รหัสบทความ SEITS 52

อิทธิพลของระยะพ่นต่อโครงสร้างจุลภาคและสมบัติเชิงกลของผิวเคลือบ 13 % โครเมียม โดยการพ่นเคลือบโดยเปลวเพลิงความเร็วสูง

Effect of Spray Distance on Microstructure and Mechanical Properties of 13% Chromium Coating by high Velocity Oxy-Fuel

สมพล เต่าให้[1] , คงเดช เกษตรการณ์[1], ธรพัฒน์ อักษร[1], ชานนท์ มูลวรรณ[2]

[1] นักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต

[2] อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต ie.engineer@kbu.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลของระยะพ่นต่อโครงสร้างจุลภาคและสมบัติเชิงกลของผิวเคลือบ 13% Cr โดยการพ่นเคลือบด้วยเปลวเพลิงความเร็วสูง (Hight Velocity Oxy-Fuel) ผงพ่นที่ใช้ ประกอบด้วย เหล็กร้อยละ 83.03 โครเมียมร้อยละ 13.62 แมงกานีสร้อยละ 1.35 นิกเกิลร้อยละ 1.29 ซิลิคอน 0.67 ระยะพ่นใช้ 3 ระยะ ได้แก่ 10 นิ้ว 14 นิ้ว และ 18 นิ้ว ตามลำดับ ผลการตรวจสอบโครงสร้างจุลภาคของผิวเคลือบประกอบด้วยแผ่นแบนซ้อนทับกันเป็นชั้น ๆ ซึ่งประกอบด้วยเฟสของโครเมียมออกไซด์ รูพรุน ออกไซด์ รอยแตก และ อนุภาคที่ไม่หลอมรวมกัน ค่าความแข็งของผิวเคลือบทั้ง 3 ระยะพ่นมีค่าใกล้เคียงกันเฉลี่ยเท่ากับ 474.44 HV

คำสำคัญ : การพ่นเคลือบด้วยเปลวเพลิงความเร็วสูง

Abstract

The purpose of this research was to study the influence of spray distance on microstructure and mechanical properties of 13% Cr coating by Hight Velocity Oxy-Fuel spray. The spray powder used consisted of 83.03% chromium iron,13.62% manganese, 1.35% nickel, 1.29% and 0.67% silicon 3 spray distances were used, namely 10 inches, 14 inches and 18 inches, respectively. It consists of phases of chromium oxide, porosity, oxides, cracks and non-fused particles. The hardness of the coatings for all 3 spray distance was similar, averaged 474.44 HV.

Keywords: High Velocity Oxy-Fuel

1. บทนำ (Introduction)

การพ่นคลือบโดยเปลวเพลิงความเร็วสูง (High Velocity Oxy-Fuel; HVOF) เป็นกระบวนการพ่นเคลือบที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างมากในอุตสาหกรรมการพ่นเคลือบด้วยเปลวความเร็วสูง เนื่องจากการเปลี่ยนเครื่องจักรใหม่มีต้นทุนที่สูง บางครั้งชิ้นส่วนที่เสียหายมีเพียงจุดเดียวเท่านั้น เช่น Gear housing ที่บ่าแบริ่งสึกเพียงตำแหน่งเดียวสามารถนำมาพ่นพอกเพื่อซ่อมแซมได้ ตลอดจนยืดอายุการใช้งาน [1]

การพ่นเคลือบด้วยเปลวเพลิงความเร็วสูง การเผาไหม้เกิดขึ้นในห้องเผาไหม้ (combustion chamber) ลักษณะที่สำคัญคือ หัวพ่น (nozzle) มีลักษณะเป็นทรงกระบอกเล็กและยาวต่อจากห้องเผาไหม้ ซึ่งหัวพ่นนี้ทำให้อนุภาคเคลื่อนที่ด้วยความเร็วเหนือเสียง (supersonic) กล่าวคือ เมื่อแก๊สเกิดการเผาไหม้ในห้องเผาไหม้ จะเกิดความร้อนและขยายตัวเคลื่อนที่ผ่านเข้าไปในหัวพ่นซึ่งมีขนาดเล็กทำให้เกิดความดันสูง ในภาวะนี้จะทำให้แก๊สเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูงมาก ผงพ่นอาจถูกป้อนเข้าเข้าสู่ห้องเผาไหม้หรือเข้าไปที่บริเวณเปลวไฟตรงหัวพ่นขึ้นกับการออกแบบ หัวพ่นมีลักษณะยาว ผงจึงมีเวลาในการรับความร้อนนานขึ้น และเนื่องจากความดันสูงมากจึงทำให้อนุภาคมีความเร็วสูงถึง 800 เมตรต่อวินาที แก๊สเชื้อเพลิงที่ใช้สำหรับกระบวนการพ่น HVOF ได้แก่ โพรเพน (propane) โพรพิลีน (propylene) เมทิลอะเซทิลีน-โพรพาไดอีน (MAPP) และ โฮโดรเจน (hydrogen) นอกจากนี้ยังสามารถใช้ได้กับเชื้อเพลิงเหลว เช่นเคโรซีน (kerosene) หรือที่เรียกว่า น้ำมันก๊าด โดยใช้อากาศเป็นตัวออกซิไดส์ (oxidizer) กระบวนการพ่น HVOF ใช้ได้กับวัสดุเกือบทุกประเภท เช่น โลหะบริสุทธิ์ โลหะผสม เซอร์เมท และ เซรามิคบางชนิด โดยทั่วไปใช้กับการพ่นเคลือบผิวเพื่อป้องกันความร้อน การต้านทานการสึกหรอและการกัดกร่อน ได้แก่ในโรงงานอุตสาหกรรมน้ำตาล หม้อน้ำร้อนรวมถึงท่อน้ำร้อน ห้องเผาไหม้แม่พิมพ์อัดและฉีดพลาสติก ใช้สร้างผิวเคลือบแบบบางสำหรับแผงวงจรไฟฟ้า ตลอดจนผิวเคลือบของฐานสะพานชิ้นส่วนพื้นฐานของโครงสร้างอื่นๆใช้ในงานซ่อมบำรุงชิ้นส่วนยานอวกาศ เป็นต้น[2]

ในปี 2015 R.Lakhdari และคณะได้วิจัยการสึกหรอของผิวเคลือบ 13% Cr. โดยกระบวนการอาร์คสเปรย์ บนเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ผิวเคลือบที่ได้มีลักษณะเป็นชั้นๆ ประกอบด้วยเฟสของโครเมียม เหล็กออกไซด์ รูพรุน รอยแตก และอนุภาคที่ไม่หลอม ความแข็งสูงสุด 550 HV เมื่อไร้ภาระกด 200 กรัม(แรง) อัตราการสึกหรอของผิวเคลือบขึ้นกับโครงสร้างจุลภาค และเงื่อนไขของการทดสอบ[3]

การพ่นเคลือบแบบเปลวเพลิงความเร็วสูง พ่นด้วยผงพ่น 13% โครเมียม เพื่อลดต้นทุนและเพิ่มประสิทธิภาพของผิวเคลือบที่จะนำไปใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ บริษัทผู้ผลิตผงพ่นจึงกำหนดช่วง 10 - 20 นิ้ว แต่ไม่กำหนดระยะพ่นค่าเดียวที่เหมาะสมได้ ระยะพ่นที่เหมาะสมเพื่อให้ได้สมบัติเชิงกลของผิวเคลือบที่ดีที่สุด จึงกำหนดการพ่นเคลือบที่ระยะ 10 นิ้ว 14 นิ้ว และ 18 นิ้ว ตามลำดับ

2. วิธีการวิจัย (Methodology)

ขั้นตอนการดำเนินการทดสอบมีดังนี้

2.1 ตรวจสอบผงพ่น 13 % Cr โดยใช้เครื่อง Micro-EDXRF

2.2 พ่นเคลือบ 13 % Cr โดยกระบวนการใช้เครื่อง TAFA รุ่น JP-5000 HP/HVOFSYSTEM MODEL 5120

ภาพที่1 ชุดควบคุม (Control Unit) TAFA รุ่น JP-5000 HP/HVOFSYSTEM MODEL 5120

ตารางที่ 1 พารามิเตอร์ที่ใช้ในการทดลอง

ลำดับที่	พารามิเตอร์	ค่ามาตรฐาน	หน่วย
1	Current	50-300	แอมป์
2	Volt	23-30	โวลต์
3	Distance	10,14,18	นิ้ว
4	Air Pressure	5	บาร์

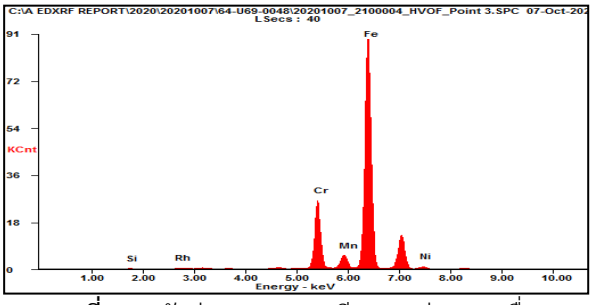
2.3 ตรวจสอบโครงสร้างจุลภาคของผิวเคลือบโดยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน (SEM)

2.4 การตรวจสอบความแข็ง (Hardness)โดยใช้เครื่อง Vickers Hardness Tester

3. ผลการวิจัย (Results)

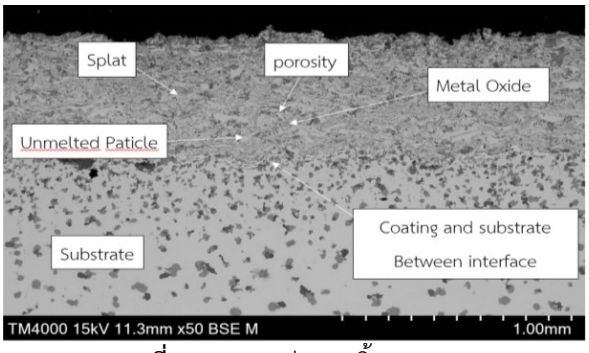
3.1 ส่วนผสมของผงพ่น 13%Chrome ประกอบไปด้วยดังนี้

เหล็ก 83.03 wt%, โครเมียม 13.62 wt%, แมงกานีส 1.35 wt%, นิกเกิล 1.29 wt%, ซิลิคอน 0.67 wt%

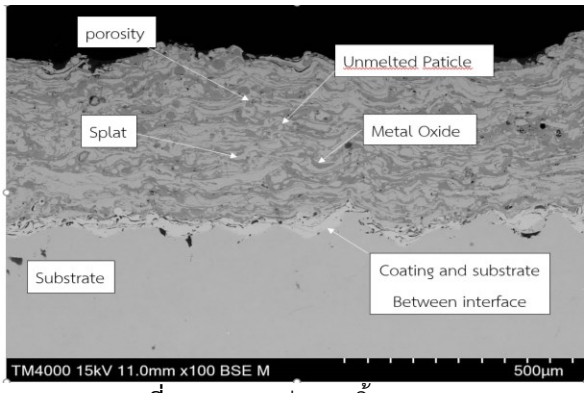


ภาพที่2 การวัดส่วนผสมทางเคมีของผงพ่นจากเครื่อง EDXRF

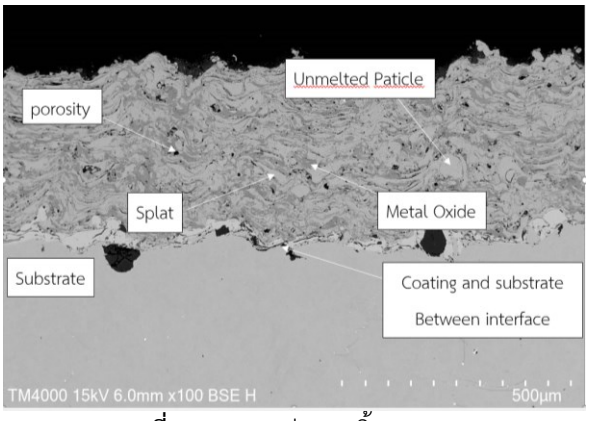
3.2 โครงสร้างจุลภาคของผิวเคลือบ (Microstructure of Coating)



ภาพที่3 ระยะการพ่น 10 นิ้ว จาก SEM



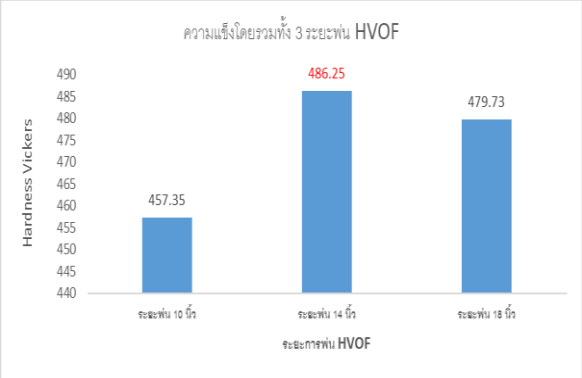
ภาพที่4 ระยะการพ่น 14 นิ้ว จาก SEM



ภาพที่5 ระยะการพ่น 18 นิ้ว จาก SEM

จากภาพที่ 3,4,5 ใช้กล้องจุลทรรศน์ SEM เป็นโครงสร้าง จุลภาค ทั้งระยะพ่น 10 นิ้ว, 14 นิ้ว และ 18 นิ้ว พบว่า โครงสร้างจุลภาคประกอบด้วยแผ่นแบนซ้อนทับกันเป็นชั้น ๆ ซึ่งเป็นเฟสของโครเมียมออกไซด์ (CrO) และเฟสของเหล็ก ออกไซด์ (FeO) ที่ไม่แตกต่างกัน

3.3 สมบัติเชิงกลด้านความแข็งของผิวเคลือบ



ภาพที่6 การทดสอบความแข็งทั้ง 3 ระยะ มีการแสดงผล

ระยะ 10นิ้ว มีค่าความแข็ง 457.35 HV

ระยะ 14 นิ้ว มีค่าความแข็ง 486.25 HV

ระยะ 18 นิ้ว มีค่าความแข็ง 479.73 HV

4. การอภิปราย (Discussion)

- เป็นส่วนผสมของผงพ่นก่อนพ่น13%Chrome ประกอบไปด้วย ดังนี้เหล็ก 83.03wt%, โครเมียม 13.62wt%, แมงกานีส 1.35wt%, นิกเกิล 1.29wt%, ซิลิคอน 0.67wt%
- โครงสร้างจุลภาคทั้ง 3 ระยะพ่นไม่แตกต่างกัน ประกอบด้วยแผ่นแบนซ้อนทับกันเป็นชั้น ๆ ซึ่งเป็นเฟสของเหล็กออกไซด์ (FeO) และ โครเมียมออกไซด์ (CrO) อนุภาคที่ไม่หลอม (Splat) แผ่ทับถมกันทำให้เกิดช่องว่างมีรูพรุน และ รอยแตก ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Davis, J [4]
- ค่าความแข็งของผิวเคลือบที่ระยะการพ่นทั้ง 3 ระยะไม่แตกต่างกัน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ474.44 HV ซึ่งมากกว่าการพ่นเคลือบแบบอาร์คสเปรย์เมื่อใช้ผงพ่น 13 % Cr เหมือนกัน Y.Mebdoua [5]

5.สรุปผล (Conclusion)

สรุปได้ว่าระยะพ่นทั้ง 3 ระยะ มีผลค่าความแข็งค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกัน

6. กิติกรรมประกาศ (Acknowledgements)

บทความนี้ได้รับการช่วยเหลือจากท่าน อาจารย์ ชานนท์ มูลวรรณ ให้การหาข้อมูล เรียบเรียง เพื่อให้โครงการนี้สำเร็จลุล่วง

7. เอกสารอ้างอิง (References)

[1] https://www.hvofcoating.com/about-us สืบค้นเมื่อ 18 oct 2022

[2]https://www.asminternational.org/web/tss/news/-/journal_content/56/10192/31385317/NEWS สืบค้นเมื่อ 15 oct 2022

[3] R. LAKHDARI, Y. MEBDOUA, H. LAHMAR, M. LEGOUERA, A. TRICOTEAUX, 2001. กลไกการเคลือบผิวด้วยความร้อนจากเหล็ก 13Cr . Centre de evelopment des Technologies Advances (CDTA) Alger- Algeria: หน้า 4-15

[4] Davis, J. R. (Joseph R.) Thermal Spray Society Training Committee SAN: 204-7586

[5] R.Lakhdari, Y.Mebdoua, H.Lahmar, M.Legouera, A.Tricoteaux Wear mechanisms of 13Cr steel thermally sprayed coating University Velenciennes France