโลหะทำให้เกิดมีความร้อนขึ้นและมีอุณหภูมิที่สูง ซึ่งถ้าวัสดุที่นำมาทำเครื่องมือตัดไม่มีความสามารถในการต้านทานความร้อนที่อุณหภูมิสูงก็จะทำให้วัสดุที่นำมาทำเครื่องมือตัดเกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างจากที่แข็ง และใช้ในการตัดเฉือน อาจกลายเป็นวัสดุที่อ่อนได้ จะเห็นได้ว่าวัสดุเครื่องมือตัดมีความสำคัญอย่างยิ่งในงานตัดเฉือนโลหะ นอกจากวัสดุในการทำเครื่องมือตัดเฉือนแล้วยังมีปัจจัยอื่น ๆ ที่มีผลต่อการตัดเฉือนโลหะอีก เช่น อัตราป้อน ความเร็วรอบ และรูปทรงเรขาคณิตของเครื่องมือตัด [6]

2.3.1 เหล็กกล้าคาร์บอน เหล็กกล้าผสมต่ำ และเหล็กกล้าผสมปานกลาง

เหล็กกล้าคาร์บอน เหล็กกล้าผสมต่ำ และเหล็กกล้าผสมปานกลาง (Carbon steels and Low/medium alloy steels) บางครั้งเรียกว่า เหล็กเครื่องมือ (Tool steel) เป็นวัสดุที่มีใช้กันมานาน เหล็กเครื่องมือมีส่วนผสมของคาร์บอน 0.90 - 1.30 % เมื่อทำการชุบแข็งและเทมเปอร์ แล้วจะมีความแข็งแรงและความเหนียวที่เหมาะสมที่จะใช้ทำเป็นคมตัดได้ แต่ข้อจำกัดของเหล็กเครื่องมือ คือจะสูญเสียความแข็งแรงที่อุณหภูมิสูงกว่า 190 องศาเซลเซียส [7]

2.3.2 เหล็กกล้าผสมต่ำ และเหล็กกล้าผสมปานกลาง

เหล็กกล้าผสมต่ำ และเหล็กกล้าผสมปานกลาง (Low/medium alloy steels) มีธาตุที่เป็นส่วนผสมหลักคือ โมลิบดีนัม (Mo) โครเมียม (Cr) ซึ่งช่วยเพิ่มความสามารถในการชุบแข็งได้ดีขึ้น และทังสเตน(W) โมลิบดีนัมช่วยให้มีความสามารถทนการสึกหรอได้ดียิ่งขึ้น แต่เหล็กผสมก็มีข้อจำกัดเช่นเดียวกันกับเหล็กเครื่องมือ คือจะสูญเสียความแข็งแรงที่อุณหภูมิขณะทำการเทมเปอร์ (Tempering) ที่อุณหภูมิประมาณ 135 -330 องศาเซลเซียส [7]

2.3.3 เหล็กกล้ารอบสูง

เหล็กกล้าผสมสูง (High Speed Steels : HSS) มีคุณสมบัติสูงกว่าเหล็กเครื่องมือ สามารถใช้งานที่อุณหภูมิสูงถึง 580 องศาเซลเซียส โดยยังคงคุณสมบัติด้านความแข็งแรงไว้ได้ เมื่อเปรียบเทียบกับเหล็กเครื่องมือ เหล็กกล้ารอบสูงมีส่วนผสมหลักคือ เหล็ก โครเมียม วานาเดียม ทังสเทน โมลิบดีนัม และคาร์บอน ในบางกรณีก็มีการเติมโคบอลต์ด้วย โดยที่ส่วนผสมของธาตุต่าง ๆ จะถูกควบคุมให้อยู่ในสัดส่วนที่เหมาะสม เพื่อที่จะให้เหล็กรอบสูงมี ความแข็ง ด้านทานการสึกหรอ และยังคงความเหนียวด้วย [7]

2.3.4 โคบอลต์หล่อผสม

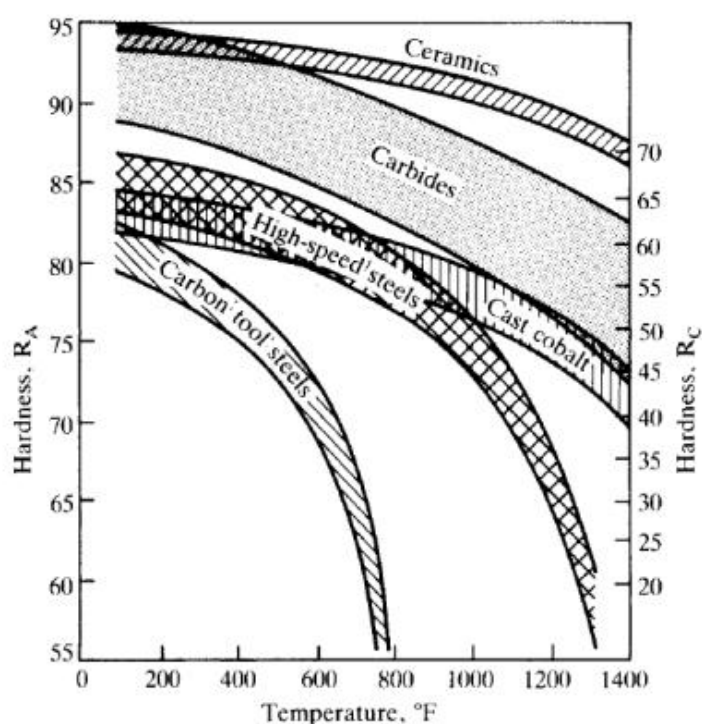
โคบอลต์หล่อผสม (Cast Cobalt Alloys) เป็นวัสดุที่มีส่วนผสมของโคบอลต์มากกว่าธาตุชนิดอื่น ๆ ที่นำมาผสม ซึ่งจะมียูประมาณ 38 - 53 % และมีธาตุอื่นผสม เช่น โครเมียม ทังสเทน และคาร์บอนโคบอลต์หล่อผสม ถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อลดช่องว่างด้านคุณสมบัติ ระหว่างเหล็กรอบสูงและเหล็กเครื่องมือคาร์ไบด์ ความสามารถในการนำไปใช้งาน จะอยู่กึ่งกลางระหว่างเหล็กรอบสูงและวัสดุซีเมนต์คาร์ไบด์ เมื่อเปรียบเทียบการใช้งานโคบอลต์หล่อผสม สามารถที่จะใช้งานได้ดีกว่าเหล็กรอบสูงทั้งในด้านที่สามารถใช้งานได้ที่อุณหภูมิสูงกว่า โดยที่ยังสามารถคงความแข็งแรงไว้ได้ และยังสามารถใช้ความเร็วตัดได้สูงกว่าเหล็กรอบสูงประมาณ 25 % อีกด้วย ธาตุที่ช่วยทำให้โคบอลต์หล่อผสมมีความแข็งแรงมากขึ้นคือ โครเมียม และทังสเทน ส่วนผสมอื่นที่ช่วยเพิ่มคุณสมบัติให้ดียิ่งขึ้น คือ วานาเดียม (V), โบรอน(B) นิกเกิล (Ni) และเทนทาลัม (Ta) เครื่องมือตัดที่เป็นโคบอลต์หล่อผสมจะถูกสร้างขึ้นมาโดยการหล่อให้รูปร่างที่ต้องการก่อน จากนั้นจึงทำการเจียรไนให้ได้รูปร่างที่ต้องการเป็นขั้นตอนสุดท้าย โดยที่ใช้ทำเครื่องมือตัดที่มีรูปร่างที่ไม่ซับซ้อน [6]

2.3.5 ซีเมนต์คาร์ไบด์

ซีเมนต์คาร์ไบด์ (Cement Carbide) หรือ เรียกอีกอย่าง คือ ทังสเทนคาร์ไบด์จัดเป็นวัสดุที่มีความแข็งแรงสูงและมีการต้านทานการสึกกร่อนที่สูงด้วย ซีเมนต์คาร์ไบด์ถูกพัฒนาขึ้นไปประเทศเยอรมันในปี คศ. 1920 จุดประสงค์ของการพัฒนาขึ้นมาก็เพื่อใช้งานในการทำแม่พิมพ์ขึ้นรูป และใช้แทนวัสดุอื่นที่มีราคาแพงกว่า ซีเมนต์คาร์ไบด์ที่พัฒนาขึ้นมารั้งแรกนั้น คือ ทังสเทนคาร์ไบด์ (WC) ซึ่งมีส่วนผสมของโคบอลต์ด้วยวิธีการผลิตซีเมนต์คาร์ไบด์มีด้วยกันหลายวิธี เช่น การหลอมธาตุต่าง ๆ เข้าด้วยกันแล้วหล่อ กรรมวิธีซินเตอร์ ภายหลัง พบว่า โคบอลต์เป็นตัวที่ทำการประสานโลหะผงได้เข้ากันดี จึงได้มีการพัฒนามาเป็น ทังสเทนโคบอลต์ (WC-Co)และนิยม ใช้งานกันอย่างแพร่หลาย ทังสเทนคาร์ไบด์จะแบ่งเป็น 2 ชนิดคือ ชนิด WC ซึ่งมีจุดหลอมเหลวอยู่ที่ 2800 องศาเซลเซียส และชนิด W2C มีจุดหลอมเหลวอยู่ที่ 2750 องศาเซลเซียส [6]

2.3.6 เซอร์เมท

เซอร์เมท (Cermets) เป็นวัสดุเครื่องมือตัดที่ทำการผลิตมาตามกรรมวิธีโลหะผงหรือซินเตอร์ริง มีส่วนประกอบที่สำคัญ คือ เซรามิก และธาตุผสมอื่น ๆ เซรามิกที่ผสมลงไปจะเป็นตัวช่วยในการต้านทานความร้อน และการสึกกร่อน ในขณะที่ส่วนผสมของโลหะอื่นเป็นตัวช่วยในด้านความเหนียว การยึดหยุ่น การต้านแรงกระแทก เซรามิกถูกจัดอยู่ในกลุ่มของอโลหะซึ่งคุณสมบัติที่สำคัญ คือ มีความสามารถในการต้านทานความร้อนสูง ในอุตสาหกรรมการผลิตได้แยกเครื่องมือตัดเซอร์เมทออกเป็นสองชนิดคือ ชนิดที่มีไททาเนียมคาร์ไบด์เป็นโลหะฐานและชนิดไททาเนียมคาร์ไบด์ในไตรเป็นโลหะพื้นฐาน ในขณะที่ชนิดที่มีทังสเตนคาร์ไบด์เป็นโลหะฐาน เรียกว่า ซีเมนต์คาร์ไบด์ [6]



รูปที่ 2.3 เปรียบเทียบค่าความแข็งของวัสดุเครื่องมือตัดที่อุณหภูมิต่าง ๆ

2.3.7 เซรามิก

เซรามิก (Ceramics) จัดเป็นวัสดุเครื่องมือตัดชนิดใหม่ที่น่าสนใจซึ่งความสามารถของเซรามิกสามารถที่จะใช้งานได้หลากหลาย เช่น งานตัดปาดผิวที่ละเอียดงานตัดปาดผิวที่ใช้วัสดุอื่นตัดได้ยาก การพัฒนานำเซรามิกมาใช้ได้เริ่มตั้งแต่ปี ค.ศ. 1970 ซึ่งทำมาเพื่อเป็นชิ้นส่วนของงานที่ต้องใช้ในอุณหภูมิสูง เนื่องจากเซรามิกเป็นอโลหะ จึงมีความสามารถในการทนอุณหภูมิสูงอยู่แล้วเซรามิกที่ใช้ทำเครื่องมือตัดในปัจจุบันเป็นเซรามิกฐานอะลูมินา (Al_2O_3) เซรามิกฐานซิลิกอนไนไตร (Si_3N_4) [7]

2.3.8 วัสดุเครื่องมือตัดแข็งพิเศษ

วัสดุเครื่องมือตัดแข็งพิเศษ มี 2 ชนิด คือ เพชร (Diamond) และ CBN (Cubic Boron Nitride) วัสดุทั้งสองชนิดนี้ ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมทั่วไป ซึ่งจะใช้สำหรับเป็นเครื่องมือตัด เมื่อเปรียบเทียบกับระหว่างเพชรและ CBN มีลักษณะคล้ายคลึงกันหลายอย่าง ทั้งสองชนิดเป็นวัสดุที่แข็งมากที่สุด [7]

2.4 อะลูมิเนียมและโลหะผสมของอะลูมิเนียม

2.4.1 อะลูมิเนียมและโลหะผสมของอะลูมิเนียม

มีความหนาแน่นต่ำ (2.7 g/cm^3) นำความร้อนและนำไฟฟ้าได้ดี ทนการกัดกร่อนดีในสภาวะแวดล้อมบางสภาวะรวมทั้งในบรรยากาศ โลหะอะลูมิเนียมง่ายต่อการขึ้นรูปเนื่องจากมีความเหนียวสูง เช่นอะลูมิเนียมฟอยล์ที่ได้จากการรีดอะลูมิเนียมบริสุทธิ์ เนื่องจากอะลูมิเนียมมีโครงสร้างผลึกแบบ FCC จึงมีคุณสมบัติเหนียวแม้ที่อุณหภูมิต่ำอะลูมิเนียมมีจุดหลอมเหลวต่ำจึงไม่สามารถใช้งานที่อุณหภูมิสูงกว่านี้ได้

สมบัติทางกลของอะลูมิเนียมเพิ่มขึ้นได้โดยการขึ้นรูปเย็นและการเติมธาตุผสม แต่วิธีการดังกล่าวทำให้ สมบัติต้านทานการกัดกร่อนลดลง ธาตุที่นิยมใช้ผสมเป็นหลักคือ ทองแดง แมกนีเซียม ซิลิกอน แมงกานีส และสังกะสี โลหะผสมที่ไม่สามารถอบชุบได้จะประกอบด้วยเฟสเดียวทำให้การเพิ่มความแข็งแรงได้โดยการทำให้เป็นสารละลายของแข็งเท่านั้น สำหรับอะลูมิเนียมผสมอื่นๆ สามารถอบชุบได้ (ชุบแข็งแบบตกตะกอน) เพราะธาตุผสมที่เติมลงไปทำให้เกิดการตกตะกอนของเฟสที่สอง ซึ่งอาจไม่ใช่สารประกอบอะลูมิเนียมก็ได้ เช่น MgZn_2

โดยทั่วไปโลหะผสมของอะลูมิเนียมจัดเป็นโลหะหล่อและโลหะผสมขึ้นรูปทางกล ส่วนผสมทางเคมีทั้งสองกลุ่มบอกด้วยตัวเลข 4 หลัก ซึ่งหมายถึงปริมาณของสารเจือปน และบางกรณี บ่งชี้ความบริสุทธิ์ สำหรับโลหะหล่อจุดทดสอบจะอยู่ระหว่าง 2 หลักสุดท้าย หลังจากเลขสองหลักนี้จะเป็นเครื่องหมายขีดกลางและข้อกำหนดกำหนดกรรมวิธีทางความร้อน (temper designation) ซึ่งเป็นตัวอักษรหรือเลข 1-3 หลักจะบ่งบอกสมบัติทางกลและกรรมวิธีทางความร้อนใดๆ ต่อ (asfabricated) H หมายถึงสภาพเพิ่มความแข็งแรงจากความเครียด (strain hardened) และ O หมายถึง สภาพที่ผ่านการอบอ่อน และ T3 หมายถึง โลหะผสมถูกอบละลายเป็นเนื้อเดียว ผ่านการรีดเย็นแล้วการบ่มแข็งธรรมชาติ แต่ถ้าโลหะผสมผ่านการอบละลายเป็นเนื้อเดียวกันและตามด้วยบ่มแรงจะใช้สัญลักษณ์ T

ปัจจุบันได้มีการสนใจนำอะลูมิเนียมและโลหะอื่นที่มีความหนาแน่นต่ำ อาทิเช่น แมกนีเซียมและไททาเนียม มาประยุกต์ใช้ในการขนส่งเพื่อลดการใช้เชื้อเพลิง เนื่องจากวัสดุดังกล่าวมีสมบัติที่สำคัญ เช่น ความแข็งแรงจำเพาะ (specific strength) หมายถึงอัตราส่วนความแข็งแรงต่อน้ำหนักเมื่อเทียบกับโลหะอื่นที่มีความหนาแน่นสูงกว่า เช่น เหล็ก แต่เมื่อเทียบภาระที่ได้รับต่อหน่วยน้ำหนักแล้วอาจสูงกว่า เช่น เหล็ก แต่เมื่อเทียบภาระที่ได้รับต่อหน่วยน้ำหนักแล้วอาจสูงกว่า เพราะว่ามีค่าความแข็งแรงจำเพาะสูง

นอกจากนั้นยังได้พัฒนาโลหะผสมอะลูมิเนียม-ลิเทียม ใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องบินอวกาศ เนื่องจากวัสดุดังกล่าวมีความหนาแน่นค่อนข้างต่ำ (2.5 และ 2.6 g/cm^3) มีค่าคุณสมบัติจำเพาะสูง ทนทานความล้าได้ดีมาก และมีค่าความแข็งแรงสูงแม้จะใช้งานที่อุณหภูมิต่ำ วัสดุบางชนิดยังสามารถชุบแข็งแบบตกตะกอนได้ อย่างไรก็ตามการผลิตโลหะผสมนี้มีราคาแพงกว่าการผลิตโลหะผสมอะลูมิเนียมทั่วไปเพราะต้องใช้กระบวนการเทคนิคพิเศษเนื่องจากลิเทียมอาจเกิดปฏิกิริยาเคมีได้ [8]

2.4.2 อะลูมิเนียมขึ้นรูปเย็นและอะลูมิเนียมขึ้นรูปเย็นผสม (Wrought Aluminium and Wrought Aluminium Alloys)

อะลูมิเนียมขึ้นรูปเย็นและอะลูมิเนียมขึ้นรูปเย็นผสม สามารถจำแนกออกโดยใช้ตัวเลข 4 หลัก โดยตัวเลขหลักที่หนึ่งเป็นการแบ่งกลุ่มของอะลูมิเนียมซึ่งสามารถแบ่งได้ 9 กลุ่มดังที่แสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 สัญลักษณ์ที่ใช้แทนอะลูมิเนียมขึ้นรูปเย็นและอะลูมิเนียมขึ้นรูปเย็นผสม [9]

สัญลักษณ์	ธาตุที่เป็นส่วนผสมหลักในอะลูมิเนียม
1XXX	อะลูมิเนียมที่มีความบริสุทธิ์ไม่น้อยกว่า 99 เปอร์เซ็นต์
2XXX	ทองแดง (Copper,Cu)
3XXX	แมงกานีส(Manganese,Mn)
4XXX	ซิลิกอน (Silicon,Si)
5XXX	แมกนีเซียม (Magnesium,Mg)
6XXX	แมกนีเซียมกับซิลิกอน (Magnesium,Mg and Silicon,Si)
7XXX	สังกะสี(Zinc,Zn)
8XXX	ธาตุอื่นๆ (Other Element)
9XXX	ยังไม่มีใช้ (Unused Series)

2.4.2.1 อะลูมิเนียมบริสุทธิ์ (อนุกรม 1XXX) ที่ใช้ในอุตสาหกรรมจะมีความ บริสุทธิ์ของอะลูมิเนียม ที่ 99.0 เปอร์เซ็นต์ ถึง 99.9 เปอร์เซ็นต์ อะลูมิเนียมในกลุ่มนี้มีความต้านทาน การกัดกร่อนได้ดี สามารถนำไฟฟ้าและนำความร้อนได้ดี และยังสามารถสะท้อนแสงได้ดี จึงนิยมใช้ในการผลิตแผง สะท้อนแสงในไฟหน้ารถยนต์ นอกจากนั้นยังสามารถนำไปขึ้นรูปได้ง่ายทั้งการตัด เชื่อมและขึ้นรูป เย็นด้วยกระบวนการต่างๆ ความสามารถในการเชื่อมอยู่ในเกณฑ์ที่น่าพอใจ แต่อะลูมิเนียมบริสุทธิ์ จะมีข้อเสียคือในด้านความแข็งแรง และคุณสมบัติทางกลที่ต่ำกว่าวัสดุชนิดอื่น แต่สามารถปรับปรุง ได้โดยการเติมธาตุเจืออื่นเพื่อให้คุณสมบัติเปลี่ยนแปลงไป หรือการขึ้นรูปเย็นคือการทำให้แข็งได้ ด้วยความเค้น (Strain Hardening)

2.4.2.2 อะลูมิเนียมเจือทองแดง(อนุกรม 2XXX) เป็นอะลูมิเนียมที่มีความแข็งแรงสูง คุณสมบัติทาง กลใกล้เคียงกับเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ โดยสามารถที่ทำการปรับปรุงคุณสมบัติทางกลให้ดีขึ้น ได้ด้วยกรรมวิธีทางความร้อนได้โดยทำการอบละลาย (Solution Treatment) และชุบ (Quenching) จากนั้นจะปล่อยให้ตกตะกอน (Precipitation) ซึ่งเรียกกระบวนการนี้ว่ากระบวนการอบบ่ม (Ageing Hardening) ซึ่งภายหลังการอบบ่มความสามารถในการต้านทานการกัดกร่อนจะลดลง และความสามารถในการเชื่อมของอะลูมิเนียมชนิดนี้จะต่ำกว่าชนิดอื่นๆ คือเชื่อมได้ยากโดยจะเกิด การอ่อนตัวที่แนวเชื่อมดังนั้นจึงมักทำการเชื่อมด้วยวิธีทางกลคือการย้ำหุค

2.4.2.3 อะลูมิเนียมเจือแมงกานีส (อนุกรม3XXX) เป็นอะลูมิเนียมที่มีคุณสมบัติ เหมือนกับ อะลูมิเนียมบริสุทธิ์แต่มีความแข็งแรงและคุณสมบัติทางกลที่ดีกว่า จัดว่าเป็นกลุ่มที่ไม่สามารถ ปรับปรุงคุณสมบัติด้วยกรรมวิธีทางความร้อนได้

2.4.2.4 อะลูมิเนียมเจือซิลิกอน (อนุกรม4XXX) อะลูมิเนียมชนิดนี้จัดว่าเป็นกลุ่มที่ไม่สามารถ ปรับปรุงคุณสมบัติ ด้วยกรรมวิธีทางความร้อนได้ แต่เมื่ออยู่ในสภาพของเหลวจะไหลตัวได้ดีและ ขณะแข็งตัวจะไม่เกิดการแตกร้าวทั้งในสภาพร้อนเย็น ดังนั้นอะลูมิเนียมจึงนิยมใช้ในการเป็นลวด เติมสำหรับเชื่อมอะลูมิเนียมเจือและอะลูมิเนียมหล่อ

2.4.2.5 อะลูมิเนียมเจือแมกนีเซียม (อนุกรม 5XXX) บางครั้งมีการเติมแมงกานีสลงไปด้วย อะลูมิเนียมเจือชนิดนี้จัดว่าเป็นกลุ่มที่ไม่สามารถปรับปรุงคุณสมบัติด้วยกรรมวิธีทางความร้อนได้ นิยมนำไปทำลวดเติมสำหรับเชื่อมเหมือนกับอนุกรม 4XXX นอกจากนั้นยังนิยมนำไปทำเป็นถังหรือ ขวดบรรจุแก๊ส (Storage Vessels)

2.4.2.6 อะลูมิเนียมเจือแมกนีเซียม-ซิลิกอน (อนุกรม 6XXX) อะลูมิเนียมชนิดนี้จัดว่าเป็นกลุ่มที่สามารถปรับปรุงคุณสมบัติทางกลด้วยกรรมวิธีทางความร้อนได้ มีความแข็งแรงและคุณสมบัติทางกลที่ดีพอสมควร ความต้านทานการกัดกร่อนและความสามารถในการแปรรูปและความสามารถในการเชื่อมอยู่ในเกณฑ์ที่พอใช้ แต่มีข้อเสียคือเมื่อนำอะลูมิเนียมเจือชนิดนี้ไปทำการเชื่อมด้วยกรรมวิธีการให้ความร้อนแบบต่างๆ จะทำให้บริเวณแนวเชื่อมอ่อน

2.4.2.7 อะลูมิเนียมเจือสังกะสี – แมกนีเซียม (อนุกรม 7XXX) อะลูมิเนียมชนิดนี้มีการเจือธาตุสังกะสีเป็นธาตุหลักและแมกนีเซียมนั้นเป็นธาตุรองนอกจากนั้นยังมีทองแดงและโครเมียมอีกเล็กน้อยอะลูมิเนียมเจือกลุ่มนี้มีความแข็งแรงและคุณสมบัติทางกลที่ดีมากและมีน้ำหนักเบา ความต้านทานการกัดกร่อนและความสามารถในการเชื่อมอยู่ในเกณฑ์ที่ค่อนข้างต่ำเพราะจะเกิดการอ่อนตัวบริเวณแนวเชื่อม อะลูมิเนียมชนิดนี้จัดเป็นกลุ่มที่สามารถปรับปรุงคุณสมบัติทางกลด้วยกรรมวิธีทางความร้อนได้ แต่ในปัจจุบันได้มีการผลิตและพัฒนาอะลูมิเนียมชนิดนี้โดยการผสมแมกนีเซียมลงไปและกำจัดทองแดงออกไปทำให้ความสามารถในการเชื่อมของอะลูมิเนียมชนิดสูงขึ้น โดยจะไม่เกิดการอ่อนตัวบริเวณแนวเชื่อมเพราะบริเวณดังกล่าวได้เกิดการแข็งตัวจากตกตะกอนตามธรรมชาติ [9]

2.4.3 อะลูมิเนียมผสมทองแดง หมายเลข AA2024

เป็นโลหะผสมของอะลูมิเนียมที่มีทองแดงแมกนีเซียมนั้นเป็นส่วนผสมสำคัญที่ได้ถูกพัฒนาจากอะลูมิเนียมผสมเกรด AA2017 โดยการเพิ่มปริมาณของแมกนีเซียมให้มากขึ้น จึงทำให้มีความแข็งแรงสูงขึ้นนิยมนำไปใช้ทำชิ้นส่วนเครื่อง บินที่ต้องได้รับความเค้นสูงและงานที่ต้องการความแข็งแรงสูงอื่นๆ นอกจากนี้ยังมีความสามารถในการตัดกลึงดีมาก ด้านทนต่อการแตกร้าวดีเยี่ยม มีความเหนียวแกร่งสูงมาก จึงสามารถนำไปใช้ในงานแม่พิมพ์พลาสติกและงานอื่นๆ ได้อย่างกว้างขวาง[5]

ตารางที่ 2.2 ตารางแสดงส่วนผสมทางเคมีของอะลูมิเนียมผสม AA2024 [5]

ส่วนผสมทางเคมีของอะลูมิเนียมผสม AA2024	ค่ามาตรฐานของเปอร์เซ็นต์ ส่วนผสมทางเคมี
ซิลิกอน Si	0.50
เหล็ก Fe	0.05
ทองแดง Cu	3.80-4.90

ตารางที่ 2.2 (ต่อ) ตารางแสดงส่วนผสมทางเคมีของอะลูมิเนียมผสม AA2024 [5]

ส่วนผสมทางเคมีของอะลูมิเนียมผสม AA2024	ค่ามาตรฐานของเปอร์เซ็นต์ ส่วนผสมทางเคมี
ไทเทเนียม Ti	0.15
สังกะสี Zn	0.25
แมกนีเซียม Mg	1.20-1.80
แมงกานีส Mn	0.30-0.90
โครเมียม Cr	0.10
อื่นๆ	0.05

2.5 เครื่องจักรกลซีเอ็นซี

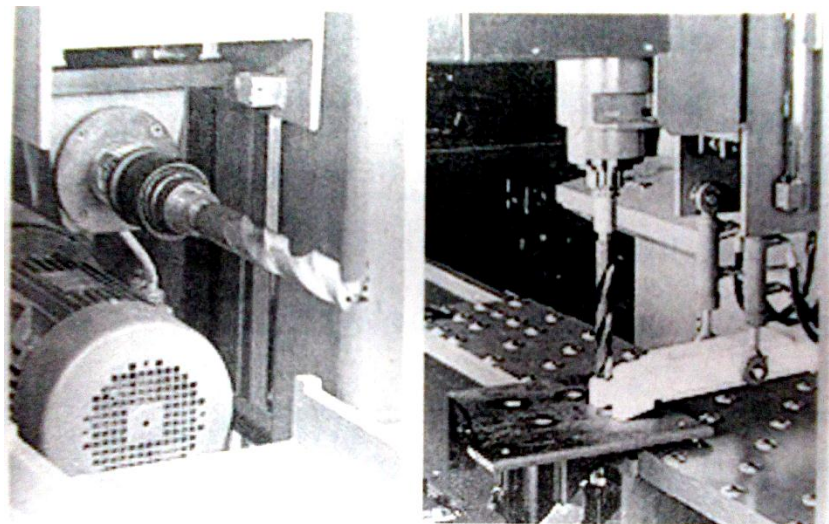
ระบบซีเอ็นซี เป็นระบบที่มีการพัฒนาขึ้นมาจากระบบเอ็นซี โรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นโรงงานขนาดเล็ก ขนาดกลาง หรือขนาดใหญ่ ต่างก็ใช้ระบบซีเอ็นซีช่วยในการผลิตชิ้นงานให้มีความเที่ยงตรงลดความผิดพลาดจากการทำงาน ไม่ว่าชิ้นงานนั้นจะง่ายหรือยากเพียงใดก็ตาม ระบบซีเอ็นซีสามารถผลิตชิ้นงานให้ได้ตรงตามต้องการและเป็นที่ยอมรับในกลุ่มอุตสาหกรรมและกลุ่มอื่นๆ ความสามารถของระบบซีเอ็นซีได้มีการพัฒนาขึ้นมาอย่างต่อเนื่อง ไม่ว่าจะเป็นความสามารถทางการส่งถ่ายข้อมูล ความยืดหยุ่นในการผลิตชิ้นงาน ระยะเวลาในการผลิตชิ้นงาน อุปกรณ์เครื่องมือ หรือแม้แต่การแสดงผลภาพจำลองการทำงาน [3]

2.5.1 เครื่องเจาะซีเอ็นซี (CNC Drilling Machine)

การเจาะรูชิ้นงานโดยทั่วไปจะเป็นการตัดเฉือนชิ้นงานโดยใช้อุปกรณ์คือดอกสว่านในการเจาะชิ้นงานเพื่อให้เกิดรูเจาะ โดยดอกสว่านจะหมุนด้วยความเร็วเพื่อให้คมตัดทำหน้าที่ตัดเฉือนชิ้นงานออกไป ตำแหน่งสำหรับเจาะชิ้นงานนั้นจะต้องมีความเที่ยงตรง การเจาะชิ้นงานทั่วไปจะใช้ช่างผู้ชำนาญและมีประสบการณ์ในการทำงาน แต่มักพบปัญหาเนื่องจากการทำงานที่ผิดพลาดตัวอย่างเช่น ต้องการประกอบชิ้นงาน 2 ชิ้น โดยการยึดชิ้นงานให้ติดกันโดยใช้เกลียวยึดจะต้องมีการเจาะรูชิ้นงานทั้ง 2 ชิ้น จากนั้นต้องทำเกลียวใน เพื่อจะได้นำเกลียวนอกเข้ามาประกอบ ปัญหาที่เกิดขึ้นก็คือการเจาะรู

ชิ้นงานทั้งสองชิ้นมักมีการคลาดเคลื่อนของตำแหน่งที่ใช้ในการเจาะและหากมีจำนวนรูในของงานเจาะเพิ่มมากขึ้นย่อมเกิดความผิดพลาดในตำแหน่งเจาะเพิ่มมากขึ้นตามลำดับ ดังนั้น เพื่อป้องกันปัญหาดังกล่าวจึงมีการพัฒนาเครื่องเจาะโดยนำระบบซีเอ็นซีมาควบคุมการทำงานทำให้ลดปัญหาการเจาะผิดตำแหน่งหรือไม่ได้ขนาดเครื่องเจาะซีเอ็นซี ถูกออกแบบมาโดยใช้หลักการการทำงานพื้นฐานเช่นเดียวกับเครื่องเจาะทั่วไป โดยมีทั้งแบบง่ายไปจนถึงแบบที่สลับซับซ้อน ซึ่งมีส่วนประกอบหลักคล้ายกับเครื่องเจาะธรรมดา ได้แก่

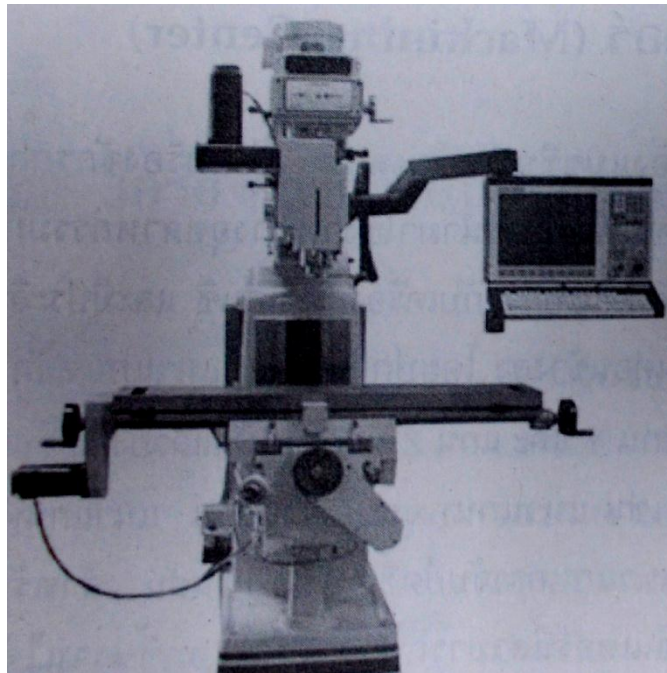
1. เพลาหัวเครื่อง (Spindle Head) ทำหน้าที่จับยึดเครื่องมือตัด เพื่อให้เกิดการหมุนเจาะชิ้นงาน
2. โต๊ะงาน (Table) ทำหน้าที่จับยึด หรือรองรับชิ้นงาน สามารถเคลื่อนที่ตามแนวแกน x และ y ได้ คล้ายกับแนวแกนของเครื่องกลึง
3. กลไกป้อน (Feed Mechanisms) ทำหน้าที่ควบคุมเครื่องมือสำหรับเคลื่อนที่ตัดชิ้นงานในแนวแกน z ซึ่งเป็นแนวแกนที่กำหนดความลึกของการเจาะลักษณะที่กล่าวมาเป็นลักษณะของเครื่องเจาะซีเอ็นซีโดยทั่วไป ซึ่งยังคงมีการพัฒนารูปแบบของเครื่องเจาะซีเอ็นซีให้สามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่อง สามารถเปลี่ยนเครื่องมือตัดได้ซึ่งอาจเป็นแบบเทอร์เรต หรือแบบแม็กกาซีน เครื่องเจาะซีเอ็นซีบางชนิดถูกออกแบบให้สามารถทำงานคล้ายกับลักษณะของเครื่องกัด แต่มีลักษณะเป็นกัดเบา ๆ ได้อีกด้วย และยังสามารถจับยึดเครื่องมือในงานกัดได้อีกด้วย [3]



รูปที่ 2.4 เครื่องเจาะซีเอ็นซี (CNC Drilling Machine) [3]

2.5.2 เครื่องกัดซีเอ็นซี (CNC Milling Machine)

เครื่องกัดซีเอ็นซี ถูกนำมาใช้งานในอุตสาหกรรมอย่างแพร่หลายเนื่องจากสามารถทำงานได้ค่อนข้างกว้าง เช่น งานกัด งานเจาะ งานคว้าน งานทำเกลียว เป็นต้น ทำให้เครื่องกัดซีเอ็นซีถูกออกแบบให้มีการเคลื่อนที่ตั้งแต่ 3 แนวแกนขึ้นไป โดยมีแนวแกนหลัก 3 แกน ได้แก่ แกน x แกน y แกน z เครื่องกัดซีเอ็นซีโดยทั่วไปแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ เครื่องกัดซีเอ็นซีเพลาตั้งและเครื่องกัดซีเอ็นซีเพลาอน โดยจะขึ้นอยู่กับการวางตำแหน่งของเพลาคั่วเครื่อง[3]

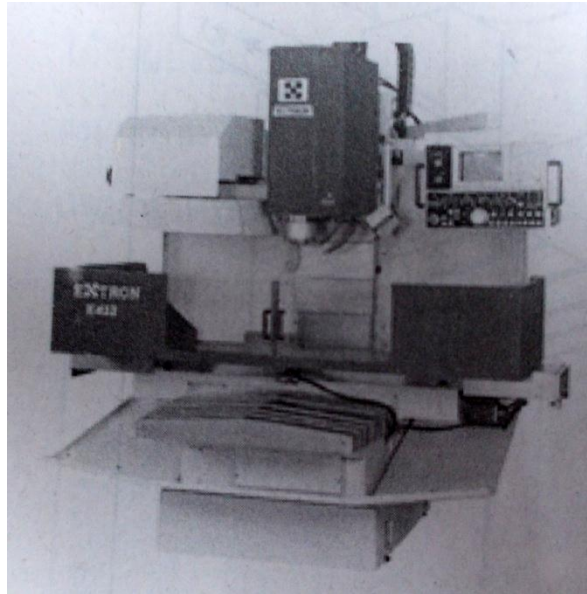


รูปที่ 2.5 เครื่องกัดซีเอ็นซี (CNC Milling Machine)[3]

2.5.3 เครื่องแมชชีนนิ่งเซ็นเตอร์ (Machining Center)

เครื่องแมชชีนนิ่งเซ็นเตอร์ เป็นเครื่องจักรกลซีเอ็นซีอีกประเภทหนึ่งซึ่งมีการนำมาใช้งานทางอุตสาหกรรมกันอย่างแพร่หลายมีลักษณะคล้ายกับเครื่องกัดซีเอ็นซี และมีประสิทธิภาพในการทำงานค่อนข้างสูง โดยปกติแล้วจะมีแนวแกนหลัก 3 แกน คือ แกน x แกน y และแกน z นอกจากนั้นแล้วยังมีแนวแกนย่อยอีกมากมาย เช่น แนวแกนหมุนของโต๊ะ งานแนวแกนหมุนของหัวเครื่อง แนวแกนจับยึดชิ้นงาน เป็นต้น สำหรับเครื่องแมชชีนนิ่งเซ็นเตอร์นี้ สามารถทำการตัดเฉือนชิ้นได้ 4 ถึง 5 ด้าน ต่อการจับยึดชิ้นงานเพียงครั้งเดียว อีกทั้งยังสามารถทำการตัดเฉือนได้หลากหลายลักษณะ เช่น งานกัด งานปาดหน้า งานคว้าน และงานอื่น ๆ เป็นต้น โดยจะสามารถประกอบชุดเครื่องมือตัดตั้งแต่ 10 อันขึ้นไปได้ โดยไม่มีข้อจำกัดซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะของอุปกรณ์เปลี่ยนเครื่องมือตัดที่ติดตั้ง

ตั้งอยู่บนเครื่อง อีกทั้งสามารถถอดหรือใส่ชิ้นงานได้ในขณะที่เครื่องกำลังทำการตัดเฉือนชิ้นงานอยู่ได้ [3]

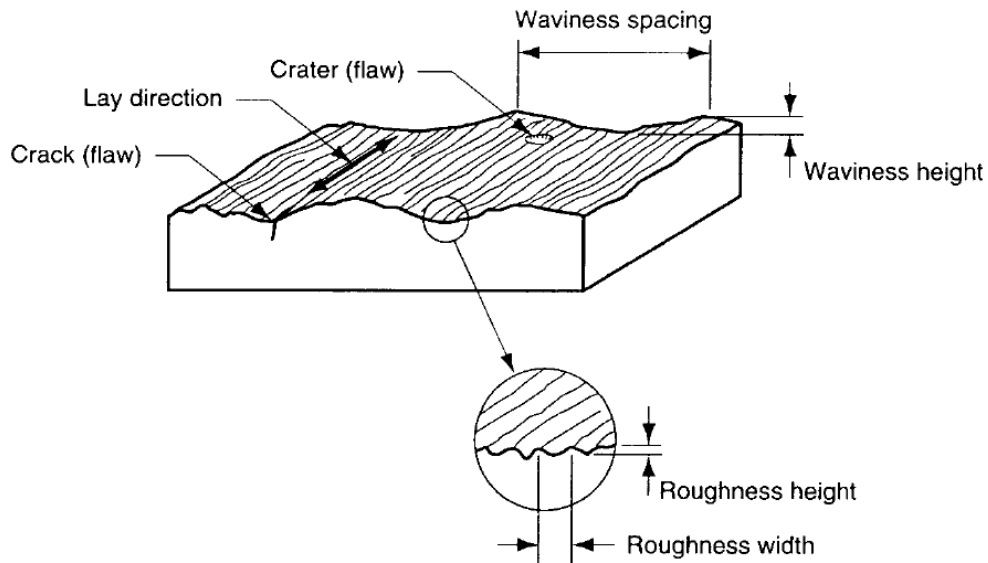


รูปที่ 2.6 เครื่องแมชชีนนิ่งเซ็นเตอร์ (Machining Center) [3]

2.6 ความหยาบละเอียดของผิวงาน

2.6.1 ลักษณะทั่วไปของผิวงานที่ผ่านการแปรรูปและผ่านการตัดเฉือน

ผิวชิ้นงานที่ผ่านกระบวนการผลิตด้วยกรรมวิธีต่าง ๆ เช่น งานกัด งานกลึง และงานเจียระไน ฯลฯ เมื่อมองด้วยสายตาเราจะเห็นว่าผิวของชิ้นงานมีความเรียบ แต่เมื่อนำมาขยาย ก็จะพบว่าผิวงานเหล่านั้นขรุขระเป็นคลื่น สูง - ต่ำไม่เท่ากัน โดยเฉพาะถ้าผิวของชิ้นงานใดมีความสูง - ต่ำ แตกต่างกันมาก ก็แสดงว่าผิวของชิ้นงานนั้นมีความหยาบของผิวมาก แต่ถ้าผิวของชิ้นงานใดมีความสูง - ต่ำน้อย แสดงว่ามีความเรียบของผิวมากหรือละเอียดมากกว่า ซึ่งความเรียบของผิวนี้ จะมีความจำเป็นสำหรับงานที่ต้องการความละเอียดสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งการผลิตชิ้นส่วนของเครื่องจักรกลบางชนิด เช่น ตลับลูกปืน เป็นต้น แต่สำหรับชิ้นงานบางชนิดก็อาจจะไม่มีความจำเป็นที่จะต้องระบุความหยาบละเอียดของผิวงาน เพราะจะทำให้เสียเวลาในการผลิต [10]



รูปที่ 2.7 ส่วนต่าง ๆ ของความหยาบละเอียดของผิวงาน[10]

2.6.1.1 ผิวงาน (Surface) หมายถึง ขอบเขตหรือบริเวณ ที่แยกออกจากส่วนเนื้อวัสดุงาน รูปร่างและลักษณะผิวงาน ระบุได้ด้วยรูปภาพ (Drawing) หรือคำอธิบายคำจำกัดความ (Descriptive Specifications)

2.6.1.2 รูปทรงผิว (Profile) หมายถึง เส้นที่แสดงลักษณะพื้นผิวงาน ตลอดภาคหน้าตัดที่ถูกนำมาพิจารณา

2.6.1.3 ความหยาบของผิว (Roughness) หมายถึง ความผิดปกติของผิวงาน ที่ผ่านกระบวนการขึ้นรูป อันเนื่องมาจากขบวนการผลิต

2.6.1.4 คลื่นของผิวงาน (Waviness) หมายถึง ความผิดปกติของผิวงาน ที่มีระยะในการพิจารณากว้างกว่าช่วงความหยาบผิว เกิดขึ้นจากการโก่งตัวของทั้งชิ้นงาน และการหลวมคลอนของชิ้นส่วนเครื่องจักรกล รวมทั้งการสั่นสะเทือนขณะทำการขึ้นรูป ดังรูปที่ 2.6

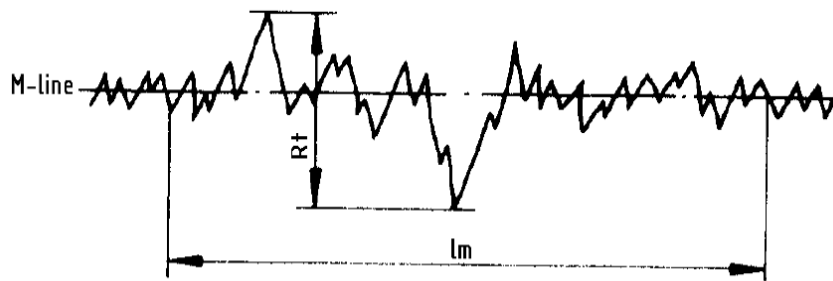
2.6.1.5 Flaw หมายถึง ความผิดปกติของผิวงาน ที่เกิดขึ้นที่จุดใดจุดหนึ่งบนผิวงาน เช่นรอยขีดข่วน รอยแตก และรูพรุน เป็นต้น ดังรูปที่ 2.6

2.6.1.6 Lay หมายถึง แนวทิศทางของรอยสันส่วนยอดความหยาบของผิว ที่ทำการตรวจสอบ ดังรูปที่ 2.6

2.6.2 การวัดค่าความหยาบละเอียดของผิวงานตามมาตรฐานของ ISO 4287

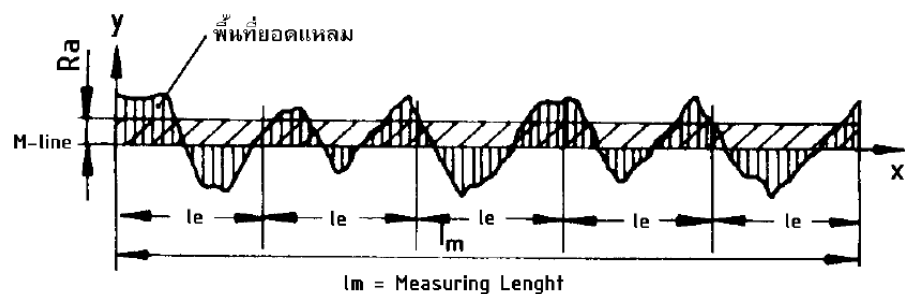
การวัดค่าความหยาบละเอียดของผิวงานที่จะกล่าวถึงนี้ ประกอบด้วย ค่า R_t , R_a และ R_z ซึ่งมีหน่วยเป็นไมโครเมตร (μm) โดยแต่ละค่ามีวิธีการวัด ดังนี้ [11]

2.6.2.1 ค่า R_t หมายถึง ค่าวัดจากจุดสูงสุดไปยังถึงจุดต่ำสุดของผิวงาน ดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.8 แสดงค่าวัดจากจุดสูงสุดถึงจุดต่ำสุดของผิวงาน

2.6.2.2 ค่า R_a หมายถึง ค่าที่ได้จากการหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต ของพื้นที่ยอดแหลมของคลื่นเหนือเส้นกึ่งกลาง (M - Line) กับพื้นที่ยอดแหลมของคลื่นใต้เส้นกึ่งกลาง หารด้วยความยาวเฉลี่ย (L_m) โดยที่ค่าของ R_a มีหน่วยวัดเป็นไมโครเมตร ดังรูปที่ 2.8



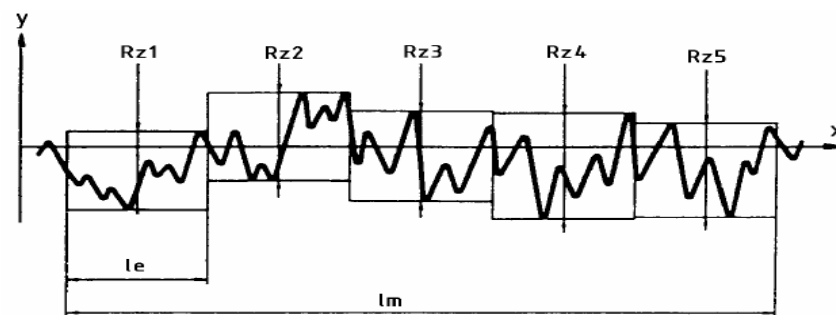
รูปที่ 2.9 แสดงพื้นที่ยอดแหลมของคลื่นเหนือเส้นกึ่งกลางและใต้เส้นกึ่งกลาง

ตารางที่ 2.3 แสดงค่าและชั้นความหยาบของผิวงาน ตามมาตรฐานของ ISO1302 –1978 [11]

ค่า Ra (หน่วย : ไมโครเมตร)	ชั้นความหยาบละเอียดของผิว
50.00	N12
25.00	N11
12.50	N10
6.30	N9
3.20	N8
1.60	N7
0.80	N6
0.40	N5
0.20	N4
0.10	N3
0.05	N2
0.02	N1

หมายเหตุ: Ra ค่าที่ได้จากค่าเฉลี่ยเลขคณิต

2.6.2.3 ค่าความหยาบ Rz หมายถึง ค่าหาได้จากการวัดทดสอบเป็นช่วงเท่า ๆ กัน 5 ช่วง แล้วนำค่าที่ได้มารวมกันหารด้วย 5 โดยที่ค่าของ Rz มีหน่วยเป็นไมโครเมตรดังรูปที่ 2.9



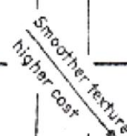
รูปที่ 2.10 แสดงการวัดทดสอบเป็นช่วงเท่า ๆ กัน

ตารางที่ 2.4 แสดงขอบเขตความเรียบผิวงานของกระบวนการการผลิต [12]

Process	Roughness height rating, μm (μin) Ra												
	50 (2000)	25 (1000)	12.5 (500)	6.3 (250)	3.2 (125)	1.8 (63)	0.80 (32)	0.40 (16)	0.20 (8)	0.10 (4)	0.05 (2)	0.025 (1)	0.012 (0.5)
Flame cutting													
Snagging													
Sawing													
Planing, shaping													
Drilling													
Chemical milling													
Elect. discharge mach.													
Milling													
Broaching													
Reaming													
Electron beam													
Laser													
Electro-chemical													
Boring, turning													
Barrel finishing													
Electrolytic grinding													
Roller burnishing													
Grinding													
Honing													
Electro-polish													
Polishing													
Lapping													
Superfinishing													
Sand casting													
Hot rolling													
Forging													
Perm. mold casting													
Investment casting													
Extruding													
Cold rolling, drawing													
Die casting													

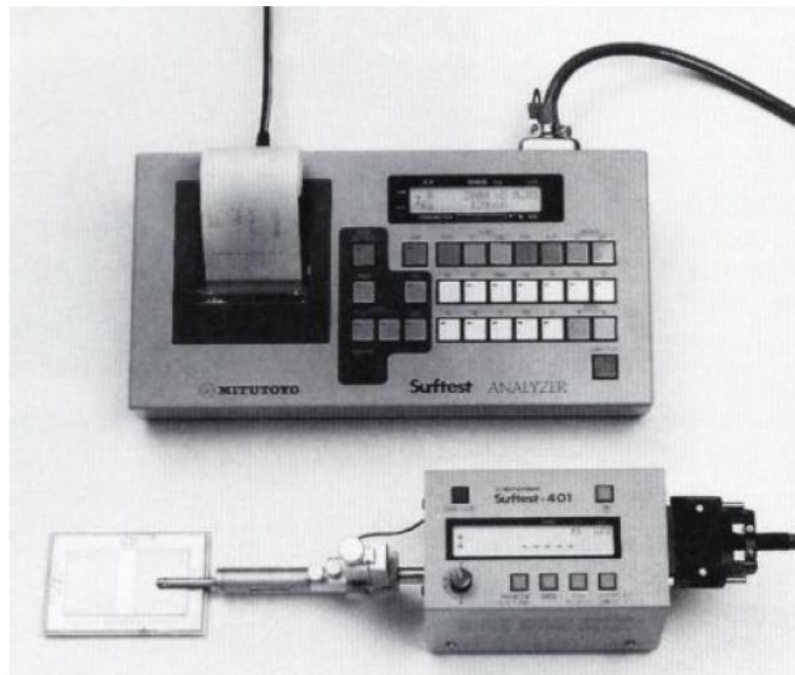
The ranges shown above are typical of the processes listed.
Higher or lower values may be obtained under special conditions.

 Average application
 Less frequent application

2.6.3 การตรวจสอบความหยาบละเอียดของผิว

การตรวจสอบความหยาบละเอียดของผิว โดยทั่วไปจะใช้วิธีการตรวจสอบผิวของชิ้นทดสอบเปรียบเทียบกับค่าความหยาบของพื้นผิวที่ได้จากการเจียรไนด้วยเครื่องวัดผิว ดังรูปที่ 2.10 [11]



รูปที่ 2.11 เครื่องมือวัดค่าความหยาบผิวงาน

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Scott F. Miller, Jia Tao, Albert J. Shih [4] ได้ศึกษาการเจาะแบบแรงเสียดทานของโลหะหล่อ การศึกษานี้ได้ศึกษาขั้นตอน การเจาะแบบอาศัยแรงเสียดทานซึ่งเป็นเทคนิคการเจาะรูปแบบใหม่ สำหรับโลหะหล่อ ในการเจาะแบบแรงเสียดทานซึ่งเป็นการหมุนเครื่องมือรูปกรวยถูกนำไปใช้ในการเจาะและสร้างปลอกโลหะในชิ้นงาน ในขั้นตอนเดียวโดยไม่ต้องสร้างชิ้นส่วนใหม่มาต่อข้างนอก การศึกษาโลหะผสม ระหว่างอะลูมิเนียมหล่อและแมกนีเซียม สองวัสดุจะเปรียบเทียบกับ วัสดุ ชิ้นงานโลหะที่ใช้ในการวิจัยการเจาะแรงเสียดทานหน้าที่แล้ว ความน่าสนใจทางเทคนิคคือการ สร้างรูปทรงกระบอกปลอกโลหะ โดยไม่ต้องแตกหักหรือเป็นแอ่ง อย่างมีนัยสำคัญ สองแนวคิด คือก่อนความร้อนขึ้นงานและความเร็ว แรงเสียดทานในการเจาะสูง มีการเสนอผลของอุณหภูมิ ชิ้นงาน, ความเร็วในการหมุนและอัตราการป้อนเกี่ยวกับแรงผลักดันการทดลองวัดแรงบิดและรูปร่าง ของปลอกโลหะ ถูกนำมาวิเคราะห์ แรงผลักดันและแรงบิดลดลงและรูปร่างของปลอกโลหะได้ดี ขึ้นกับ อุณหภูมิของชิ้นงานเพิ่มขึ้น ที่แตกต่างกันความเร็วในการหมุนแสดงผลในการสร้าง ปลอกโลหะ ของ ทั้งสองวัสดุที่แตกต่างกัน พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยและพลังงานสูงสุดที่จำเป็นสำหรับการเจาะแบบแรง เสียดทานที่ถูกคำนวณและวิเคราะห์เพื่อแสดงให้เห็นถึงปริมาณผลประโยชน์ของชิ้นงานก่อนความ ร้อนและความเร็วในแกนสูงในการเจาะแรงเสียดทาน

Han-Ming Chow^a, Shin-Min Lee^b, Lieh-Dai Yang^c [2] ได้ศึกษาคุณลักษณะของการเจาะแบบแรงเสียดทานเหล็กกล้าไร้สนิมออสเทนนิติกเกรด AISI 304 กระบวนการเจาะด้วยสว่านที่ไม่มีเศษเหล็กเกิดจากการอาศัยกฎแรงเสียดทานและความร้อนที่เกิดจากการเสียดสี ซึ่งมีลักษณะเด่นที่สำคัญ คือ ไม่เกิดมลภาวะ ใช้เวลาน้อยและอายุการใช้งานนาน หลักจากเดินเครื่องการใช้สว่านเจาะด้วยแรงเสียดทานทำให้เกิดแผ่นบาง(ชิ้นงาน)เป็นรูปปlok โลหะด้วยความหนา 3 เท่าของชิ้นงาน ปlok โลหะสามารถสร้างเกลียวด้านในโดยไม่ต้องเชื่อมเป็นเกลียว

วัตถุประสงค์หลักของการศึกษาในครั้งนี้ คือการพัฒนาดอกเจาะด้วยแรงเสียดทาน ชนิดใหม่ด้วยการเผา cabide เพื่อให้สามารถลับรูปทรงที่ต้องการได้ นอกจากนี้ยังสามารถดัดแปลงเพื่อเจาะเหล็กกล้าไร้สนิม ออสเทนนิติก (AISI 304) วิธีการ Taguchi เป็นการดัดแปลงเพื่อสำรวจความแตกต่างของปัจจัยที่กำหนดอย่างไร เช่น รูปร่างดอกสว่าน มุมความเสียดทาน อัตราพื้นที่ผิวสัมผัสแรงเสียดทาน อัตราป้อนและความเร็วการเจาะ จะมีผลกระทบต่อ การตอบสนองของตัวแปร เงื่อนไขที่เหมาะสมของการเจาะ คือ A_1 (มุมความเสียดทาน = 30 องศา), B_1 (อัตราส่วนพื้นที่ผิวสัมผัสแรงเสียดทาน = 50 %), A_2 (อัตราเร็ว = 100 mm/min), D_3 (ความเร็วการเจาะ = 90 mm/min) และทำเรียบรอยการเจาะเมื่อทำการตั้งค่าทั้ง 4 เรียบร้อยแล้ว ซึ่งผลที่ได้ก็คือค่าเฉลี่ยความเรียบผิว $R_a = 0.96\mu\text{m}$ ค่า R_a นี้ คือค่าที่น้อยเมื่อเทียบกับค่า R_a จากลำดับ L8 เพราะฉะนั้นการทดลองเดินเครื่องนี้คือการทดลองเพื่อยืนยันค่าที่ถูกต้อง

หลังจากได้ตัวแปรกำหนดที่เหมาะสมของการเจาะ รูปร่างที่เหมาะสมและอัตราส่วนพื้นที่สัมผัสแรงเสียดทาน ของดอก Thermal drill การเลือกการทดลอง สมรรถนะของ Thermal drill เปรียบเทียบกับสว่านเกลียว Tungsten carbide (WC) และผลลัพธ์พบว่าสว่านเกลียวมีการทำลายอย่างรุนแรง หลังจาก เดินเครื่องเจาะ 3 ครั้ง อย่างไรก็ตาม สว่านเจาะแบบแรงเสียดทานสามารถทำงานได้ตามปกติ กับเหล็กกล้าไร้สนิมออสเทนนิติกเกรด AISI 304 หลักจากเดินเครื่อง 60 ครั้ง และแสดงให้เห็นการสึกหรอเพียงเล็กน้อย ผิววรมีคุณภาพดี เหมือนกระจกเงาสามารถบรรลุผลสำเร็จ

P.V.Gopal Krishna, K.Kishore and V.V.Satyanarayana [13] ได้ศึกษาทดลองการเจาะแบบแรงเสียดทานโดยใช้เหล็กกรอบสูงในอลูมิเนียมอัลลอยด์ AA6315 การเจาะแบบแรงเสียดทานเป็นเทคนิคการเจาะรูปแบบใหม่ที่เป็นการสร้างรูและปlok โลหะในขั้นตอนเดียวโดยไม่ต้องสร้างปlok โลหะมาเชื่อมติด กระบวนการเจาะนี้อาศัยความร้อนที่เกิดจากแรงเสียดทานระหว่างเครื่องมือและชิ้นงาน จนทำให้เนื้อวัสดุหลอมละลายและอ่อนตัวยุบตัวลงไปตามแรงผลักของเครื่องมือและก่อดัวเป็นปlok โลหะรอบเครื่องมือ อะลูมิเนียมอัลลอยด์ AA6315 ถูกนำมาใช้เป็นวัสดุในการเจาะโดยใช้เหล็กกรอบสูงรูปทรงกรวยมีการพัฒนาในการทำงานสำหรับแรงผลักดันตามแนวแกนและแรงบิด

รูปแบบ การออกแบบการทดลองที่เหมาะสมคือวิธีการ Thaguchi ถูกนำไปใช้ประเมินหาประสิทธิภาพของความเร็วในการเจาะแบบแรงเสียดทาน ในอะลูมิเนียมอัลลอยด์ AA6315 ที่มีความหนา 1 มม. ซึ่งสรุปได้ว่ามุมกรวยของเครื่องมือเป็นตัวแปรสำคัญและมีอิทธิพลต่อแรงบิด

G.Somasundaram, S.Rajendra Boopathy [14] ได้ศึกษาการเจาะแบบแรงเสียดทาน ของ Aluminum Silicon Carbide Metal Matrix Composite การศึกษานี้ได้ศึกษากระบวนการเจาะแบบแรงเสียดซึ่งเป็นเทคนิคการทำที่ไม่เคยมีมาก่อน สำหรับลักษณะของความร้อนพลังงานและกำลังในการเจาะแรงเสียดทาน ของ Alsic MMC ประเภทของ MMC คือการค้นพบความเกี่ยวข้องในการเกิดผิวเรียบโดยอัตโนมัติ เหมือนเครื่องจักร ระบบเบรกและการขับเคลื่อนเพลลา ในการเจาะแรงเสียดทาน การหมุนของเครื่องมือรูปทรงกรวยใช้ในการเจาะทะลุชิ้นงานและเกิดเป็นรูในขั้นตอนเดียว ความสนใจหลักของการนำเสนอการศึกษา คือ ผลสำเร็จและประโยชน์ของเทคนิคการเจาะแบบใหม่นี้ การพิจารณาตัวแปรต้นเป็นองค์ประกอบของชิ้นงาน อุณหภูมิของชิ้นงาน ความหนาของชิ้นงาน ความเร็วรอบหัวจับและอัตราป้อน ผลปฏิกิริยาของตัวแปรเหล่านี้ เป็นการวิเคราะห์การออกแบบการนำไปใช้ของการทดลอง ให้เกิดการตอบสนองต่อการวิเคราะห์ผิวงาน กระบวนการเจาะแบบแรงเสียดทานเปรียบเทียบกับกระบวนการเจาะด้วยสว่านเกลียวธรรมดา ซึ่งได้สรุปผลการทดลองไว้ว่า คุณภาพผิวของรูเพิ่มขึ้นด้วยการเพิ่มความเร็วหัวจับ อัตราป้อน ความหนาของแผ่นโลหะ คุณภาพผิวของรูเรียบมากขึ้นที่พลังงานความร้อน ทำให้เกิดการรวมตัวที่แข็งแรงในกระบวนการเปลี่ยนรูป Plastic ระหว่างการเจาะแบบแรงเสียดทาน และคุณภาพผิวของรูลดลงด้วยการเพิ่มของอัตรากรวยและเปอร์เซ็นต์น้ำหนักของซิลิกอน Sic

Pantawane. P.D, Ahuja. B.B [15] ศึกษาExperimental investigations and multi-objective optimization of friction drilling process on AISI 1015 การเพิ่มความเร็วรอบจาก 2500-4500 rpm ความเรียบผิวจะลดลงจาก $0.536\ \mu\text{m}$ เป็น $0.341\ \mu\text{m}$ ความผิดพลาดของขนาดรูเจาะพบว่าเพิ่มขึ้นจาก $452\ \mu\text{m}$ เป็น $495\ \mu\text{m}$ เมื่ออัตราป้อนเปลี่ยนแปลงจาก 71.36 เป็น $198.64\ \text{mm./min}$ และขนาดของดอกเจาะส่งผลทำให้ขนาดของรูเจาะผิดพลาดขณะที่ความเรียบผิวลดลงส่งผลให้ได้ผิวที่ดีเยี่ยม ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นของขนาดดอกเจาะและอัตราป้อนพบว่ามีนัยสำคัญที่ส่งกระทบต่อขนาดของรูแต่ไม่มีนัยสำคัญกับความเรียบผิว เงื่อนไขการเลือกค่าที่เหมาะสมในการปฏิบัติงานเจาะด้วยแรงเสียดทานของเหล็ก AISI 1015 หนา 1 มม. ที่ดีที่สุดที่ความเร็วรอบ 4500 rpm อัตราป้อน $71.36\ \text{mm./min}$ ขนาดดอกเจาะ 7.3 มม.

Wei-Liang Ku , Ching- Lien Hung , Shin- Min Lee and Han- Ming Chow [16] ศึกษาเรื่อง Optimization in thermal friction drilling for SUS 304 Stainless steel เพื่อพัฒนารูปแบบการเจาะที่ใช้ความร้อนจากแรงเสียดทานได้ใช้วิธีการ Taguchi เป็นแนวทางในการทดลอง ใช้เหล็ก SUS 304 ขนาด 30x30x2 มม. เป็นวัสดุในการทดลอง มุมเสียดทาน, อัตราพื้นที่ผิวสัมผัสแรงเสียดทาน, อัตราป้อนและความเร็วรอบเป็นตัวทดสอบ สำหรับความหยาบของผิวและความยาวของรูซึกที่ได้รับการทดสอบเหมือนกัน พบว่ามุมเสียดทานและความเร็วเป็นพารามิเตอร์ที่สำคัญซึ่งส่งผลต่อความเรียบผิวในการเจาะ นอกจากนี้พารามิเตอร์ที่เหมาะสมคือ มุมเสียดทาน 30 องศา อัตราพื้นที่ผิวสัมผัสแรงเสียดทาน คือ 50 % ความเร็วรอบคือ 3,600 rpm.