



การประชุมวิชาการนวัตกรรมด้านวิศวกรรมและเทคโนโลยีเพื่อเศรษฐกิจและสังคม ครั้งที่ 3
The 3rd Conference on Innovation Engineering and Technology for Economy and Society
วันที่ 29 มีนาคม 2563 ณ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต วิทยาเขตร่มเกล้า

อิทธิพลของระยะพ่นต่อโครงสร้างจุลภาคและสมบัติเชิงกลของผิวเคลือบ 13% Cr ด้วยเปลวเพลิงความเร็วสูง

Effect of Spray Distance on Mechanical Property of 13% Chrome Coating High Velocity Oxy-Fuel

วรทัศน์ กุศลสง¹ สิทธิศักดิ์ งามมาลา¹ และ ธนพล เกิดมีเงิน¹ ชานนท์ มุลวรรณ² ชัยพล ผ่องพลีศาล²
¹สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต

Vorathat Kusonsong¹ Sitsakda Ngammala¹ and Thanapol Kerdmeengern¹
Chanont moolwan² Chaipol Pongpleesan²

¹Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Kasem Bundit University
E-mail¹: birdbangpu@gmail.com E-mail²*: sitsakda1995@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาระยะพ่นที่มีผลต่อสมบัติเชิงกลด้านความแข็งของผิวเคลือบ จากกระบวนการพ่นด้วยเปลวเพลิงความเร็วสูง (High Velocity Oxy-Fuel) ผงพ่นที่ใช้ 420S 20-53 μM 13% Cr ซึ่งมีส่วนผสมดังนี้ ธาตุโครเมียม 13% ซิลิคอน 0.6% และ แมงกานีส 1.4% ระยะพ่นใช้ 3 ระยะ ได้แก่ 10 นิ้ว 14 นิ้ว และ 18 นิ้ว ตามลำดับ หลังจากการพ่นตรวจสอบโครงสร้างจุลภาคของผิวเคลือบทั้ง 3 ระยะการพ่น พบว่า ผิวเคลือบมีโครงสร้างจุลภาคไม่แตกต่างกัน จะประกอบด้วยแผ่นแบนซ้อนทับกันเป็น ชั้น ๆ ซึ่งเป็น เฟสของเหล็กออกไซด์ และโครเมียมออกไซด์ มีรูพรุน และอนุภาคที่ไม่หลอม ปริมาณรูพรุนและความแข็งของการพ่นทั้ง 3 ระยะไม่แตกต่างกัน กล่าวคือ ปริมาณรูพรุนระยะพ่นทั้ง 3 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.9% ความแข็งของผิวเคลือบ ทั้ง 3 ระยะการพ่น มีค่าเฉลี่ย 474 HV จะเห็นได้ว่าระยะพ่นในช่วง 10 – 18 นิ้ว ไม่มีผลต่อสมบัติเชิงกลด้านความแข็งของผิวเคลือบ

คำสำคัญ: เปลวเพลิงความเร็วสูง ผิวเคลือบ โครเมียมออกไซด์

Abstract

This research is a study of spray distance that affects the mechanical properties of the hardness of the coating. From the High Velocity Oxy-Fuel spray, the powder used 420S 20-53 μM 13% Cr, with the following ingredients: 13% Chromium, 0.6% Silicon And 1.4% manganese. Spraying distance is used in 3 stages which are 10 inches 14 inches and 18 inches. After spraying the microstructure of all 3 coating phases. The coating was found has not different microstructure. The coating was found to consist of flat, overlapping layers of iron oxide and chromium oxide is porous and non-melting particles. The porosity and the hardness of the spray in all 3 phases were not different. The porosity average of 1.9%. The hardness of the coating of all 3 spray phases had an average of 474 HV. It can be seen that 10 - 18 inches range does not affect the hardness of the coating.

Keywords: High Velocity Oxy-Fuel, the coating, Chromium oxide



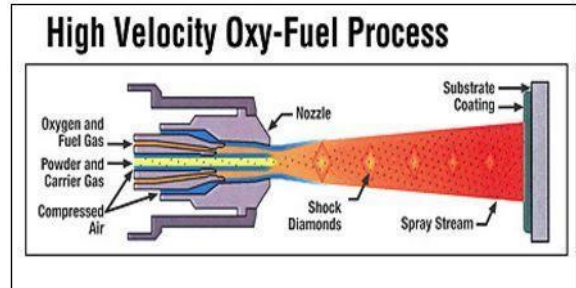
การประชุมวิชาการนวัตกรรมด้านวิศวกรรมและเทคโนโลยีเพื่อเศรษฐกิจและสังคม ครั้งที่ 3
The 3rd Conference on Innovation Engineering and Technology for Economy and Society
วันที่ 29 มีนาคม 2563 ณ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต วิทยาเขตร่มเกล้า

1. บทนำ

กระบวนการพ่นเคลือบด้วยเปลวเพลิงความเร็วสูงเป็นเทคโนโลยีที่ใช้ซ่อมแซมส่วนที่มีการสึกหรอมีการใช้งานกันอย่างแพร่หลายทั่วโลก เนื่องจากมีความสะดวก การพ่นเคลือบด้วยเปลวเพลิงความเร็วสูง (high velocity oxy fuel, HVOF) เป็นเทคนิคใช้พ่นวัสดุต่างๆ ที่อยู่ในรูปผง ให้เคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูง อยู่ในสภาพหลอมหรือกึ่งหลอมไปตกกระทบบนชิ้นงาน ความร้อนของกระบวนการได้จากการเผาไหม้ของก๊าซเชื้อเพลิงและก๊าซออกซิเจน ชิ้นส่วนของเครื่องจักรที่พ่นด้วยกระบวนการ HVOF ได้แก่ ชิ้นส่วนปั๊มลูกสูบไฮดรอลิก วาล์วปีโตรเคมี อุตสาหกรรมการบินและอื่นๆ ผิวเคลือบที่ได้มีลักษณะเป็นชั้นๆ ทับซ้อนกัน มีรูพรุนออกไซด์ อนุภาคที่หลอมและไม่หลอม คุณภาพของการเคลือบจะขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น ความดันอากาศ ระยะพ่น อัตราการป้อนผง ความเร็วและความหนืดของอนุภาค เป็นต้น ระยะพ่นเป็นปัจจัยหลักที่มีผลต่อคุณภาพของการเคลือบผิวด้วยกระบวนการ (HVOF) [1] ผงพ่น 420s 13%Cr เป็นผงพ่นที่ใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆอย่างกว้างขวาง ในการซ่อมแซมชิ้นส่วนที่สึกหรอการศึกษาระยะพ่นที่มีผลต่อสมบัติเชิงกลจึงมีความสำคัญเพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการพ่นเคลือบ

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การพ่นเคลือบเปลวเพลิงความเร็วสูงเป็นการใช้ความร้อนจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงกับออกซิเจนในชุดปืนพ่นเคลือบแล้วปล่อยให้ก๊าซขยายตัวออกมาจากปากกระบอกปืนพร้อมกับอนุภาควัสดุเคลือบอยู่ในสภาวะหลอมเหลวและกึ่งหลอมเหลว วัสดุเคลือบจะมีขนาดของอนุภาค ประมาณ 5-50 ไมครอนซึ่งถูกป้อนเข้าทางด้านหลังของชุดปืนพ่น จากนั้นก๊าซที่เกิดจากการเผาไหม้จะมีความเร็วสูงมากซึ่งสูงสุดถึง 4 เท่าของความเร็วเสียง ดังนั้นเมื่ออนุภาคเล็กๆ ของวัสดุเคลือบเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูงไปตกกระทบบที่ผิวชิ้นงานก็จะแผ่กระจายเป็นแผ่นบาง ๆ ซ้อนทับกันทำให้ผิวเคลือบมีความหนาแน่นสูงและมีแรงยึดเกาะสูงมากกว่า 10,000 ปอนด์/ตารางนิ้ว ความร้อนที่ได้จากการเผาไหม้มีอุณหภูมิอยู่ที่ประมาณ 3,000 องศาเซลเซียส ดังนั้นจึงต้องเลือกใช้วัสดุเคลือบที่มีอุณหภูมิการหลอมเหลวไม่เกินอุณหภูมิของการเผาไหม้ [2]



รูปที่ 1 กระบวนการพ่น HVOF [2]

ประพนธ์ เลิศลอยปัญญาชัย 2552 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ได้ทำการศึกษา อิทธิพลของพารามิเตอร์การพ่นต่อโครงสร้างและสมบัติของผิวเคลือบ โดยใช้การพ่นแบบ HVOF ระยะพ่นที่ใช้ในการพ่นเคลือบชิ้นงาน 305 , 230 , 381 mm. ใช้อัตราการป้อนผง 38 กรัม/นาที่ และ 42 กรัม/นาที่ ตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อสมบัติเชิงกลของผิวเคลือบมากที่สุด คือ ระยะพ่น ซึ่งมีผลต่อปริมาณรูพรุนในผิว เนื่องจากระยะพ่นที่ไกลเกินไปทำให้การส่งผ่านความร้อนของเปลวเพลิง ไม่สามารถแพร่เข้าไปสู่ภายในแกนกลางของอนุภาคผงได้ ทำให้ความสามารถในการหลอมเหลวลดต่ำลง และส่งผลต่อผิวเคลือบ [1]

ในปี ค.ศ.2018 งานวิจัยของ Thomas Lindner ตีพิมพ์ในวารสาร Institute of Materials Science and Engineering ได้พ่นผงออสเตนนิติกโดยกระบวนการ HVOF ใช้ระยะพ่น 350 mm. อัตราการป้อนผง 70 กรัม/นาที่ อนุภาคของผงพ่นจะมีความเร็วลดลงเมื่อระยะพ่นมากขึ้น ทำให้พลังงานจลน์ของผงพ่นลดลง เมื่อตกกระทบบกับชิ้นงาน พลังงานจลน์ของผงพ่นที่ตกกระทบบจะลดลงด้วย นอกจากนี้ที่ระยะพ่นมากขึ้น อุณหภูมิของผงพ่นจะลดลง เป็นสาเหตุของการเกิดรูพรุน [3]

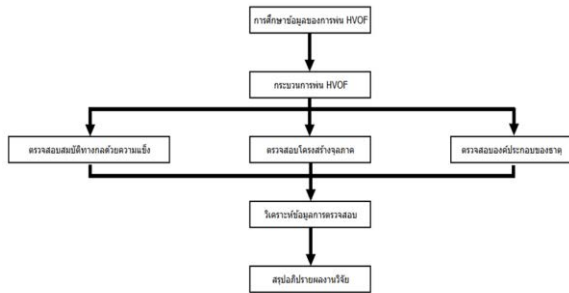
ในปี ค.ศ.2001 งานวิจัยของ R. LAKHDARI ตีพิมพ์ในวารสาร Centre de Development des Technologies Advances (CDTA) Alger- Algeria ได้ทำการศึกษาการพ่น 13%Cr ใช้ระยะพ่น 100 mm. พบว่าโครงสร้างจุลภาคของผิวเคลือบมีรูปแบบเป็นแถบยาว มีออกไซด์ รูพรุน อนุภาคที่หลอมและไม่หลอม ออกไซด์ทำให้แรงยึดเกาะลดลง รูพรุนทำให้ความต้านทานการสึกหรอลดลง [4]

3. วิธีการดำเนินการวิจัย



การประชุมวิชาการนวัตกรรมด้านวิศวกรรมและเทคโนโลยีเพื่อเศรษฐกิจและสังคม ครั้งที่ 3
The 3rd Conference on Innovation Engineering and Technology for Economy and Society
วันที่ 29 มีนาคม 2563 ณ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต วิทยาเขตร่มเกล้า

การดำเนินการวิจัย อิทธิพลของระยะพ่นต่อโครงสร้างจุลภาคและสมบัติเชิงกลของผิวเคลือบ 13%Cr ด้วยเปลวเพลิงความเร็วสูง ได้ทำตามขั้นตอน ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 วิธีการดำเนินงานวิจัย

การเตรียมชิ้นงานสำหรับการพ่นเคลือบด้วยเปลวเพลิงความเร็วสูง (High Velocity Oxy-Fuel) (HVOF) ชิ้นงานตามขนาด มาตรฐาน โดยทำการตัดให้มีลักษณะเป็นรูปทรงกระบอกขนาด 50 มิลลิเมตรและยาว 30 มิลลิเมตร จำนวน 15 ชิ้นเตรียมผิวงานด้วยการพ่นทรายเพื่อทำความสะอาดและเพิ่มพื้นที่ในการยึดเกาะระหว่างผิวเคลือบ

3.1 การพ่นเคลือบด้วยเปลวเพลิงความเร็วสูง (HVOF)



รูปที่ 3 การพ่นเคลือบด้วยเปลวเพลิงความเร็วสูง



รูปที่ 4 เครื่องพ่นเคลือบTafa รุ่นJP-5000 HP/HVOF พารามิเตอร์ที่ใช้ในการทดลอง

พ่นด้วยกระบวนการ HVOF อัตราการไหลของผงพ่น 75 กรัม/นาที แรงดันออกซิเจน 140 บาร์ เชื้อเพลิง 121 บาร์ การเผาไหม้ 103 บาร์ อัตราการพ่น 200 รอบ/นาที ระยะห่าง 10 นิ้ว 14 นิ้ว 18 นิ้ว

3.2 การตรวจสอบโครงสร้างจุลภาค (Micro Structure)

ในการศึกษาวิเคราะห์โครงสร้างของผิวเคลือบ ใช้กล้องจุลทรรศน์ชนิดแสง และ SEM และ EDS จากเครื่อง Hitachi Tabletop SEM รุ่น TM3030plus

3.3 การทดสอบความแข็ง

การวัดความแข็งใช้เครื่อง STRUERS DURAMIN A/S DK-2750 micro hardness testing machine น้ำหนักกด 300g วัดทั้งหมด 6 จุด แล้วหาค่าเฉลี่ย

3.4 การตรวจสอบปริมาณรูพรุน (Porosity Test)

การทดสอบปริมาณรูพรุนทำโดยการถ่ายภาพพื้นผิวด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบแสง หลังจากนั้นนำมาวิเคราะห์สัดส่วนพื้นที่รูพรุนด้วย Computer และโปรแกรม image analysis ในการหาค่าเฉลี่ยพื้นที่รูพรุนของแต่ละชิ้นงาน

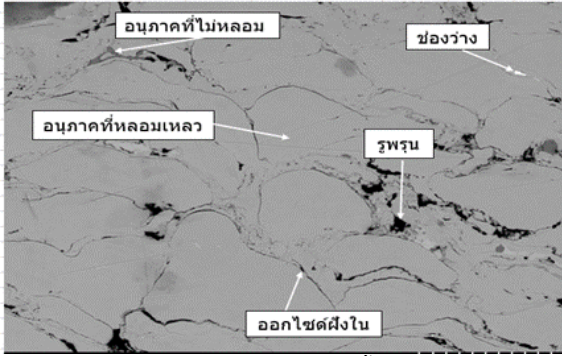
4. ผลการทดสอบ

ชิ้นงานก่อนพ่นเคลือบเป็นเหล็ก AISI S45C มีส่วนผสมของ ธาตุ คาร์บอน 0.48 % , ธาตุ ซิลิกอน 0.35% และธาตุ แมงกานีส 0.90 %

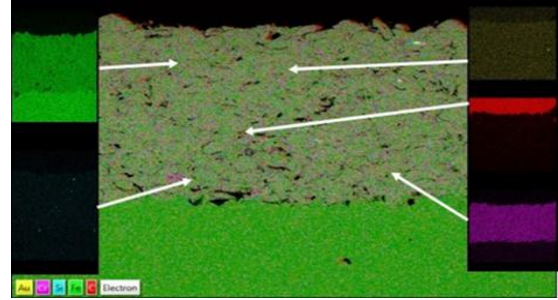
จากรูปที่ 4 ผิวเคลือบทั้ง 3 ระยะพ่นมีลักษณะโครงสร้างแบบ Lamella สีดำเป็นรูพรุน (porosity) และเฟส สีเทาเข้มเป็นเฟสของ โครเมียมออกไซด์ และเหล็กออกไซด์ โครงสร้างจุลภาคของผิวเคลือบมีลักษณะเป็นแถบยาว มีส่วนผสมทางเคมีที่แตกต่างกัน และมีออกไซด์ รูพรุนอนุภาคที่ไม่หลอม รวมทั้งอนุภาคที่หลอมใหม่ อยู่รวมกัน ซึ่งสอดคล้องกับผลการตรวจสอบโปรแกรม EDS พบว่าระยะการพ่นที่ 10 นิ้ว มีค่าเหล็ก (Fe) สูง



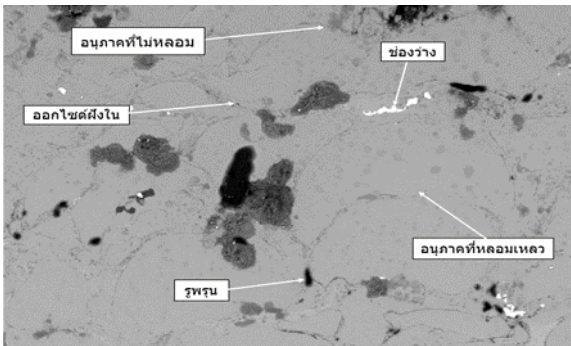
การประชุมวิชาการนวัตกรรมด้านวิศวกรรมและเทคโนโลยีเพื่อเศรษฐกิจและสังคม ครั้งที่ 3
 The 3rd Conference on Innovation Engineering and Technology for Economy and Society
 วันที่ 29 มีนาคม 2563 ณ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต วิทยาเขตร่มเกล้า



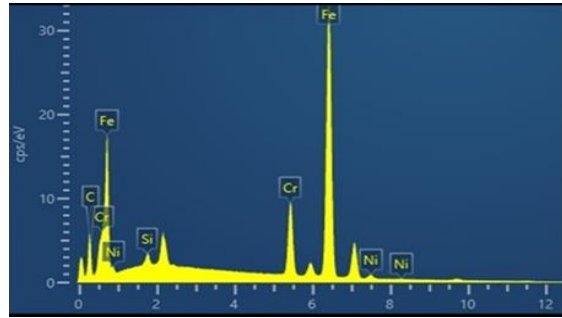
ก) ระยะการพ่น 10 นาที



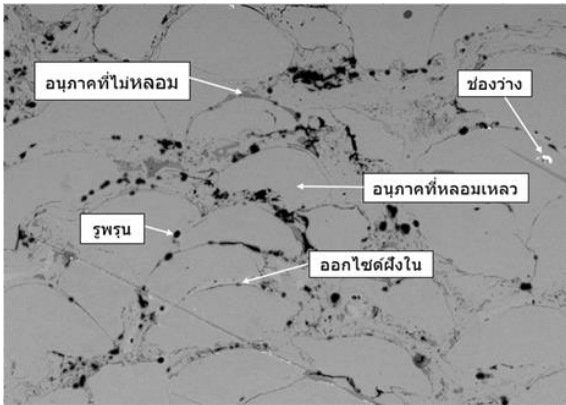
ก)



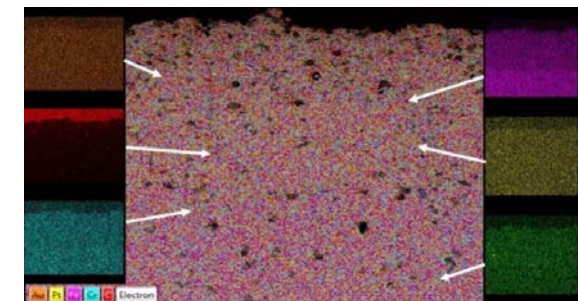
ข) ระยะการพ่น 14 นาที



ข)
รูปที่ 5 ระยะการพ่น 10 นาที



ค) ระยะการพ่น 18 นาที
รูปที่ 4 โครงสร้างจุลภาคของผิวเคลือบ



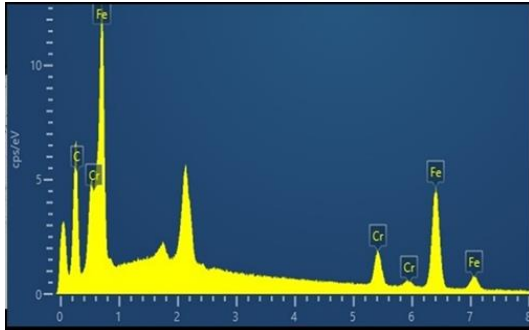
ก)

ดังรูปที่ 5 จากโครงสร้างจุลภาคจะเห็นชั้นผิวเคลือบเป็น layer ซึ่งจะประกอบไปด้วยรูพรุน , ออกไซด์ รอยแตก และอนุภาคที่ไม่หลอม รวมกัน ซึ่งตามภาพเป็นการวิเคราะห์ธาตุเชิงปริมาณซึ่งประกอบไปด้วย Cr โครเมียม 11.51% , Fe เหล็ก 78.81% , Si ซิลิกอน 0.90% และ C คาร์บอน 8.78%

4.1 ส่วนประกอบทางเคมี

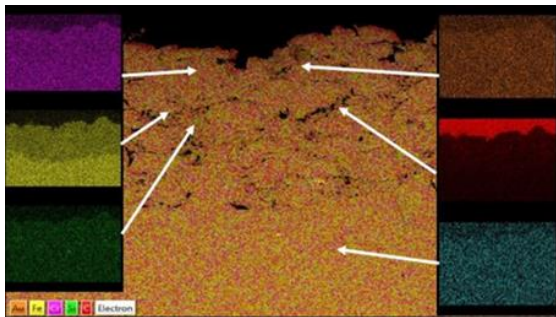


การประชุมวิชาการนวัตกรรมด้านวิศวกรรมและเทคโนโลยีเพื่อเศรษฐกิจและสังคม ครั้งที่ 3
The 3rd Conference on Innovation Engineering and Technology for Economy and Society
วันที่ 29 มีนาคม 2563 ณ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต วิทยาเขตร่มเกล้า

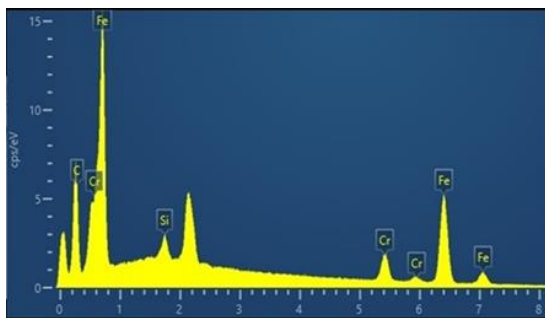


ข)
รูปที่ 6 ระยะการพ่น 14 นิ้ว

ดังรูปที่ 6 จากโครงสร้างจุลภาคจะเห็นชั้นผิวเคลือบเป็น layer ซึ่งจะประกอบไปด้วยรูพรุน , ออกไซด์ รอยแตก และอนุภาคที่ไม่หลอม รวมกัน ซึ่งตามภาพด้านบนเป็นการวิเคราะห์ธาตุเชิงปริมาณซึ่งประกอบไปด้วย Cr โคโรเมียม 22.38% , Fe เหล็ก 63.44% , และ C คาร์บอน 14.18%



ก)

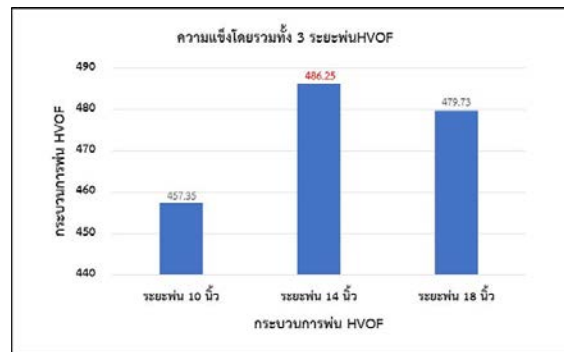


ข)
รูปที่ 7 ระยะการพ่น 18 นิ้ว

ดังรูปที่ 7 จากโครงสร้างจุลภาคจะเห็นชั้นผิวเคลือบเป็น layer ซึ่งจะประกอบไปด้วยรูพรุน , ออกไซด์ รอยแตก และอนุภาคที่ไม่หลอม รวมกัน ซึ่งตามภาพด้านบนเป็นการวิเคราะห์ธาตุเชิงปริมาณซึ่งประกอบไปด้วย Cr โคโรเมียม

20.28% , Fe เหล็ก 67.02% , Si ซิลิกอน 0.81% , และ C คาร์บอน 11.89%

4.2 ผลการทดลองค่าความแข็งจากการทดลอง



รูปที่ 8 ความแข็งของผิวชิ้นงานทั้ง 3 ระยะการพ่น

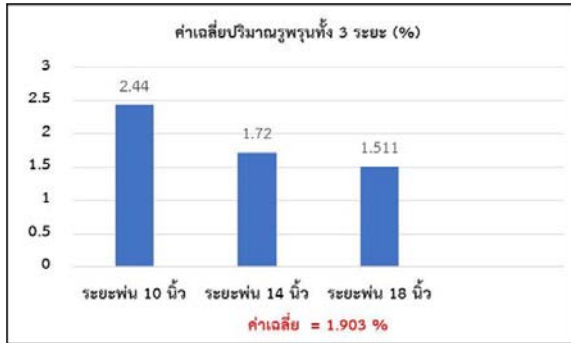
จากการพ่นเคลือบด้วยเปลวเพลิงความเร็วสูงพบว่าความแข็งบริเวณผิวชิ้นงานทั้ง 3 ระยะมีการแสดงผล ระยะ 10 นิ้วมีค่าความแข็ง 457.35 HV ที่ระยะ 14 นิ้วมีค่าความแข็ง 486.25 HV ที่ระยะ 18 นิ้วมีค่าความแข็ง 479.73 HV จากผลการวัดความแข็งและเปรียบเทียบแสดงถึงค่าที่ระยะ 14 นิ้วมีค่าความแข็งสูงสุด เมื่อเทียบกับอีก 2 ระยะ

4.3 ปริมาณรูพรุน

ปริมาณรูพรุนที่ระยะต่าง ๆ มีดังนี้ ระยะการพ่น 10 นิ้วมีปริมาณ 2.4 % ระยะการพ่น 14 นิ้วมีปริมาณ 1.7 % และ ระยะการพ่น 18 นิ้วมีปริมาณ 1.5 % ซึ่งการทดสอบดังกล่าวพบช่วงระยะการพ่นที่ 10 นิ้ว อยู่ในระยะที่สัน อนุภาคหลอมมีขนาดโต ระยะการพ่นที่ 14 นิ้ว อยู่ในระยะเหมาะสมที่ทำให้อนุภาคที่ไม่หลอมและอนุภาคแผ่ (Splat) เกิดการทับถมกันทำให้เกิดช่องว่างหรือรูพรุนจำนวนมาก และระยะ 18 นิ้วอยู่ในระยะที่ไกล อนุภาคที่ไม่หลอมมีขนาดเล็กทำให้เกิดช่องว่างน้อยหรือปริมาณรูพรุนน้อย เท่ากับ 1.5% เมื่อเทียบกับอีก 2 ระยะ ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงระยะการพ่นที่ไกลขึ้นจะมีปริมาณรูพรุนที่ลดลง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยที่รูพรุนมีความสัมพันธ์กับความหนาของ Splat ซึ่งเผยให้เห็นลักษณะของการกระแทกซึ่งเกี่ยวข้องกับพารามิเตอร์ที่ใช้ในการพ่นที่ควบคุมอนุภาคล่องในอากาศ [4]



การประชุมวิชาการนวัตกรรมด้านวิศวกรรมและเทคโนโลยีเพื่อเศรษฐกิจและสังคม ครั้งที่ 3
The 3rd Conference on Innovation Engineering and Technology for Economy and Society
วันที่ 29 มีนาคม 2563 ณ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต วิทยาเขตรังสิต



รูปที่ 9 ปริมาณรูพรุนในชั้นผิวเคลือบทั้ง 3 ระยะการพ่น

5. สรุปผลการทดสอบ

- โครงสร้างจุลภาคของ 3 ระยะพ่น 10 นาที, 14 นาที, 18 นาที ไม่แตกต่างกัน ประกอบด้วยแผ่นแบนซ้อนทับกันเป็นชั้นๆ ซึ่งเป็นเฟสของโครเมียมออกไซด์ (CrO) และเหล็กออกไซด์ (FeO) อนุภาคที่ไม่หลอมแผ่ (Splat) ทับถมกันทำให้เกิดช่องว่างมีรูพรุน และรอยแตก
- สมบัติเชิงกลด้านความแข็งกับระยะพ่นทั้ง 3 มีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกัน เท่ากับ 474 HV
- ปริมาณรูพรุนของระยะพ่นทั้ง 3 มีค่าเฉลี่ยรูพรุนใกล้เคียงกัน เท่ากับ 1.9 %
- สรุปว่าการพ่นทั้ง 3 ระยะ ไม่มีผลต่อสมบัติเชิงกลด้านความแข็งของผิวเคลือบ

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้รับความกรุณาเอื้อเฟื้อจากบริษัทเว็นเจอร์ เอ็นจิเนียริง จำกัด และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ในการใช้เครื่องมือในการทดสอบ และขอขอบคุณ ผศ. ชานนท์ มุสวรรณ อาจารย์ที่ปรึกษาในการจัดทำวิทยานิพนธ์ ช่วยให้คำแนะนำ ให้คำปรึกษาในการจัดทำโครงการ ช่วยเสนอแนะแนวทาง แนวคิดและแก้ไขข้อบกพร่องมาโดยตลอดจนงานวิจัยนี้เสร็จสมบูรณ์

เอกสารอ้างอิง

- [1] ประพนธ์ เลิศลอยปัญญาชัย. 2552. อิทธิพลของพารามิเตอร์การพ่นต่อโครงสร้างและสมบัติของผิวเคลือบ วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิศวกรรมโลหการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
- [2] Prem Singh/ 2014/HVOF Coating Services/25

กุมภาพันธ์ 2563/ <https://www.indiamart.com/proddetail/hvof-coating-services-9913596697.html>

- [3] สุศิษฏา ภูบัณฑิตย์. 2545. ปัจจัยที่มีผลต่อผิวเคลือบทั้งสแตนคาร์ไบด์-โคบอนด้วยเปลวเพลิงความเร็วสูง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
- [4] Thomas Lindner, Pia Kutschmann, Martin Lobel, Thomas Lampke, 2018. Hardening of HVOF-Sprayed Austenitic Stainless-Steel Coatings by Gas Nitriding. Materials and Surface Engineering Group, Institute of Materials Science and Engineering
- [5] R.Lakhdari, Y.Mebdoua, M.Legouera, B.Guedouar. Influence of different microstructural features on wear and corrosion resistance of 13Cr steel arc sprayed coating University Saad Dahleb Blida