บทที่ 3

การชุบโครเมียมแบบแต้มด้วยไฟฟ้า

บทนำ

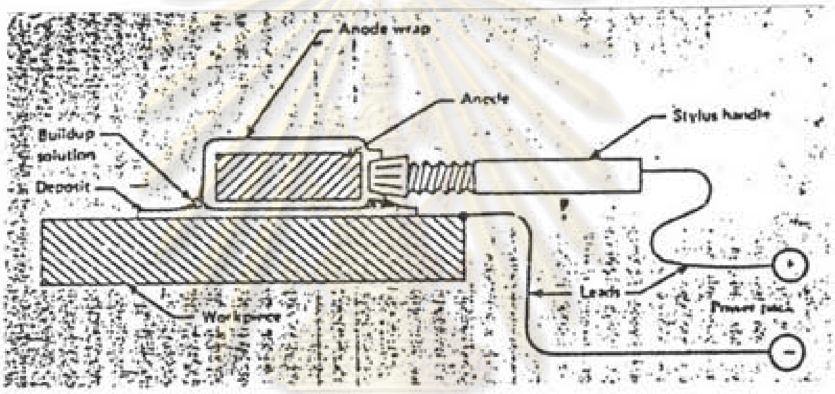
ในบทนี้จะกล่าวถึง กรรมวิธีการพอกผิวโลหะโดยการชุบแบบแต้มด้วยไฟฟ้า (Selective Plating) ซึ่งมีหลักการพื้นฐานเช่นเดียวกับการชุบโลหะด้วยไฟฟ้า (Electroplating) ดังได้กล่าวมาแล้วในบทที่ 2 แต่มีข้อแตกต่างจากการชุบโลหะด้วยไฟฟ้าบ้างในเรื่องของวิธีการที่จะทำให้เกิดการเกาะจับของโลหะที่ต้องการบนชิ้นงาน ซึ่งจะกล่าวโดยละเอียดต่อไปในบทที่ 3 นี้

การชุบโลหะแบบแต้มด้วยไฟฟ้า (Selective Plating)

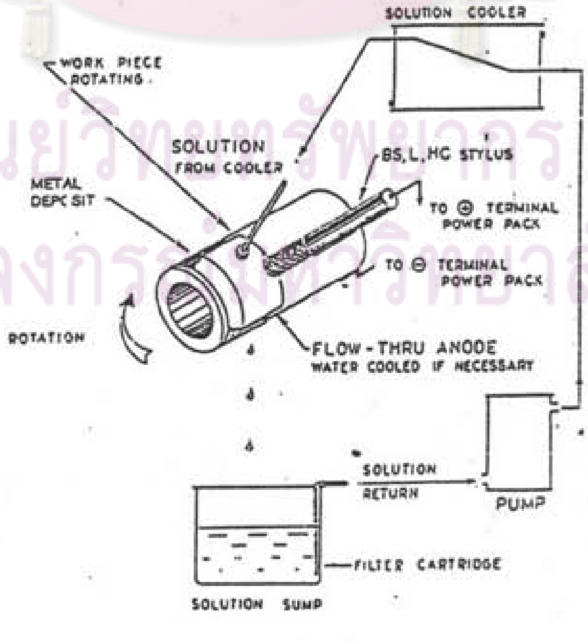
การชุบโลหะแบบแต้มด้วยไฟฟ้า (Selective Plating) เป็นการทำให้โลหะที่ต้องการไปเคลือบเกาะบนผิวโลหะอีกชนิดหนึ่ง (ชิ้นงาน) โดยอาศัยหลักการทางไฟฟ้าและเคมี (Electrolysis) โดยการต่อชิ้นงานที่จะทำการชุบเคลือบผิวเข้ากับขั้วลบ (cathode) ของแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง (DC Power Pack) ส่วนขั้วบวก (anode) ของแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง จะต่อเข้ากับด้ามถือ (Stylus) ซึ่งทำจากวัสดุสื่อนำไฟฟ้า เช่น ทองแดง อลูมิเนียม เป็นต้น โดยปลายข้างหนึ่งของด้ามถือนี้จะหุ้มด้วยฉนวน เพื่อที่จะสามารถจับถือได้ ส่วนปลายอีกข้างหนึ่งของด้ามถือจะยึดติดกับวัสดุที่เป็นสื่อนำไฟฟ้า และไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมี แต่เป็นเพียงสะพานเพื่อให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้เท่านั้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เรียกส่วนนี้ว่า หัวจับ Anode ซึ่งส่วนใหญ่ทำจากกราไฟต์บริสุทธิ์ หุ้มด้วยวัสดุ (Anode Wrap) ที่สามารถดูดซับสารละลายได้ดี เช่น สำลี ผ้ากอซ ผ้าสักหลาด เป็นต้น หลังจากนั้นจะนำหัวจับ Anode นี้ไปจุ่มในสารละลายของโลหะที่ต้องการชุบ (Selective Plating Solution) หรืออาจใช้ปั๊มสูบน้ำยาช่วย เพื่อให้สารละลายไหลเวียนตลอดการทำงานก็ได้ แล้วนำหัวจับ Anode นี้ไปแต้มลงบนผิวของชิ้นงาน ทันทีที่หัวจับ Anode สัมผัสกับชิ้นงาน ไฟฟ้าครบวงจร ก็จะเกิดการเกาะจับของโลหะที่ต้องการที่ขั้วลบหรือชิ้นงาน (Base Metal) ดังรูป



รูปที่ 37 กระบวนการชุบโลหะแบบแต้มด้วยไฟฟ้า



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 38 การชุบโลหะแบบแต้มด้วยไฟฟ้า (โดยใช้ปั๊มสูบน้ำยาหมุนเวียน)

จากกระบวนการชุบโลหะแบบแต้มด้วยไฟฟ้าดังกล่าวข้างต้น จะเห็นว่ามีหลักการพื้นฐานเช่นเดียวกับการชุบโลหะด้วยไฟฟ้า (Electroplating) กล่าวคือ เป็นการใช้กระแสไฟฟ้าทำให้สารละลายของโลหะที่ต้องการชุบ (สารละลายอิเลคโตรไลต์) เกิดการแยกสลายตัวเป็นอนุภาคเล็กๆ และเมื่อกระแสไฟฟ้าครบวงจร จะเกิดการเกาะจับของโลหะที่ต้องการที่ขั้วลบ (Anode) หรือชิ้นงาน แต่วิธีการพอกผิวโลหะทั้ง 2 วิธีนี้ ก็มีข้อแตกต่างกันในเรื่องของวิธีการที่จะทำให้เกิดการเกาะจับของโลหะที่ต้องการบนชิ้นงาน โดยในการชุบโลหะด้วยไฟฟ้าจะเป็นการจุ่มชิ้นงานลงในสารละลาย แล้วต่อเข้ากับขั้วลบของแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง เมื่อกระแสไฟฟ้าครบวงจรก็จะเกิดการเกาะจับของโลหะที่ต้องการบนชิ้นงาน แต่การชุบโลหะแบบแต้มด้วยไฟฟ้าจะเป็นการใช้ด้ามถือ (Stylus) ที่หุ้มด้วยวัสดุที่ชุ่มไปด้วยสารละลายของโลหะที่ต้องการชุบ แต้มลงบนชิ้นงาน ซึ่งผลที่ได้ก็จะมีลักษณะเดียวกัน คือจะเกิดการเกาะจับของโลหะที่ต้องการบนชิ้นงาน

ข้อดีของการชุบโลหะแบบแต้มด้วยไฟฟ้า

จากลักษณะของการชุบโลหะแบบแต้มด้วยไฟฟ้า ซึ่งเป็นการใช้ด้ามถือที่หุ้มด้วยวัสดุที่ชุ่มไปด้วยสารละลายของโลหะที่ต้องการชุบ แต้มลงบนชิ้นงาน จึงเกิดข้อดีพอสรุปได้ดังนี้ คือ

1. ทำให้สามารถทำการพอกผิวโลหะได้ทุกส่วนของชิ้นงาน และโดยไม่จำเป็นต้องปิดส่วนที่ไม่ต้องการเหมือนการชุบในถังชุบ

2. งานที่เสร็จไม่จำเป็นต้องกลึงหรือเจียรอีก

3. เนื่องจากการชุบแบบแต้มด้วยไฟฟ้านี้ มีชุดอุปกรณ์ทางไฟฟ้าที่เบา สามารถเคลื่อนย้ายไปยังที่ต่างๆได้สะดวก (Job Site) จึงสามารถทำการชุบได้ทุกสถานที่

4. สามารถลดปัญหาที่เกี่ยวกับตัวชิ้นงานในขณะปฏิบัติงานชุบได้ เช่น ปัญหาในส่วนของการถอดชิ้นส่วนออกมาซ่อม การประกอบชิ้นส่วนกลับเช่นเดิม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หรือกรณีที่ชิ้นงานมีขนาดใหญ่ๆ การเคลื่อนย้ายชิ้นงานไปยังโรงซ่อมบำรุง หรือการนำชิ้นงานลงถังชุบทำได้ลำบาก เป็นต้น

5. โดยทั่วไปมักใช้การชุบแบบแต้มด้วยไฟฟ้าสำหรับงานซ่อมเสริมผิวโลหะที่ชำรุดผุกร่อนไม่มากนัก หากต้องการให้งานชุบหนามากต้องใช้เวลาในการชุบนาน

6. การชุบแบบแต้มด้วยไฟฟ้าจึงจัดเป็นวิธีการพอกผิวโลหะที่ให้ความสะดวก ประหยัดค่าใช้จ่าย แรงงาน และเวลาในการทำงานอย่างดียิ่ง

7. กรรมวิธีการชุบโลหะแบบแต้มด้วยไฟฟ้า สามารถนำไปใช้งานได้อย่างกว้างขวาง (ดูรูปตัวอย่างงานพอกผิวโลหะด้วยกรรมวิธีการชุบแบบแต้มด้วยไฟฟ้าได้ในภาคผนวก ก)

การพอกผิวโลหะด้วยวิธีกวรชุบแบบแต้มด้วยไฟฟ้า จะต้องพิจารณาถึง

1. การสิ้นเปลืองของน้ำยา และเวลาที่จะทำการซ่อม เนื่องจากโลหะจะค่อยๆพอกด้วยไฟฟ้าทีละน้อย

2. เปรียบเทียบผลที่ได้จากการชุบแบบแต้มด้วยไฟฟ้ากับกรรมวิธีการพอกผิววิธีอื่นๆ ประกอบราคาชิ้นส่วนที่จะทำการซ่อมเสริมผิว ว่าวิธีไหนจะสะดวกกว่า ประหยัดกว่า ไม่ทำให้ชิ้นงานบิดเบี้ยวผิดขนาด และชิ้นงานนั้นยังมีคุณสมบัติความแข็งแรงไม่น้อยกว่าเดิม

3. การชุบแบบแต้มด้วยไฟฟ้านี้จะเหมาะกับชิ้นงานที่มีราคาแพง ต้องเสียเวลาในการสั่งซื้อนาน รวมถึงต้องเสียเวลาในการถอดประกอบ เนื่องจากสามารถกระทำการชุบได้โดยไม่ต้องถอดชิ้นส่วนออกจากกัน และเมื่อทำการชุบแล้วเนื้อโลหะที่ได้ยังมีคุณสมบัติความแข็งแรงเท่าเดิมหรือดีกว่าเดิมอีก ซึ่งแม้ต้องใช้เวลาในการชุบนานก็คุ้ม โดยเฉพาะการชุบของใหญ่ๆ อาทิเช่น การชุบทองบนอนุสาวรีย์หรือหลังคาโดมจะต้องชุบด้วยวิธีนี้อย่างเดียว (ธนู วิบูลยานนท์, 2534)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ชุดอุปกรณ์ทางไฟฟ้าสำหรับการชุบโลหะแบบแต้มด้วยไฟฟ้า

ชุดอุปกรณ์ทางไฟฟ้าสำหรับการชุบโลหะแบบแต้มด้วยไฟฟ้าประกอบด้วย

1. ตัวจ่ายกระแสไฟฟ้า (DC Power Pack) มีหน้าที่แปลงแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับขนาด 220 โวลท์ ทางด้านอินพุท (Input) ให้ออกมาเป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 0-12 โวลท์ ทางด้านเอ๊าท์พุท (Output) ชุดตัวจ่ายกระแสไฟฟ้านี้ควรมีขนาดไม่ใหญ่นัก สามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก เพื่อความคล่องตัวในการที่จะเคลื่อนย้ายไปทำการซ่อมแซมผิวงานที่ชำรุด ยังสถานที่ตั้งของชิ้นงานนั้นๆได้

การเก็บรักษา

ก. ระวังอย่าให้น้ำยาชุบกระเด็นเข้าไปในเครื่อง เนื่องจากน้ำยาชุบบางชนิดมีฤทธิ์เป็นกรดอย่างแรง ถ้ากระเด็นเข้าไปในเครื่อง อาจทำความเสียหายให้แก่อุปกรณ์ภายในเครื่องได้

ข. หลังใช้งานเช็ดเครื่องให้สะอาด

ค. ตรวจสอบเครื่องเป็นระยะๆ

รูปที่ 39 ตัวจ่ายกระแสไฟฟ้า (DC Power Pack)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. สายไฟขั้วบวก (Flexible anodic cable) และสายไฟขั้วลบ (Flexible cathodic cable) ทำหน้าที่เป็นตัวนำไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 0-12 โวลท์ ไปยังน้ำยาชุบและชิ้นงานตามลำดับ

รูปที่ 40 สายไฟขั้วบวก และสายไฟขั้วลบ

3. ชุดด้ามถือ (Stylus) ชุดด้ามถือที่ใช้ในการชุบแบบแต้มด้วยไฟฟ้านี้ ทำหน้าที่นำไฟฟ้ากระแสตรง 0-12 โวลท์ ทางด้านขั้วบวก (Anode) เพื่อให้กระแสไฟฟ้าผ่านไปยังน้ำยาชุบโลหะได้ ชุดด้ามถือจะประกอบด้วยชิ้นส่วนอุปกรณ์ต่างๆ ดังนี้คือ

ก. ด้ามถือ (Stylus handle) ทำจากแท่งอลูมิเนียม (Aluminium Rod) ขนาด 15 มม. เนื่องจากอลูมิเนียมมีคุณสมบัตินำไฟฟ้าได้ดี และไม่ทำปฏิกิริยากับสารเคมี โดยจะใช้ฉนวน (สายยาง) หุ้มไว้อีกชั้นหนึ่งเพื่อใช้เป็นด้ามสำหรับถือได้

ข. หัวจับ Anode ซึ่งจะต่อเข้ากับปลายด้านหนึ่งของด้ามถือ (Stylus handle) หัวจับ Anode นี้จะทำจากคาร์บอนบริสุทธิ์หรือกราไฟท์ จึงนำไฟฟ้าได้ดี ทนต่อกระแสไฟฟ้าได้สูง ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมี แต่เป็นเพียงสะพานเพื่อให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้เท่านั้น หัวจับ Anode นี้จะถูกหุ้มด้วยวัสดุ (Anode Wrap) ที่สามารถดูดซับสารละลายได้ดี

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ก่อนที่จะเลือกวัสดุที่ใช้หุ้ม Anode จะต้องพิจารณาหน้าที่และคุณภาพของวัสดุเหล่านั้นก่อน ดังนี้

1) ต้องสะอาดที่สุด เพื่อป้องกันไม่ให้น้ำยาเปลี่ยนคุณสมบัติ

2) ต้องอมน้ำยาได้ดี เพื่อให้น้ำยามีประสิทธิภาพในการชุบดี และระบายความร้อนได้ดีด้วย

3) ต้องทนต่อการสึก เพราะต้องถูกับงานอยู่ตลอด

4) ต้องเป็นฉนวนที่ดี เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการลัดวงจรกับชิ้นงานได้

5) ต้องมีคุณสมบัติของการขัดบ้าง เพื่อช่วยให้มีการยึดเกาะผิวของงานได้ดี

ตัวอย่างวัสดุที่ใช้หุ้ม Anode

1) สำลี (Cotton wool) ทำด้วยฝ้ายอย่างดี มีการดูดซับน้ำยาได้ดี แต่มีข้อเสียคือ สำลีมักหลุดแยกขณะที่ทำการถู ฉะนั้นต้องหุ้มด้วยผ้ากอซ (Tubegauze) อีกชั้นหนึ่ง สำลีมักใช้หุ้มหัวจับ Anode เพื่อใช้กับงานชุบที่ใช้ระยะเวลาสั้นๆ

2) ผ้ากอซที่ทำเป็นปลอกแล้ว (Tubegauze) เป็นผ้าที่สะอาด แต่มีการดูดซึมต่ำ มักใช้หุ้มสำลี และหุ้มเข้ากับ Anode อีกทีหนึ่ง

3) ผ้าที่ทำจากขนแกะผสมไนลอน (Nylon Fur Fabric) มีคุณสมบัติในการดูดซึมดีเยี่ยม ใช้ในการชุบถูดี ทนต่อการสึกหรอ แต่มีข้อเสียคือขนแกะจะแยกหลุดออกได้ ซึ่งสามารถแก้ได้โดยการกรองน้ำยา

4) สักหลาดที่เป็นสื่อไฟฟ้า (Carbon Felt) เป็นตัวนำไฟฟ้าที่ดี ทนต่อการหลุดลุ่ยเมื่อกระแสไฟฟ้าผ่านนานๆ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

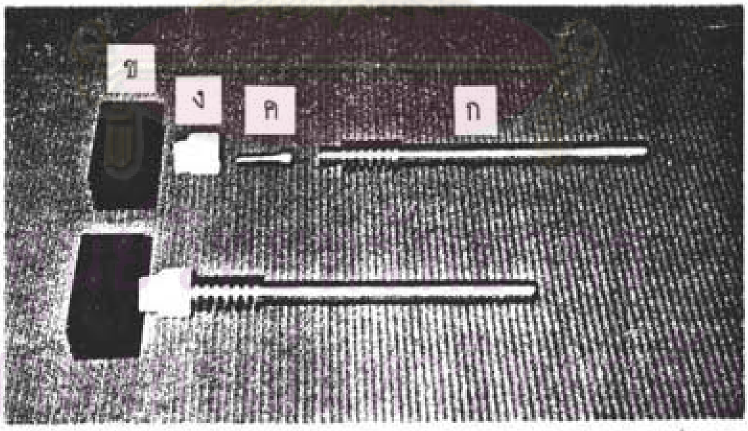
5) Scotchbrite (White) ใช้เป็นวัสดุสำหรับถูขณะทำการชุบ เป็นวัสดุที่ไม่อมน้ำยาเลย ฉะนั้นจะต้องแก้โดยสูบน้ำยาช่วย แต่มีข้อดีคือ ราคาถูกและสามารถขัดงานได้ในตัวเมื่อจำเป็นต้องเพิ่มเวลาของการชุบ ใช้มากในงานที่ชุบด้วยทองแดง

6) Scotchbrite (Grey) มีคุณสมบัติเช่นเดียวกับ Scotchbrite (White) เหมาะสำหรับงานที่ต้องการชุบผิวให้มีความแข็ง เช่น Nickel และ Nickel Cobolt และพบว่าสามารถทำให้มีการเกาะยึดผิวกับเหล็กไร้สนิม (Stainless steel) ได้

7) สักหลาดมังกร (Dragon Felt) เป็นสักหลาดที่อมน้ำยาได้ปานกลาง ฉะนั้นต้องใช้การสูบน้ำยาช่วย แต่มีคุณสมบัติทนต่อการถูได้ดี จึงใช้กับงานที่ต้องทำการชุบถูนานๆ เพราะไม่ต้องเปลี่ยนวัสดุที่หุ้ม Anode บ่อยๆ

ค. สลักเกลียวยึดแท่งกราไฟท์กับด้ามถือ ทำจากอลูมิเนียม

ง. ฝาครอบชุดด้ามถือ (Stylus Cap) ทำจาก PVC



รูปที่ 41 ส่วนประกอบของชุดด้ามถือ (Stylus)

4. ปั๊มสูบน้ำยาหมุนเวียน (Circulating Pump) ใช้สูบน้ำยาจากถังบรรจุน้ำยาไปยังชุดด้ามถือ (Stylus) เพื่อให้น้ำยาไหลเวียนอย่างต่อเนื่องขณะทำการชุบ และยังเป็นการช่วยระบายความร้อนและกรองสารแปลกปลอมขณะชุบด้วย

<u>การชุบโครเมี่ยม</u>

โครเมี่ยม สัญลักษณ์ Cr เป็นโลหะที่แข็ง มีสีขาวเงิน มันวาว สุกใส ไม่ขุ่นมัว ไม่ต้องขัดถูบ่อยๆ มีความฝืดต่ำ มีความหนาแน่น (Density) 7.19 g/cm^3 จุดหลอมตัว (Melting Point) สูงที่ 1890 °C มีค่าความร้อนจำเพาะ (Specific heat) ที่ 0-100°C เท่ากับ 0.46 J/g °C และมีค่าความนำไฟฟ้า (Specific electrical conductivity) เท่ากับ 6.7 m/ohm.mm^2 เป็นตัวนำไฟฟ้าที่ดี และไม่เป็นสนิม (อนันต์ ทองมอญ, ชุบโลหะด้วยไฟฟ้า, 22)

กลุ่มของสารประกอบของโครเมี่ยม (Chromium compound group) ที่มักพบได้แก่

- โครเมี่ยมไตรออกไซด์ (chromium trioxide) CrO_3
- โซเดียมไดโครเมต (sodium dichromate) $Na_2Cr_2O_7$
- โครเมี่ยมซัลเฟต (chromium sulfate) $Cr_2(SO_4)_3$
- โครเมี่ยมไฮดรอกไซด์ (chromium hydroxide) $Cr(OH)_3$

ประโยชน์ของโครเมี่ยม

1. เป็นองค์ประกอบที่สำคัญสำหรับผสมกับโลหะอื่นๆ ในอุตสาหกรรมหล่อหลอมโลหะ ทำให้โลหะผสมที่ได้มีความแข็ง เหนียว คงทนต่อการผุกร่อน และป้องกันโลหะอื่นไม่ให้เป็นสนิม

2. ใช้ชุบเคลือบบนผิวโลหะอื่น เพื่อป้องกันไม่ให้โลหะนั้นๆเกิดสนิม และเพื่อความสวยงาม

3. สารประกอบของโครเมทของตะกั่ว สังกะสี และแบเรี่ยม ซึ่งเรียกว่า chrome pigment ใช้ในการทำสีต่างๆ ทำพรมน้ำมัน ทำยาง และใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องปั้นดินเผา นอกจากนี้สารประกอบของโครเมี่ยมยังใช้ใน

ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อุตสาหกรรมต่างๆ เช่น อุตสาหกรรมฟอกหนัง การย้อมสีขนสัตว์ ไหม และหนังสัตว์ เป็นต้น

การชุบเคลือบผิวบนโลหะชนิดอื่นด้วยโครเมี่ยมในปัจจุบันแบ่งได้เป็น 2 ลักษณะคือ

1. การชุบโครเมี่ยมชนิดบางหรือการชุบโครเมี่ยมเพื่อความสวยงาม (Decorative Chromium) การชุบชนิดนี้มีจุดมุ่งหมายคือป้องกันไม่ให้โลหะอื่นเป็นสนิม ผิวชุบที่ได้จะมีความสวยงาม ทนต่อการเสียดสี และทนต่อการผุกร่อน การชุบในลักษณะนี้มักจะชุบโครเมี่ยมค่อนข้างบางมาก โดยจะชุบให้หนาประมาณ 0.00001 นิ้ว ถึง 0.00003 นิ้ว หรือ 0.25 ไมครอน ถึง 0.8 ไมครอน

2. การชุบโครเมี่ยมชนิดหนา หรือที่เรียกกันว่าการชุบฮาร์ดโครม (Hard Chromium or Hard Chrome) การชุบชนิดนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อเพิ่มความหนาให้ผิวของโลหะนั้นๆ เช่น ชิ้นส่วนของเครื่องมือเครื่องจักรที่สึกหรอไปเพราะการใช้งาน ถ้านำมาชุบโครเมี่ยมให้หนาขึ้นแล้วนำไปเจียรไนก็จะสามารถนำไปใช้งานได้ดีเหมือนเดิม หรือมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ผิวโลหะนั้นๆ มีความแข็งแกร่ง ทนต่อความร้อน ทนต่อการเสียดสี มีความฝืดต่ำ การชุบเคลือบในลักษณะนี้ต้องใช้เวลามาก ด้วยเหตุที่ชุบนานจึงได้โลหะโครเมี่ยมหนา และแข็งแกร่งมาก ปกติแล้วจะชุบกันที่ความหนาตั้งแต่ 0.001 นิ้ว หรือ 25 ไมครอนขึ้นไป โดยมากการชุบโครเมี่ยมชนิดหนานี้มักทำการชุบโดยตรงบนชิ้นงานเหล็ก โลหะอื่นที่ไม่ใช่เหล็กมักไม่ค่อยทำกัน งานที่ใช้ชุบโครเมี่ยมอย่างแข็ง เช่น แม่พิมพ์ (mould) ชิ้นส่วนเครื่องจักร กระบอกสูบ เพลาข้อเหวี่ยง แกนไฮดรอลิค เป็นต้น

การรองพื้นก่อนชุบโครเมี่ยม

โครเมี่ยมเป็นโลหะที่แข็งมาก ดังนั้นจึงเปราะมาก และเนื่องจากแรงเค้นแรงเครียดรวมทั้งการหนีออกไปของแก๊สไฮโดรเจนที่ผสมอยู่ในโลหะโครเมี่ยมในขณะที่ไปเกาะชิ้นงาน ทำให้ผิวโลหะโครเมี่ยมที่ได้จากการชุบมีลักษณะแตกร้าว

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หรือเป็นรูพรุน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความหนาของผิวชุบโครเมี่ยม จากการค้นคว้าพบว่า ถ้าความหนาของผิวชุบโครเมี่ยมหนา 0.02 มม. (20 ไมครอน) หรือน้อยกว่า จะได้ผิวโครเมี่ยมที่ไม่มีรอยแตกร้าวแต่จะมีรูพรุนอยู่โดยทั่วไป หากความหนาของผิวชุบโครเมี่ยมมากกว่า 0.02 มม. จะได้ผิวโครเมี่ยมที่ไม่มีรูพรุนแต่จะมีรอยแตกร้าวอยู่โดยทั่วไป ด้วยเหตุที่มีรูพรุนเมื่อทำการชุบบางนี้เอง เมื่อทำการชุบโครเมี่ยมแบบบางโดยตรงบนเหล็ก สนิมจะเริ่มเกิดในรูพรุนก่อน แล้วต่อมามันจะเริ่มแผ่ขยายกว้างออกไปใต้ผิวชุบโครเมี่ยม และในที่สุดสนิมก็จะยกแผ่นโครเมี่ยมทั้งแผ่นออก ทำให้ผิวชุบโครเมี่ยมป้องกันสนิมไม่ได้ เพื่อแก้จุดอ่อนในเรื่องนี้ ในการชุบโครเมี่ยมบางจึงมักจะรองพื้นด้วยทองแดงและนิกเกิลเสียก่อน ซึ่งมีข้อดีคือ

1. การรองพื้นชิ้นงานด้วยทองแดงก่อนชุบนิกเกิล จะทำให้เกิดการเกาะจับที่แน่นของผิวชุบกับชิ้นงาน

2. การรองพื้นด้วยนิกเกิลก่อนชุบโครเมี่ยม นิกเกิลจะช่วยเป็นตัวประสานยึดเหนี่ยวระหว่างทองแดงกับโครเมี่ยมได้เป็นอย่างดี และที่สำคัญนิกเกิลจะเป็นตัวช่วยป้องกันไม่ให้สนิมซึมผ่านไปเกาะกินเหล็กได้ นิกเกิลเป็นโลหะที่ไม่เกิดสนิมเช่นเดียวกับโครเมี่ยม มีสีสุกใส เงางาม แต่สีสุกใสของนิกเกิลมีโอกาสขุ่นมัวได้ ดังนั้นจึงต้องชุบโครเมี่ยมทับอีกชั้นหนึ่ง เพื่อให้ชิ้นงานนั้นๆ มีความสุกใสอยู่ได้นาน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การลอกผิว (Stripping)

โครเมี่ยมที่ชุบแล้วเสียหายใช้ไม่ได้ หรือชิ้นงานที่ผ่านการชุบโครเมี่ยมมาแล้ว หากจะนำมาชุบใหม่จะต้องลอกโครเมี่ยมเก่าออกก่อน เนื่องจากชิ้นงานที่ชุบโครเมี่ยมไว้แล้วจะชุบโลหะอย่างอื่นทับลงไปไม่ได้ เพราะโครเมี่ยมเป็นโลหะที่แข็งและไม่เกาะจับกับโลหะชนิดอื่น การลอกผิวโครเมี่ยม ทำได้ 2 วิธีคือ

1. จุ่มชิ้นงานในกรดเกลือเข้มข้น (Immersion Method) แล้วคอยสังเกตผิวของโครเมี่ยมซึ่งมีลักษณะออกสีเขียวจะถูกกัดออก

2. การลอกโดยใช้ไฟฟ้า (Electrolytic Method) ทำได้โดยการสลับขั้วไฟฟ้า โดยผูกชิ้นงานเข้ากับขั้วบวก ขั้วลบทำด้วยเหล็กจุ่มลงในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (โซดาไฟ) 50 กรัม และโซเดียมคาร์บอเนต (โซดาแอช) 60 กรัม ต่อน้ำ 1 ลิตร ใช้แรงเคลื่อนไฟฟ้า 3-6 โวลท์

[library stamp]

น้ำยาชุบโครเมี่ยม

ดังได้กล่าวมาแล้วข้างต้นว่า โครเมี่ยมเป็นโลหะที่แข็ง มีสีขาวเงิน ผิวมันวาว สุกใส ไม่ขุ่นมัว ไม่ต้องขัดถูบ่อยๆ มีความฝืดต่ำ และไม่เป็นสนิม นอกจากนี้โครเมี่ยมสามารถรวมตัวกับออกซิเจนเกิดเป็นสารประกอบออกไซด์ มีลักษณะเป็นฟิล์มบางๆ ปกคลุมผิว ทำให้เนื้อโลหะที่อยู่ภายในไม่เกิดปฏิกิริยาต่อไป จึงนิยมนำโครเมี่ยมมาใช้ชุบเคลือบผิวเหล็กและโลหะอื่นๆ ในงานต่างๆ เกือบทุกประเภท น้ำยาชุบโครเมี่ยมจึงเป็นน้ำยาที่ใช้ชุบเพื่อให้ชิ้นงานทนต่อการผุกร่อน ทนต่อการสึกหรอ และให้ผิวชุบที่สวยงาม

น้ำยาชุบโลหะ เป็นสารละลายของโลหะที่ต้องการชุบ (Selective Plating Solution) ซึ่งได้จากการเตรียมโดยกรรมวิธีทางเคมี โดยทั่วๆ ไป น้ำยาชุบโลหะแต่ละชนิดจำเป็นต้องประกอบด้วยสารเคมีหลายๆชนิด เพื่อให้สารเคมีเหล่านั้นทำหน้าที่ต่างๆกัน เช่น สารเคมีตัวที่ 1 ทำหน้าที่ปล่อยโลหะออกมา สารเคมีตัวที่ 2 ทำหน้าที่เป็นสื่อนำไฟฟ้า เป็นต้น ทั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ได้น้ำยาชุบที่มีประสิทธิภาพที่ดีนั่นเอง น้ำยาชุบโครเมี่ยมก็เช่นกัน จะประกอบด้วยสารเคมีที่สำคัญ ได้แก่

กรดโครมิค เป็นของแข็ง เกล็ดสีน้ำตาลเข้ม ละลายง่ายในน้ำ กัดกระดาษ เมื่อผสมเป็นน้ำยาแล้วกรองด้วยกระดาษไม่ได้ กรดโครมิคจะเป็นตัวให้อิออนของโครเมี่ยม เกลือของกรดโครมิคเรียกว่าโครเมท ซึ่งจะไปจับที่ขั้วลบ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

(ชิ้นงาน) ในรูปของโลหะโครเมี่ยม หากมีเกลือโลหะน้อย การเกาะผิวชิ้นงานจะช้า แต่ผิวที่ได้จะละเอียด

กรดกำมะถัน (Sulfuric acid) เป็นของเหลวใส ไม่มีสี ความถ่วงจำเพาะ 1.84 มีฤทธิ์กัดทำลายสูง อันตรายมาก การใช้ต้องระมัดระวังเป็นพิเศษ กรดกำมะถันในน้ำยาชุบโครเมี่ยมนี้จะเป็นตัวทำให้การนำไฟฟ้าในน้ำยาชุบเพิ่มขึ้น ทำให้การโพลาไรเซชั่นของขั้วบวกและขั้วลบลดลงอย่างมาก นอกจากนั้นกรดยังป้องกันการตกตะกอนของเกลือโลหะต่างๆ ที่ผสมในน้ำยาชุบอีกด้วย หากปริมาณกรดน้อยกำลังการเคลือบผิวจะไม่ดี การนำไฟฟ้าต่ำ

น้ำที่ผสมในน้ำยาชุบ ควรเป็นน้ำสะอาดปราศจากสิ่งเจือปนใดๆ เช่น น้ำกลั่น หรือน้ำฝนที่กรองแล้ว น้ำประปาโดยทั่วไปควรกรองหรือทำความสะอาดเสียก่อน เพราะคลอรีนที่ผสมอยู่จะทำให้น้ำยาชุบโครเมี่ยมมีคุณภาพไม่ดี

การกรองน้ำยาชุบ บางครั้งสารเคมีต่างๆ ที่นำมาผสมทำน้ำยาชุบไม่บริสุทธิ์เพียงพอ มีสิ่งเจือปนอยู่ ดังนั้นเพื่อให้น้ำยาชุบมีคุณภาพดีจึงควรกรองน้ำยาชุบโดยกระดาษกรองหรือผ้ากรองเสียก่อน โดยก่อนกรองต้องผสมผงถ่านลงในน้ำยาชุบ กวนให้เข้ากันนาน 10-30 นาที ปล่อยทิ้งไว้ให้ตกตะกอน จากนั้นนำน้ำยาชุบไปกรอง

น้ำยาชุบโครเมี่ยม สามารถชุบโดยตรงได้กับโลหะต่างๆ เช่น เหล็กกล้า เหล็กเหนียว เหล็กที่ชุบแข็งแล้ว เหล็กไร้สนิม ทองแดง ทองเหลือง บรอนซ์ เป็นต้น สีของน้ำยาชุบโครเมี่ยมที่ได้จะเป็นสีน้ำตาลโกโก้ สีของชิ้นงานหลังชุบโครเมี่ยมแล้วจะเป็นสีขาวเงินหรือเทาอ่อน มีความเงา และเรียบ การเก็บรักษาน้ำยาชุบโครเมี่ยมโดยทั่วไปจะเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง เมื่อใช้แล้วสามารถนำกลับมาใช้ได้อีกโดยจะต้องทำการกรองก่อน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กลไกการเกิดผิวเคลือบของโครเมี่ยม พอสรุปได้ดังนี้

ขั้นที่ 1 เมื่อกรดโครมิค (CrO_3) ละลายน้ำจะเกิดเป็นสารประกอบตัวใหม่ ดังสมการ

$$CrO_3 + H_2O \dashrightarrow H_2CrO_4$$

ขั้นที่ 2 สารประกอบตัวใหม่นี้จะเกิดการแตกตัว ดังสมการ

$$H_2CrO_4 \dashrightarrow H^+ + HCrO_4^-$$

ขั้นที่ 3 เกิดการรับอิเลคตรอนจากกระแสไฟฟ้า ดังสมการ

$$HCrO_4^- + 3H_2O + 3e \dashrightarrow Cr^{+3} + 7OH^-$$

โครเมี่ยมซึ่งอยู่ในรูปของ $HCrO_4^-$ มีวาเลนซี 6 จะถูกรีดิวซ์กลายมาเป็น Cr^{+3}

ขั้นที่ 4 กรดกำมะถันเกิดการแตกตัว ดังสมการ

$$H_2SO_4 \dashrightarrow 2H^+ + SO_4^{2-}$$

ขั้นที่ 5 $2H^+$ จากการแตกตัวของกรดกำมะถันนี้จะไปรวมตัวกับ Cr^{+3} ทำให้เกิดผิวเคลือบโครเมี่ยมที่ชิ้นงาน ดังสมการ

$$Cr^{+3} + 2H^+ + 5e \dashrightarrow Cr + H_2$$

<u>การกำจัดโครเมี่ยมในน้ำทิ้ง</u>

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปกติโครเมี่ยมในน้ำเสียจากโรงงานชุบโลหะ มักเป็นกรดโครมิค (CrO_3) จากน้ำยาชุบโครเมี่ยม หรือโซเดียมไดโครเมต ($Na_2Cr_2O_7$) จากการทำโครเมตในการชุบสังกะสี ซึ่งเป็นโครเมี่ยมที่มีวาเลนซี 6 หรือเขียนได้เป็น Cr^{+6} ในการกำจัดโครเมี่ยมต้องเปลี่ยนให้เป็นโครเมี่ยมที่มีวาเลนซี 3 (Cr^{+3}) ซึ่งจะสามารถตกตะกอนได้

สารเคมีที่ใช้ในการกำจัดโครเมี่ยม คือ

1. โซเดียมไบซัลไฟท์ ($NaHSO_3$) และกรดกำมะถัน

ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นมีดังนี้

$$2H_2CrO_4 + 3NaHSO_3 + 3H_2SO_4 \dashrightarrow Cr_2(SO_4)_3 + 3NaHSO_4 + 5H_2O$$

ปฏิกิริยานี้เกิดขึ้นที่ค่าพีเอชประมาณ 2

ถ้าต้องการกำจัดโครเมี่ยม 1 กรัม ต้องใช้โซเดียมไบซัลไฟท์ ($NaHSO_3$) ประมาณ 3 กรัม

2. โซเดียมไฮดรอกไซด์

ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นมีดังนี้

$$Cr_2(SO_4)_3 + 6NaOH \dashrightarrow 2Cr(OH)_3 + 3Na_2SO_4$$

ปฏิกิริยานี้เกิดขึ้นที่ค่าพีเอช 8-9

ถ้าต้องการกำจัดโครเมี่ยม 1 กรัม ต้องใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ ($NaOH$) ประมาณ 2.57 กรัม

กระบวนการกำจัดโครเมี่ยมในน้ำทิ้ง ได้แสดงไว้ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 การกำจัดโครเมี่ยมในน้ำทิ้ง

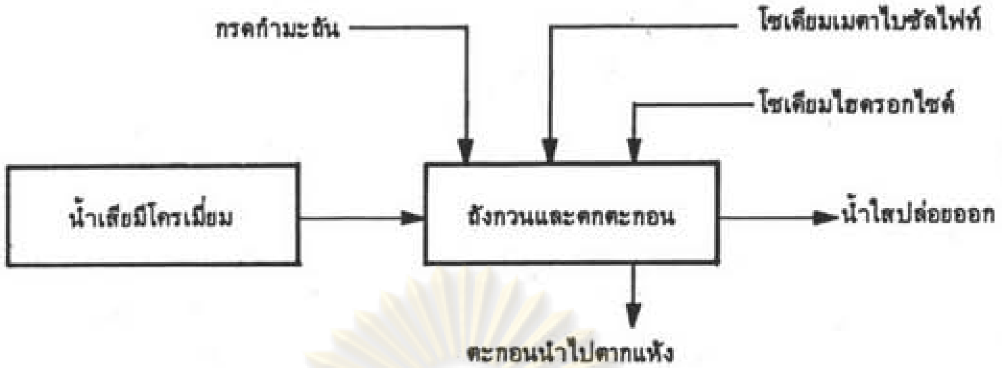
กระบวนการและเหตุผล	สารเคมีที่ใช้	ค่า pH	เวลาที่ใช้ทำปฏิกิริยา
1. น้ำทิ้งที่มี Cr^{+6} ไหลลงสู่ถัง			
2. ตรวจค่าพีเอช และเติมกรดกำมะถันให้ค่าพีเอชลดลงเหลือประมาณ 2	กรดกำมะถัน (H_2SO_4)	2	

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5 การกำจัดโครเมี่ยมในน้ำทิ้ง (ต่อ)

กระบวนการและเหตุผล	สารเคมีที่ใช้	ค่า pH	เวลาที่ใช้ทำปฏิกิริยา
3. เติม $NaHSO_3$ ลงไป จะเกิดปฏิกิริยา $2H_2CrO_4 + 3NaHSO_3 + 3H_2SO_4$ $\rightarrow Cr_2(SO_4)_3 + 3NaHSO_4 + 5H_2O$	โซเดียมไบ-ซัลไฟท์ ($NaHSO_3$)	2	30
4. เติมโซดาไฟให้ค่าพีเอชเป็น 8-9	โซเดียมไฮ-ดรอกไซด์ ($NaOH$)	8-9	
5. เติมโซดาไฟลงไปอีก จะเกิดปฏิกิริยา $Cr_2(SO_4)_3 + 6NaOH$ $\rightarrow 2Cr(OH)_3 + 3Na_2SO_4$ $Cr(OH)_3 + 3Na_2SO_4$ ทำให้ $Cr(OH)_3$ ตกตะกอน	โซเดียมไฮ-ดรอกไซด์ ($NaOH$)	9	
6. ปรับค่าพีเอชให้อยู่ประมาณ 7-8 โดยการเติมกรดกำมะถัน	กรดกำมะถัน (H_2SO_4)	7-8	
7. ระบายน้ำทิ้งไปได้ แล้วกรองตะกอนไปทิ้ง			

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 42 แผนภาพการกำจัดโครเมี่ยมในน้ำทิ้ง

<u>อันตรายที่เกิดจากโครเมี่ยม</u>

บุคคลที่อาจได้รับอันตรายจากโครเมี่ยม

- ผู้ที่ทำงานเกี่ยวกับการชุบโครเมี่ยม และการขัดเงาโลหะที่ชุบโครเมี่ยมแล้ว
- ผู้ที่ทำงานเกี่ยวข้องกับสีที่มีส่วนประกอบของโครเมี่ยมเจือปนอยู่
- ผู้ที่ทำงานในโรงฟอกหนัง ซึ่งมีการใช้สารประกอบของโครเมี่ยม
- ผู้ที่ทำงานเกี่ยวกับการล้างและอัดรูป ซึ่งใช้สารประกอบของโครเมี่ยม

ทางเข้าสู่ร่างกายของโครเมี่ยม

โครเมี่ยมหรือสารประกอบของโครเมี่ยม ส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของฝุ่นและควัน ซึ่งจะเข้าสู่ร่างกายได้โดย

- ทางจมูก
- ทางผิวหนัง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อันตรายที่เกิดจากโครเมี่ยม

- ผิวหนังอักเสบ (Dermatitis) บวมแดง แสบและคัน เนื่องจากการสัมผัสผงโครเมี่ยม ไอ หรือควันของสารประกอบโครเมี่ยม บริเวณที่อาจเกิดอักเสบได้แก่ มือ แขน ใบหน้า และหน้าอก

- แผลจากโครเมี่ยม (Chrome ulcers) เกิดจากการสะสมของฝุ่นละอองของโครเมี่ยม ซึ่งโดยมากจะเริ่มที่ผิวหนังซึ่งเป็นรอยถลอกหรือเป็นแผล และจะพบมากที่สุดที่โคนเล็บมือ ข้อที่นิ้วมือ และที่หลังเท้า แผลจะมีลักษณะเป็นวงกลม ขนาดเล็ก ขอบค่อนข้างเรียบ บุ๋มลึกลงไป ซึ่งจะมองดูคล้ายถูกเจาะด้วยตะปู จะไม่รู้สึกเจ็บปวดแต่จะคันมากในเวลากลางคืน ซึ่งต่อไปแผลนี้อาจเกิดการติดเชื้อขึ้น และลึกลามไปถึงข้อต่อใกล้เคียง อาจทำให้ต้องตัดนิ้วหรือมือทิ้งได้

- ผนังกั้นในจมูกถูกเจาะทะลุ (Perforation of the Nasal Septum) ผู้ที่สูดดมฝุ่นของโครเมี่ยมหรือไอของกรดโครมิคอยู่เป็นประจำ จะทำให้กระดูกอ่อนที่กั้นระหว่างผนังจมูกถูกทำลาย จนเป็นรูทะลุ แผลนี้จะไม่รู้สึกเจ็บปวดแต่อย่างใด จะรู้สึกตัวก็ต่อเมื่อเสียงเริ่มอู้อี้หรือดั้งจมูกแบนลง

- อันตรายต่อปอด ผู้ที่ได้รับฝุ่นของโครเมี่ยมหรือไอของสารประกอบโครเมี่ยมอยู่เป็นประจำและเป็นเวลานาน อาจจะทำให้ปอดเป็นแผล และลุกลามเป็นมะเร็งได้

การควบคุมและป้องกัน

ในการชุบโครเมี่ยมในทางปฏิบัติเพื่อการใช้งานจริง ต้องมีการเตรียมและใช้น้ำยาสำหรับการชุบในปริมาณมาก และเนื่องจากโครเมี่ยมเป็นสารที่เป็นอันตรายต่อร่างกาย ดังนั้นจึงควรหามาตรการป้องกันอันตรายที่อาจจะเกิดขึ้นแก่ผู้ปฏิบัติงานดังนี้

- จัดให้มีการระบายอากาศหรือการถ่ายเทอากาศในบริเวณที่ทำงานให้ปลอดภัยและมีระดับของโครเมี่ยมหรือสารประกอบอยู่ในมาตรฐานที่กำหนดโดย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การจัดให้มีเครื่องดูดควันเพื่อดูดฝุ่นละอองโครเมี่ยมหรือควันของกรดโครมิค

- หมั่นรักษาความสะอาดของสถานปฏิบัติงาน เพื่อมิให้มีการสะสมฝุ่นละอองของโครเมี่ยม ซึ่งอาจฟุ้งกระจายมาสัมผัสกับผิวหนังของผู้ปฏิบัติงานได้

- จัดหาที่ล้างมือ ห้องเปลี่ยนเสื้อผ้า ห้องอาบน้ำ เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานได้ชำระร่างกายเมื่อเสร็จจากการปฏิบัติงาน เพื่อมิให้มีการสะสมของโครเมี่ยมตามส่วนต่างๆของร่างกาย

- จัดหาอุปกรณ์ในการป้องกันอันตรายส่วนบุคคลแก่ผู้ที่ปฏิบัติงาน เช่น หน้ากากสำหรับปิดจมูก เสื้อคลุมสำหรับใส่ปฏิบัติงาน ถุงมือยาง รองเท้ายาง เป็นต้น

- ควรมีการตรวจสุขภาพเป็นระยะๆ

- ตรวจสอบหาปริมาณของโครเมี่ยมหรือสารประกอบเป็นระยะๆ เมื่อพบเกินมาตรฐานต้องรีบดำเนินการแก้ไขและปรับปรุงให้อยู่ในเกณฑ์ที่ปลอดภัย

มาตรฐานของโครเมี่ยมในสิ่งแวดล้อมในการทำงาน

โครเมี่ยมหรือสารประกอบของโครเมี่ยมที่อยู่ในบรรยากาศการทำงานจะต้องไม่เกินมาตรฐานที่กำหนดให้ดังต่อไปนี้ จึงจะปลอดภัยต่อผู้ที่ปฏิบัติงาน (วันละ 7-8 ชั่วโมง)

- งานที่ทำเกี่ยวข้องกับควันของกรดโครมิค จะยอมให้มีโครเมี่ยมหรือสารประกอบได้ไม่เกิน 0.1 มิลลิกรัมต่ออากาศ 1 ลูกบาศก์เมตร

- งานที่ต้องทำเกี่ยวกับฝุ่นละอองของโครเมี่ยม จะยอมให้มีโครเมี่ยมหรือสารประกอบได้ไม่เกิน 0.5 มิลลิกรัมต่ออากาศ 1 ลูกบาศก์เมตร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย