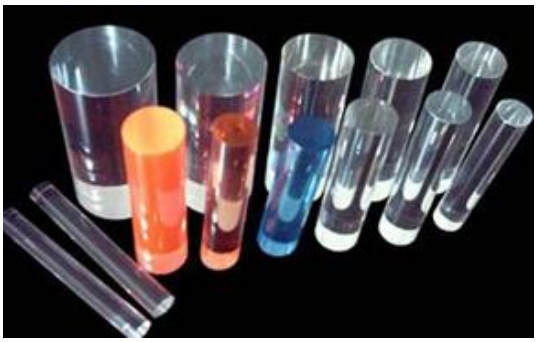
บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎี สมมุติฐาน และ/หรือกรอบแนวความคิดของการวิจัย

2.1.1 อะคริลิค

อะคริลิคพลาสติก (Acrylic plastic) หรือพลาสติกอะคริลิค ขณะที่อีกหลายคนเรียกว่า กระจกอะคริลิก (acrylic glass) หรือเรียกย่อๆ แค่แผ่นอะคริลิค แต่ไม่ว่าจะเรียกชื่อแตกต่างกันอย่างไรก็ตาม ทั้งหมดก็หมายถึงพลาสติกชนิดเดียวกันคือ โพลิเมทิลเมทาไครเลตหรือพีเอ็มเอ็มเอ (Polymethyl methacrylate, PMMA) และสูตรเคมีของพลาสติกชนิดนี้คือ $C_5H_8O_2$ อะคริลิคพลาสติกหรือโพลิเมทิลเมทาไครเลตเป็นเทอร์โมพลาสติกชนิดหนึ่ง มีชื่อทางการค้าหลายชื่อด้วยกัน เช่น Plexiglas, Lucite, Perspex เป็นต้น พลาสติกชนิดนี้ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในงานหลายอย่าง เช่น กระจกใสบนเครื่องบิน ป้ายโฆษณา กระจกตู้ปลา วัสดุทางการแพทย์ เป็นต้น เนื่องจากวัสดุมีสมบัติโดดเด่นในเรื่องความเหนียว (toughness) ความโปร่งใส (transparent) สามารถขึ้นรูปได้ง่าย และเมื่อผนวกกับการมีความหนาแน่นต่ำ ซึ่งเป็นสมบัติประจำตัวของวัสดุประเภทพลาสติกแล้ว อะคริลิคพลาสติกจึงเป็นวัสดุชนิดหนึ่งที่นิยมนำมาใช้แทนแก้วในงานหลายอย่าง ดังแสดงในรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 วัสดุอะคริลิค [1]

อะคริลิคพลาสติกเป็นพลาสติกที่ได้จากการนำโมโนเมอร์ของเมทิลเมทาไครเลต (Methyl methacrylate, MMA) มาทำปฏิกิริยาการเกิดโพลิเมอร์ (Polymerization) โดย 2 นักเคมีชาวเยอรมันคือ ฟิททิจ (Fittig) และพอล (Paul) สามารถสังเคราะห์โพลิเมทิลเมทาไครเลตได้ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1877 แล้ว แต่การพัฒนาวิธีผลิตให้ได้แผ่นอะคริลิคพลาสติกออกมาต้องรอถึงปี ค.ศ. 1933 เมื่อออทโท เริห์ม (Otto Rohm) นักเคมีชาวเยอรมันขอจดสิทธิบัตรวิธีผลิตแผ่นพลาสติกใสจากโพลิเมทิลเมทาไครเลตในชื่อทางการค้า Plexiglas หลังจากนั้นในปี ค.ศ. 1936 จึงมีการผลิตแผ่น Plexiglas ออกจำหน่ายในเชิงพาณิชย์ ด้วยความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ปัจจุบันสามารถผลิตอะคริลิคพลาสติกได้จากปฏิกิริยาการเกิดโพลิเมอร์หลายแบบ เช่น การเกิดโพลิเมอร์แบบอีมัลชัน (Emulsion polymerization) การเกิดโพลิเมอร์แบบบัลก์ (Bulk polymerization) เป็นต้น การผลิตอะคริลิคพลาสติกแบบ “แผ่น” มักใช้เทคนิคการเกิดโพลิเมอร์แบบบัลก์ โดยเติมโมโนเมอร์ของเมทิลเมทาไครเลตกับตัวเร่งปฏิกิริยาลงในแม่พิมพ์ (Mold) พร้อมกัน

สมบัติของอะคริลิคพลาสติก

1. มีความหนาแน่นประมาณ 1.15-1.19 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร

2 มีจุดหลอมเหลวที่อุณหภูมิ 130-140 องศาเซลเซียส และจุดเดือดที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส

3. มีความทนทานต่อการกระแทก (impact strength) สูงกว่าแก้วและโพลิสไตรีน แต่ต่ำกว่าโพลิคาร์บอเนตและพลาสติกวิศวกรรมชนิดอื่น

4. อะคริลิคพลาสติกมีเนื้ออ่อนจึงเกิดรอยขูดขีดได้ง่าย

5. แสงสว่างสามารถส่องผ่านเนื้อพลาสติกได้ถึงร้อยละ 92 และมีการสะท้อนกลับที่ผิว

6. มีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมดีกว่าพลาสติกชนิดอื่นเช่น โพลิคาร์บอเนต จึงนิยมใช้อะคริลิคพลาสติกกับงานกลางแจ้งด้วย

7. อะคริลิคพลาสติกไม่ทนทานต่อตัวทำละลายหลายชนิด

การประยุกต์ใช้

ปัจจุบันอะคริลิคพลาสติกถูกประยุกต์ใช้ในงานหลายอย่างไม่ว่าจะเป็นเครื่องประดับ อุปกรณ์สำนักงาน อุปกรณ์ในห้องน้ำ สีทาบ้าน ป้ายโฆษณาหรือป้ายชื่อร้าน และอื่นๆ อีกมากมาย แต่มีการใช้งานบางอย่างที่นำจุดเด่นของพลาสติกมาใช้ได้อย่างลงตัว นั่นคือ กระจกบ่อเลี้ยงปลา ตู้ปลาส่วนใหญ่มักจะใช้กระจกแก้ว เช่นเดียวกับในบ่อเลี้ยงปลาขนาดใหญ่อย่างในพิพิธภัณฑ์สัตว์น้ำที่ต้องใช้แผ่นกระจกหนามากเพื่อรองรับแรงดันและน้ำหนักของน้ำปริมาณมหาศาล ดังแสดงในรูปที่ 2.2 แต่กระจกแก้วมีข้อด้อยสำคัญอย่างหนึ่งคือ ขนาดแผ่นกระจกที่หนาขึ้น จะมีผลให้แสงส่องผ่านได้น้อยลง ทำให้มองเห็นปลาในบ่อไม่ชัดเจนเท่าที่ควร ดังนั้นบ่อเลี้ยงปลาขนาดใหญ่สมัยใหม่จึงเปลี่ยนมาใช้แผ่นอะคริลิคพลาสติกแทนกระจกแก้ว เพราะอะคริลิคมีจุดเด่นเหนือกว่ากระจกแก้วหลายอย่าง เช่น

1. น้ำหนักเบากว่า (อะคริลิคพลาสติกมีความหนาแน่นน้อยกว่าแก้วมากกว่าครึ่ง) ทำให้สามารถเคลื่อนย้ายและติดตั้งได้ง่ายกว่า

2. แสงสว่างสามารถส่องทะลุผ่านอะคริลิคพลาสติกได้มากกว่าแก้ว

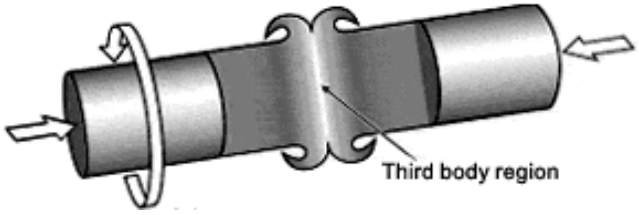
3. การเชื่อมต่อแผ่นอะคริลิกพลาสติกสามารถเชื่อมได้ถึงระดับโมเลกุล โดยทาสารเคมีบางชนิด เช่น ไดคลอโรมีเทน (Dichloromethane) หรือไตรคลอโรมีเทน (Trichloromethane) ลงที่ผิวพลาสติกทำให้พลาสติกอ่อนตัว หรือเหลวก่อนประกบแผ่นอะคริลิคเข้าด้วยกัน วิธีนี้ทำให้พลาสติกสามารถเชื่อมต่อกันได้เป็นเนื้อเดียว และบริเวณรอยต่อจะมีขนาดเล็กมากจนแทบมองไม่เห็น ทำให้ผลงานมีความสวยงามมากกว่า

4. อะคริลิกพลาสติกมีความเป็นฉนวนความร้อนดีกว่าแก้วประมาณร้อยละ 20 จึงช่วยลดค่าใช้จ่ายในด้านพลังงานสำหรับทำความร้อนหรือความเย็นในน้ำได้ ขณะที่จุดด้อยของการใช้อะคริลิคพลาสติกคือมันมีราคาแพงกว่าแก้ว และเกิดรอยขูดขีดได้ง่ายกว่าแก้ว (แต่สามารถนำอะคริลิคไปเคลือบผิวให้ทนต่อการขูดขีดได้)

รูปที่ 2.2 อุโมงค์ใต้น้ำที่ทำจากวัสดุอะคริลิค [1]

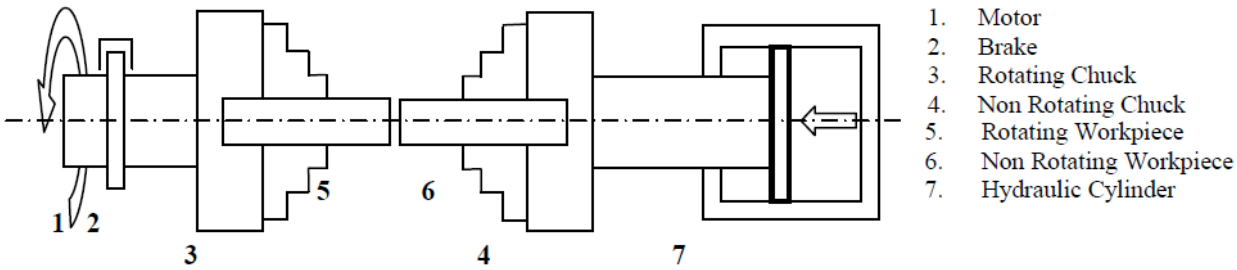
2.1.3 การเชื่อมเสียดทาน (Friction Welding)

การเชื่อมโลหะในสภาวะของแข็ง (Solid State Welding) เป็นกระบวนการเชื่อมที่อุณหภูมิที่เกิดขึ้นในขณะเชื่อมต่ำกว่าจุดหลอมเหลวของโลหะนั้น โดยที่โลหะยังอยู่ในสภาวะของแข็งหรือบางครั้งอาจจะหลอมเหลวเพียงเล็กน้อย โลหะบางประเภทจะหลีกเลี่ยงการเชื่อมต่อที่อุณหภูมิของการหลอมละลาย เพราะว่าที่อุณหภูมิหลอมละลายเมื่อโลหะแข็งตัวก็อาจจะทำให้เกิดการแตกขึ้นได้และนอกจากนั้นก็จะมีการเกิดโครงสร้างขึ้นมาใหม่ ซึ่งอาจจะไม่เหมือนกับโครงสร้างเริ่มต้นของโลหะนั้น จากเหตุผลข้างต้นจึงได้มีการคิดค้นการเชื่อมเสียดทาน (Friction Welding, FW) ที่สถาบันการเชื่อมของอังกฤษ (The Welding Institute, TWI) การเชื่อมเสียดทานมีหลักการสร้างความร้อนคล้ายๆ กับการเชื่อมเสียดทานแบบกวน คืออาศัยการเสียดทานระหว่างวัสดุ 2 ชิ้น เพื่อให้เกิดความร้อน แต่การเชื่อมเสียดทานไม่ใช้หัวเชื่อม (Tool) ในการเชื่อม เพราะความร้อนที่ได้เกิดจากการสัมผัสกันของผิวหน้ารอยต่อของชิ้นงานทั้งสองชิ้นภายใต้แรงกดจนทำใช้ผิวหน้าของชิ้นงานเกิดความร้อนทั้งสองชิ้น ความร้อนที่เกิดขึ้นที่ผิวหน้ารอยต่อส่งผลให้ชิ้นงานเกิดการอ่อนตัว (Softening) แล้วเสียรูปอย่างช้าๆ แบบ Plastic deformation แล้วให้แรงกดอีกครั้งเพื่อให้ชิ้นงานยึดติดกัน หลังจากนั้นจึงหยุดการหมุนของหัวจับชิ้นงาน รอจนชิ้นงานเกิดการเย็นตัว จะเห็นได้ว่าการเชื่อมเสียดทานไม่มีการสิ้นเปลืองหัวเชื่อม การเชื่อมเสียดทานมีตัวแปรในการเชื่อม ที่สำคัญคือ คือ ความเร็วหมุนหัวจับ (Spindle Speed) อัตราการป้อน (Feed Rate) เวลาในการกดแช่ (Holding Time) และแรงกด (Pressure) และตัวแปรอื่นๆ เช่น อุณหภูมิดัง หรือการเตรียมผิวงาน เป็นต้น แสดงในรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 หลักการเชื่อมเสียดทาน [12]

การเชื่อมเสียดทานจะมีขั้นตอนอยู่ 4 ขั้นตอน คือ การให้แรงกดชิ้นงานเพื่อให้ผิวหน้าของชิ้นงานทั้งสองชิ้นสัมผัสกันจนเกิดการเสียดทานระหว่างกัน โดยช่วงนี้จะส่งผลให้ชิ้นงานมีแรงเสียดทานที่สูง จากนั้นให้เวลาเพื่อให้ความร้อนเกิดการแพร่ไปยังชิ้นงานทั้งสองชิ้นให้เกิดการอ่อนตัว บริเวณผิวรอยต่อ จากนั้นให้แรงกดอีกครั้งเพื่อให้ชิ้นงานที่อ่อนตัวเกิดการอัดตัว เวลาที่ใช้จะสั้นกว่าช่วงแรก เมื่อชิ้นงานเกิดกันจึงหยุดความเร็วรอบที่หมุนชิ้นงาน โดยขั้นตอนการเชื่อมเสียดทานดังแสดงในรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 ขั้นตอนการเชื่อมเสียดทาน [12]

2.1.4 เครื่องกลึงระบบอัตโนมัติ (Turning CNC)

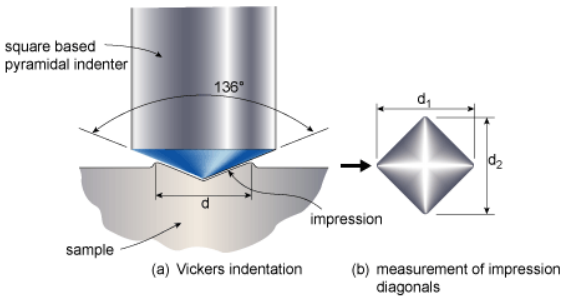
CNC เป็นคำย่อของ Computer Numerical Control แปลว่าการควบคุมเชิงตัวเลขด้วยคอมพิวเตอร์ เป็นการใช้คอมพิวเตอร์ควบคุมการทำงานของเครื่องจักรกลต่างๆ เช่น เครื่องกัดซีเอ็นซี เครื่องกลึงซีเอ็นซี เครื่องเจียระไน เครื่องEDM ฯลฯ ซึ่งสามารถทำให้ผลิตชิ้นส่วนได้รวดเร็วถูกต้อง และเที่ยงตรง เครื่องจักรซีเอ็นซีแต่ละแบบแต่ละรุ่นจะมีลักษณะเฉพาะ และการประยุกต์ใช้งานที่ต่างกันออกไป แต่เครื่องจักรกลซีเอ็นซีทั้งหมดมีข้อดีเหมือนๆ กันคือ ข้อแรกเครื่องจักรกลซีเอ็นซีทุกเครื่องได้รับการปรับปรุงให้มีการทำงานอัตโนมัติทำให้ลดความวุ่นวายของผู้ควบคุมเครื่องจักรในการผลิตชิ้นงาน เครื่องจักรซีเอ็นซีหลายเครื่องสามารถทำงานโดยที่ผู้ควบคุมไม่ต้องคอยนั่งเฝ้าในระหว่างวัฏจักรการทำงานของเครื่อง (Machining cycle) และผู้ควบคุมสามารถไปทำงานอย่างอื่นได้ สิ่งนี้ทำให้ผู้ใช้เครื่องจักรซีเอ็นซีได้ประโยชน์หลายอย่างรวมทั้งลดความเหนื่อยล้าของผู้ปฏิบัติงาน ความผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากคนมีน้อยมากมีความคงเส้นคงวาในการผลิตและสามารถทำนายเวลาในการผลิตแต่ละชิ้นได้ ข้อดีข้อที่สองของเทคโนโลยีซีเอ็นซีคือความคงเส้นคงวาและความถูกต้องแม่นยำของชิ้นงาน ซึ่งหมายความว่าเมื่อโปรแกรมที่เขียนทำงานอย่างถูกต้องแล้ว การผลิตชิ้นส่วน 2 ชิ้น 10 ชิ้น หรือ 1000 ชิ้นให้เหมือนกันทุกประการสามารถทำได้อย่างง่ายดายด้วยความสม่ำเสมอข้อดีข้อที่สามคือความยืดหยุ่นในการทำงาน เนื่องจากเครื่องจักรกลเหล่านี้ทำงานตามโปรแกรมการทำงานที่ต่างกันก็ง่ายเหมือนกับการโหลดโปรแกรมที่ต่างกัน เมื่อโปรแกรมประมวลผลและทำการผลิตชิ้นงานแล้ว เราสามารถเรียกโปรแกรมนั้นกลับมาใช้ใหม่ในครั้งต่อไปเมื่อต้องทำงานชิ้นนั้นอีก ในตอนเริ่มแรกการควบคุมเครื่องจักรกลซีเอ็นซีใช้โปรแกรมรหัสจีเป็นชุดคำสั่งควบคุมขับเครื่องมือตัดเฉือน (Tool) จากตำแหน่งหนึ่งไปยังอีกตำแหน่งหนึ่ง หรือเปิด-ปิดสารหล่อเย็นหรือเปลี่ยนเครื่องมือตัดเฉือน เราไม่สามารถแยกเครื่องจักรซีเอ็นซีและรหัสจีออกจากกันได้ ถ้าเราต้องการให้เครื่องจักรซีเอ็นซีทำงานเราต้องเรียนรู้รหัสจีเพื่อที่เราจะได้พูดภาษาเดียวกับตัวควบคุมซีเอ็นซีได้ภายหลังโปรแกรม CAD/CAM ได้รับการพัฒนาขึ้นมา การนำ CAD/CAM มาใช้งานร่วมกับ CNC ก็เริ่มมากขึ้น

ความเข้าใจเรื่องการรวม CNC กับ CAD/CAM จะช่วยให้เข้าใจวิธีการของโปรแกรมรหัสจีเพื่อให้เครื่องจักรซีเอ็นซีทำงาน แสดงในรูปที่ 2.5

รูปที่ 2.5 เครื่องกลึงระบบอัตโนมัติ (Turning CNC)

2.1.5 การทดสอบความแข็ง

เป็นการทดสอบความสามารถของโลหะในการต้านทานต่อการแปรรูปถาวร เมื่อถูกแรงกดจากหัวกดกระทำลงบนชิ้นทดสอบ การทดสอบความแข็งที่นิยมใช้มี 3 วิธี คือ บริเนลล์ ร็อกเวลล์ และวิกเกอร์ส สำหรับในงานวิจัย ผู้วิจัยได้เลือกวิธีการทดสอบแบบวิกเกอร์ส เนื่องจากการทดสอบความแข็งแบบวิกเกอร์ส จะเหมาะสำหรับการวัดบริเวณพื้นที่หน้าตัดของแนวกวนโดยในการวัดความแข็งจะใช้หัวกดเพชรมีลักษณะเป็นปิรามิดฐานสี่เหลี่ยมที่ปลายหัวกดทำมุม 136 องศา ดังรูปที่ 2.6 โดยเวลาที่ใช้ในการกด 10 วินาที ค่าความแข็งจะคำนวณจากแรงกดที่กระทำต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ผิว สามารถวัดค่าความแข็งได้ตั้งแต่โลหะที่นิ่มมากค่าความแข็งประมาณ 5 kgf/mm^2 จนถึงโลหะที่แข็งมากๆ ประมาณค่าความแข็งประมาณ 1,500 kgf/mm^2 โดยไม่ต้องเปลี่ยนหัวกด จะเปลี่ยนเฉพาะแรงกดเท่านั้น โดยมีค่าระหว่าง 1-120 kgf ขึ้นอยู่กับความแข็งของโลหะ



รูปที่ 2.6 แรงกดที่กระทำต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ผิวด้วยเครื่องไมโครวิกเกอร์ส

การวัดค่าความแข็งด้วยเครื่องวัดความแข็งแบบไมโครวิกเกอร์ส บริเวณภาคตัดตามยาวรอยกวนเพื่อหาว่าในแต่ละบริเวณของชิ้นทดสอบกวนมีค่าความแข็งภายในเนื้อวัสดุที่แตกต่างกันมากน้อยเพียงใด จากการคำนวณโดยใช้สมการ

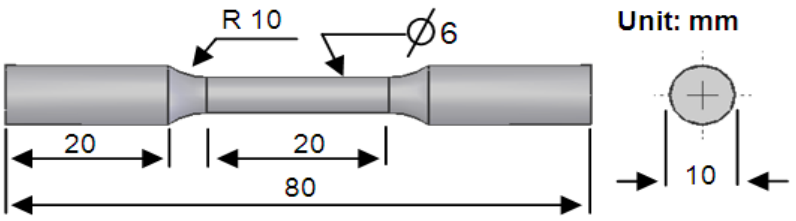
$$Hv = \frac{1.854P}{d^2}$$

เมื่อ

Hv	คือ	ค่าความแข็งแบบ Vickers (kgf /mm^2)
P	คือ	แรงกด (kgf)
d	คือ	ขนาดเส้นทแยงมุม d1 และ d_2 เฉลี่ย (mm)

2.1.6 การทดสอบความแข็งแรงดึง

การทดสอบสมบัติเชิงกล เพื่อหาค่าความแข็งแรงดึงของกรรมวิธีโดยการแพร่ จะทดสอบแรงดึงของรอยยึดติดจากการต่อ ใช้ชิ้นทดสอบแบบลดขนาดตามมาตรฐานงานกลม นำมาขึ้นรูปเป็นชิ้นทดสอบแรงดึง ตามยาวกับแนวเชื่อม นำไปทดสอบแรงดึงที่อุณหภูมิห้องความเร็วในการดึง 1.67 x 10^{-2} มิลลิเมตร/วินาที โดยใช้มาตรฐาน ASTM (A370) เพื่อดูค่าความต้านทานแรงดึงสูงสุด และค่าเปอร์เซ็นต์การยืดหลังจากการเสียรูป โดยการเตรียมชิ้นงานดังแสดงในรูปที่ 2.7 และมาตรฐาน ASTM (A370)



รูปที่ 2.7 ชิ้นงานทดสอบแรงดึงตามมาตรฐาน ASTM A370

2.2 การทบทวนวรรณกรรม/งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

นักวิจัยชาวบราซิล Eder Paduan Alves และคณะ [5] ได้เชื่อมอะลูมิเนียม AA 1050 เข้ากับสแตนเลส AISI 304 โดยในการเชื่อมใช้ชิ้นงานโต 14.8 มิลลิเมตร ยาว 100-110 มิลลิเมตร ใช้ตัวแปรเบื้องต้นที่รอบในการหมุนเชื่อมที่ 3,200 รอบ/นาที แรงกดเริ่มต้น 2.1 MPa เวลา 7-32 วินาที และแรงกดช่วงที่สอง 0.7-2.8 MPa เวลา 1-2 วินาที ก่อนการเชื่อมมีการทำความสะอาดผิวหน้ารอยต่อด้วยน้ำยาอะซิโตน จากการทดลองครั้งนี้พบว่าที่ตัวแปรแรงกดเริ่มต้น 2.1 MPa เวลา 32 วินาที และแรงกดช่วงที่สอง 2.4 MPa เวลา 2 วินาที ให้ค่าความต้านทานแรงดึงสูงสุด 80.08 MPa โดยผลจากการทดลองยังพบว่าอะลูมิเนียม AA 1050 มีการอ่อนตัวเข้าไปยังด้านสแตนเลส

S. CELIK AND D. GUNES [6] ซึ่งเป็นนักวิจัยชาวเยอรมันได้ศึกษาการเชื่อมเสียดทานระหว่างอะลูมิเนียมคอมโพสิต เกรด A356 กับเหล็ก AISI 1030 โดยใช้แรงกด 2 ระดับคือ 20 และ 40 MPa เวลาในการเสียดทาน 4, 6, 8, 10 และ 12 วินาที จากนั้นเพิ่มแรงกดเป็น 40 และ 60 MPa เวลา 4 วินาที จากการทดสอบแรงดึงพบว่าชิ้นงานขาดที่อะลูมิเนียมคอมโพสิต เกรด A356 โดยค่าความต้านทานแรงดึงสูงสุดอยู่ที่ 99.05 MPa คิดเป็น 33.7 เปอร์เซ็นต์เมื่อเปรียบเทียบกับเนื้อวัสดุเดิมของอะลูมิเนียมคอมโพสิต (MMC) ลักษณะการแตกหักจะเป็นอะลูมิเนียมคอมโพสิต เกรด A356 ที่ไปยึดเกาะผิวหน้าของเหล็ก AISI 1030 มีการแตกหักของซิลิกอนบริเวณผิวหน้ารอยต่อ

นักวิจัยนำโดย I. Bhamji และคณะ ชาวอังกฤษ [7] ได้ศึกษาการเชื่อมวัสดุต่างชนิดเข้าด้วยกัน โดยการใช้การเชื่อมแบบเสียดทาน ซึ่งในการเชื่อมจะใช้อะลูมิเนียม AA1050-H111 เข้ากับทองแดง C101 ชิ้นงานที่เชื่อมมีขนาดความโต 50 มิลลิเมตร ใช้แรงกดในการเชื่อม 75 MPa เวลาในการเสียดทาน 5 วินาที ก่อนที่จะใช้แรงกดเข้าไปอีก 2 มิลลิเมตร ในการทดลองพบว่าค่าความต้านทานแรงดึงสูงสุดอยู่ที่ 76 MPa โดยหากใช้แรงกดเข้าไปน้อยกว่า 1 มิลลิเมตร ชิ้นงานไม่สามารถยึดติดได้

นักวิจัยกลุ่มจากจีน SONG Yu-lai และคณะ [8] ได้เชื่อมเหล็กหล่อ (nodular cast iron) กับอะลูมิเนียม Al 1050 ชิ้นงานมีขนาดความโต 20 มิลลิเมตร และก่อนการเชื่อมมีการขัดผิวรอยต่อด้วยกระดาษทรายเบอร์ 1,000 กริด ตัวแปรที่ใช้ คือ แรงกดเริ่มต้น 40 MPa เวลา 1 วินาที และแรงกดช่วงที่สอง 100 MPa เวลา 3 วินาที ที่ความเร็วหมุน 3,000 รอบ/นาที จากการทดลองพบว่าอะลูมิเนียม Al 1050 แพร่ไปยังเหล็กหล่อเนื่องจาก อะลูมิเนียมมีจุดหลอมเหลวที่น้องกว่าเหล็กหล่อเมื่อได้รับการเสียดทานจนเกิดความร้อนทำให้อ่อนตัวได้ง่ายกว่าเหล็กหล่อ จึงแพร่ไปยังเหล็กหล่อง่ายกว่า

อดิศักดิ์ บุตรวงษ์ สุรสิงห์ อารยางกูร และชวลิต ถิ่นวงศ์พิทักษ์ [9] ได้ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเชื่อมท่อพลาสติกกลมด้วยอุลตราโซนิค การศึกษานี้ใช้ท่อพลาสติกกลม (PMMA) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 35 mm หนา 2 mm มีมุมบากของท่อหลายขนาดได้แก่ 5.7˚, 3.8˚, 2.8˚ และ 0˚ เพื่อให้สามารถสวมเข้ากันได้ ใช้ความถี่ในการเชื่อมที่ 28 kHz ที่ความเร็วรอบ 100 rpm และ 25 rpm โดยมีแรงกดด้านข้างช่วยเสริมให้เกิดแนวเชื่อม ผลที่ได้ พบว่าการประยุกต์ใช้อุลตราโซนิคในการเชื่อมท่อพลาสติกกลมนั้นสามารถสร้างรอยเชื่อมได้ และที่ตำแหน่งจุดเชื่อมนั้นพลาสติกจะเกิดการหลอมละลายเป็นเนื้อเดียวกัน

P. Rombaut และคณะซึ่งเป็นนักวิจัยจากสถาบันงานเชื่อมของเบลเยี่ยม [10] ได้เชื่อมเหล็กกล้าละมุน (Mind Steel) กับอะลูมิน่า (Al_2O_3) ด้วยการเชื่อมเสียดทาน ซึ่งถือได้ว่าเป็นการเชื่อมต่างวัสดุที่ยากเข้าด้วยกัน จากการทดลองพบว่าการเชื่อมทำได้ยาก จึงนำเอาอะลูมิเนียม เกรด 5083 มาเป็นตัวประสานระหว่างกลางชิ้นงานทั้ง 2 ชิ้น ทำให้เชื่อมชิ้นงานได้ เนื่องจากอะลูมิน่าและเหล็กกล้ามีจุดหลอมเหลวที่แตกต่างกันมาก ทำให้เกิดการเชื่อมต่อหันได้ยาก และตัวแปรที่ใช้ในการเชื่อม คือ ความเร็วรอย 900 รอบต่อนาที และแรงกดที่ใช้คงที่