รหัสบทความ SEITS 59

อิทธิพลของระยะพ่นต่อโครงสร้างจุลภาคและสมบัติเชิงกลของผิวเคลือบ 13 % โครเมียม

Effect of Spray Distance on Microstructure and Mechanical of 13% Chromium Coating

สุพัตรา ขำมินทร์[1], ศุภวิชญ์ สอนตา[1], เดชอนันต์ แผ่นทอง[1], ชานนท์ มูลวรรณ[2]

[1] นักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต
Suppawit14732@gmail.com[1], kenff001@gmail.com[1]
[2] อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต ; ie.engineer@kbu.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยฉบับนี้เป็นการศึกษาอิทธิพลของระยะพ่นต่อโครงสร้างจุลภาค และสมบัติเชิงกลของผิวเคลือบ 13% โครเมียม กระบวนการพ่นเคลือบใช้แบบอาร์คสเปรย์ ใช้ลวดพ่น 13% โครเมียม ระยะพ่นที่ใช้ มี 3 ระยะ ได้แก่ 10 นิ้ว 14 นิ้ว และ 18 นิ้ว ตามลำดับ ชิ้นงานเป็นเหล็กกล้า S45C ผลการทดสอบ พบว่า การพ่นทั้ง 3 ระยะ โครงสร้างจุลภาคของผิวเคลือบไม่แตกต่างกัน กล่าวคือ โครงสร้างจุลภาคประกอบด้วยแผ่นแบนซ้อนทับกันเป็นชั้นๆ ซึ่งเป็นเฟสของเหล็กออกไซด์ (FeO) และโครเมียมออกไซด์ (CrO) มีรูพรุน และอนุภาคที่ไม่หลอม ความแข็ง (Hardness) ของระยะพ่นทั้งสามมีค่าใกล้เคียงกัน เฉลี่ยเท่ากับ 296 HV

คำสำคัญ : การพ่นแบบอาร์คสเปรย์ ; ผิวเคลือบ ; เหล็กออกไซด์ ; โครมเมียมออกไซด์ ; ความแข็ง

Abstract

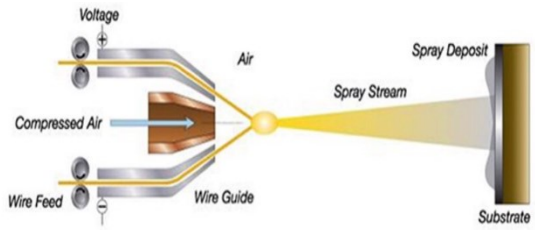
This research is to study the influence of spray distance on microstructure and mechanical properties of 13% chromium coating. Using 13% chromium spray wire, there are 3 spray distances 10 inches 14 inches 18 inches respectively. Conditions of The test specimen was S45C steel. The test results showed that the three spraying distances did not differ in the microstructure of the coating. That is to say, the microstructure is made up of overlapping splats. Which is a phase of iron oxide (FeO) and chromium oxide (CrO). porous and non-melting particles. The hardness of the three spraying distances was approximately the same, equal to 296 HV.

Keywords: Arc Spray Process; The Coating; Iron oxide; Chromium oxide; Hardness

1. บทนำ (Introduction)

การพ่นเคลือบด้วยเปลวความร้อนแบบอาร์คสเปรย์ (Wire Arc Spray) เป็นกระบวนการพ่นเคลือบที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างมากในอุตสาหกรรม เนื่องจากเครื่องมือมีราคาถูก และค่าใช้จ่ายในการพ่นต่ำ สามารถปฏิบัติงานนอกสถานที่ได้ดี ผิวเคลือบที่ได้มีความแน่นสูง และแข็งแรง สามารถพ่นเคลือบชิ้นงานที่มีขนาดใหญ่ การประยุกต์ใช้งานของการพ่นเคลือบแบบอาร์คสเปรย์กับ ลวดพ่น 13% โครเมียมใช้กับงานหลายด้านเช่น ในโรงงานอุตสาหกรรมน้ำตาล หม้อน้ำร้อนรวมถึงท่อน้ำร้อน ห้องเผาไหม้ แม่พิมพ์อัดและฉีดพลาสติก ใช้สร้างผิวเคลือบสำหรับแผงวงจรไฟฟ้า ตลอดจนผิวเคลือบของฐานสะพานชิ้นส่วนพื้นฐานของโครงสร้างอื่นๆ เป็นต้น [1]

การพ่นเคลือบด้วยเปลวความร้อนแบบอาร์คสเปรย์ เป็นการพ่นโดยใช้แหล่งความร้อนจากการอาร์คด้วยไฟฟ้าระหว่าง 2 ขั้ว โดยวัสดุเคลือบต้องอยู่ในรูปเส้นลวดที่นำไฟฟ้าได้ ความร้อนและการหลอมเหลวเกิดขึ้นที่เส้นลวดมาสัมผัสกันตรงปลายลวดทันที อนุภาคที่หลอมตรงปลายลวดจะถูกผลักดันด้วยแก๊สพาที่มีความดัน ทำให้เกิดการแตกเป็นละอองพร้อมกับเคลื่อนไปที่ชิ้นงาน แล้วเย็นตัวเกิดเป็นผิวเคลือบบนชิ้นงาน ผิวเคลือบจากการพ่นแบบอาร์คจะมีความแข็งแรงดึงสูง โดยทั่วไปมากกว่า 10,000 psi ความร้อนสะสมบนชิ้นงานน้อยกว่า เพราะไม่มีเปลวไฟพุ่งไปที่ชิ้นงาน [2]



ภาพที่1. การพ่นเคลือบด้วยเปลวความร้อนแบบอาร์คสเปรย์ [3]

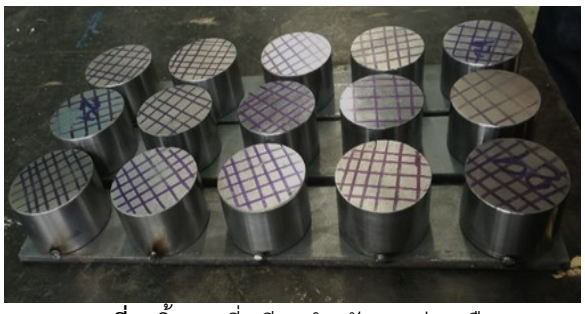
R. Lakhdaria, และคณะ (1995) ได้ศึกษาอิทธิพลของโครงสร้างจุลภาคที่แตกต่างกันมีผลความต้านทานการสึกหรอและการกัดกร่อนของผิวเคลือบ 13%Cr ชิ้นงานเป็นเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ พารามิเตอร์ที่ใช้ในการทดลอง มี 3 แบบ ดังนี้ เงื่อนไขที่ 1 ใช้กระแสไฟฟ้า 100 แอมแปร์ แรงดันไฟฟ้า35 โวลต์ ระยะการพ่น 100 มิลลิเมตร แรงดันลม 3 และ 5 บาร์ เงื่อนไขที่ 2 ใช้กระแสไฟฟ้า 100 แอมแปร์ แรงดันไฟฟ้า 35 โวลต์ ระยะการพ่น 120 มิลลิเมตร แรงดันลม 3 และ 5 บาร์ เงื่อนไขที่ 3 ใช้กระแสไฟฟ้า 100 แอมแปร์ แรงดัน 35 โวลต์ ระยะการพ่น 140 มิลลิเมตร แรงดันลม 3 และ 5 บาร์ ด้วยใช้ลวดผ่น 13% โครเมียม พบว่าโครงสร้างจุลภาคแตกต่างกันที่ความหนาและปริมาณรูพรุนทำให้ระยะพ่นมีผลต่อสมบัติเชิงกลของผิวเคลือบ [4]

การพ่นเคลือบแบบอาร์คสเปรย์ พ่นด้วยลวดพ่น 13% โครเมียม ระยะพ่นจากบริษัทผู้ผลิตผงพ่นกำหนดช่วง 10 - 20 นิ้ว ไม่กำหนดระยะพ่นค่าเดียวที่เหมาะสมได้ เพื่อประหยัดค่าใช้จ่ายในการพ่นผู้วิจัยต้องการหา ระยะพ่นที่เหมาะสมเพื่อให้ได้สมบัติเชิงกลของผิวเคลือบที่ดีที่สุด จึงกำหนดการพ่นเคลือบที่ระยะ 10 นิ้ว 14 นิ้ว และ 18 นิ้ว ตามลำดับ

2. วิธีการวิจัย (Methodology)

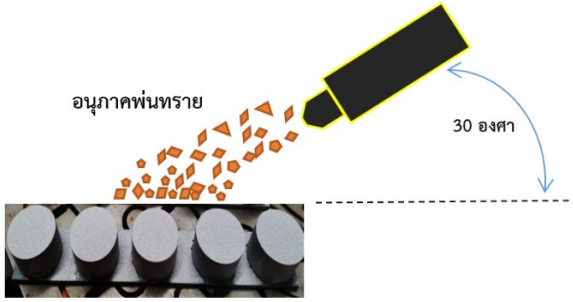
2.1 การเตรียมผิวชิ้นงาน

ชิ้นงานเป็นวัสดุเหล็กเหนียวมาตรฐาน S45C ขนาด เส้นผ่านศูนย์กลาง 50 มิลลิเมตร และยาว 30 มิลลิเมตร จำนวน 15 ชิ้น



ภาพที่2. ชิ้นงานที่เตรียมสำหรับการพ่นเคลือบ

นำชิ้นงานทดสอบมาทำความหยาบผิวหน้าชิ้นงานโดยการพ่นทราย เพื่อเป็นการทำความสะอาดและเพิ่มพื้นที่ในการยึดเกาะระหว่างผิวเคลือบกับชิ้นงาน

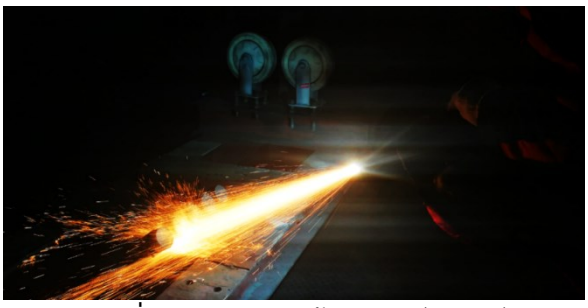


ภาพที่3. นำชิ้นงานไปพ่นทราย

2.2 การพ่นเคลือบด้วยเปลวความร้อนแบบอาร์คสเปรย์

ลำดับที่	พารามิเตอร์	ค่าตามมาตราฐาน	หน่วย
1	กระแสไฟฟ้า	100	แอมป์
2	แรงดันไฟฟ้า	35	โวลต์
3	ระยะพ่น	10,14,18	นิ้ว
4	ความดันอากาศ	5	บาร์

ตารางที่1. พารามิเตอร์ที่ใช้ในการทดลอง



ภาพที่4. การพ่นเคลือบด้วยการอาร์คสเปรย์

2.3 การตรวจสอบโครงสร้างจุลภาค

ตรวจสอบโครงสร้างจุลภาคด้วยกลองจุลทรรศน์อิเล็กตรอน SEM และ EDS

2.4 การตรวจสอบปริมาณรูพรุน

ตรวจสอบปริมาณรูพรุนทำโดยการถ่ายภาพพื้นผิวด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบแสง (OM) กำลังขยาย 5 เท่า แล้วหาค่าเฉลี่ยปริมาณรูพรุน

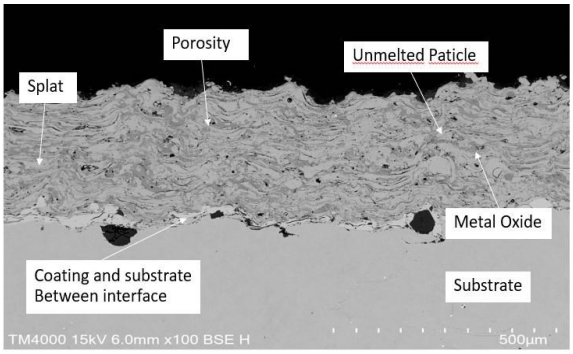
2.5 การทดสอบสมบัติเชิงกลด้านความแข็ง

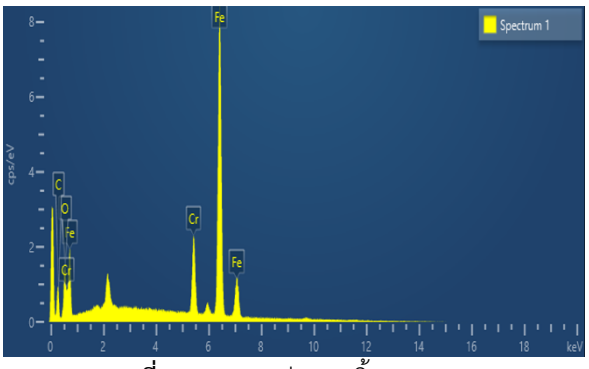
ตรวจสอบความแข็งแบบวิคเกอร์ (Vickers Hardness Tester) วัดความแข็งทั้งหมด 6 จุด น้ำหนักกดที่ 300 g แล้วหาค่าเฉลี่ย

3.ผลการวิจัย (Results)

3.1โครงสร้างจุลภาค

- ระยะพ่น 10 นิ้ว

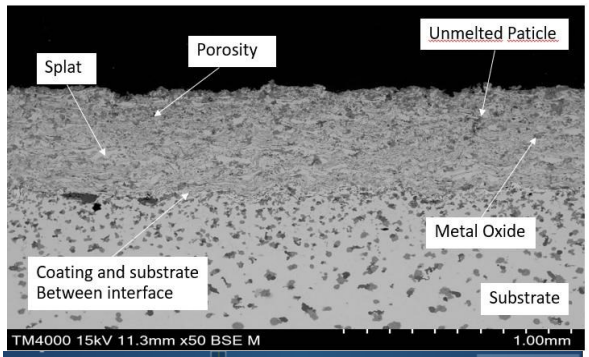


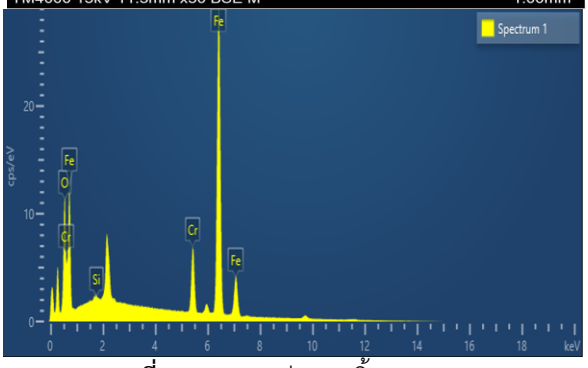


ภาพที่5. ระยะการพ่น 10 นิ้ว (SEM,EDS)

จากโครงสร้างจุลภาคจะเห็นชั้นผิวเคลือบเป็นชั้นๆ ซึ่งจะประกอบไปด้วยรูพรุน , ออกไซด์ รอยแตก และอนุภาคที่ไม่หลอมรวมกัน การวิเคราะห์ธาตุเชิงปริมาณซึ่งประกอบไปด้วย Cr โครเมียม 10.72% O ออกซิเจน 3.86% และ Fe เหล็ก 76.48 %

- ระยะพ่น 14 นิ้ว

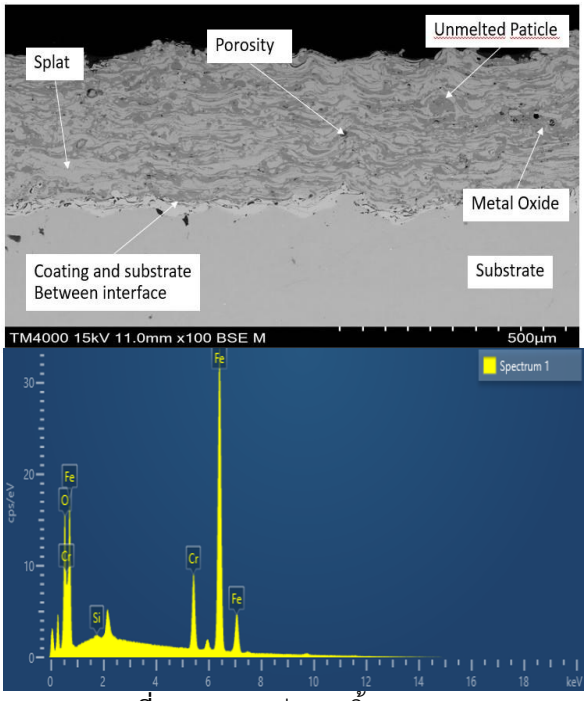




ภาพที่6. ระยะการพ่น 14 นิ้ว (SEM,EDS)

จากโครงสร้างจุลภาคจะเห็นชั้นผิวเคลือบเป็นชั้นๆ ซึ่งจะประกอบไปด้วยรูพรุน , ออกไซด์ รอยแตก และอนุภาคที่ไม่หลอมรวมกัน การวิเคราะห์ธาตุเชิงปริมาณซึ่งประกอบไปด้วย Cr โครเมียม 9.7% O ออกซิเจน 7.6% Si ซิลิกอน 0.1% และ Fe เหล็ก 82.5%

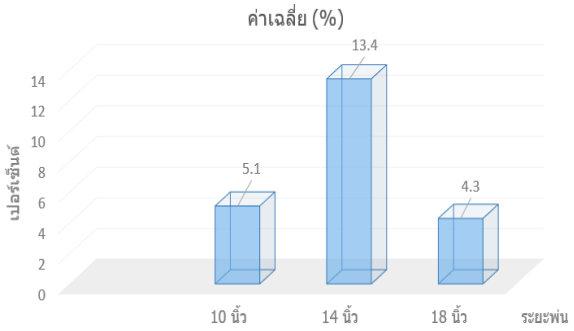
- ระยะพ่น 18 นิ้ว



ภาพที่7. ระยะการพ่น 18 นิ้ว (SEM,EDS)

จากโครงสร้างจุลภาคจะเห็นชั้นผิวเคลือบเป็นชั้นๆ ซึ่งจะประกอบไปด้วยรูพรุน , ออกไซด์ รอยแตก และอนุภาคที่ไม่หลอมรวมกัน การวิเคราะห์ธาตุเชิงปริมาณซึ่งประกอบไปด้วย Cr โครเมียม 11.1% O ออกซิเจน 8.3% Si ซิลิกอน 0.1% และ Fe เหล็ก 80.4%

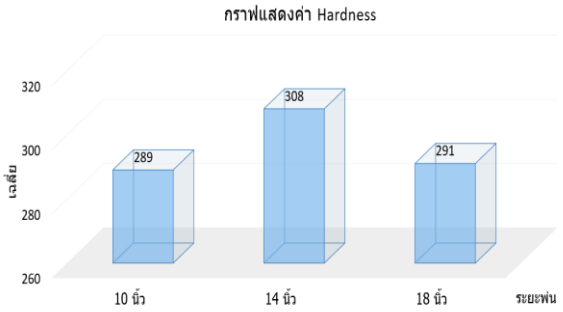
3.2 ปริมาณรูพรุน



ภาพที่8. ปริมาณรูพรุนในผิวเคลือบ

การทดสอบปริมาณรูพรุน ที่ระยะการพ่นเคลือบ ทั้ง 3 ระยะ โดยแต่ละระยะจะมีการวัดความเป็นรูพรุน ทั้งหมด 5 จุด โดยระยะพ่นที่ 10 นิ้ว มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 5.1% ระยะพ่นที่ 14 นิ้ว มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 13.4% ระยะพ่นที่ 18 นิ้ว มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.3%

3.3 สมบัติเชิงกลด้านความแข็ง



ภาพที่9. ความแข็งของผิวเคลือบ

การวัดความแข็งบริเวณผิวเคลือบชิ้นงาน ทั้ง 3 ระยะ โดยระยะพ่นที่ 10 นิ้ว มีค่าความแข็ง 289 HV ระยะพ่นที่ 14 นิ้ว มีค่าความแข็ง 308 HV ระยะพ่นที่ 18 นิ้ว มีค่าความแข็ง 291 HV

4. การอภิปราย (Discussion)

4.1 โครงสร้างจุลภาคและปริมาณรูพรุน

โครงสร้างจุลภาคทั้ง 3 ระยะพ่น โครงสร้างจุลภาคไม่แตกต่างกันมาก ผิวเคลือบประกอบด้วยแผ่นแบนซ้อนทับกันเป็นชั้น ๆ มีรอยแตก ออกไซด์ (FeO) และอนุภาคที่ไม่หลอมรวมกัน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยข้อง Davis, J. [5]

ปริมาณรูพรุนทั้ง 3 ระยะพ่น ระยะพ่น 10 นิ้ว มีปริมาณรูพรุน 5.1% ระยะพ่น 14 นิ้ว มีปริมาณรูพรุน 13.4% ระยะพ่น 18 นิ้ว มีปริมาณรูพรุน 4.3% ระยะพ่น 14 นิ้ว อยู่ในระยะกลาง ทำให้อนุภาคไม่หลอมและอนุภาคแผ่ เกิดการทับถมกันทำให้เกิดรูพรุนจำนวนมาก

4.2 สมบัติเชิงกลด้านความแข็ง

ความแข็งของ 3 ระยะพ่น มีค่าใกล้เคียงกัน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 296 HV เนื่องจากอนุภาคของผงพ่นเคลือบที่ด้วยความเร็วสูง ช่วงเวลาที่ผงพ่นอยู่ในเปลวเพลิงสั้น โครงสร้างจุลภาคของผิวเคลือบไม่แตกต่างกัน ทำให้ความแข็งจึงใกล้เคียงกัน

5.สรุปผล (Conclusion)

การพ่นเคลือบด้วยเปลวความร้อนแบบอาร์คสเปรย์ ที่ระยะพ่น 10 นิ้ว 14 นิ้ว และ 18 นิ้ว โครงสร้างจุลภาคและสมบัติเชิงกลไม่มีความแตกต่างกันมาก

6. กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgements)

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สามารถสำเร็จดำเนินการจนประสบความสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี คณะผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณ บริษัท เว็นเจอร์ เอ็นจิเนียร์ริ่ง จำกัด ศูนย์ทดสอบและวิเคราะห์วัสดุ สถาบันเหล็กและเหล็กกล้าแห่งประเทศไทย สำนักวิจัยและบริการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สวท.) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี บิดา มารดา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชานนท์ มูลวรรณ เพื่อน ๆ พี่ ๆ และน้อง ๆ ทุกคนที่ให้การสนับสนุนและกำลังใจมาโดยตลอด

7. เอกสารอ้างอิง (References)

[1] สิทธิชัย วิโรจนุปภัมภ์ และแมน ตุ้ยแพร่ เรื่องการประยุกต์ใช้ผิวเคลือบที่พ่นด้วยความร้อนสำหรับงานซ่อมบำรุงนอกชายฝั่ง มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

[2] Lugscheider, E., Eschnauer, H., Muller, U. and Weber, Th., 1991, “Quo Vadis, Thermal Spray Technology?,” Powder Metallurgy International, Vol. 23, No. 1, pp. 33-39

[3] อนุชา ฉิมเชิด งานเคลือบและป้องกันพื้นผิวด้วยความร้อน บริษัท เดบโบราห์ เซอร์วิสเซส (ประเทศไทย) จำกัด

[4] R. Lakhdari, Y. Mebdoua, M. Legouera, B. Guedouar___Influence of dIfferent mIcrostructural features on wear and corroslon resIstance of 13cr steel arc sprayed coatIng University Saad Dahleb Blida

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