

การชุบโครเมี่ยมแบบแด้มด้วยไฟฟ้าบนเหล็กกล้าละมุน



นางสาว จรวยพร สิทธิชัยมณี

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ศูนย์วิทยพัชการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2539

ISBN-974-633-449-2

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I1t84429A

SELECTIVE PLATING OF CHROMIUM ON MILD STEEL



Miss Charueyporn Sittichaimanee

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering
Department of Industrial Engineering

Graduate School

Chulalongkorn University


1996

ISBN-974-633-449-2

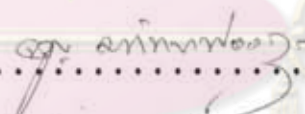
หัวข้อวิทยานิพนธ์ การชูปโครเมียมแบบแอดัมด้วยไฟฟ้าบนเหล็กกล้าละมุน
โดย นางสาวจรรยาพร สิทธิชัยมณี
ภาควิชา วิศวกรรมอุตสาหการ
อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วรภัทร์ ภูเจริญ





บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยฉบับนี้
เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต


.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร. สันติ วงสุวรรณ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ จรุณ มหิตธาพองกุล)


.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วรภัทร์ ภูเจริญ)


.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ สมชาย พวงเพิกคิก)


.....กรรมการ
(ดร. สมชาย พัวจินดาเนตร)

ศูนย์วิทยพัทยาการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงแผ่นเดียว

จรรยาพร สิทธิชัยมณี : การชุบโครเมียมแบบแถมด้วยไฟฟ้าบนเหล็กกล้าละมุน (SELECTIVE PLATING OF CHROMIUM ON MILD STEEL) อ.ที่ปรึกษา : ผศ.ดร.วรภัทร์ ภูเจริญ, 154 หน้า, ISBN 974-633-449-2

การชุบโลหะแบบแถมด้วยไฟฟ้าเป็นกรรมวิธีการเคลือบผิวโลหะด้วยสารละลายอิเล็กโทรไลต์เข้มข้น โดยไม่ต้องใช้ถังจุ่มสารละลาย ในประเทศไทยเทคนิคการชุบโลหะวิธีนี้ค่อนข้างใหม่และยังไม่เป็นที่แพร่หลายเท่าใดนัก อีกทั้งยังมีต้นทุนในส่วนของน้ำยาสูง ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อทำการเตรียม น้ำยาชุบโครเมียมที่ให้ต้นทุนที่ต่ำกว่าแต่คุณภาพเทียบเท่าเดิม โดยจะทำการศึกษาน้ำยาทั้งหมด 5 อัตราส่วน ชิ้นงานที่ผ่านการเคลือบผิวจะถูกนำไปทดสอบความแข็ง การตะไ่บ การดัดโค้ง ซึ่งน้ำหนักและตรวจสอบโดยการถ่ายภาพด้วยกล้องจุลทรรศน์ ผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่า น้ำยาชุบโครเมียมที่ให้คุณภาพดีที่สุดได้แก่ น้ำยาชุบที่มีปริมาณกรดโครมิกต่อปริมาณกรดกำมะถันในอัตราส่วน 125:1 ด้วยต้นทุน 25 บาทต่อลิตร ในขณะที่น้ำยาชุบโครเมียมที่มีจำหน่ายในท้องตลาด ราคา.150 บาทต่อลิตร



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา วิศวกรรมอุตสาหการ
สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหการ
ปีการศึกษา 2538

ลายมือชื่อนิสิต จ.ร.พ.พร. สิทธิชัยมณี
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม



C415938 : MAJOR INDUSTRIAL ENGINEERING

KEY WORD: CHROMIUM / SELECTIVE PLATING / MILD STEEL

CHARUEYPORN SITTICHAIMANEE : SELECTIVE PLATING OF CHROMIUM ON MILD STEEL. THESIS ADVISOR : ASST.PROF. WORAPHAT PHUCHAROEN, Ph.D.

154 pp. ISBN 974-633-449-2

Selective plating is a method of depositing metal from a concentrated electrolyte solution without using immersion tanks. This techniq. is quite new in Thailand. One of a problem is the expensive cost of the solution. Therefore this study is to prepare a lower cost chromium plating solution with equivalent quality. Five ratios of solutions were studies. The coated plate were tested under hardness test, file test, bending test, weighting and examined by scanning electron microscope. The results show that the best solution has the ratio of 125 to 1 chromic acid to sulfuric acid. The solution has the cost of 25 baht/litre whileas the market price of the same solution is 150 baht/litre.



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา.....วิศวกรรมอุตสาหกรรม
สาขาวิชา.....วิศวกรรมอุตสาหกรรม
ปีการศึกษา..... 2538

ลายมือชื่อนิสิต..... จรุงพร สิทธิชัยมณี
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....



กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรภัทร์ ภูเจริญ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งท่านได้ให้คำแนะนำ ชี้คิดเห็น พร้อมทั้งชี้แนะแนวทางในการทำงาน และเนื่องจากทุนการวิจัยครั้งนี้บางส่วนได้รับมาจากทุนอุดหนุนการวิจัยของบัณฑิตวิทยาลัย จึงขอขอบพระคุณบัณฑิตวิทยาลัยมา ณ ที่นี้ด้วย

ท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ บิดา-มารดา ที่ให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา และขอขอบคุณเพื่อนๆ ทุกคน ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในการทำงานวิจัย ไม่ว่าจะเป็นคำแนะนำ เอกสารประกอบการวิจัยต่างๆ และที่สำคัญคือกำลังใจที่มอบให้ตลอดมาจนผู้วิจัยสามารถทำงานนี้ได้สำเร็จด้วยดี

จรรยาพร สิทธิชัยมณี

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ญ
บทที่	
1. บทหน้า	1
2. การชุบโลหะด้วยไฟฟ้า	26
3. การชุบโครเมียมแบบแอดัมด้วยไฟฟ้า	62
4. การเตรียมและทดสอบคุณภาพของน้ำยาชุบโครเมียมโดยการชุบ แบบแอดัมด้วยไฟฟ้าบนเหล็กกล้าสะมุท	81
5. ผลการทดลองและการวิเคราะห์ผล	96
6. บทสรุปและข้อเสนอแนะ	130
รายการอ้างอิง	142
ภาคผนวก	
ก. ภาพตัวอย่างงานเสริมผิวโลหะโดยการชุบแบบแอดัมด้วยไฟฟ้า . . .	146
ข. ตารางเปรียบเทียบความหนาผิวกับไมครอน	150
ค. รายงานผลการทดสอบการตัดโค้ง จากศูนย์เครื่องมือวิจัย วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	151
ประวัติผู้เขียน	154

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1. ตัวอย่างโลหะผสมบางชนิด	3
2. การเปรียบเทียบกรรมวิธีการพอกผิวโลหะด้วยวิธีการต่างๆ	17
3. ความเร็วรอบของหน้าตัดของล้อในการขัดโลหะต่างๆ	43
4. ขนาดผงทรายในการขัดเหล็ก	44
5. การกำจัดโครเมียมในน้ำทิ้ง	76
6. ตารางบันทึกผลของน้ำยาชุบโครเมียมแต่ละสูตรที่มีต่อคุณภาพของน้ำยาชุบ (ค่าความแข็ง) เมื่อทำการชุบแบบแถมด้วยไฟฟ้า	93
7. ตารางบันทึกผลของน้ำยาชุบโครเมียมแต่ละสูตรที่มีต่อคุณภาพของน้ำยาชุบ (ความสามารถในการติดแน่นของโครเมียมภายหลังการชุบ) เมื่อทำการชุบแบบแถมด้วยไฟฟ้า	94
8. ตารางบันทึกผลของน้ำยาชุบโครเมียมแต่ละสูตรที่มีต่อความหนาของผิวชุบ (โครเมียม)	95
9. ผลของน้ำยาชุบโครเมียมแต่ละสูตรที่มีต่อค่าความแข็งของผิวชุบ	97
10. ผลของน้ำยาชุบโครเมียมแต่ละสูตรที่มีต่อความสามารถในการติดแน่นของโครเมียมภายหลังการชุบ เมื่อทำการทดสอบด้วยวิธีตะไบ	98
11. ผลของน้ำยาชุบโครเมียมแต่ละสูตรที่มีต่อความสามารถในการติดแน่นของโครเมียมภายหลังการชุบ เมื่อทำการทดสอบด้วยวิธีตัดโค้ง	99

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
12.	ผลของน้ำยาชุบโครเมียมแต่ละสูตรที่มีต่อความหนาของผิวชุบ (ทดสอบโดยวิธีการชั่งน้ำหนัก)	102
13.	ความหนาโดยเฉลี่ยของผิวชุบโครเมียม สำหรับน้ำยาชุบ โครเมียมแต่ละสูตร (ทดสอบโดยวิธีการชั่งน้ำหนัก)	103
14.	ผลของน้ำยาชุบโครเมียมแต่ละสูตรที่มีต่อความหนาของผิวชุบ (ทดสอบโดยวิธีการถ่ายภาพด้วยเครื่อง SEM)	104
15.	ตารางเปรียบเทียบน้ำยาชุบโครเมียมตัวอย่างกับน้ำยาชุบ โครเมียมสูตรที่ทำให้คุณภาพการชุบที่ดีที่สุดในการวิจัย	137

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1. การเชื่อมพอกด้วยแก๊ส	8
2. ลักษณะของเปลวไฟ และตำแหน่งพอกผิว	9
3. วิธีการเชื่อมพอกผิวแบบเดินหน้า	9
4. วิธีการเชื่อมพอกผิวแบบถอยหลัง	10
5. ตัวอย่างการเชื่อมพอกด้วยไฟฟ้า	11
6. ตัวอย่างการพ่นผงโลหะลงบนผิวของชิ้นงาน (เพลลา)	11
7. อุปกรณ์เพื่อการพ่นพอกผิวด้วยระบบบ้อนลวด	12
8. หลักการทำงานของหัวพ่นลวดโลหะละลาย	12
9. หัวพ่นผงโลหะชนิดผงตกจากภาชนะบรรจุ	13
10. ภาพขยายการยึดเกาะของผงโลหะบนผิวเหล็กกล้า	13
11. หลักการทำงานของหัวพ่นพลาสมา	14
12. การชุบเคลือบผิวด้วยไฟฟ้า	15
13. ตัวอย่างการชุบโลหะแบบแถมด้วยไฟฟ้า	16
14. หลักการเบื้องต้นของการชุบโลหะด้วยไฟฟ้า	27
15. หม้อแบตเตอรี่ ขนาด 12 โวลต์ 50 แอมป์	29
16. เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า ขนาด 12 โวลต์ 10 แอมแปร์	31
17. เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า ขนาด 12 โวลต์ 50 แอมแปร์	31
18. เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า ขนาด 12 โวลต์ 1500 แอมแปร์	33
19. เครื่องทำความร้อนที่หุ้มด้วยโลหะ	36

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
20.. ทอลมกวนน้ำยาชุปพร้อมถึงน้ำสำหรับกรองลมก่อนลงกวนใน น้ำยาชุป	37
21. เครื่องขัด	40
22. เครื่องขัดแบบเขย่า	40
23. เครื่องขัดถึงหมุน	41
24. หินขัด	41
25. การเคลือบผงทรายบนล้อ	42
26. การเตรียมล้อขัด	43
27. ล้อขัดชนิดต่างๆ	45
28. แปรรง	46
29. เครื่องอุตสาหกรรมชนิด	48
30. การทดสอบความสะอาดของชิ้นงาน	49
31. การสลายตัวเป็นอนุภาคเล็กๆ ของน้ำยาชุปโลหะ	50
32. ตลับกระดาษวัดพีเอช	55
33. การทดลองใช้กระดาษพีเอช	55
34. ไฮโดรมิเตอร์	56
35. การเกาะจับของแคโทดบนชิ้นงานที่มีรูปร่างซับซ้อน	59
36. การนำแผ่นพลาสติกมาถักันทางเดินของกระแสไฟฟ้า	60
37. กระบวนการชุบโลหะแบบแถมด้วยไฟฟ้า	63

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
38. การชุบโลหะแบบแถมด้วยไฟฟ้า (โดยใช้บีมสูบน้ำยาหมุนเวียน)	63
39. ตัวจ่ายกระแสไฟฟ้า (DC Power Pack)	66
40. สายไฟขั้วบวก และสายไฟขั้วลบ	67
41. ส่วนประกอบของชุดด้ามถือ (Stylus)	69
42. แผนภาพการกำจัดครีเมี่ยมในน้ำทิ้ง	78
43. สารเคมีที่ใช้ในการเตรียมน้ำยาชุบโครเมี่ยม	83
44. ลักษณะชิ้นงานทดสอบ	86
45. การชุบโครเมี่ยมแบบแถมด้วยไฟฟ้าบนเหล็กกล้าอะมุน	90
46. MICRODUR II HARDNESS TESTER	92
47. ลักษณะการจับหัวกดทดสอบในการวัดค่าความแข็งของผิวชุบ	92
48. ปากกาจับชิ้นงาน	94
49. ลักษณะชิ้นงานที่ผ่านการชุบโครเมี่ยมแบบแถมด้วยไฟฟ้า	96
50. ภาพถ่ายด้วยเครื่อง Scanning Electron Microscope แสดงความหนาของผิวชุบ เมื่อทำการแถมชิ้นงานด้วยน้ำยาชุบโครเมี่ยมที่มีปริมาณกรดโครมิตต่อปริมาณกรดกำมะถันในอัตราส่วน 75:1	105
51. ภาพถ่ายด้วยเครื่อง Scanning Electron Microscope แสดงความหนาของผิวชุบ เมื่อทำการแถมชิ้นงานด้วยน้ำยาชุบโครเมี่ยมที่มีปริมาณกรดโครมิตต่อปริมาณกรดกำมะถันในอัตราส่วน 100:1	108

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
52. ภาพถ่ายด้วยเครื่อง Scanning Electron Microscope แสดงความหนาของผิวชุบ เมื่อทำการแต้มชิ้นงานด้วยน้ำยาชุบโครเมียมที่มีปริมาณกรดโครมิกต่อปริมาณกรดกำมะถันในอัตราส่วน 125:1	111
53. ภาพถ่ายด้วยเครื่อง Scanning Electron Microscope แสดงความหนาของผิวชุบ เมื่อทำการแต้มชิ้นงานด้วยน้ำยาชุบโครเมียมที่มีปริมาณกรดโครมิกต่อปริมาณกรดกำมะถันในอัตราส่วน 150:1	114
54. ภาพถ่ายด้วยเครื่อง Scanning Electron Microscope แสดงความหนาของผิวชุบ เมื่อทำการแต้มชิ้นงานด้วยน้ำยาชุบโครเมียมที่มีปริมาณกรดโครมิกต่อปริมาณกรดกำมะถันในอัตราส่วน 175:1	117
55. กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างสูตรน้ำยาชุบโครเมียมกับค่าความแข็งที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากการชุบโครเมียมแบบแต้มด้วยไฟฟ้า	121
56. กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างสูตรน้ำยาชุบโครเมียมกับค่าแรงกดสูงสุด (Maximum load) เมื่อทำการทดสอบความสามารถในการติดแน่นของโครเมียมภายหลังการชุบด้วยการตัดโค้ง	123

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
57. กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างสูตรน้ำยาชุบโครเมียม กับค่าความหนาของผิวชุบโครเมียม (ทดสอบโดยวิธีการชั่งน้ำหนัก)	124
58. กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างสูตรน้ำยาชุบโครเมียม กับค่าความหนาของผิวชุบโครเมียม (ทดสอบโดยการถ่ายภาพด้วยเครื่อง SEM)	125
59. กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าความหนาของผิวชุบ โครเมียมที่ได้จากวิธีการชั่งน้ำหนักและวิธีการ ถ่ายภาพด้วยเครื่อง SEM	126
60. ภาพถ่ายด้วยเครื่อง Scanning Electron Microscope แสดงความหนาของผิวชุบ เมื่อทำการตัดชิ้นงานด้วย น้ำยาชุบโครเมียมตัวอย่างที่มีจำหน่ายในท้องตลาด	134