

ปัญหาที่สำคัญอย่างหนึ่งของเครื่องใบพัดกังหันก๊าซคือปัญหาการสึกหรอของชิ้นส่วนหัวฉีดเชื้อเพลิง และปลอกหัวฉีดเชื้อเพลิงที่อยู่ในส่วนห้องเผาไหม้ คือ ชิ้นส่วนทั้งสองนี้เกิดการสึกหรอแบบเฟรตติง (Fretting wear) ที่อุณหภูมิสูง เนื่องจากการสั่นสะเทือนจากการจุดระเบิดในห้องเผาไหม้

งานวิจัยนี้ได้นำเสนอการศึกษาผิวเคลือบเพื่อป้องกันการสึกหรอแบบเฟรตติงที่อุณหภูมิสูงสำหรับใช้งานป้องกันการสึกหรอของหัวฉีดเชื้อเพลิงและปลอกหัวฉีดเชื้อเพลิงในเครื่องใบพัดกังหันก๊าซ โดยศึกษาผิวเคลือบ 4 ชนิดคือ WC-17%Co Cr<sub>3</sub>C<sub>2</sub>-25%NiCr Al-Si-Graphite และ Co-Mo-Cr-Si ที่พ่นเคลือบบนเหล็กกล้าไร้สนิม โดยกระบวนการพ่นเคลือบด้วยเปลวความร้อน จากนั้นนำผิวเคลือบที่ได้มาทดสอบสมบัติทางกายภาพต่างๆเช่น ความแข็งแรงในการยึดเกาะระหว่างผิวเคลือบกับชิ้นงาน เหล็กกล้าไร้สนิม ความพรุนของผิวเคลือบและโครงสร้างจุลภาค เพื่อเปรียบเทียบผิวเคลือบแต่ละชนิด นอกจากนี้ยังได้มีการทดสอบความต้านทานการสึกหรอแบบเฟรตติงที่อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียส ในห้องปฏิบัติการ โดยสร้างเครื่องทดสอบการสึกหรอแบบเฟรตติงที่อุณหภูมิสูง ซึ่งเป็นเครื่องชนิด Flat-on-Flat ทำการทดสอบในคาบควบคุมอุณหภูมิที่ 500 องศาเซลเซียส เพื่อจำลองสภาวะที่เกิดการสึกหรอของชิ้นส่วนดังกล่าวและศึกษากลไกการสึกหรอของผิวเคลือบ

ผลการวิจัยพบว่าผิวเคลือบจากการพ่นเคลือบด้วย HVOF มีคุณสมบัติดีกว่าผิวเคลือบที่พ่นเคลือบด้วยเปลวพลาสมาเมื่อพ่นเคลือบด้วยวัสดุชนิดเดียวกัน เนื่องจากผิวเคลือบจากการพ่นเคลือบด้วย HVOF มีรูพรุนต่ำกว่า ความแข็งของผิวเคลือบสูงกว่าและทนต่อการฉีกขาดได้ดีกว่า มีการยึดเกาะกับชิ้นงาน เหล็กกล้าไร้สนิมดีกว่า และเศษของผิวเคลือบที่ได้มีความเสถียรต่อการเกิดออกซิเดชันและดีคาร์บูไรเซชันสูงกว่าผิวเคลือบจากการพ่นเคลือบด้วยเปลวพลาสมา

ผลจากการทดสอบการสึกหรอแบบเฟรตติงที่อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียส พบว่าผิวเคลือบ WC-17%Co มีการเกิดออกซิเดชันและดีคาร์บูไรเซชันเพิ่มขึ้นอีก ทำให้ผิวเคลือบเปราะแตกง่าย ความเสียหายของผิวเคลือบเกิดจากการสึกหรอแบบ abrasive

ผิวเคลือบ Al-Si-Graphite มีการแยกตัวของซิลิกอนออกมาเป็นอนุภาคซิลิกอนซึ่งจะช่วยให้ผิวเคลือบต้านทานการสึกหรอได้ดีขึ้น แต่อย่างไรก็ตามโครงสร้างอูมิเนียม-ซิลิกอนอัลลอยด์และกราฟต์ไม่มีความแข็งแรงพอต้านทานการสึกหรอในสภาวะรุนแรงและในการทดสอบให้ผลที่ไม่น่าพอใจ

ผิวเคลือบ Cr<sub>3</sub>C<sub>2</sub>-25%NiCr มีความต้านทานการสึกหรอและการเกิดออกซิเดชันได้ดี ซึ่งจะพบว่าน้ำหนักชิ้นงานเพิ่มขึ้นทีละน้อยอย่างต่อเนื่องในขณะทดสอบ

ส่วนผิวเคลือบ Co-Mo-Cr-Si มีคุณสมบัติต้านทานการสึกหรอและการเกิดออกซิเดชันได้ดีมาก ในการทดสอบผิวเคลือบมีอัตราการเกิดออกซิเดชันคงที่ภายใน 6 ชั่วโมง ด้วยเหตุนี้ผิวเคลือบ Co-Mo-Cr-Si จึงเหมาะที่จะใช้ในการต้านทานการสึกหรอแบบเฟรตติงที่อุณหภูมิประมาณ 500 องศาเซลเซียสของชิ้นส่วนหัวฉีดเชื้อเพลิงและปลอกหัวฉีดเชื้อเพลิงในเครื่องใบพัดกังหันก๊าซ

Wear is one of the major causes of failure in many parts and components in gas turbine engines. The fuel nozzle and its collar are two of the components that suffer rapid wear, in particular fretting wear at elevated temperature due to the vibration of the engine. The reported work was carried out to study the wear-resistant coatings for this application. Four types of coating, namely WC-17%Co,  $\text{Cr}_3\text{C}_2$ -25%NiCr, Al-Si-Graphite and Cr-Mo-Cr-Si, were deposited on stainless steel substrates by thermal spraying technique. Physical properties of the coatings, such as adhesion strength, porosity and microstructure, were measured for comparison. Wear properties of the coatings were obtained using an inhouse, flat-on-flat wear tester, which was designed to simulate the vibrating condition of the nozzle. The tester was positioned inside a furnace to obtain an operating condition of 500 degree of Celsius. Wear tests were performed for various time duration for each set of specimen. The wear behaviors of each type of coating was also studied.

The results showed that the HVOF coating out performed the plasma sprayed coatings of the same materials due to its minimal porosity, higher coating hardness and fracture strength, higher adhesion to the stainless steel substrate and higher phase stability to oxidation and decarburization.

Results from the fretting wear test showed an increase in the amount of oxidation and decarburization in WC-17%Co coatings, which was responsible for an increase in the coating brittleness, which in turn, will cause the coating failure from abrasive wear.

Al-Si-Graphite coating precipitated primary Si particles, which improved the wear resistance of the coating. However, the weak composite structure between Al-Si and Graphite cannot withstand such severe wear condition, and therefore, did not perform satisfactory.

$\text{Cr}_3\text{C}_2$ -25%NiCr possessed good wear and oxidation resistance, which was shown by small amount of continuous weight gain during testing.

Co-Mo-Cr-Si also exhibited an excellent wear and oxidation properties. The oxidation almost reach constant within 6 hours of testing. It was thus, concluded that the most coating appropriated for protected fuel nozzle and fuel nozzle collar in land based gas turbine from fretting wear at 500°C is Co-Mo-Cr-Si coating