

บทที่ 6

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

บทสรุป

จากการทดลองเตรียมน้ำยาชุบโครเมียมสำหรับงานบัดมด้วยไฟฟ้าบนเหล็กกล้าอะลูมิเนียม โดยทำการเตรียมน้ำยาชุบที่มีส่วนผสมของปริมาณกรดโครมิกต่อปริมาณกรดกำมะถันในอัตราส่วน 75:1 100:1 125:1 150:1 และ 175:1 จากนั้นนำไปทดลองชุบแบบบัดมด้วยไฟฟ้า แล้วนำไปทดสอบคุณภาพ โดยการวัดค่าความแข็ง ทดสอบความสามารถในการติดแน่นของโครเมียมภายหลังการชุบ ทั้งจากวิธีการตะไบและวิธีการตัดโค้ง และวัดค่าความหนาของผิวชุบโครเมียม สรุปผลได้ว่าน้ำยาชุบโครเมียมที่มีอัตราส่วนของปริมาณกรดโครมิกต่อปริมาณกรดกำมะถันเป็น 125:1 ให้คุณภาพการชุบที่ดีที่สุดในห้องทดลอง

ต้นทุนสารเคมีที่ใช้ในการเตรียมน้ำยาชุบโครเมียม

- กรดโครมิก 1 กิโลกรัม ราคา 160 บาท
- กรดกำมะถัน 96% ปริมาตร 2.5 ลิตร ราคา 290 บาท
- น้ำกลั่น 20 ลิตร ราคา 80 บาท

หมายเหตุ ราคาสารเคมีที่ระบุ เป็นราคาของสารเคมีชนิด

Analytical Grade

เนื่องจากน้ำยาชุบโครเมียมที่มีส่วนผสมของปริมาณกรดโครมิกต่อปริมาณกรดกำมะถันในอัตราส่วน 125:1 เป็นน้ำยาชุบสูตรที่ให้คุณภาพการชุบที่ดีที่สุดในการวิจัยครั้งนี้ ซึ่งในการเตรียมน้ำยาชุบสูตรนี้จำนวน 1 ลิตร ต้องใช้กรด

โครมิกจำนวน 125 กรัม กรดกำมะถันปริมาตร 0.54 cc. น้ำกลั่นปริมาตร 1 ลิตร ซึ่งจากการคำนวณจะได้ว่าน้ำยาชุบโครเมียมสูตรที่ทำให้คุณภาพการชุบที่ดีที่สุดนี้ มีต้นทุนในส่วนของตัวน้ำยาชุบเพียงแค่ประมาณ 25 บาทต่อลิตรเท่านั้น

การวิเคราะห์คุณภาพของตัวอย่างน้ำยาชุบโครเมียมที่มีจำหน่ายในท้องตลาด เปรียบเทียบกับน้ำยาชุบโครเมียมสูตรที่ดีที่สุดในการวิจัยครั้งนี้

จากการนำน้ำยาชุบโครเมียมที่มีจำหน่ายในท้องตลาด จำนวน 1 ตัวอย่าง (จะเรียกว่าน้ำยาชุบโครเมียมตัวอย่าง) ซึ่งมีส่วนผสมของสารเคมีในน้ำยาชุบนี้ปริมาตร 1 ลิตร ประกอบด้วย

1. ปริมาณกรดโครมิก 150 กรัมต่อลิตร
2. ปริมาณกรดกำมะถัน 0.87 กรัมต่อลิตร หรือเทียบเท่ากับกรดกำมะถันปริมาตร 0.4728 cc. ต่อลิตร
3. ตัวเร่งปฏิกิริยาสำหรับน้ำยาชุบโครเมียม (เรียกว่า DC-1) ปริมาตร 15 cc. ต่อลิตร

มาทำการทดสอบคุณภาพ โดยดำเนินการทดลองเช่นเดียวกับการทดสอบคุณภาพของน้ำยาชุบโครเมียมที่จัดเตรียมขึ้นเองดังกล่าวมาแล้วในบทที่ 4 กล่าวคือนำน้ำยาชุบโครเมียมตัวอย่างนี้ ไปทำการชุบแบบแอดัมด้วยไฟฟ้าบนชิ้นงานเหล็กกล้าละมุน หลังจากนั้นนำชิ้นงานที่ผ่านการแอดัมไปทดสอบคุณภาพของน้ำยาชุบ โดยการวัดค่าความแข็ง (Hardness Test) ทดสอบความสามารถในการติดแน่นของโครเมียมภายหลังการชุบ ทั้งวิธีตะไบ (File Test) และวิธีดัดโค้ง (Bending Test) พร้อมทั้งวัดค่าความหนาของผิวชุบโครเมียม โดยวิธีการชั่งน้ำหนักและวิธีการถ่ายภาพด้วยเครื่อง Scanning Electron Microscope ผลการทดสอบที่ได้เป็นดังนี้คือ

ก. การวัดค่าความแข็ง (Hardness Test) โดยใช้เครื่องมือที่เรียกว่า Microdur II Hardness Tester ทำการวัดค่าความแข็งของผิวชุบโครเมียมเปรียบเทียบกับค่าความแข็งของโลหะพื้น โดยค่าที่ได้เป็นค่าเฉลี่ยจากการวัดหลายจุด (20 จุด) บนชิ้นงาน ได้ผลการทดสอบดังนี้คือ

ค่าความแข็งของผิวชุบโครเมียม = 255.50 HB

ค่าความแข็งของโลหะพื้น = 185.45 HB

ค่าความแข็งที่เพิ่มขึ้น = 70.05 HB

ข. การทดสอบความสามารถในการติดแน่นของโครเมียมภายหลังการชุบ

1. การทดสอบการติดแน่นของผิวชุบด้วยวิธีตะไบ (File Test) ทำการทดสอบ 3 ครั้ง ผลปรากฏว่าผิวชุบไม่หลุดลอกออกโดยง่ายเมื่อทำการตะไบ

2. การทดสอบการติดแน่นของผิวชุบด้วยวิธีดัดโค้ง (Bending Test) โดยใช้เครื่องมือทดสอบคือ Shimadzu Universal Testing Machine (DSS-10T) กำหนดให้ความยาวพิกัดชิ้นงานเท่ากับ 40 มม. เมื่อให้แรงกดค่าต่างๆ (kgf) บนชิ้นงานทดสอบจำนวน 3 ชิ้น ผลปรากฏว่าชิ้นงานที่ 1 2 และ 3 สามารถรับแรงกดสูงสุด (Maximum load) โดยที่ชิ้นงานไม่เกิดรอยปริแตกที่ผิวชุบ มีค่า 161.0 161.0 และ 161.50 kgf. ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยแรงกดสูงสุดเท่ากับ 161.17 kgf.

ค. การวัดความหนาของผิวชุบโครเมียม

1. โดยวิธีการชั่งน้ำหนักชิ้นงานก่อนและหลังการชุบ เพื่อจะได้ทราบน้ำหนักของโครเมียม (กรัม) ที่เกาะติดบนชิ้นงาน หลังจากนั้นจึงนำค่า

น้ำหนักของโครเมียมที่ได้นี้ไปคำนวณหาค่าความหนาของผิวชุบโครเมียมตามสูตรที่ได้เคยกล่าวมาแล้วต่อไป ผลปรากฏว่า

ก) ชิ้นงานทดสอบที่ 1

น้ำหนักชิ้นงานก่อนแถม = 45.2520 กรัม

น้ำหนักชิ้นงานหลังแถม = 45.2855 กรัม

น้ำหนักโครเมียม = 0.0335 กรัม

ความหนาของผิวชุบโครเมียม = 7.22 ไมโครเมตร

ข) ชิ้นงานทดสอบที่ 2

น้ำหนักชิ้นงานก่อนแถม = 45.1753 กรัม

น้ำหนักชิ้นงานหลังแถม = 45.2073 กรัม

น้ำหนักโครเมียม = 0.0320 กรัม

ความหนาของผิวชุบโครเมียม = 6.90 ไมโครเมตร

ค) ชิ้นงานทดสอบที่ 3

น้ำหนักชิ้นงานก่อนแถม = 45.4732 กรัม

น้ำหนักชิ้นงานหลังแถม = 45.5056 กรัม

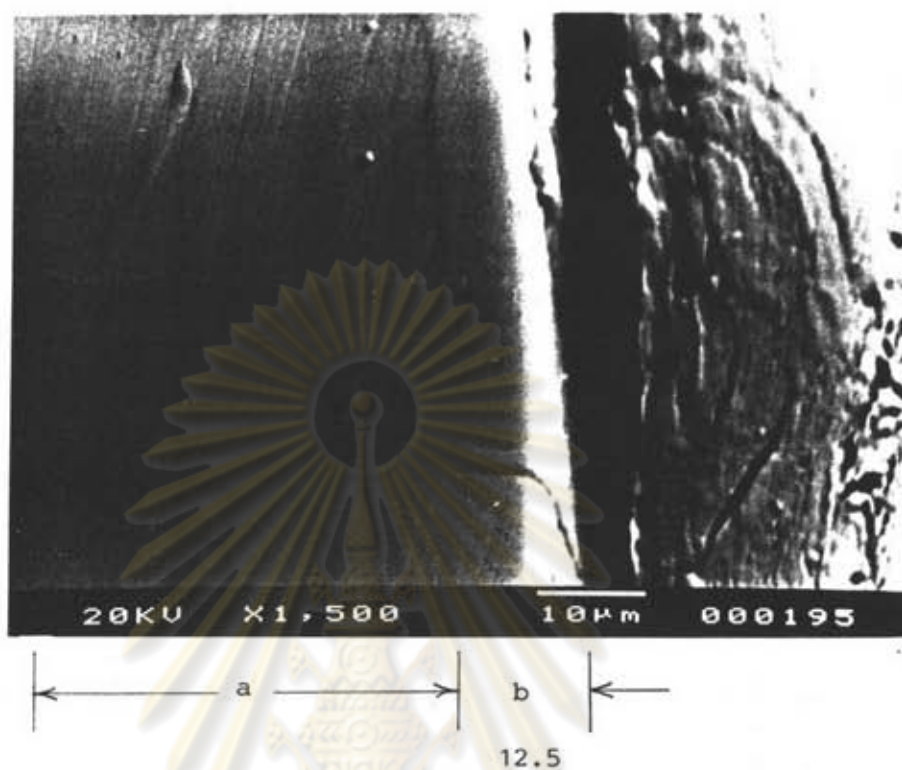
น้ำหนักโครเมียม = 0.0324 กรัม

ความหนาของผิวชุบโครเมียม = 6.98 ไมโครเมตร

ดังนั้นจะได้ค่าเฉลี่ยความหนาของผิวชุบโครเมียมเท่ากับ 7.03 ไมโครเมตร

2. โดยวิธีการถ่ายภาพ ด้วยเครื่อง Scanning Electron Microscope (SEM) รุ่น JSM-T220A โดยใช้กำลังขยาย 1500 เท่า 20 KV ทำการวัดความหนาชิ้นงานตัวอย่างจำนวน 3 ชิ้น ผลปรากฏว่า ชิ้นงานที่ 1 2 และ 3 มีความหนาของผิวชุบโครเมียมเท่ากับ 12.5 13.0 และ 12.5 ไมโครเมตร ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยความหนาเท่ากับ 12.67 ไมโครเมตร

(รูปที่ 60)

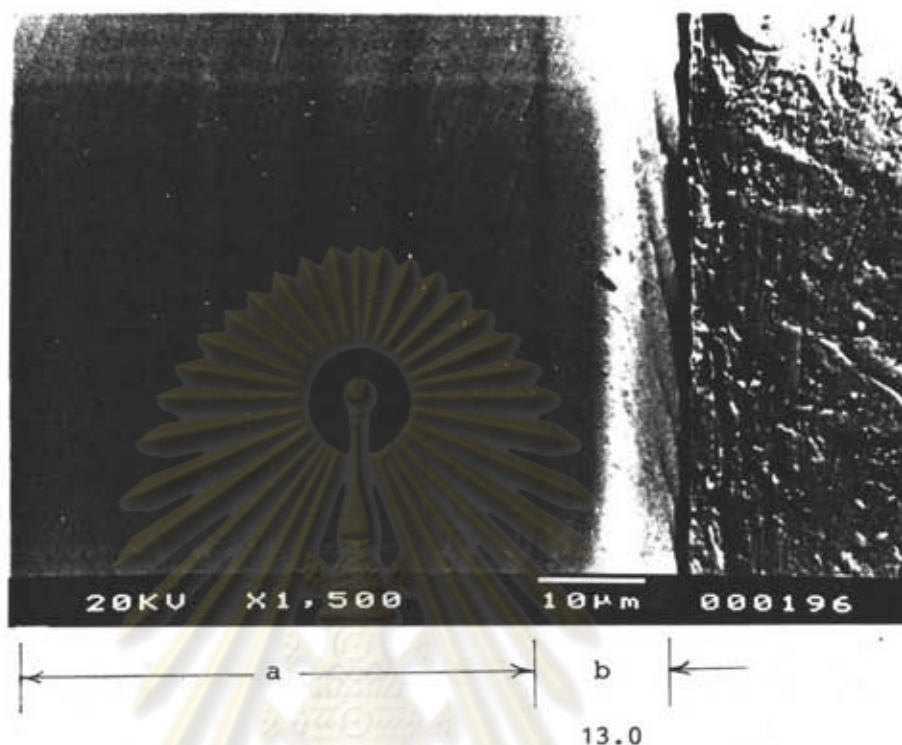


รูปที่ 60 (a) ภาพถ่ายด้วยเครื่อง Scanning Electron Microscope แสดงความหนาของผิวชุบ เมื่อทำการแต้มชิ้นงานด้วยน้ำยาชุบ โครเมียมตัวอย่างที่มีจำหน่ายในท้องตลาด

(ชิ้นงานทดสอบที่ 1)

หมายเหตุ a = ชิ้นงาน

b = ความหนาของผิวชุบโครเมียม

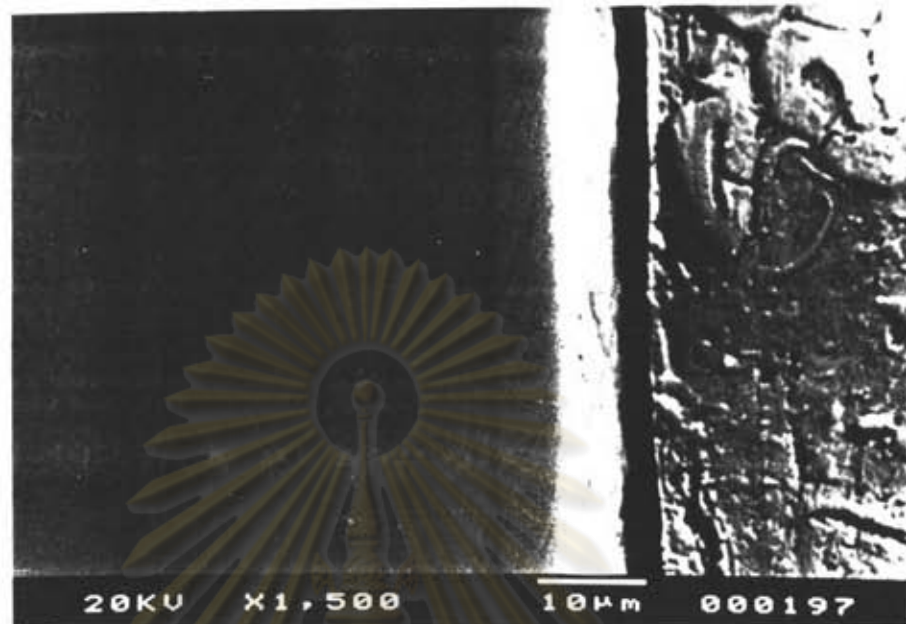


รูปที่ 60 (b) ภาพถ่ายด้วยเครื่อง Scanning Electron Microscope
 แสดงความหนาของผิวชุบ เมื่อทำการแต้มนชิ้นงานด้วยน้ำยาชุบ
 โครเมียมตัวอย่างที่มีจำหน่ายในท้องตลาด

(ชิ้นงานทดสอบที่ 2)

หมายเหตุ a = ชิ้นงาน

b = ความหนาของผิวชุบโครเมียม



รูปที่ 60 (c) ภาพถ่ายด้วยเครื่อง Scanning Electron Microscope แสดงความหนาของผิวซูป เมื่อทำการแต้มนงานด้วยน้ำยาซูป ไครเมียมตัวอย่างที่มีจำหน่ายในท้องตลาด

(ชิ้นงานทดสอบที่ 3)

หมายเหตุ a = ชิ้นงาน

b = ความหนาของผิวซูปไครเมียม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 15 ตารางเปรียบเทียบน้ำยาชุบโครเมียมตัวอย่างกับน้ำยาชุบโครเมียมสูตรที่ให้คุณภาพการชุบที่ดีที่สุดในการวิจัย

เกณฑ์ การพิจารณา	น้ำยาชุบโครเมียม				
	สูตรที่ดีที่สุด ในการวิจัย (ค่าเฉลี่ย)	น้ำยาชุบโครเมียมตัวอย่าง			
		1	2	3	ค่าเฉลี่ย
1. ค่าความแข็งที่ เพิ่มขึ้นจากค่าความ แข็งของโลหะพื้น (Hardness Test)	69.69 HB	—	—	—	70.05 HB
2. การตะไบ (File Test)	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี
3. แรงกดสูงสุด ที่ชิ้นงานไม่เกิดรอย ปรแตกที่ผิวชุบ (Bending Test)	158.17 kgf	161.0 kgf	161.0 kgf	161.5 kgf	161.17 kgf

ตารางที่ 15 ตารางเปรียบเทียบน้ำยาชุบโครเมียมตัวอย่างกับน้ำยาชุบโครเมียมสูตรที่ให้คุณภาพการชุบที่ดีที่สุดในการวิจัย (ต่อ)

เกณฑ์ การพิจารณา	น้ำยาชุบโครเมียม				
	สูตรที่ดีที่สุด ในการวิจัย (ค่าเฉลี่ย)	น้ำยาชุบโครเมียมตัวอย่าง			
		1	2	3	ค่าเฉลี่ย
4. ความหนาของ ผิวชุบโครเมียม (ไมโครเมตร) (ชั่งน้ำหนัก)	6.36	7.22	6.90	6.98	7.03
5. ความหนาของ ผิวชุบโครเมียม (ไมโครเมตร) (ถ่ายภาพด้วยเครื่อง SEM)	8.17	12.5	13.0	12.5	12.67
6. ต้นทุนน้ำยาชุบ จำนวน 1 ลิตร	25 บาท	-	-	-	150 บาท

จากตารางที่ 15 ซึ่งเป็นตารางเปรียบเทียบน้ำยาชุบโครเมียมตัวอย่าง กับน้ำยาชุบโครเมียมสูตรที่ให้คุณภาพการชุบที่ดีที่สุดในการวิจัย เมื่อพิจารณาตามเกณฑ์ต่างๆที่กำหนด จะเห็นว่าน้ำยาชุบโครเมียมตัวอย่างให้คุณภาพการชุบที่ดีกว่า น้ำยาชุบโครเมียมสูตรที่ดีที่สุดที่ได้จัดเตรียมขึ้นเองในการวิจัยครั้งนี้ ดังพิจารณาได้จากผลของการทดสอบคุณภาพโดยการวัดค่าความแข็ง การทดสอบการติดแน่น ด้วยวิธีตะไบ การทดสอบการติดแน่นด้วยวิธีตัดโค้ง การวัดความหนาทั้งจากวิธีการชั่งน้ำหนักและวิธีการถ่ายภาพด้วยเครื่อง SEM

น้ำยาชุบโครเมียมตัวอย่างมีส่วนผสมของปริมาณกรดโครมิก ต่อปริมาณกรดกำมะถัน ต่อปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยาสำหรับน้ำยาชุบโครเมียม ในอัตราส่วน เป็น 150 กรัม : 0.87 กรัม : 15 cc. ต่อน้ำยาชุบ 1 ลิตร ในขณะที่น้ำยาชุบโครเมียมสูตรที่ดีที่สุดในการวิจัยมีส่วนผสมของปริมาณกรดโครมิกต่อปริมาณกรดกำมะถันในอัตราส่วน 125 กรัม : 1 กรัม ต่อน้ำยาชุบ 1 ลิตร จากการทำการวิจัยที่ผ่านมา เมื่ออัตราส่วนของปริมาณกรดโครมิกต่อปริมาณกรดกำมะถันเพิ่มขึ้นมากกว่า 125:1 พบว่าคุณภาพในการชุบของน้ำยาชุบจะลดลง (ซึ่งอธิบายได้โดยอาศัยกลไกการเกิดผิวเคลือบของโครเมียมดังกล่าวมาแล้ว) แต่น้ำยาชุบโครเมียมตัวอย่างซึ่งมีอัตราส่วนผสมของปริมาณกรดโครมิกต่อปริมาณกรดกำมะถัน มากกว่า 125:1 กลับให้คุณภาพการชุบที่ดีกว่า ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการที่น้ำยาชุบโครเมียมตัวอย่างมีส่วนผสมของตัวเร่งปฏิกิริยาสำหรับน้ำยาชุบโครเมียมผสมอยู่ด้วย จึงเป็นตัวช่วยให้เกิดการติดแน่นของโครเมียมที่ผิวชุบดีขึ้น ความแข็งจึงเพิ่มขึ้น ความหนาเพิ่มขึ้น และทำให้ผิวชุบไม่หลุดลอกออกได้ง่าย

จากตารางที่ 15 ถ้าพิจารณาในแง่ของต้นทุนของน้ำยาชุบโครเมียม จะเห็นว่าน้ำยาชุบโครเมียมตัวอย่างให้คุณภาพในการชุบที่ดีกว่าน้ำยาชุบโครเมียมสูตรที่ดีที่สุดที่เตรียมได้ในงานวิจัยนี้จริง แต่ต้นทุนของน้ำยาชุบจำนวน 1 ลิตร ก็สูงกว่ามากเช่นกัน

ดังนั้นจึงเป็นการดีที่เราสามารถจะทำการเตรียมน้ำยาชุบโครเมียมได้เอง เพื่อเป็นการลดต้นทุนในส่วนที่ต้องเสียไปกับการซื้อน้ำยา แม้ว่าคุณภาพในการชุบของน้ำยาชุบโครเมียมที่ดีที่สุดที่เตรียมได้นี้ จะด้อยกว่าคุณภาพของน้ำยาชุบที่มีจำหน่ายในท้องตลาด แต่ถ้าพิจารณาแล้วจะพบว่าคุณภาพที่ด้อยกว่านั้น ด้อยกว่าไม่มากนัก เมื่อเทียบกับต้นทุนที่สูงกว่ามาก

ข้อเสนอแนะ

1. เมื่อพิจารณาในด้านต้นทุน น้ำยาชุบโครเมียมที่จัดเตรียมขึ้นเองนี้ สามารถช่วยลดต้นทุนในส่วนที่ต้องสูญเสียไปกับการซื้อน้ำยาได้มาก แต่เมื่อพิจารณาในด้านประสิทธิภาพการนำไปใช้งาน น้ำยาชุบนี้อาจยังมีคุณภาพดีไม่เทียบเท่ากับน้ำยาที่มีจำหน่ายในท้องตลาด ถ้าต้องการให้คุณภาพของน้ำยาชุบดีขึ้น ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมต่อไปถึงส่วนผสมอื่นๆ ที่จะเป็นตัวช่วยเพิ่มคุณภาพของน้ำยาชุบ

2. ปัจจัยที่มีผลต่อการชุบโลหะ คุณภาพของงานชุบที่ได้จะดีหรือไม่นั้น ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ อาทิ

- การเตรียมผิวงานก่อนชุบ

- คุณภาพของน้ำยาชุบ ได้แก่ ค่าพีเอช ความใสของน้ำยาชุบ

เป็นต้น

- แรงดันไฟฟ้าที่ใช้

- กระแสไฟฟ้าที่ใช้ ตามที่เข้าใจกันว่ากระแสมากโลหะก็จะพอก

มาก ซึ่งจะไม่ถูกไปเสียหมด ตัวอย่างเช่น เมื่อกระแสมาก พบว่า Copper

Alkaline และ Nickel Epais จะพอกมาก แต่ทองจะพอกน้อย เป็นต้น

- เวลาที่ใช้ในการชุบ

3. ปัญหาที่ทั่วไปของการชুবโครเมียม

ก. ผิวเคลือบไม่ดี ปัจจัยที่ทำให้กำลังการเคลือบไม่ดีจะแตกต่างกันไปสำหรับน้ำยาชุบแต่ละแห่ง โดยอาจมีสาเหตุจาก

- ปริมาณกรดโครมิกต่ำ แก้โดยการเติมโครมิกลงไป
น้ำยาชุบโครเมียม

- ปริมาณกรดกำมะถันต่ำ ทำให้อำนาจการเคลือบของน้ำยาชุบลดลงและทำให้เกิดออกไซด์สีน้ำตาล แก้โดยการเติมกรดกำมะถันลงไปทีละน้อย

ข. ผิวชุบไหม้ เกิดจากการใช้ความหนาแน่นของกระแสไฟฟ้ามากเกินไป หรืออุณหภูมิของน้ำยาต่ำเกินไป

ค. ผิวเคลือบเป็นเม็ด สาเหตุจากมีเศษผงเหล็กในน้ำยาชุบหรือฝุ่นผงเจือปนในน้ำยาชุบ แก้โดยทำการกรองน้ำยาชุบ

ง. ผิวชุบด้าน ส่วนมากจะเป็นการผิดพลาดระหว่างอุณหภูมิของน้ำยากับการใช้ความหนาแน่นของกระแสไฟฟ้าขณะทำการชุบ

จ. ชุบไม่ติด ข้อต่อไฟฟ้าผิดพลาดทำให้กระแสไฟเดินไม่สะดวกหรืออาจมีกรดเกลือเจือปนในน้ำยาชุบ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย