

บทที่ 1

บทนำ

การเคลือบผิววัสดุเพื่อเพิ่มคุณสมบัติเชิงกลทางด้านความแข็งแรง และช่วยลดอัตราการสึกหรอนั้นนับว่ามีประโยชน์อย่างมาก นอกจากจะเป็นการซ่อมบำรุงเพื่อให้สามารถนำกลับมาใช้งานได้ใหม่และลดค่าใช้จ่ายในการจัดหาอุปกรณ์อันใหม่มาแทนแล้ว ยังสามารถนำเอาวิธีการนี้ไปใช้สำหรับเพิ่มคุณสมบัติเชิงกลของพื้นผิวให้เหมาะสมกับสภาพการใช้งาน ซึ่งจะช่วยยืดอายุการใช้งานของอุปกรณ์ ในประเทศไทยนั้นเทคโนโลยีด้านวิศวกรรมพื้นผิวนั้นยังไม่มีมีการนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายนัก โดยเฉพาะกลุ่มของผู้ประกอบการด้านการซ่อมบำรุงนั้น ยังนิยมการเปลี่ยนอุปกรณ์ใหม่ให้กับผู้เข้ามารับบริการ บางครั้งต้องมีการนำเข้าจากต่างประเทศ และเสียค่าใช้จ่ายจำนวนมาก

วิศวกรรมพื้นผิว (surface engineering) เพื่อเพิ่มคุณสมบัติบางประการให้กับผิวนอกวัสดุ นั้นมีหลายวิธีการด้วยกันได้แก่ 1) วิธีการคาร์บูไรซิง 2) วิธีการไนไตรดิง 3) พลาสมาไนไตรดิง 4) การเคลือบด้วยกระแสไฟฟ้า 5) การเชื่อมพอกผิว 6) การเคลือบผิวด้วยไอทางกายภาพ 7) การเคลือบผิวด้วยไอทางเคมี และ 8) การพ่นเคลือบด้วยความร้อน จากวิธีการต่างๆ ดังกล่าวข้างต้น วิธีการการพ่นเคลือบด้วยความร้อนเป็นวิธีหนึ่งที่สามารถผลิตผิวเคลือบได้อย่างรวดเร็ว และสามารถผลิตผิวเคลือบจากวัสดุแทบทุกประเภท เช่น เซรามิก พอลิเมอร์ โลหะ และวัสดุผสม เป็นต้น การพ่นเคลือบด้วยความร้อนสามารถแบ่งตามแหล่งความร้อนและการออกแบบปืนพ่นได้ดังนี้ 1) การพ่นเคลือบแบบเปลวไฟ 2) การพ่นเคลือบแบบเปลวเพลิงออกซิเจนความเร็วสูง 3) การพ่นเคลือบแบบปืนจู่ระเบิด 4) การพ่นเคลือบแบบพลาสมา และ 5) การพ่นเคลือบแบบอาร์ค ซึ่งวิธีการพ่นเคลือบด้วยความร้อนแบบเปลวไฟเป็นวิธีการหนึ่งที่มีต้นทุนต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีพ่นเคลือบด้วยความร้อนแบบอื่นๆ แต่ให้อุณหภูมิไม่สูงนัก (ประมาณ 2,000 - 3,000 °C) [1] จึงใช้ได้ดีสำหรับการเตรียมผิวเคลือบจาก โลหะและอัลลอยด์ที่มีจุดหลอมเหลวไม่สูงมาก ผิวเคลือบ อะลูมิเนียม-ซิลิคอน ร้อยละ 12 โดยน้ำหนัก (Al-12Si) มีความต้านทานการสึกหรอต่ำ แต่มีความสามารถในการต้านทานการกัดกร่อนได้ดี เนื่องจาก Al มีความทนต่อการเกิดออกซิเดชัน อุณหภูมิสูงได้ดี แต่เนื่องจากผิวเคลือบที่เตรียมจาก Al-12Si มีความแข็งต่ำจึงทำให้เกิดการสึกหรอสูง[2-4] การเพิ่มความแข็งแรงโดยการผสมวัสดุเสริมแรง (reinforced materials) เพื่อปรับปรุงความต้านทานการสึกหรอของผิวเคลือบ Al-12Si ได้มีการใช้วัสดุหลายประเภท เช่นการเตรียมผิวเคลือบ จะทำโดยใช้เทคนิคการพ่นเคลือบด้วยความร้อนแบบเปลวไฟ ซิลิคอนคาร์ไบด์ เนื่องจากซิลิคอน

คาร์ไบด์มีคุณสมบัติที่ดีหลายประการดังกล่าวต่อไปนี้เป็นสารที่มีความแข็งแรงมาก มีจุดหลอมเหลวสูง และเกิดการออกซิเดชันได้ยาก นอกจากนี้ยังมีคุณสมบัติเป็นฉนวนไฟฟ้าที่อุณหภูมิห้องสามารถนำความร้อนได้ดีเท่ากับแกรไฟต์เมื่ออุณหภูมิสูงถึง 2000 องศาเซลเซียส แต่ซิลิคอนคาร์ไบด์ก็เป็นวัสดุเสริมแรงที่มีราคาค่อนข้างแพง และยังไม่มีการผลิตในประเทศไทย การนำมาใช้ต้องสั่งซื้อจากต่างประเทศ

งานวิจัยนี้ได้เลือกใช้เส้นใยนาโนซิลิคอนคาร์ไบด์-อะลูมินาเตตระออกไซด์คาร์ไบด์-อะลูมิเนียมซิลิคอนคาร์ไบด์ ($\text{SiC-Al}_2\text{O}_3\text{-C-Al}_2\text{SiC}_4$) มาเป็นวัสดุเสริมแรงผิวเคลือบ Al-12Si เนื่องจากในเบื้องต้นนั้น เส้นใยนาโนชนิดนี้สามารถที่จะผลิตได้เอง ที่ห้องวิจัยนาโน ภาควิชาฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ด้วยวัสดุที่หาง่าย และราคาถูก คือผลิตจากไส้ดินสอเบอร์ EE นอกจากนี้สามารถที่จะใช้เป็นแนวทางในการผลิตวัสดุเสริมแรง จากวัตถุดิบอื่นๆ ที่มีอยู่ที่มีอยู่ในประเทศไทยของเราต่อไป สารประกอบทั้งสามชนิดที่เป็นองค์ประกอบทางเคมีดังกล่าวมานั้น นอกจากข้อดีของซิลิคอนคาร์ไบด์ที่กล่าวในเบื้องต้นแล้ว อะลูมินาเตตระออกไซด์คาร์ไบด์ และอะลูมิเนียมซิลิคอนคาร์ไบด์ ก็มีข้อดีคือเป็นวัสดุทนการสึกกร่อน และทนการขัดถูได้ดี ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้เลือกใช้วัสดุดังกล่าว เตรียมผิวเคลือบโดยทำการผสมเส้นใยนาโนดังกล่าวลงในผงเคลือบ Al-12Si ในปริมาณร้อยละ 5, 10, 15, 20 และ 25 โดยนำหนักด้วยวิธีบดด้วยลูกบอล หลังจากนั้นนำผงผสมที่เตรียมพ่นเคลือบลงบนชิ้นงานตัวอย่างซึ่งเป็นวัสดุเหล็กอ่อน ด้วยวิธีการพ่นเคลือบด้วยความร้อนแบบเปลวไฟ

1.1 เอกสารที่เกี่ยวข้องในงานวิจัย

Costa และคณะ [5] ได้ทำการเคลือบสารประกอบ SiC ลงบนเครื่องมือตัด(cutting tools) ที่ทำจาก WC(Tungsten carbide)โดยวิธี r.f. magnetron sputtering ให้มีความหนาของผิวเคลือบประมาณ 5 μm แล้วนำไปทดสอบคุณสมบัติเชิงกล โดยใช้เครื่อง ball-crater ทดสอบวัดความต้านทานต่อการสึกหรอพบว่าชิ้นงาน WC ที่ถูกเคลือบด้วย SiC จะมีค่าอัตราการสึกหรอลดลงครึ่งหนึ่งเมื่อเทียบกับชิ้นงานที่ยังไม่ได้เคลือบ และเมื่อนำไปทดสอบค่าความแข็งจนถึงอุณหภูมิที่ 1000 °C ในเตาสัญญากาศโดยใช้เทคนิค Differential interference contrast พบว่าความแข็งของชิ้นงานที่ถูกเคลือบไม่มีการลดลงแต่อย่างใด และเมื่อนำมาอบที่อุณหภูมิ 700°C ยังพบว่าชิ้นงานดังกล่าว ยังคงสภาพความแข็งไว้ได้ถึงอุณหภูมินี้

Singjai และคณะ [6] ได้สังเคราะห์เส้นใยนาโนแบบลูกปัด (beaded nanofibers) จากแท่งถ่าน ด้วยวิธีการให้ความร้อนด้วยกระแสไฟฟ้า (current heating technique) ในขั้นตอนการผลิต

ใช้แท่งถ่านเส้นผ่าศูนย์กลาง 8 mm. ยาว 20 mm. โดยทำการต่อขั้วทองแดงที่แท่งถ่านทั้งสองขั้วใช้กำลังไฟที่ 70 วัตต์ ประมาณ 2-3 นาทีจากนั้นเพิ่มความร้อนขึ้นโดยให้กำลังไฟประมาณ 200-525 วัตต์ เป็นเวลา 1-2 นาที ที่ความดันบรรยากาศช่วงที่ให้ความร้อนอุณหภูมิประมาณ 1000 °C หรือมากกว่านี้ ผลิตภัณฑ์ที่สังเคราะห์ได้ จากภาพถ่ายของ SEM แสดงให้เห็นเส้นใยนาโนแบบลูกปัดมีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 50 nm ส่วนขนาดของเม็ดลูกปัด (beads) จะมีขนาดแตกต่างกัน จากการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง XRD แสดงให้เห็น CNT (002) ที่ 26°C และ α -SiC กับ β -SiC (111) phase ซึ่งฟอร์มตัวเป็นเส้นใยนาโน

Benea และคณะ [7] ได้มีการเคลือบนิเกิลด้วย SiC โดยวิธีการชุบด้วยไฟฟ้าเคมี (electroplating) เพื่อศึกษาอัตราการสึกหรอเนื่องจากการกัดกร่อนเปรียบเทียบระหว่างโลหะนิเกิลที่ถูกเคลือบด้วย SiC กับนิเกิลบริสุทธิ์โดยได้แบ่งการทดสอบเป็นสองวิธีคือ ทดสอบการสึกหรอเนื่องจากการกัดกร่อนทางเคมีโดยใช้สารละลาย Na_2SO_4 , 0.5M เป็นตัวกัดกร่อน และทดสอบสึกหรอจากการกัดกร่อนทางกล พบว่าอัตราการสึกหรอเนื่องจากการกัดกร่อนทั้งทางกลและทางเคมีเป็นไปในทิศทางเดียวกัน คือนิเกิลบริสุทธิ์จะมีอัตราการกัดกร่อนที่สูงกว่านิเกิลที่ถูกเคลือบด้วย SiC

Stanford และคณะ [8] ได้ทำการพ่นเคลือบโลหะผสม Metco (Ni-17Cr-2.5Fe-2.5Si-2.5B-0.15C) , Diamalloy (Fe-30Mo-2C) , Stellite (Co-30Cr-12W-2.4C) , และ Zn-SiC (Zn-50SiC) บนเหล็กหล่อตัวอย่างด้วยเทคนิคพ่นเคลือบด้วยความร้อนและนำไปทดสอบการต้านทานต่อการกัดกร่อนโดยแช่เหล็กหล่อที่ถูกเคลือบลงในสารละลาย NaCl 5% เป็นเวลา 168 ชั่วโมงพบว่าเหล็กหล่อที่ถูกเคลือบด้วย Stellite มีการต่อต้านการกัดกร่อนดีที่สุด และเมื่อนำไปทดสอบแรงเสียดทานและการสึกหรอพบว่าชิ้นงานตัวอย่างที่ถูกเคลือบด้วย Metco มีค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานมากที่สุด แต่สำหรับชิ้นงานที่ถูกเคลือบด้วย

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

เพื่อศึกษาโครงสร้างจุลภาค ความต้านทานการสึกหรอ ความแข็งของผิวเคลือบ ตลอดจนองค์ประกอบทางเคมีของผิวเคลือบ ที่ได้จากการเตรียมผิวเคลือบโดยการผสมเส้นใยนาโน SiC- $\text{Al}_4\text{O}_4\text{C}$ - Al_4SiC_4 ลงในผงเคลือบ และพ่นเคลือบด้วยวิธีการพ่นเคลือบด้วยความร้อนแบบเปลวไฟ