ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์ สมบัติเชิงกลและการต้านทานแบคทีเรียของผิวพ่นเคลือบด้วยความร้อนนาโนคอมโพสิตที่มีเหล็กกล้าไร้สนิมเป็นหลัก

ผู้เขียน นายคมสรรค์ จันปิน

ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วัสดุศาสตร์)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุกานดา เจียรศิริสมบูรณ์

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้เน้นศึกษาสมบัติเชิงกลและสมบัติการต้านทานแบคทีเรียของผิวพ่นเคลือบด้วยความร้อนเหล็กกล้าไร้สนิมบริสุทธิ์และผิวพ่นเคลือบด้วยความร้อนนาโนคอมโพสิต 2 ชนิด ได้แก่ ผิวพ่นเคลือบเหล็กกล้าไร้สนิม/แมกนีเซียมออกไซด์และผิวพ่นเคลือบเหล็กกล้าไร้สนิม/ซิงค์ออกไซด์ โดยงานวิจัยได้แบ่งขั้นตอนการดำเนินงานออกเป็น 2 ส่วนหลัก คือ (1) การเตรียมและการศึกษาผงพ่นนาโนคอมโพสิตเหล็กกล้าไร้สนิม/แมกนีเซียมออกไซด์ และผงพ่นนาโนคอมโพสิตเหล็กกล้าไร้สนิม/ซิงค์ออกไซด์และ (2) การเตรียมผิวเคลือบนาโนคอมโพสิตเหล็กกล้าไร้สนิม/แมกนีเซียมออกไซด์ และผิวเคลือบเหล็กกล้าไร้สนิม/ซิงค์ออกไซด์ ด้วยเทคนิคการพ่นเคลือบด้วยความร้อนแบบเปลวไฟ

การทดสอบสมบัติการต้านทานแบคทีเรียด้วยวิธีการ Agar diffusion assay เพื่อหาการเกิดวงใสของผงโลหะออกไซด์ต่างชนิดและผงเหล็กกล้าไร้สนิมที่มีต่อแบคทีเรีย Staphylococcus aureus ATCC 25923, Escherichia coli, ATCC35218 Bacillus cereus CMUB25 และแบคทีเรีย *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 พบว่า ผงนาโนแมกนีเซียมออกไซด์มีสมบัติการต้านทานต่อแบคทีเรีย Staphylococcus aureus ATCC 25923 และแบคทีเรีย Bacillus cereus CMUB25 ส่วนผงนาโนซิงค์ออกไซด์มีสมบัติการต้านทานต่อแบคทีเรีย Staphylococcus aureus แบคทีเรีย Bacillus cereus CMUB25 และแบคทีเรีย Escherichia coli ATCC35218 สำหรับผงเหล็กกล้าไร้สนิมไม่มีสมบัติในการต้านทานแบคทีเรียใดๆ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผงเหล็กกล้าไร้สนิมและผงโลหะออกไซด์ทั้งสองชนิดจึงถูกนำมาเตรียมเป็นผงพ่นนาโนคอมโพสิตด้วยวิธีการบดผสม พบว่า ลักษณะของผงนาโนคอมโพสิตที่เตรียมได้จะมีลักษณะของผงนาโนแมกนีเซียมออกไซด์และผงนาโนซิงค์ออกไซด์เกาะยึดกระจายอยู่ทั่วบริเวณพื้นผิวของอนุภาคเหล็กกล้าไร้สนิม เมื่อทำการเตรียมเป็นผิวเคลือบ พบว่า ผิวเคลือบที่ได้มีลักษณะโครงสร้างทางจุลภาคที่คล้ายกันกัน ซึ่งประกอบไปด้วยอนุภาคแผ่ของเหล็ก ชั้นของออกไซด์ อนุภาคที่ไม่หลอม และรูพรุน โดยผิวเคลือบนาโนคอมโพสิตเหล็กกล้าไร้สนิม/แมกนีเซียมออกไซด์มีร้อยละความพรุนเพิ่มขึ้น และความแข็งลดลงตามปริมาณการเติมอนุภาคนาโนแมกนีเซียมออกไซด์ที่เพิ่มขึ้น ผิวเคลือบที่มีปริมาณการเติมอนุภาคนาโนแมกนีเซียมออกไซด์ 1.25, 2.5 และ 5 ร้อยละโดยน้ำหนัก พบว่า มีอัตราการสึกหรอแบบไถลใกล้เคียงกันและใกล้เคียงกับผิวเคลือบเหล็กกล้าไร้สนิมบริสุทธิ์ ส่วนที่ปริมาณการเติมอนุภาคนาโนแมกนีเซียมออกไซด์ 10 ร้อยละโดยน้ำหนักมีอัตราการสึกหรอแบบไถลสูงกว่าผิวเคลือบเหล็กกล้าไร้สนิมบริสุทธิ์ 1.4 เท่า เมื่อทดสอบการต้านทานแบคทีเรียพบว่า ผิวเคลือบไม่มีความสามารถต้านทานแบคทีเรียได้

สำหรับผิวเคลือบเหล็กกล้าไร้สนิม/ซิงค์ ออกไซด์ ที่มีปริมาณการเติมอนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์ 1.25, 2.5 และ 5 ร้อยละโดยน้ำหนัก มีร้อยละความพรุนและความแข็งใกล้เคียงกันและใกล้เคียงกับผิวเคลือบเหล็กกล้าไร้สนิมบริสุทธิ์ ส่วนที่ปริมาณการเติมอนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์ 10 ร้อยละโดยน้ำหนัก มีร้อยละความพรุนมากกว่าผิวเคลือบเหล็กกล้าไร้สนิมบริสุทธิ์ 1.7 เท่า จึงส่งผลให้มีความแข็งน้อยกว่า 1.3 เท่า อัตราการสึกหรอแบบไถลของผิวเคลือบเหล็กกล้าไร้สนิม/ซิงค์ออกไซด์มีแนวโน้มลดลงตามปริมาณการเติมอนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์ที่เพิ่มขึ้น ค่ารัศมีการเกิดวงใสอันเนื่องมาจากการยับยั้งการเจริญเติบโตของผงต่อแบคทีเรีย *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 คือ 10.83 ± 0.76 และ 11.50 ± 0.50 มิลลิเมตร สำหรับผิวเคลือบที่ปริมาณการเติมอนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์ 5 และ 10 ร้อยละโดยน้ำหนัก ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Thesis Title Mechanical and Antibacterial Properties of Stainless steel-based Thermal-sprayed Nanocomposite Coatings

Author Mr. Khomsan Janpin

Degree Master of Science (Materials Science)

Thesis Advisor Asst. Prof. Dr. Sukanda Jiansirisomboon

Abstract

This research aims to study mechanical properties and antibacterial properties of stainless steel coating and 2 types of stainless steel nanocompositie coatings: (1) stainless steel/magnesium oxide and (2) stainless steel/zinc oxide nanocomposite coatings. This research was divided into two parts: (1) synthesis of nanocomposite feedstock powders and (2) preparation of nanocomposite coatings by flame spray technique.

The antibacterial activities of metallic oxide nanopowders and stainless steel powder against *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Escherichia coli* ATCC 35218 *Bacillus cereus* CMUB25 and *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 were evaluated by clear zone of antibacterial activities of Agar diffusion assay method. The result showed that magnesium oxide nanopowder was effective against *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 and *Bacillus cereus* CMUB25. Zinc oxide nanopowder was effective against *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Bacillus cereus* CMUB25 and *Escherichia coli* ATCC 35218. On the other hand, stainless steel powder was not effective against all bacteria.

The stainless steel and two nano-oxide powders were mixed by ball milling method to prepare nanocomposite powders. The result showed that magnesium oxide and zinc oxide nanoparticles homogeneously adhered on stainless steel particles. Microstructure of pure stainless steel and stainless steel nanocomposite coatings were rather similar. It showed Fe splat, oxide

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

layers, unmelted particles and pores. The porosity of the stainless steel/magnesium oxide nanocomposite coating increased with an increasing amount of magnesium oxide nanopowder but microhardness was found to decrease with increasing amount of the nanopowder. Sliding wear rate of stainless steel with 0, 1.25, 2.5 and 5 wt% of the magnesium oxide nanocomposite coatings were similar. At an addition of 10 wt% of magnesium oxide nanopowder in to the coating had higher sliding wear than that of the pure stainless steel coating about 1.4 times. The antibacterial activities of stainless steel coating and stainless steel/magnesium nanocomposite oxide coatings were not effective to any bacterials.

Porosity and microhardness of stainless steel with 0, 1.25, 2.5 and 5 wt% added zinc oxide nanocomposite coatings were similar. At an addition of 10 wt% of zinc oxide nanopowder had higher porosity than pure stainless steel coating about 1.7 times which resulted microhard ness lower of about 1.3 times. Sliding wear rate of stainless steel/zinc oxide nanocomposite coatings increased with increasing zinc oxide nanopowder content. Clear zones indicated antibac terial activities were found to be 10.83 ± 0.76 and 11.50 ± 0.50 mm in diameter for *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 bacterial.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved