



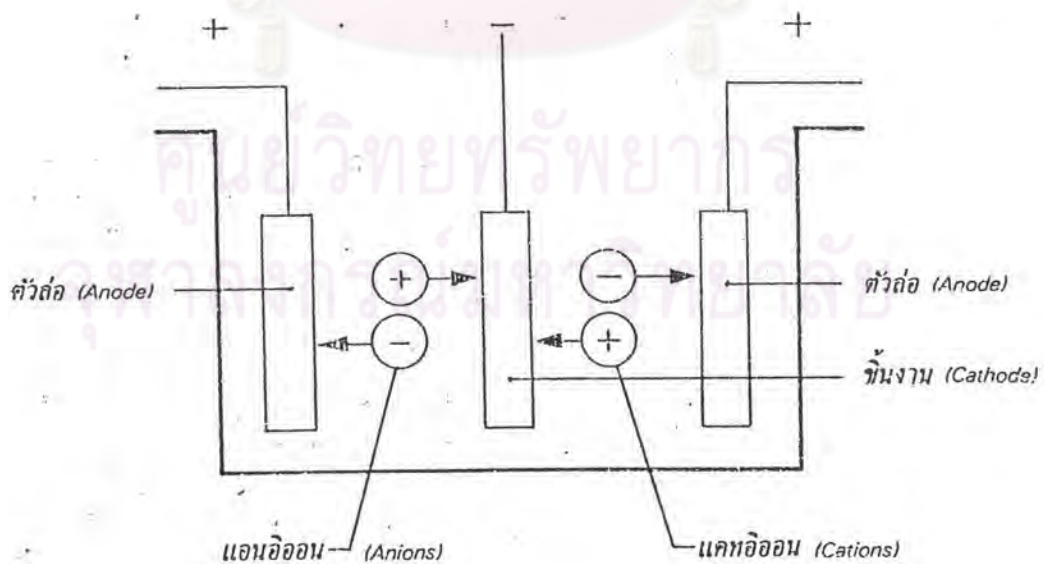
บทที่ 2

การชุบนิกเกิลด้วยไฟฟ้า

2.0 บทนำ

จากเนื้อหาในบทที่ 1 ทำให้ทราบถึงกรรมวิธีในการพอกผิวโลหะแบบต่างๆ รวมทั้งข้อดี-ข้อเสียของแต่ละวิธี และความเป็นมาของการจัดทำเครื่องชุบโลหะแบบแถมด้วยไฟฟ้า ส่วนเนื้อหาในบทที่ 2 นี้จะกล่าวถึงหลักการทั่วไปของการชุบโลหะ ซึ่งก็ได้แก่ คุณสมบัติของน้ำยาชุบ, เครื่องมือ และอุปกรณ์, การเตรียมผิวชิ้นงานก่อนชุบ ฯลฯ โดยจะมุ่งเน้นไปที่การชุบนิกเกิลซึ่งเป็นน้ำยาชุบที่เลือกใช้ในงานวิจัยชิ้นนี้ และในตอนท้ายของบทที่ 2 นี้จะเป็นการกล่าวถึงการประยุกต์หลักการพื้นฐานของการชุบโลหะในถังชุบ (Electro Plating) ไปสู่การชุบแบบแถมด้วยไฟฟ้า (Selective Plating)

2.1 หลักการเบื้องต้นของการชุบโลหะด้วยไฟฟ้า



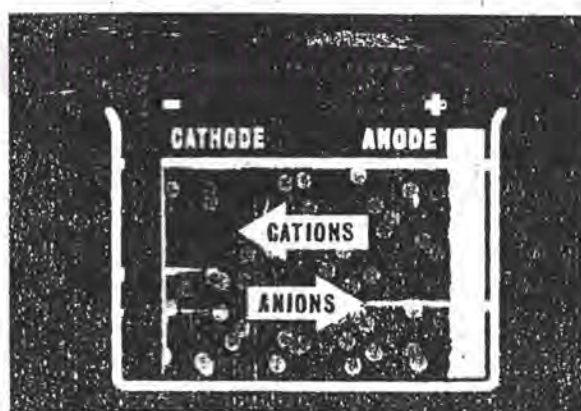
รูปที่ 2.0 แสดงหลักการชุบโลหะ

2.1.1 น้ำยาขุบโลหะ (Electrolytes)

จากการวิจัยของนักวิทยาศาสตร์ ได้พบว่าตัวนำไฟฟ้าแบ่งได้เป็นสองพวก คือ พวกที่หนึ่ง เป็นตัวนำไฟฟ้า โดยตัวเองไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมี เป็นแต่เพียงสะพานเพื่อให้ไฟฟ้าผ่านได้เท่านั้น เช่น โลหะต่าง ๆ และแกรไฟต์

พวกที่สอง เป็นตัวนำไฟฟ้า โดยตัวเองแยกสลายออกเป็นอนุภาคเล็ก ๆ ในขณะที่กระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวของมัน เช่น น้ำเจือกรด และสารละลายของเกลือต่าง ๆ เป็นต้น ตัวนำไฟฟ้าพวกหลังนี้ในทางวิทยาศาสตร์ ใช้ชื่อว่า อิเล็กโทรไลต์ (Electrolytes) ไมเคิลฟาราเดย์ นักวิทยาศาสตร์ คนสำคัญคนหนึ่งของโลกได้ตั้งชื่อนี้ ตั้งแต่ปี ค.ศ.1832-1833 ตัวนำไฟฟ้าพวกที่สองนี้เองที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการชุบเคลือบผิวโลหะด้วยไฟฟ้าโดยตรง

เมื่อผ่านกระแสไฟฟ้าเข้าไปในสารละลายของอิเล็กโทรไลต์ ที่ใช้แผ่นปลาคินัมเป็นขั้วอิเล็กโทรด อนุภาคเล็ก ๆ พวกหนึ่งของอิเล็กโทรไลต์จะวิ่งไปยังแอโนด (Anode) หรือขั้วบวก อนุภาคเล็ก ๆ อีกพวกหนึ่งของอิเล็กโทรไลต์จะวิ่งไปยังแคโทด (Cathode) หรือขั้วลบ อนุภาคเล็ก ๆ ของอิเล็กโทรไลต์ที่วิ่งไปยังขั้วบวก หรือขั้วลบดังกล่าวแล้วนั้น เรียกว่า อีออน (Ions) แต่ละอีออนจะมีประจุไฟฟ้าประจำตัวทุกตัว อีออนที่วิ่งไปยังขั้วบวกเรียกว่า แอนไอออน (Anions) จะมีประจุไฟฟ้าลบ (-) ประจำตัว อีออนที่วิ่งไปยังขั้วลบเรียกว่า แคทไอออน (Cations) จะมีประจุไฟฟ้าบวก (+) ประจำตัว ขณะที่เกิดการแยกสลายดังกล่าวในสารละลายนั้นจะมองไม่เห็นปฏิกิริยาใด ๆ เกิดขึ้นในสารละลายนั้นเลย แต่จะไปเห็นปฏิกิริยาเกิดขึ้นที่ขั้วลบ หรือขั้วบวก ตัวอย่างเช่น ในสารละลายของอิเล็กโทรไลต์บางชนิดที่ใช้แผ่นปลาคินัม เป็นขั้วบวก และขั้วลบ เมื่อต่อแผ่นขั้วทั้งสองเข้ากับแบตเตอรี่ให้ครบวงจรจะปรากฏว่ามีฟองแก๊สออกซิเจนเกิดขึ้นที่ขั้วบวก และมีฟองแก๊สไฮโดรเจนเกิดขึ้นที่ขั้วลบ เป็นต้น

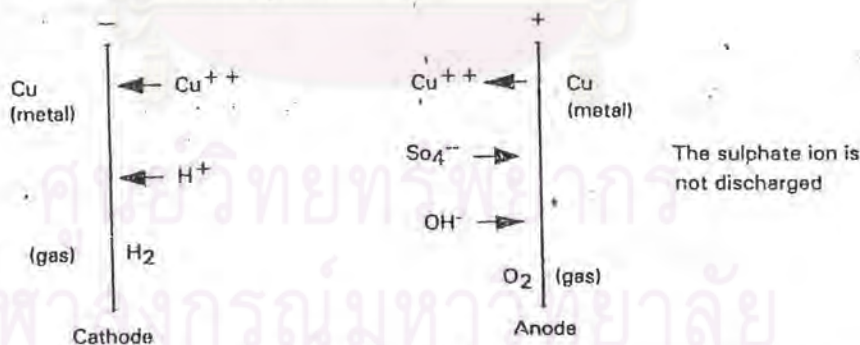


รูปที่ 2.1 แสดงการเกิดปฏิกิริยาทางเคมี

ตัวอย่างการแยกสลายของน้ำยาสารละลายของทองแดงซัลเฟต

เมื่อเอาสารละลายของทองแดงซัลเฟต มาทำการแยกสลายด้วยไฟฟ้าใช้แผ่นปลาคินัมเป็นขั้วลบ โดยต่อเข้ากับขั้วลบของแบตเตอรี่ใช้แผ่นทองแดงบริสุทธิ์เป็นขั้วบวก โดยต่อเข้ากับขั้วบวกของแบตเตอรี่จะเกิดปฏิกิริยาดังนี้ :- $\text{CuSO}_4 \rightarrow \text{Cu}^{++} + \text{SO}_4^{--}$

คอปเปอร์ซัลเฟต ที่มีอยู่ในน้ำยาจะแยกสลายออกเป็นอนุภาคเล็ก ๆ 2 ส่วนคือ อนุภาคทองแดง (Cu^{++}) มีประจุไฟฟ้าบวก (+) ประจําตัวและซัลเฟต (SO_4^{--}) มีประจุไฟฟ้าลบ (-) ประจําตัว เมื่อต่อกระแสไฟฟ้าให้ครบวงจร อนุภาคเล็ก ๆ ทองแดงจะวิ่งไปหาปลาคินัม (ขั้วลบ) เกาะติดเป็นผงสีแดงอยู่บนแผ่นปลาคินัม ส่วนอนุภาคเล็ก ๆ ซัลเฟตจะวิ่งไปหาแผ่นทองแดง (ขั้วบวก) ทำปฏิกิริยากับทองแดง เป็นเหตุให้ทองแดงละลายเป็นคอปเปอร์ซัลเฟตแทนที่คอปเปอร์ซัลเฟตตัวก่อนที่หมดไปทองแดงซัลเฟตตัวหลังนี้จะแยกสลายออกเป็น 2 ส่วนอีก คืออนุภาคทองแดง (Cu^{++}) และอนุภาคซัลเฟต (SO_4^{--}) อนุภาคทองแดงจะวิ่งไปขั้วลบเกาะติดอยู่ที่ขั้วลบ อนุภาคซัลเฟตวิ่งไปที่ขั้วบวกทำปฏิกิริยากับขั้วบวก กลายเป็นคอปเปอร์ซัลเฟตขึ้นมาแทนที่อีกปฏิกิริยาจะเกิดหมุนเวียนเช่นนี้ตลอดไปทราบที่ยังคงต่อให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่าน จากการค้นพบกฎเกณฑ์อันนี้ จึงนำเอาใช้เป็นประโยชน์ในทางชุบเคลือบผิวโลหะ (Electro Plating) และการแยกโลหะให้บริสุทธิ์ (Refinery) เช่น ถ้ามีทองแดงไม่บริสุทธิ์อยู่ ก็เอาทองแดงนี้ไปทำเป็นแผ่นขั้วบวกแล้วจุ่มในสารละลายทองแดงซัลเฟต (CuSO_4) เมื่อไฟฟ้าไหลผ่านครบวงจรทองแดงบริสุทธิ์จะไปเกาะติดบนแผ่นขั้วลบซึ่งเราก็จะได้ทองแดงบริสุทธิ์ตามต้องการ



รูปที่ 2.2 แสดงการเกิดปฏิกิริยาทางเคมีของสารละลายทองแดงซัลเฟต

กฎของฟาราเดย์

เมื่อกระแสไฟฟ้าไหลผ่านสารละลายอิเล็กโทรไลต์โดยทางแคโทดและแอโนดโลหะจะละลายจากแอโนด หรือมีออกซิเจนเกิดขึ้นที่แอโนด และจะได้โลหะเกาะจับที่แคโทด หรือมีไฮโดรเจนเกิดขึ้นที่แคโทด ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นมาก หรือน้อยมีส่วนสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณของกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านสารละลาย และระยะเวลาของการปล่อยให้กระแสผ่าน ไม่เกิดฟาราเดย์ได้ ดังกฎความสัมพันธ์ระหว่างปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นที่ขั้วทั้งสอง, ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ใช้และระยะเวลา

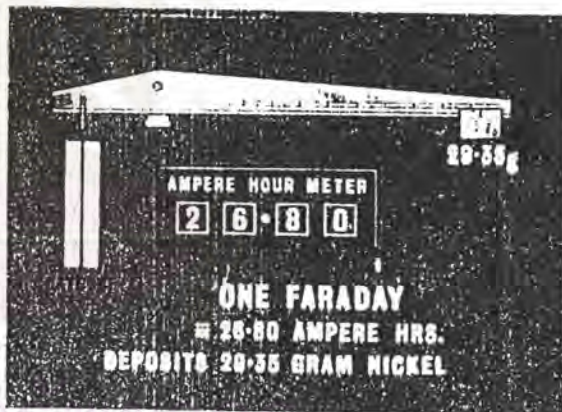
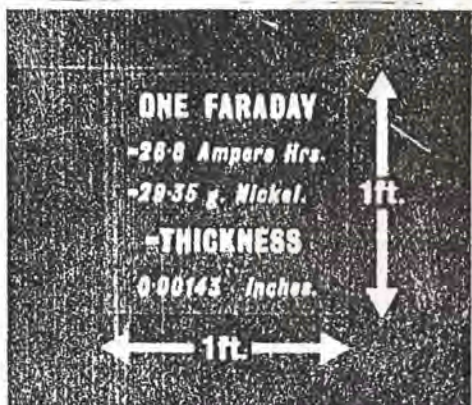
ที่ให้กระแสไหลผ่านไว้ดังนี้

กฎข้อที่ 1 น้ำหนักของอิออนที่ถูกปล่อยให้เป็นอิสระโดยกระแสไฟฟ้าย่อมเป็นสัดส่วนโดยตรงกับปริมาณของไฟฟ้าที่ใช้

กฎข้อที่ 2 น้ำหนักของอิออนชนิดต่าง ๆ ที่ถูกปล่อยให้เป็นอิสระโดยปริมาณไฟฟ้าเท่า ๆ กันย่อมเป็นสัดส่วนโดยตรงกับสมมูลย์เคมีของอิออนเหล่านั้น

จากกฎข้อที่ 1 สามารถนำมาใช้ในการชุบโลหะได้ คือถ้าต้องการให้โลหะมาเกาะจับมีความหนาจำนวนหนึ่งอาจจะทำได้ 2 วิธี คือใช้กระแสไฟฟ้าน้อย ๆ แล้วใช้เวลานาน ๆ หรืออาจจะใช้กระแสไฟฟ้ามาก ๆ แต่ใช้เวลาสั้น ๆ ก็จะได้โลหะไปเกาะจับที่แคโทดมีปริมาณเท่ากัน

จากกฎข้อที่ 2 ทราบได้ว่า โลหะแต่ละชนิดมีคุณสมบัติการแยกสลายไม่เหมือนกัน กล่าวคือ ในปริมาณกระแสไฟฟ้าที่เท่า ๆ กัน โลหะแต่ละชนิดจะแยกสลายออกมามีปริมาณไม่เท่ากัน โลหะบางชนิดจะแยกสลายออกมาน้อย โลหะบางชนิดจะแยกสลายออกมามาก ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติประจำตัว หรือสมมูลย์เคมีของโลหะนั้น ๆ



รูปที่ 2.3 แสดงถึงกฎข้อที่ 1 ของฟาราเดย์

ประสิทธิภาพของขั้วลบ และขั้วบวก

ตามกฎของฟาราเดย์ ข้อที่หนึ่ง ในน้ำยาชุบโลหะนิกเกิล ถ้ากระแสไฟฟ้าจำนวน 1 ฟาราเดย์ (96,500 คูลอมป์) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 26.8 แอมแปร์ ไหลผ่านสารละลายนิกเกิลเป็นเวลา 1 ชั่วโมงตามทฤษฎีควรจะได้โลหะนิกเกิลเกาะที่แคโทดมีน้ำหนัก 29.35 กรัม (แสดงไว้ในรูปที่ 2.3)

แต่จากการทดลองจริง ๆ ผลปรากฏว่าได้โลหะนิกเกิลเกาะที่แคโทดเพียง 27.9 กรัม เท่านั้นจากการทดสอบจึงพบว่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านไปในน้ำยาชุบนิกเกิลไม่ได้ใช้สิ้นเปลืองไปในการแยกสลายให้นิกเกิลไปเกาะที่แคโทดแต่อย่างเดียว หากแต่ยังต้องสิ้นเปลืองไปกับการแยกสลายสิ่งอื่น ๆ ที่มีอยู่ในน้ำยาอีก เช่น แก๊สไฮโดรเจน เป็นต้น ถ้านำเอาน้ำหนักของนิกเกิลที่ไป

เกาะที่ขั้วลบอย่างแท้จริงมาเปรียบเทียบกับน้ำหนักของนิกเกิลที่ควรจะไปเกาะที่ขั้วลบตามทฤษฎีก็ จะสามารถทราบ "ประสิทธิภาพของขั้วลบ" ได้

ตัวอย่าง

น้ำหนักของนิกเกิล

ที่ไปเกาะที่ขั้วลบอย่างแท้จริง 27.9 กรัม

น้ำหนักของนิกเกิล

ที่ควรจะไปเกาะที่ขั้วลบ 29.35 กรัม

ประสิทธิภาพของขั้วลบ $(27.9/29.35) \times 100 = 95\%$

นั่นคือปริมาณของกระแสไฟฟ้า 26.8 แอมแปร์ ที่ไหลผ่านน้ำยาชุบโลหะนิกเกิลเป็น เวลา 1 ชั่วโมง จะมีกระแสเพียง 95% เท่านั้นที่เปลี่ยนเปลือ่งไปในการแยกสลายให้โลหะไปเกาะที่ ขั้วลบ ส่วนอีก 5% จะเป็นปริมาณกระแสที่สูญเสียไปกับการแยกสลายของก๊าซไฮโดรเจน จึงเรียก ว่านิกเกิลมีประสิทธิภาพของขั้วลบ 95%

ประสิทธิภาพของขั้วลบของน้ำยาชนิดต่าง ๆ จะแตกต่างกันออกไป เช่น น้ำยาชุบ โครเมียมจะมีประสิทธิภาพต่ำมาก คือประมาณ 10-25% เท่านั้นเอง น้ำยาชุบเงินมีประสิทธิภาพ ขั้วลบสูงมากคือเกือบ 100% เต็ม และในน้ำยาชุบดีบุก (Tin Plating) ประสิทธิภาพของขั้วลบจะ ประมาณ 50 ถึง 75 % คั้งนี้เป็นต้น

ที่แอนโอดกระแสไฟฟ้าที่ไปช่วยให้แอนโอด ละลายก็ไม่ได้ใช้ให้หมดไป ในการละลาย แอนโอดแต่อย่างเดียว กระแสไฟฟ้าต้องสูญเสียไปกับสิ่งอื่น ๆ อีก เช่น ต้องเอาชนะความต้านทานที่ เกิดขึ้นโดยปฏิกิริยาเคมี มีลักษณะเป็นเยื่อบาง ๆ รอบ ๆ แท่งแอนโอด, ต้องสูญเสียไปกับการละลาย สิ่งเจือปนอื่น ๆ ที่มีผสมอยู่ในแอนโอด ฯลฯ เป็นต้น จากการสูญเสียดังกล่าว จึงต้องคำนวณหา ประสิทธิภาพของแอนโอดด้วย แต่วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพของแอนโอดเขามักจะคำนวณ โดย การเปรียบเทียบกับประสิทธิภาพของแคโทด หรือคำนวณ โดยวิธีเดียวกันกับการประสิทธิภาพของ ขั้วลบ

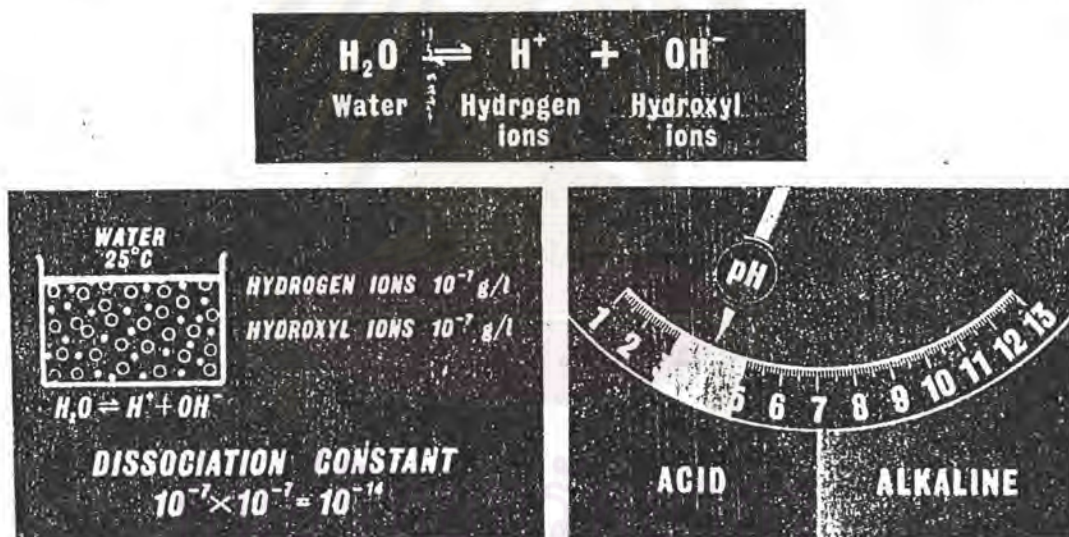
ในการประกอบการชุบโลหะโดยทั่ว ๆ ไปถ้าประสิทธิภาพของแคโทด และแอนโอดต่าง ก็มีประสิทธิภาพดีเลิศคือ 100% เท่ากัน นั่นคือมีโลหะไปเกาะที่แคโทดเท่าใดที่แอนโอด ก็จะต้องมี โลหะละลายลงไปใต้น้ำยามีจำนวนเท่ากัน ถ้าน้ำยาชุบใด ๆ เป็นเช่นนี้ก็จะมีลักษณะดีเลิศไม่มี ปัญหายุ่งยากใด ๆ จะต้องแก้ไขเลยแต่น้ำยาชุบ โลหะทุกชนิดไม่มีลักษณะเช่นนั้นน้ำยาทุกชนิดจะมี การเปลี่ยนแปลงรวดเร็วมากประสิทธิภาพของขั้วบวก และขั้วลบ หรือกล่าวโดยง่ายการละลายของ ขั้วบวกและการเกาะจับของโลหะที่ขั้วลบจะแตกต่างกันอยู่ตลอดเวลา ด้วยเหตุนี้เอง น้ำยาชุบโลหะ แต่ละชนิด จึงจำเป็นต้องประกอบด้วยตัวยาหลาย ๆ อย่างเพื่อให้ตัวยาเหล่านั้นทำหน้าที่ต่าง ๆ กัน

เช่น ตัวที่ 1 มีหน้าที่ปล่อยโลหะออกมา ตัวที่ 2 มีหน้าที่ช่วยให้แอนไอออนละลายสม่ำเสมอช่วยเป็นสื่อไฟฟ้า ตัวที่ 3 มีหน้าที่ช่วยควบคุมไม่ให้น้ำยาเป็นกรดมากเกินไปหรือเป็นด่างมากเกินไป ฯลฯ ดังนี้ เป็นต้น ทั้งนี้โดยมีจุดมุ่งหมายให้จับบวก และจับลบมีประสิทธิภาพใกล้เคียงกันที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้นั่นเอง

น้ำยาแต่ละชนิด ประกอบด้วยตัวยาแตกต่างกันออกไปด้วยชนิดใดมีหน้าที่อย่างไรเป็นเรื่องที่ผู้ประกอบการชุบโลหะควรศึกษาเอาไว้

ค่าของ พีเอช (pH Values)

หนึ่งโมเลกุลของน้ำประกอบด้วยไฮโดรเจน 2 อะตอม และออกซิเจน 1 อะตอม สูตรโมเลกุลของน้ำคือ H_2O น้ำบริสุทธิ์เมื่อมีการแตกแยกจะได้ไฮโดรเจนไอออนและไฮดรอกซิลไอออนเล็กน้อยดังสมการ $H_2O \leftrightarrow H^+ + OH^-$



รูปที่ 2.4 แสดงตัวอย่างของค่า pH

ในน้ำบริสุทธิ์ ค่าของไฮโดรเจนไอออน และค่าของไฮดรอกซิลไอออน จะมีค่าเท่ากันในสภาพเช่นนี้ น้ำนั้นจะมีสภาพเป็นกลางคือไม่เป็นกรดหรือด่าง แต่ถ้าในน้ำใดมีไฮโดรเจนไอออนมากกว่าไฮดรอกซิลไอออน น้ำนั้นจะมีสภาพเป็นกรดและในทางตรงกันข้ามถ้าในน้ำใดมีไฮดรอกซิลไอออนมากกว่าไฮโดรเจนไอออน น้ำนั้นก็จะมีสภาพเป็นด่าง ในการวัดค่า พี.เอช. ของน้ำยาชุบถือค่าพี.เอช. 7 เป็นค่าที่น้ำยามีสภาพเป็นกลาง ค่าพี.เอช. ตั้งแต่ 7 ลงมาถึง 1 เป็นค่าที่น้ำยามีสภาพเป็นกรดตั้งแต่ 7 ถึง 13 เป็นค่าที่น้ำยามีสภาพเป็นด่าง

ค่าของพี.เอช. มีอิทธิพลต่อน้ำยาชุบโลหะมาก กล่าวคือ ถ้าค่าของพี.เอช.น้อยแสดงว่า น้ำยานั้นมีสภาพเป็นกรดมากเกินไป จะมีผลทำให้ประสิทธิภาพของแอโนดลดต่ำลง ถ้าค่าของ พี.เอช. มากแสดงว่าน้ำยานั้นมีสภาพเป็นด่างมากเกินไปจะมีผลทำให้ประสิทธิภาพของแอโนดลดต่ำลงเช่นเดียวกันด้วยเหตุนี้ การควบคุมค่าของพี.เอช. จึงสำคัญมาก น้ำยาทุกชนิดจะมีค่าพี.เอช.ที่เหมาะสมอยู่โดยเฉพาะที่ค่าหนึ่ง ฉะนั้นจึงควรพยายามควบคุมให้ค่า พี.เอช. อยู่ในขอบเขตตามที่ กำหนดให้ได้ น้ำยาชุบชนิดใดควรมีค่าพี.เอช.เท่าใด จะทราบได้จากคู่มือการใช้งานน้ำยานั้น ๆ

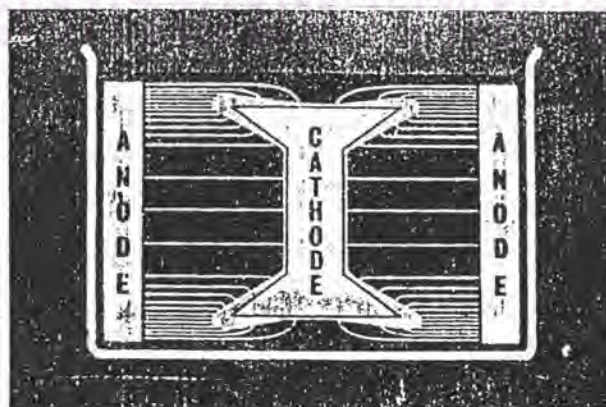
ความหนาแน่นของกระแส (Current Density)

ความหนาแน่นของกระแสของขั้วลบ คือกระแสที่ช่วยให้เกิดการเคลือบที่ขั้วลบต่อหนึ่ง หน่วยเนื้อที่ปกติมักจะใช้แอมแปร์ต่อตารางฟุตหรือแอมแปร์ต่อตารางเดซิเมตรการคำนวณหาพื้นที่ของแคโทด เพื่อทราบว่า จะจ่ายความหนาแน่นของกระแสแตกต่างกันออกไป และงานแต่ละชิ้นก็มีเนื้อที่ต่าง ๆ กัน ด้วยเหตุนี้กระแส และเนื้อที่จึงควรต้องพิจารณาเป็นอันดับแรกเสมอ ก่อนที่จะจุ่มชิ้นงานลงในถังเพื่อทำการชุบ ความหนาแน่นของกระแสให้ดูจากคู่มือการใช้งานน้ำยาแต่ละชนิด โดยสอบถามจากผู้จำหน่าย ในการชุบโลหะถ้ากวนน้ำยาโดยใช้เครื่องมือกวน หรือใช้ลมเป่า และเพิ่มอุณหภูมิของน้ำยาขึ้นตามคู่มือการใช้งานน้ำยา จะช่วยให้สามารถใช้ความหนาแน่นของกระแสได้มากขึ้น ซึ่งอาจจะทำให้ระยะเวลาของการชุบลดสั้นลงได้ โดยได้ความหนาแน่นของผิวที่เท่ากัน

ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะของชิ้นงาน และกำลังการเคลือบผิว

รูปร่างของชิ้นงานที่จะต้องทำการชุบเคลือบผิวนั้น มักมีรูปร่างต่าง ๆ กันออกไป เช่น กลม, แบน, โค้งงอ, กลวง ฯลฯ รูปร่างต่าง ๆ เหล่านี้จะชุบให้มีการเกาะจับหนาเท่ากัน โดยตลอดทั่วชิ้นงานย่อมยากมาก

จากการศึกษาถึงธรรมชาติการเดินทางของกระแสในการชุบโลหะพบว่ากระแสเดินทางไปยังจุดที่ใกล้เสียงที่สุดอย่างหนาแน่น จุดที่ห่างออกไปจะมีกระแสเบาบางลงไปด้วยเหตุนี้ ที่การเดินทางของกระแสก็คือ การเดินทางของแคโทดอันไปยังขั้วลบนั่นเอง ดังนั้นส่วนใดที่มีกระแสเดินไปหาอย่างหนาแน่น ย่อมมีการเกาะจับหนามากส่วนที่มีกระแสเดินไปหาเบาบางก็จะมีเกาะจับบาง ดังในภาพ

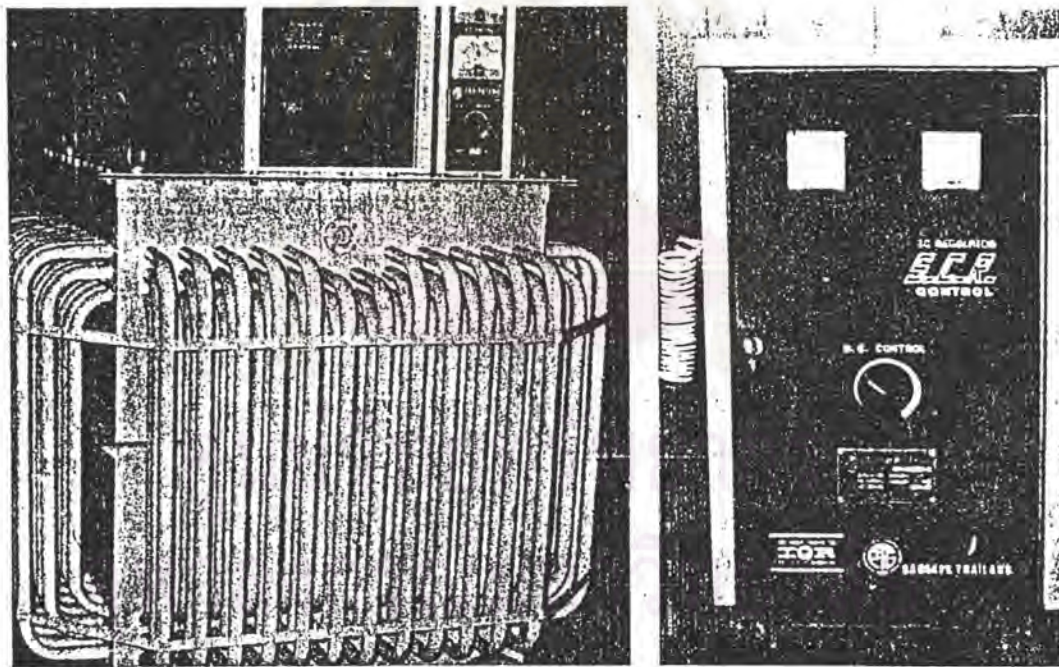


รูปที่ 2.5 แสดงลักษณะการเคลือบผิวในงานชุบ

2.1.2 อุปกรณ์ และเครื่องมือที่ใช้ในการชุบโลหะ

เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า (Rectifier)

เป็นอุปกรณ์ที่สำคัญมาก เนื่องจากว่าการชุบโลหะด้วยไฟฟ้าต้องใช้กระแสไฟฟ้าชนิดกระแสตรง (D.C) ฉะนั้น Rectifier จึงต้องใช้เพื่อแปลงกระแสไฟฟ้ากระแสสลับ (A.C) มาเป็นกระแสไฟตรง ขนาดของ Rectifier ที่กำหนดในการชุบโลหะด้วยไฟฟ้านั้น ใช้ขนาดแรงเคลื่อนไม่เกิน 12 โวลต์ สำหรับกระแสไฟฟ้าจำนวนเล็กน้อยแต่ไหนก็ต้องขึ้นอยู่กับขนาด และจำนวนเนื้อที่ของชิ้นงานที่จะชุบแต่ละครั้ง ส่วนรายละเอียดของความหนาแน่นของกระแสไฟฟ้านั้น จะต้องได้ระบุไว้ในเรื่องการชุบแต่ละประเภท ซึ่งน้ำยาชุบแต่ละชนิดจะใช้กระแสไฟฟ้าไม่เท่ากัน เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าขนาด 12 โวลต์ สามารถใช้กับถังชุบหลาย ๆ ถังก็ได้ ถ้าหากมีแอมแปร์สูงพอ แต่ถ้าหากว่า Rectifier 1 ตัวใช้กับถังชุบ 1 ถัง ก็จะสะดวกในการควบคุมกระแสไฟฟ้าของแต่ละถัง แต่ถ้าหากว่าจำเป็นต้องใช้กันหลาย ๆ ถัง ก็จะต้องติดตั้งแผงควบคุมกระแสไฟฟ้าไว้แต่ละถัง



รูปที่ 2.6 แสดงถึงเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า (Rectifier)

ทางเดินของกระแสไฟฟ้า (BUSBARS)

ทางเดินของกระแสไฟฟ้าในที่นี้ หมายถึงทางเดินของไฟฟ้าจาก Rectifier ไปยังถังชุบต่าง ๆ โดยทั่วไปแล้วใช้ทองแดงเส้นแบน และอลูมิเนียมเป็น BUSBARS

ตารางที่ 2.0 แสดงขนาดของ BUSBARS และความจุกระแส

| ทองแดง | | อลูมิเนียม | | ความจุของกระแสเป็น |
|-------------|---------|--------------|---------|--------------------|
| นิ้ว | ม.ม. | นิ้ว | ม.ม. | แอมแปร์ |
| 1 x 1/4 | 25 x 6 | 1 1/4 x 1/4 | 35 x 6 | 350 |
| 1 1/2 x 1/4 | 38 x 6 | 1 1/2 x 5/16 | 38 x 8 | 500 |
| 2 x 1/4 | 51 x 6 | 2 x 5/16 | 51 x 8 | 750 |
| 3 x 1/4 | 76 x 6 | 3 x 5/16 | 76 x 8 | 1,000 |
| 4 x 1/4 | 102 x 6 | 4 x 5/16 | 102 x 8 | 1,250 - 1,500 |

ถังบรรจุน้ำยาชุบ

โดยทั่ว ๆ ไปใช้ถังทำด้วยเหล็ก แล้วบุภายในถังด้วยวัสดุที่ทนต่อสภาพน้ำยาชุบที่เป็นกรด, ด่าง

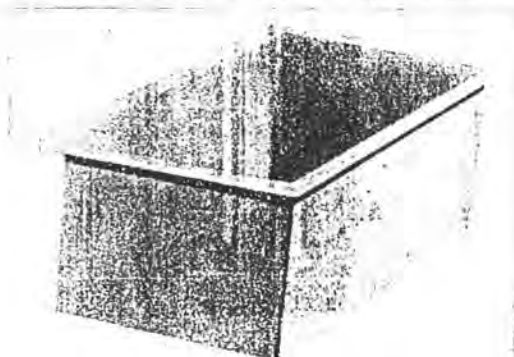
ถังเหล็กธรรมดาที่ไม่ได้บุภายใน จะต้องเชื่อมทั้งข้างในและข้างนอกถังเหล็กนี้ใช้บรรจุน้ำยาที่มีฤทธิ์เป็นด่างเช่น น้ำยาทำความสะอาด น้ำโซดาไนต์เจือจาง, น้ำยาทองแดงโซดาไนต์

ถังโพลีทีน เหมาะในการใช้กับการกัดสนิม และน้ำยาชุบที่เป็นกรด

ถังไฟเบอร์กลาส ปัจจุบันมีการใช้กันอย่างกว้างขวางเหมาะสมสำหรับน้ำล้าง, กรดเจือจาง แต่ไม่ขอแนะนำให้ใช้กับสารเคมีที่มีฤทธิ์ด่าง

สแตนเลส (นิกเกิล 18 เปอร์เซ็นต์ และโครเมียม 8 เปอร์เซ็นต์)สามารถใช้บรรจุกรดดินประสิว (HNO_3) และกรดที่มีออกซิเจนผสมอยู่เช่น กรดโครมิก (CrO_3)และกรดกำมะถัน(H_2SO_4) ถังสแตนเลสไม่เหมาะที่จะใช้กับกรดเกลือ

ถังเหล็ก บุนภายในด้วย พี.วี.ซี. (polyvinyl chloride)สามารถบรรจุน้ำยาชุบได้ทุกชนิดที่ทำงานในอุณหภูมิที่ไม่เกิน 70 องศาเซนเซียส ถังเหล็กบุภายในด้วยตะกั่ว เหมาะกับน้ำยาชุบโครเมียม



รูปที่ 2.7 แสดงถังบรรจุน้ำยาชุบ

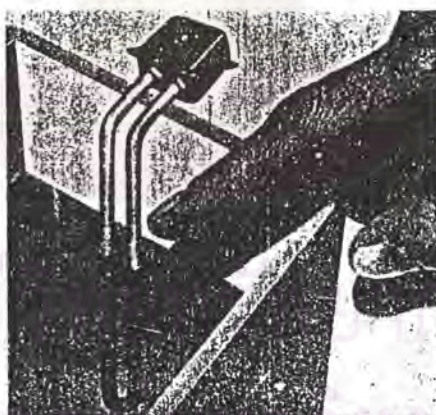
เครื่องทำความร้อนด้วยไฟฟ้า (Heater)

เครื่องทำความร้อนด้วยไฟฟ้านี้หุ้มภายนอกด้วยโลหะ เช่น หุ้มด้วยสแตนเลส หุ้มด้วยดีบุกเคลือบ และหุ้มด้วยซิลิกา ปกติเวลาใช้จะแขวนไว้ในผนังในแนวตั้งการติดตั้งเครื่องทำความร้อนในถังชุบที่บุด้วยยาง หรือพลาสติก ต้องมีช่องว่างระหว่างข้างถังพอเพื่อเป็นการป้องกันไม่ให้ผนังถังได้รับความร้อนมากเกินไป

การที่จะทำให้เครื่องทำความร้อนด้วยไฟฟ้ามีประสิทธิภาพในการใช้งานดี ต้องหมั่นทำความสะอาดผิวให้สะอาดอยู่เสมอ

เครื่องทำความร้อนที่หุ้มด้วยโลหะ

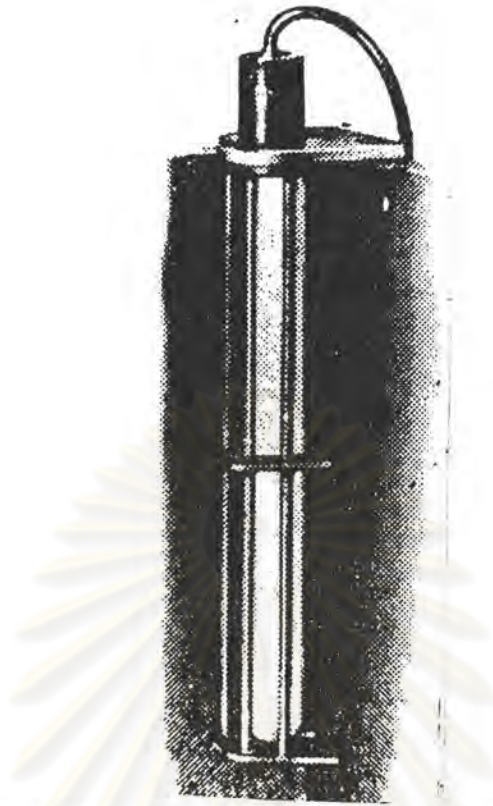
เครื่องทำความร้อนที่หุ้มด้วยเหล็กกล้า ใช้กับน้ำยาไซยาไนด์ และค้างทุกชนิดเครื่องทำความร้อนที่หุ้มด้วยสแตนเลส ใช้กับด่างน้ำร้อนล้าง, กรดฟอสฟอริก และกรดโครมิก เครื่องทำความร้อนที่หุ้มด้วยดีบุกเคลือบ ใช้กับน้ำยาชุบนิเกิล และโครเมียม



รูปที่ 2.8 แสดงเครื่องทำความร้อนที่หุ้มด้วยโลหะ

เครื่องทำความร้อนที่หุ้มด้วยซิลิกา

เครื่องทำความร้อนชนิดนี้เหมาะที่จะใช้กับน้ำยาชุบชนิดกรดทุกชนิด ยกเว้นกรดไฮโดรฟลูออริก และกรดฟอสฟอริกเข้มข้น และไม่เหมาะที่จะใช้กับน้ำยาที่มีฤทธิ์เป็นด่าง



รูปที่ 2.9 แสดงเครื่องทำความร้อนที่หุ้มด้วยฉนวน

ปั๊มลม

ใช้กวนน้ำยาชุบด้วยลม ปกติให้เครื่องอัดลมที่มีความดันต่ำ โดยนำท่อทางเดินของลมวางอยู่กันถึงปกติวางอยู่ตรงกับราวที่แขวนชิ้นงาน ลมที่ใช้น้ำไปเป่ากวนน้ำยาจำเป็นจะต้องเป็นลมที่ปราศจากน้ำมัน หรือเศษผงปฏิกูลถ้าสิ่งสกปรกเหล่านี้ตกลงไปปนอยู่ในน้ำยาชุบแล้วจะเป็นเหตุทำให้การชุบ ไม่ได้ผลเป็นที่น่าพอใจฉะนั้นจึงควรใช้เครื่องปั๊มลมที่ใช้น้ำหล่อลื่นเพราะเครื่องปั๊มลมชนิดนี้เครื่องล่างของท่อที่รับแรงอัดบรรจุด้วยน้ำ สิ่งสำคัญจะต้องทำการตรวจสอบระดับน้ำทุกวันเพื่อรักษาระดับให้ถูกต้องเมื่อใช้เครื่องไปประมาณ 1 เดือน ควรเปลี่ยนน้ำใหม่



รูปที่ 2.10 แสดงปั๊มลม

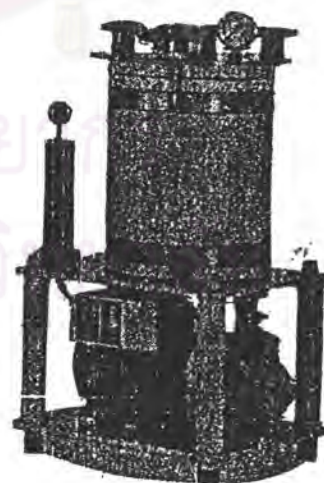
เครื่องกรองน้ำยา (Filter)

ใช้กรองน้ำยาสูบ น้ำยาที่เป่าด้วยลม หรือทำงานที่มีความหนาแน่นของกระแสไฟฟ้าสูง สิ่งสกปรกที่อยู่ในถังน้ำจะลอยตัววนเวียนกระจัดกระจายอยู่ทั่วไป แทนที่จะนอนอยู่ก้นถังเพราะ ฉะนั้นการกรองน้ำยาจึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง เพราะถ้าหากว่าปล่อยให้สิ่งสกปรกที่ลอยวนเวียนอยู่ในน้ำยามาเกาะที่ชิ้นงาน ทำให้ผิวงานหยาบ อันเนื่องมาจากสิ่งสกปรกที่อยู่ในน้ำยานั้นเอง ปกติ เครื่องกรองที่ใช้กรองน้ำยาสูบทุกชนิด เมื่อสั่งซื้อควรกำหนดด้วยว่าจะใช้กรองน้ำยาชนิดไหน และ ไม่ควรใช้เครื่องกรองเครื่องเดียวกันสำหรับกรองน้ำยาสูบทุกชนิด

สิ่งที่ช่วยในการกรองคือไส้กรอง

แผ่นกระดาษกรอง สามารถให้แทนผ้ากรองทำหน้าที่กรองพร้อมกับถ่านคาร์บอนโดย ทำงานในเวลาเดียวกัน

| | |
|--------------|---|
| โพลีพรอพิลีน | เหมาะสำหรับใช้กรองน้ำยาสูบทุกชนิด ยกเว้นน้ำยาโครเมียม |
| ผ้าฝ้าย | เหมาะสำหรับน้ำยาที่มีค่า พี.เอช. อยู่ระหว่าง 3 ถึง 7 |
| ผ้าไนลอน | เหมาะสำหรับน้ำยาที่เป็นด่าง หรือโซดาไนต์ |
| ผ้าเทรลีน | เหมาะสำหรับน้ำยาที่มีฤทธิ์เป็นกรดมากๆ เช่นน้ำยาสูบทองแดง ชนิดกรด น้ำยาสูบดีบุกและน้ำยาที่มีฟลูออโบเรท |



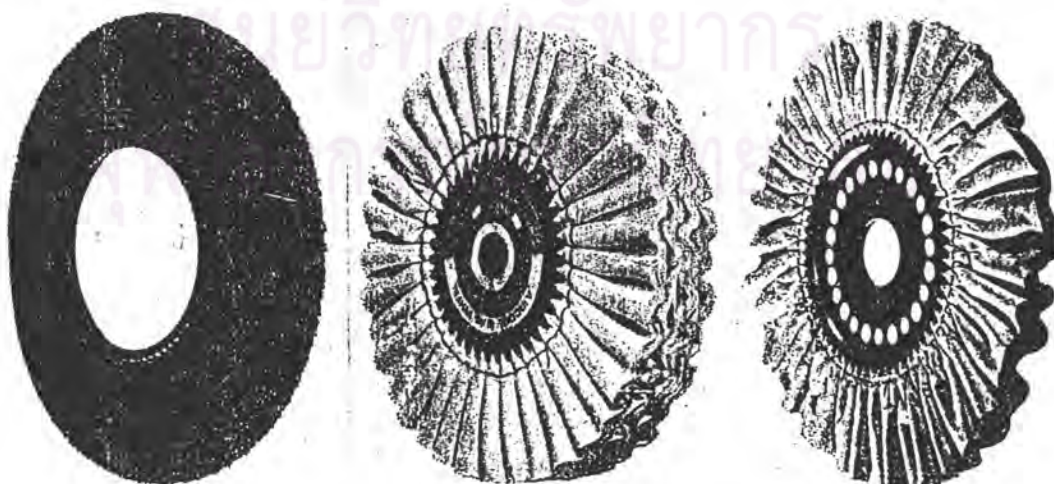
รูปที่ 2.11 แสดงเครื่องกรองน้ำยา



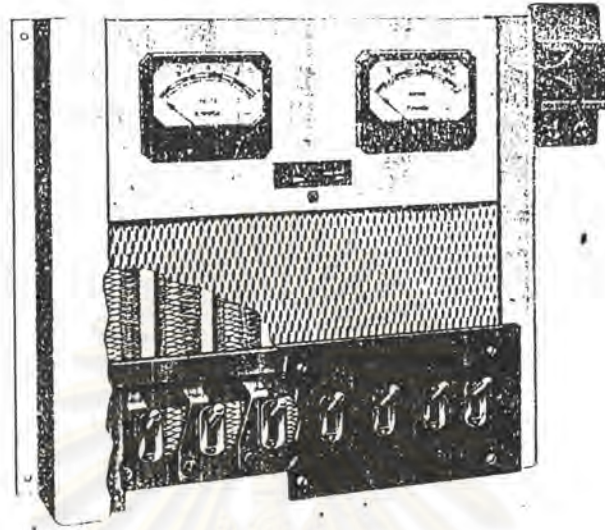
รูปที่ 2.12 แสดงเครื่องขุดแบบเขย่า (Vibrater)

เครื่องขุดแบบเขย่า (Vibrater)

ชิ้นงานเล็ก ๆ ไม่สามารถขุดด้วยมือได้ จำเป็นต้องใช้เครื่องขุดแบบเขย่าโดยใส่ชิ้นงานลงไปเครื่องขุด เครื่องจะทำงาน โดยเขย่าให้ชิ้นงานขุดสีกับหินขุด และขาคัดซึ่งใส่ไว้ในเครื่อง



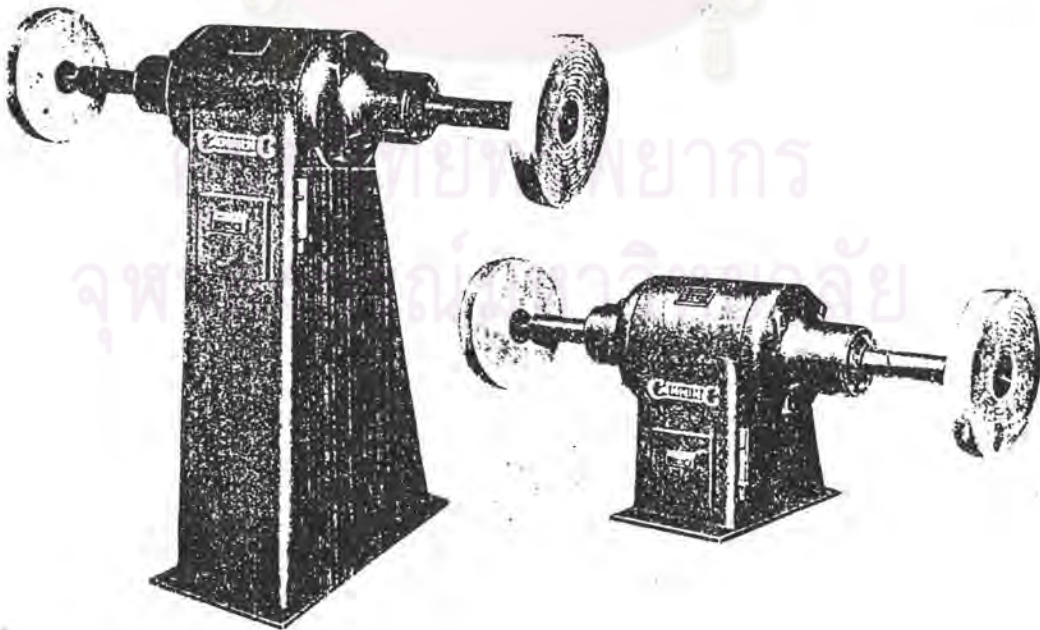
รูปที่ 2.13 แสดงล้อขุดชนิดต่าง ๆ



รูปที่ 2.14 แสดงแผงควบคุมกระแสไฟฟ้า

แผงควบคุมกระแสไฟฟ้า (Resistance Board)

แผงควบคุมกระแสไฟฟ้าจะต้องติดตั้งไว้ในตรงถึงซบแต่ละถึง เพื่อจะได้ป้อนกระแสไฟฟ้าเข้าถึงซบตามที่ต้องการได้ และสามารถลดกระแส หรือเพิ่มกระแสได้ตามความต้องการ



รูปที่ 2.15 แสดงเครื่องขัด (Polishing Machine)

เครื่องขัด Polishing Machine

เครื่องขัดแบบนี้ใช้มอเตอร์ขนาด 1 ถึง 5 แรงม้า มีล้อสำหรับขัดติดไว้ตรงแกน 2 ข้าง และมีล้อขัดซึ่งเลือกใช้ได้ตามต้องการที่ล้อขัดจะต้องเคลือบด้วยผงทราย Emery ซึ่งมีเบอร์ตั้งแต่หยาบจนถึงละเอียด

2.1.3 การเตรียมผิวงานก่อนชุบ



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 2.16 แสดงการขัดชิ้นงาน

การขัดชิ้นงานก่อนชุบ (polishing)

อุปกรณ์การขัด

อุปกรณ์การขัดประกอบด้วย มอเตอร์หรือเครื่องขัด ซึ่งมีกำลัง 2-3 แรงม้า และถ้าใช้ขัดงานหนา ๆ และงานขนาดใหญ่ อาจจำเป็นต้องใช้ถึงขนาด 5 แรงม้า เช่น กั้นชนรถยนต์ ใช้ความเร็วของมอเตอร์ 1450-2900 รอบต่อนาที

ล้อขัด (polishing wheel)

ล้อขัดที่ใช้ในการขัดโลหะมีหลายอย่างเช่น ล้อหนัง ล้อชนิดนี้ใช้หนังมาเย็บเป็นล้อ ล้อผ้าอย่างแข็ง, ล้อผ้าอย่างอ่อน, ล้อแปรงลวดทองเหลือง, ล้อแปรงลวดเหล็ก, ล้อทำจากปอ, ล้อ สักหลาด และล้อแปรงหางม้า



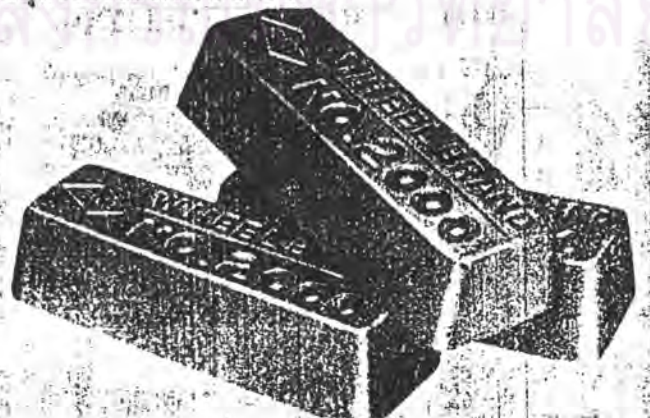
รูปที่ 2.17 แสดงถึงล้อขัด

ผงทราย (Emery)

ผงทรายที่ใช้ในการขัดโลหะที่มีขนาดเป็นนัมเบอร์ ตั้งแต่หยาบประมาณเบอร์ 60 จนถึงเบอร์ 380 แต่ที่ใช้กันมากมีเบอร์ 70-280

ยาขัด (polishing Compound)

ยาขัดโลหะนี้ทำจากไขสัตว์ และมีส่วนผสมที่เป็นตัวยึด, ไขนี้ทำหน้าที่เป็นตัวยึดผง ทรายให้รวมตัวเป็นก้อน และสามารถทำให้ผงทรายเกาะอยู่บนผิวของวงล้อ และยังทำหน้าที่เป็นตัวหล่อลื่นในขณะที่ทำการขัดอีกด้วย ยาขัดส่วนมากจะทำเป็นแท่งซึ่งง่าย และสะดวกต่อการใช้กับ ล้อขัด เพื่อให้ได้ทั้งประสิทธิภาพ และประหยัด ยาขัดจะอ่อนตัวลงเมื่อถูกความร้อนที่เกิดจากการ เสียดสีของวงล้อ แต่จะต้องไม่อ่อนตัวมากเกินไปในขณะที่ทำการขัดเพราะจะเป็นการสิ้นเปลืองใน การใช้ยาขัดมากเกินไป และควรหลีกเลี่ยงการใช้ยาขัดที่มีราคาถูก ๆ ที่มีส่วนผสมของทรายที่มี คุณภาพไม่ดีพอ ซึ่งทำให้การขัดผิวงานไม่เป็นเงาดีพอ ยาขัดผู้ผลิตจะทำเป็นสีต่าง ๆ กันมีสีขาว สีนํ้าตาล สีเขียว และระบุด้วยว่าใช้ขัดโลหะอะไร



รูปที่ 2.18 แสดงยาขัด

ล้อขัดที่เคลือบด้วยผงทราย (Emery wheel)

ล้อขัดชนิดนี้มีส่วนมากทำด้วยหนัง หรือสักหลาด แล้วเคลือบผงทรายลงบนผิวของล้อ ในการเคลือบผงทรายนี้ ล้อขัดจะต้องแต่งผิวหน้าให้เรียบ แล้วทากาว หรือซีเมนต์ลงไปบนล้อ กาวที่ใช้ส่วนมากใช้กาวหนังเกี่ยวกับน้ำให้มีความเหนียว หรือจะใช้ซีเมนต์ ซึ่งเป็นกาวสำเร็จรูปใช้ทาได้เลยไม่ต้องเกี่ยวเหมือนกาวหนัง แต่กาวหนังราคาสูงกว่า คุณภาพก็ดี ฉะนั้นจึงนิยมใช้กาวหนังกันมาก เมื่อทากาวลงบนผิวล้อแล้วต่อมาใช้วงล้อที่ทำด้วยกาวนี้ กลิ้งลงบนทรายไปรอบ ๆ ผงทรายจะถูกบรรจุอยู่ในลักษณะที่เหมาะสม แล้วกลิ้งล้อลงบนผงทรายนี้ ผงทรายก็จะติดกับล้อซึ่งมีกาวทาไว้ แล้วนำไปฝั่ง หรืออบให้แห้ง



รูปที่ 2.19 แสดงวิธีการเคลือบผงทราย

ล้อผ้าหยาบ

ล้อชนิดนี้ให้ผ้าชนิดหนา ๆ มาเย็บให้เป็นลักษณะล้อ ใช้ขัดหลังจากขัดด้วยล้อทรายแล้ว ในการขัดด้วยล้อชนิดนี้ ควรใช้ทาคด้วยยาขัดชนิดหยาบ เพื่อช่วยลบรอยขีดข่วนที่มีอยู่บนผิวงาน ล้อผ้าละเอียด

ล้อชนิดนี้ทำด้วยผ้าอย่างนุ่ม ๆ เย็บให้เป็นล้อขัด เหมือนกับล้อผ้าหยาบ ใช้ขัดงานต่อจากการขัดด้วยล้อผ้าหยาบ ในการขัดด้วยล้อผ้าชนิดนี้ต้องใช้ยาขัดละเอียดทาคด้วย ซึ่งเป็นการขัดขั้นสุดท้าย ชิ้นงานที่ถูกขัดจะเรียบ และเป็นเงา

ล้อหางม้า

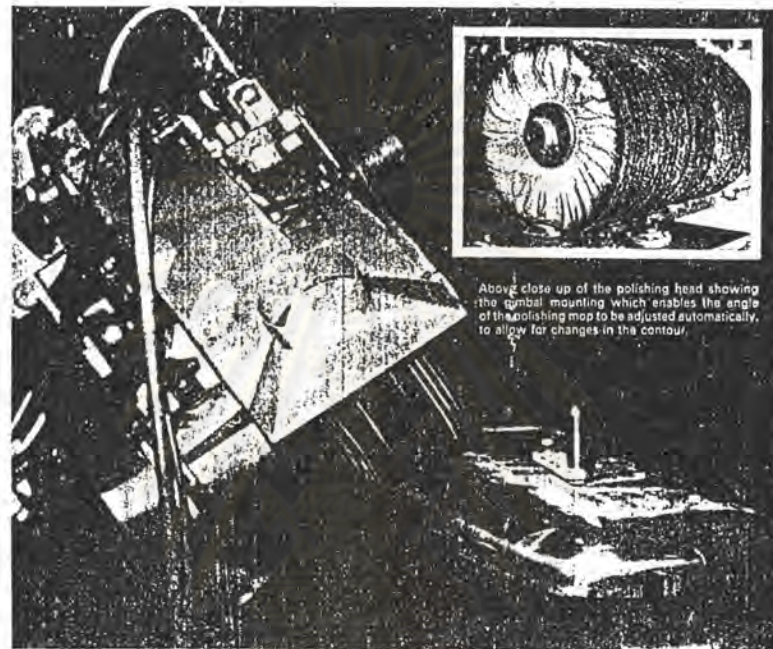
ทำจากแอมฟิโคไฟเบอร์ หรือบางอย่างทำจากปอ

ล้อแปรงลวด

ล้อชนิดนี้ทำด้วยโลหะ มีทั้งชนิดลวดเหล็ก ชนิดลวดทองเหลือง ใช้ขัดผิวโลหะที่หยาบ ๆ มีสนิมมาก ๆ

วิธีขัด แบ่งเป็น

- การขัดหยาบ
- การขัดละเอียด
- การขัดเงา



รูปที่ 2.20 แสดงการขัดด้วยเครื่องจักรอัตโนมัติ

การขัดหยาบ เป็นการขัดขั้นแรกโดยขัดเอารอยขีดข่วนเล็ก ๆ หรือบริเวณที่ไม่สม่ำเสมอ ออก การขัดต้องใช้ล้อที่เคลือบด้วยทรายหยาบ

การขัดละเอียด

เป็นการขัดต่อจากขัดหยาบ คือเมื่อขัดผิวขั้นแรกเสร็จแล้วก็ขัดผิวด้วยล้อทรายละเอียดขึ้น จนกระทั่งสังเกตเห็นผิวงานเรียบดีแล้วจึงขัดด้วยล้อผ้าหยาบ และละเอียดตามมา พร้อมกับใช้ยาขัดประกอบกับล้อผ้า จะเห็นว่าผิวงานเรียบ ไม่มีริ้วรอย และเป็นเงา แต่ก่อนจะขัดด้วยล้อผ้าควร จะขัดด้วยแปรงหางม้าก่อน จะทำให้ผิวเรียบ และเงาดีขึ้น

การขัดเงา

การขัดขั้นนี้นับว่าเป็นการขัดขั้นงานสุดท้ายที่ต้องการให้งานมีความเงาโดยทั่ว ๆ ไปใช้ล้อผ้าหยาบ ร่วมกับยาขัดสีขาว

การเตรียมล้อขัดที่ยังใหม่

ล้อขัดใหม่ ก่อนที่จะนำมาทำการเคลือบด้วยกาว และผงทราย ควรนำมาใส่เพลลาของมอเตอร์ขัดแล้วเปิดมอเตอร์ให้หมุน ใช้แปรงหรือที่แต่งล้อขัดกดลงบนผิวล้อขณะที่ยังหมุนเพื่อให้

ผิวของล้อเรียบสม่ำเสมอ ถ้าเป็นล้อผ้า จะทำให้ผิวของล้อนั้นนุ่มลงยิ่งขึ้นเหมาะกับการใช้ขัด

การขัดเหล็กหล่อ

โดยทั่วไป ๆ จะขัดด้วยล้อสักหลาดเคลือบด้วยทราย เบอร์ 60-90 แต่ก็ขึ้นอยู่กับสภาพของผิวงาน

การขัดสแตนเลส

การขัดสแตนเลสนี้ ขึ้นอยู่กับชนิดของงาน และสภาพผิวเช่นกัน ปกติแล้วจะมียาขัดสำหรับสแตนเลสโดยเฉพาะ

การขัดทองเหลือง

การขัดทองเหลืองโดยทั่ว ๆ ไป จะต้องเริ่มต้นด้วยล้อเคลือบผงทราย ซึ่งอาจจะใช้ล้อสักหลาด หรือล้อผ้าเย็บที่เคลือบด้วยผงทราย (Emery) ส่วนจะใช้ผงทรายเบอร์ไหนนั้นขึ้นอยู่กับสภาพของผิวงาน ปกติจะเริ่มด้วยเบอร์ 90 หรือ 120 และขั้นสุดท้ายด้วยเบอร์ 180 หลังจากขัดด้วยล้อทรายขั้นสุดท้ายแล้ว จะต้องทำการขัดกับยาขัดที่ทำให้ผิวมีเงาประกายด้วยล้อผ้าเย็บ เพื่อขัดให้พื้นผิวใสสะอาด และมีเงาสระทอนยิ่งขึ้น ต่อจากนั้นจึงขัดด้วยยาขัดสีขาวกับล้อผ้าฝ้ายเนื้อหยาบ หรือล้อหนัง บางกรณียาขัดสีแดง หรือยาขัดรุจ อาจใช้ขัดแทนยาขัดสีขาวได้

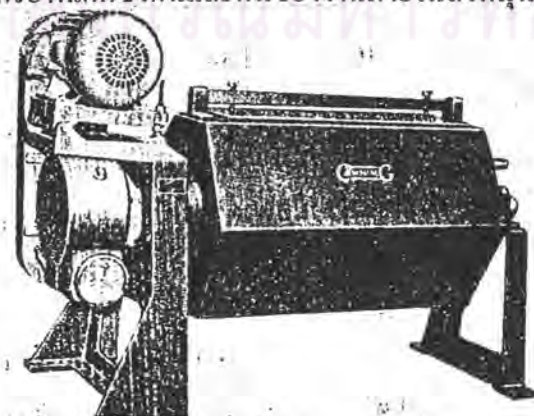
ทองเหลืองที่ผ่านการอัดปั๊ม แปรรูปต่าง ๆ จำเป็นจะต้องเริ่มต้นจากการขัดด้วยล้อทราย เพื่อขจัดมุมที่หยาบ ต่อมาจึงขัดด้วยล้อผ้าหยาบ และใช้ยาขัดสีแดงติดตามด้วยขั้นสุดท้ายด้วยล้อผ้าเนื้อละเอียด และใช้ยาขัดสีขาว

การขัดสังกะสีผสม

สังกะสีผสมเป็นโลหะอ่อน การขัดต้องพยายามอย่าให้กัดผิวจนมากเกินไป จะทำให้ขนาดของงานผิดพลาด

การขัดด้วยถังหมุน

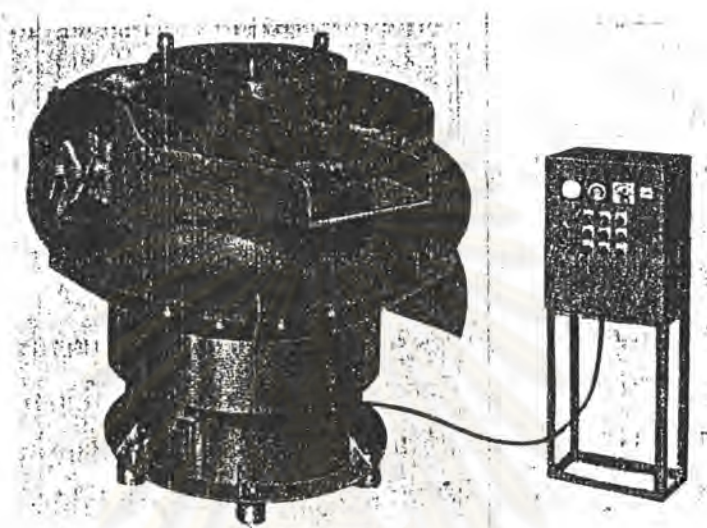
ชิ้นงานเล็ก ๆ เป็นจำนวนสามารถที่จะจับขัดด้วยมอเตอร์ต้องขัดด้วยถังหมุน เพื่อลบคมให้เป็นเงา โดยปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นร่วมกันและกันของงานภายในถังหมุนอยู่ชิ้นงานที่บรรจุอยู่ในถังรอบ ๆ เสียดสีกับหินขัด



รูปที่ 2.21 แสดงเครื่องขัดแบบถังหมุน

การขัดด้วยถังเขย่า

การขัดแบบนี้ คล้ายคลึงกับการขัดแบบถังหมุน แต่เครื่อง Vibration จะถูกบรรจุด้วยหินขัด และใส่ชิ้นงานที่ต้องการขัดลงไป เขย่าโดยเครื่อง Vibration machine ทำให้ชิ้นงานเสียดสีกับหินขัดเรียบเป็นเงาได้



รูปที่ 2.22 แสดงเครื่องขัดแบบถังเขย่า

การขัดด้วยล้อแปรงลวด

แปรงลวดลวดมีใช้กันอยู่กว้างขวางในโรงงานอุตสาหกรรม สำหรับใช้ทำความสะอาดโลหะ โดยที่ไม่จำเป็นต้องใช้ล้อทราย การใช้แปรงลวดลวดก็เพื่อขัดสิ่งอื่น ๆ ดังเช่น ทรายที่ติดอยู่ในแบบ หรือสะเก็ดโลหะ เช่น ใช้ขัดงานหล่อรวมทั้งการทำความสะอาดแบบหล่องานเหล็ก โลหะแผ่นรอยต่อเชื่อมท่อต่าง ๆ จะต้องทำความสะอาดด้วยล้อแปรงนี้ ก่อนที่จะทำการเชื่อมติดกัน และโลหะอื่นที่จะทำการเชื่อม นอกจากนี้ยังใช้ขัดสี เหล็กเคลือบ สนิม สะเก็ด ฟลักซ์รอยเชื่อม

การใช้แปรงลวดนี้ไม่มีขอบเขตในการใช้อาจใช้ขัดผิวสินค้าอย่างให้หยาบและขัดหน้าสังกะสีที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมรองเท้า เป็นต้น

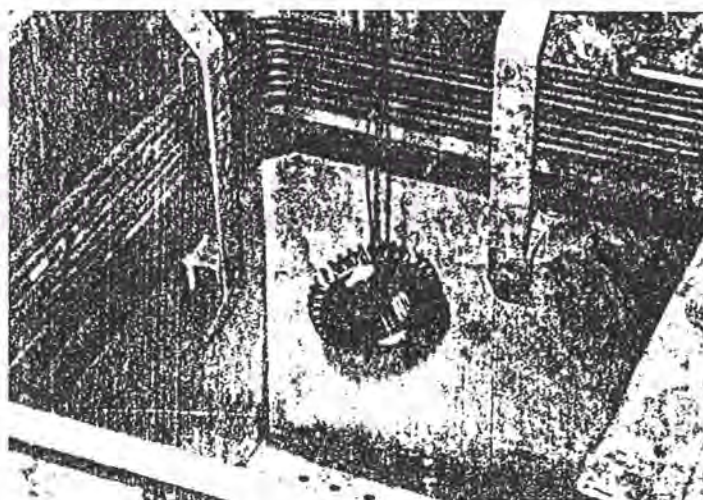
การทำความสะอาดชิ้นงานก่อนชุบ

ความสะอาดของชิ้นงานเป็นสิ่งจำเป็นมากในการชุบ ถ้าหากชิ้นงานไม่ได้ผ่านการทำความสะอาดที่ถูกต้องแล้ว อาจทำให้ผลการชุบออกมาไม่ได้ผลเท่าที่ควร ดังนั้นการทำความสะอาดอย่างหมกจดจึงนับว่าเป็นสิ่งสำคัญ ทั้งนี้ไม่สามารถจะกล่าวย้าให้มากกว่านี้ได้ เพราะประสิทธิภาพของงานชุบนั้น ขึ้นอยู่กับการติดเกาะแน่นของเนื้อโลหะกับชิ้นงานที่ทำการชุบ การทำความสะอาดชิ้นงานแต่ละกรรมวิธีที่ทำให้ผิวสะอาดเหมาะกับการชุบก็คือ การกำจัดไขมัน, น้ำมัน และรอยเปื้อนอื่น ๆ ที่ติดมาจากกรรมวิธีการผลิต เช่น การกลึง, ปั้น, เครื่องอัด หรือเครื่องขัดผิวออก

การชุบเคลือบบนผิวที่สกปรก หรือมีไขมัน จะทำให้ผิวงานที่ผ่านการชุบนั้นลอกออกง่าย หรือพอง การทำความสะอาด และกรรมวิธีของการเตรียมงานก่อนทำการชุบนั้น มีวิธีการหลายอย่างด้วยกัน เช่น

- การกำจัดไขมัน หรือการทำความสะอาดขั้นแรก (Degreasing)
 - การทำความสะอาดด้วยกรด หรือจุ่มล้างชิ้นงานให้เป็นเงา (Pickling and Dipping)
 - การล้างด้วยน้ำค้างร้อน (Soak clean)
 - การล้างด้วยไฟฟ้า (Electro-clean)
 - การทำความสะอาดด้วยเครื่องอุลตราโซนิค (Ultrasonic clean)
- การกำจัดไขมันด้วยไอระเหย (Vapour Degreasing)

การเอาน้ำมันหรือไขมันออกจากผิวงานที่จะทำการชุบด้วยการนำชิ้นงานไปจุ่มแช่ลงในไตรคลอโรเอททีลีน (Trichloroethylene) ซึ่งไตรคลอโรเอททีลีนนี้ต้องบรรจุอยู่ในถังพิเศษซึ่งมีเครื่องทำความร้อนอยู่ได้ถึง และมีท่อขดทำความเย็นอยู่บริเวณขอบปากถัง เวลาใช้งานไตรคลอโรเอททีลีนต้องให้ความร้อนซึ่งมีจุดเดือดที่ 86°C เมื่อถึงจุดเดือดก็จะเป็นไอระเหยขึ้นมากกระทบกับความเย็นก็กลั่นตัวโดยท่อขดทำความเย็นกลับสู่ในถังอีก เมื่อจุ่มชิ้นงานลงในไตรคลอโรเอททีลีน ไอระเหยจะถูกกลั่นตัวบนผิวงานทำการชำระล้างไขมันหรือน้ำมันลงสู่ถังสำหรับชิ้นงานที่มียาขัดติดแน่นอยู่ขอแนะนำให้จุ่มลงในน้ำมันระเหยนั้นก่อน เพื่อกำจัดสิ่งสกปรกจำนวนมากออก ต่อมาจึงนำชิ้นงานขึ้นถูกกับไอระเหย เป็นการล้างทำความสะอาดขั้นสุดท้าย



รูปที่ 2.23 แสดงการล้างชิ้นงานด้วยค่างน้ำร้อน

การล้างด้วยน้ำค้างร้อน (Soak Clean)

วิธีนี้เป็นการล้างขั้นแรก โดยงานที่ผ่านจากการขัดเตรียมผิวมาแล้วควรที่จะล้างด้วยน้ำค้างร้อนเสียขั้นหนึ่งก่อน เพื่อให้ชิ้นงานสะอาดหมดจดในการล้างขั้นต่อไป ถึงที่ใช้บรรจุนั้นทำด้วยเหล็ก หรือสแตนเลส ภายในติดตั้งเครื่องให้ความร้อนด้วยไฟฟ้า และมีบ้ำสำหรับล้นออกของฟองและสิ่งสกปรก เวลาเอางานออกจากถัง ฟองสกปรกที่ลอยอยู่บนผิวของน้ำจะไม่เกาะที่ผิวงาน น้ำยาชนิดนี้มีทั้งของสำเร็จโดยผสมกับน้ำใช้ได้ทันที แต่ถ้าหากจะผสมเองก็สามารถผสมได้ตามสูตรข้างล่างนี้

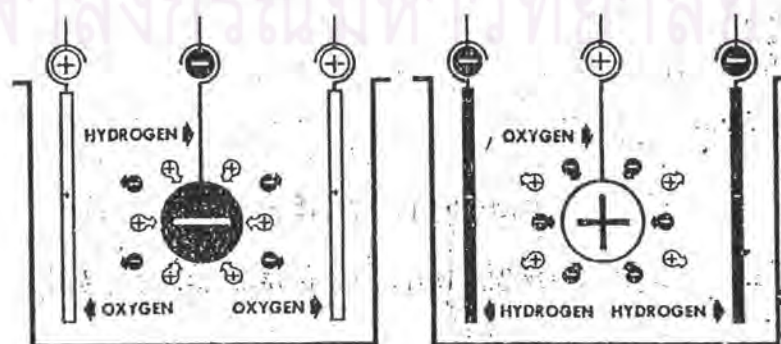
| | | |
|--------------------|---------|-----------|
| โซเดียมไฮดรอกไซด์ | 15 | กรัม/ลิตร |
| ไตรโซเดียมฟอสเฟต | 25 | กรัม/ลิตร |
| โซเดียมคาร์บอเนต | 25 | กรัม/ลิตร |
| โซเดียมเมตาซัลไฟด์ | 8 | กรัม/ลิตร |
| อุณหภูมิ | 60-70°C | |

การล้างด้วยไฟฟ้า (Electro Clean)

น้ำค้างที่ร้อนทุกชนิด จะมีปฏิกิริยาทำความสะอาดต่อโลหะทุกชนิด เวลาที่ใช้ทำความสะอาดนั้นประกอบด้วยส่วนผสมของดิวา และชนิดของน้ำมันที่จะล้างออกด้วยการทำความสะอาดด้วยไฟฟ้าทำได้เร็วกว่าการจุ่มล้างบางชนิด การทำความสะอาดด้วยไฟฟ้า คือปล่อยกระแสไฟฟ้าผ่านลงไปใต้น้ำยาค้างที่ร้อนประมาณ 60-90°C พร้อมทั้งชิ้นงานนั้นล้างได้ทั้งขั้วบวกและขั้วลบ การทำความสะอาดด้วยไฟฟ้านี้ไม่เหมาะต่อการใช้ทำความสะอาดงานครั้งละจำนวนมาก ๆ

ส่วนผสมของน้ำยา

อาจใช้น้ำยาสำเร็จจากต่างประเทศซึ่งมีจำหน่ายตามร้านขายน้ำยาชุบทั่วไป หรือผสมตามข้างบนก็ได้



รูปที่ 2.24 แสดงตัวอย่างการล้างชิ้นงาน

การล้างโดยใช้งานเป็นขั้วลบ และมีขั้วบวกเป็นแผ่นเหล็ก เรียกว่า Cathodic clean ส่วนล้างโดยใช้ชิ้นงานเป็นขั้วบวก และขั้วลบเป็นแผ่นเหล็ก เรียกว่า Anodic clean

ความหนาแน่นที่ใช้ในการล้างด้วยไฟฟ้านี้ สำหรับงานทั่วไปใช้ประมาณ 5-10แอมป์/คม.² เวลา 1-2 นาที ส่วนแรงเคลื่อนไฟฟ้าประมาณ 4-6 โวลต์ การทำความสะอาดด้วยงานที่เป็นขั้วบวก ถ้าใช้แรงเคลื่อน และกระแสไฟฟ้าสูงเกินกว่ากำหนด จะทำให้ผิวงานเกิดการรวมตัวกับออกซิเจน หรือผิวจะเปลี่ยนสีไป ถ้าผิวเกิดการรวมตัวกับออกซิเจนขอแนะนำให้ลดความหนาแน่นของกระแสไฟฟ้าลง

ยาล้างไฟฟ้าเบอร์ 24 (Electro-Cleaner)

การล้างโลหะด้วยไฟฟ้า เป็นขั้นตอนการล้างต่อจากการล้างแบบต้ม ยาล้างไฟฟ้าเบอร์ 24 เป็นตัวยาที่มีคุณสมบัติเป็นด่างอ่อน ๆ ใช้สำหรับล้างชิ้นงานให้สะอาด โดยจะล้างจำพวกสิ่งสกปรก เช่น ขาขัด, ขาดิน ให้ออกจากชิ้นงานได้ง่าย ใช้ได้กับชิ้นงานที่เป็นทองเหลือง, ทองแดง, เหล็ก, ส่วนผสมของชิ้นงานที่มีทองแดงผสมอยู่, สังกะสี, อลูมิเนียมเป็นต้น การล้างจะต้องใช้ไฟฟ้า และความร้อน เพื่อให้ชิ้นงานสะอาด

ส่วนผสม และวิธีใช้

| | | |
|---------------------|-------|-----------------------------------|
| ถัง | | ใช้ถังเหล็ก, ถังสแตนเลส พี.วี.ซี. |
| ยาล้างไฟฟ้าเบอร์ 24 | 35-50 | กรัม/ลิตร |
| อุณหภูมิ | 60-70 | องศาเซลเซียส |
| เวลา | 1/2-2 | นาที |
| แรงเคลื่อนไฟฟ้า | 6-8 | โวลต์ |

มีสแตนเลส เป็นตัวต่อ

นอกจากตัวยาล้างไฟฟ้าเบอร์ 24 แล้ว ยังมีตัวยาล้างด้วยไฟฟ้ายี่ห้ออื่น ๆ อีกมาก ล้วนแต่เป็น Metal Cleaner ทั้งนี้

ยาล้างแบบต้มเบอร์ 21

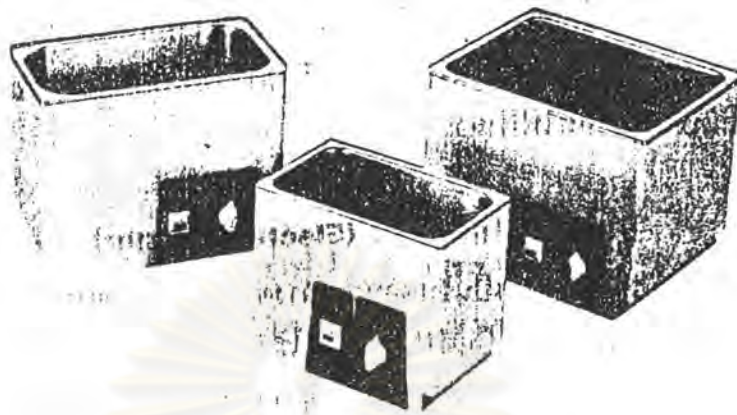
ใช้ต้มชิ้นงานก่อนล้างด้วยไฟฟ้า เหมาะกับงานเหล็ก, ทองแดง, ชิง

ส่วนผสม งานเหล็ก 35-75 กรัม/ลิตร 65-95°ซ 1-3 นาที

งานทองแดง และชิง 20-35 กรัม/ลิตร 55-65°ซ 1-3 นาที

การทำความสะอาดด้วยเครื่องอัลตราโซนิค

เป็นการทำความสะอาดด้วยระบบความถี่สั้นแรงของคลื่นอย่างสูงประโยชน์ของการทำความสะอาดด้วยเครื่องอัลตราโซนิค ส่วนมากใช้กับงานที่เป็นผลิตภัณฑ์ชิ้นเล็ก ๆ เช่น ชิ้นส่วนของนาฬิกา, เครื่องประดับรูปพรรณ .



รูปที่ 2.25 แสดงเครื่องล้างแบบอัลตราโซนิค

ยาล้างโลหะแบบดัม โซนิคโซ้ก (Soak Cleaner)

น้ำยาโซนิคโซ้ก เป็นน้ำยาล้างที่มีประสิทธิภาพสูงได้ผลดีเลิศในการล้างไขมันประเภท ยาชัดต่าง ๆ ทุกชนิด บนผิวโลหะทุกประเภท ซึ่งโดยปกติแล้วขั้นตอนการล้างไขมัน, ยาชัดออกจากผิวงานเป็นสิ่งที่ล้างออกได้ยาก ทั้งต้องใช้เวลา แรงงาน ขั้นตอน สารเคมี มากกว่าโดยปกติซึ่ง ล้วนแต่เป็นความสิ้นเปลืองทั้งสิ้น ผิวงานโลหะบางชนิดที่มีผิวเรียบสวยเป็นมันอยู่แล้ว แต่เมื่อถูก ใช้ขั้นตอนการล้างที่ไม่ถูกต้อง เช่น ถูแรงเกินไปทำให้ชิ้นงานเป็นรอย หรือสารเคมีทำปฏิกิริยาแรงเกินไป ทำให้ผิวงานไม่สวยงามเหมือนตอนเริ่มแรก

ปัญหาเหล่านี้จะหมดไปเมื่อใช้น้ำยาล้างโซนิคโซ้ก เหมาะกับอุตสาหกรรมทุกด้าน เช่น อุตสาหกรรมหนัก, เฟอร์นิเจอร์, เครื่องประดับต่าง ๆ, ชิ้นส่วนอะไหล่ทุกประเภท

วิธีการใช้ และควบคุม

สำหรับชิ้นส่วนเหล็ก

ความเข้มข้น 30-70 ซี.ซี.ต่อน้ำ 1 ลิตร

อุณหภูมิ 75-85 องศาเซลเซียส

เวลา ตามต้องการ

การกวน เครื่องโยก, เป่าลมเบา ๆ หรือเครื่องอัลตราโซนิค

ภาชนะบรรจุ ถังเหล็ก, พลาสติก

วิธีการใช้ และควบคุม

สำหรับชิ้นส่วนซิงค์, ทองเหลือง, ทองแดง, อลูมิเนียม และตะกั่ว รวมทั้งพื้นผิว ชิ้นงานที่เป็นโลหะมีค่า เช่น เงิน, ทอง ด้วย

| | | |
|--|---|---------------------|
| ความเข้มข้น | 20-70 | ซี.ซี.ต่อน้ำ 1 ลิตร |
| อุณหภูมิ | 60-70 | องศาเซลเซียส |
| เวลา | ตามความต้องการ | |
| การกวน | เครื่องโยก, เป่าลมเบา ๆ หรือเครื่องอุตสาหกรรม | |
| ภาชนะบรรจุ | ถังเหล็ก, พลาสติก | |
| การทำความสะดวกด้วยกรด หรือจุ่มเงา (Pickling and Dipping) | | |

การกักด้วยกรดกำมะถัน

กรดกำมะถันเจือจางใช้สำหรับกักสนิมเหล็กบาง ๆ เหล็กกล้า, ทองแดง, ทองเหลือง นิกเกิล-เงา และทองแดงผสมอื่น ๆ

การผสมน้ำยา

ปกติใช้ความเข้มข้นของกรดกำมะถันประมาณ 5 ถึง 10 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตรส่วนผสมที่เหมาะสมในการใช้

| | | |
|-----------------------|----|--------|
| กรดกำมะถัน (ถ.พ.1.84) | 55 | ซี.ซี. |
| ปรับน้ำให้ได้ | 1 | ลิตร |

วิธีผสม เทน้ำเย็นลงในภาชนะ 2/3 ของความจุของถังก่อน แล้วค่อย ๆ เทน้ำกรดลงไปทีละน้อย ระวังน้ำกรดจะกระเซ็นถูกร่างกาย และควรกวนน้ำยาตลอดเวลาที่ผสมน้ำกรดต่อมาจึงค่อยเติมน้ำลงไปปรับให้ได้ระดับ

ข้อควรระวัง ขณะผสมจะเกิดความร้อน สิ่งสำคัญที่สุดคือ เวลาผสมจะต้องค่อย ๆ เทน้ำกรดลงในน้ำเสมอ

หลังจากที่ได้กักด้วยกรดกำมะถันเจือจางแล้ว ทองเหลือง, นิกเกิลเงา, ทองแดง และทองแดงผสม ปกติจะจุ่มในน้ำกรดกักเงา เพื่อให้ผิวเงาสุกใส

ส่วนผสมของน้ำยา

| | | |
|---------------------------|-----|--------|
| น้ำ | 350 | ซี.ซี. |
| กรดกำมะถัน (ถ.พ. 1.84) | 500 | ซี.ซี. |
| กรดคินประสิว (ถ.พ. 1.38) | 185 | ซี.ซี. |
| เกลือแกง (โซเดียมคลอไรด์) | 1.5 | กรัม |

การผสม ใส่น้ำลงในภาชนะก่อนแล้วเทกรดกำมะถันลงไปอย่างช้า ๆ พร้อมกับกวนน้ำยาตลอดเวลา แล้วทิ้งไว้ให้น้ำยาเย็นถึงอุณหภูมิห้อง จึงค่อยเทกรดคินประสิวเข้มข้นลงไป และติดตามด้วยเกลือแกง

ภาชนะที่เหมาะสมสำหรับใส่น้ำยาคือ แก้ว, โปลีสตีน และ พี.วี.ซี. ในระหว่างที่ทำการกักเดานี้ จะมีไอเกิดขึ้น ฉะนั้นสิ่งสำคัญคือ จะต้องมีการดูดไอที่ใหญ่พอ ซึ่งสามารถดูดไอนี้ได้หมด การกักเดาทองแดงผสมนอกจากใช้น้ำยาคือชนิดนี้แล้ว ยังมีอีกชนิดหนึ่งแต่ไม่ทำให้ผิวเงามากนัก น้ำยานี้ อาจจะใช้สำหรับขจัดรอยคราบต่าง หรือรอยเปื้อนจากเครื่องจักรที่ทำงาน

อาจใช้โซเดียมไดโครเมต แทนกรดโครมิก โดยใช้โซเดียมไดโครเมต 60 กรัม/ลิตรจะเท่ากับกรดโครมิก 40 กรัม/ลิตร

วิธีผสมน้ำยาคือ ค่อย ๆ เทกรดกำมะถันลงในน้ำเย็นตามปริมาณที่ต้องการ พร้อมกับกวนน้ำยาค่อย ๆ ตลอดเวลาต่อมาเติมกรดโครมิก หรือโซเดียมไดโครเมต ซึ่งละลายดีในกรดกำมะถันที่เจือจาง ปกติการจุ่มทั่วไปใช้เวลาประมาณ 2-3 นาที อุณหภูมิปกติ

การกักด้วยกรดเกลือ

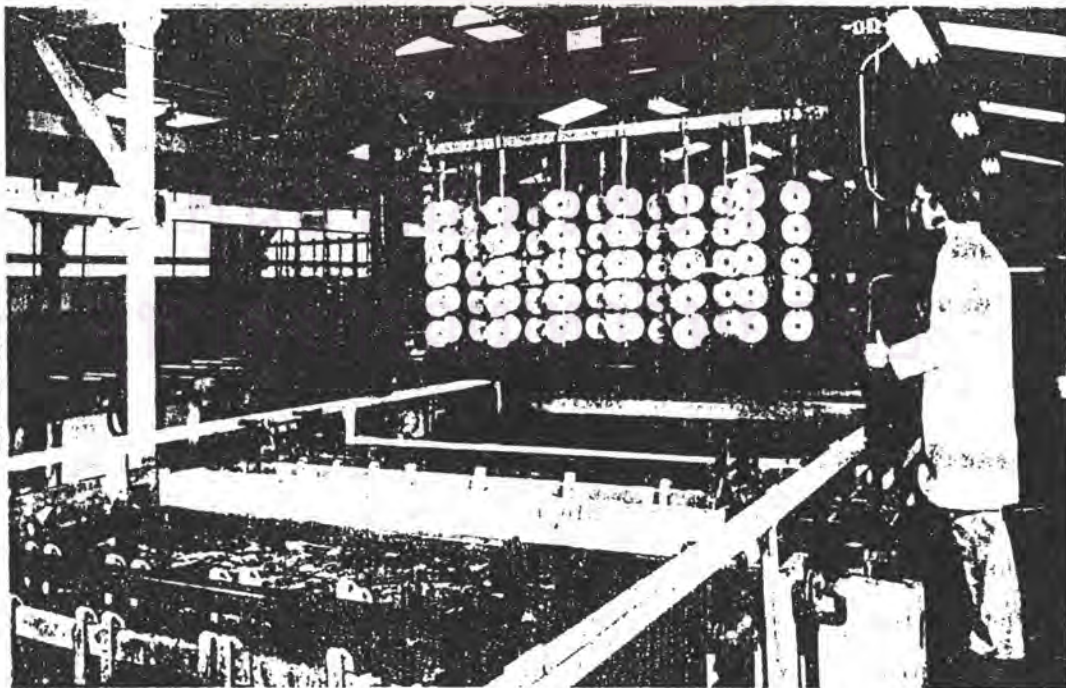
โดยปกติแล้วกรดเกลือใช้กักสนิมได้ดีมาก

สำหรับใช้กับงานทั่ว ๆ ไป

กรดเกลือ (เข้มข้น) 1 ส่วน (โดยปริมาตร)

น้ำ 3-5 ส่วน (โดยปริมาตร)

การผสม ใส่น้ำลงในภาชนะก่อนประมาณ 2/3 ของความจุ แล้วค่อย ๆ เทน้ำกรดลงไปจนหมดแล้วค่อยเติมน้ำปรับระดับอีกครั้งหนึ่ง



รูปที่ 2.26 แสดงตัวอย่างการล้างชิ้นงานจำนวนมาก

2.2 การชุบนิกเกิล

2.2.1 การชุบทองแดง

ทองแดงมีประโยชน์ ในการชุบเคลือบผิวชิ้นแรกของโลหะเดิมก่อนที่จะไปชุบอย่างอื่น เช่น ใช้ชุบบนงานที่มีรอยบัดกรี และชุบบนสังกะสีผสม ก่อนที่จะไปชุบนิกเกิล เพราะถ้าหากเอาชิ้นงานที่มีรอยบัดกรี หรืองานที่มีสังกะสีผสมอยู่สังกะสีจะละลายในน้ำยานิกเกิลทันทีแต่ถ้าหากนำชิ้นงานไปชุบทองแดงแบบต่างก่อนแล้วไปชุบด้วยทองแดงแบบกรด และชุบด้วยนิกเกิลเงาตามลำดับก็จะทำให้ชิ้นงานนั้นแลดูสวยงามและทนทาน สามารถชุบในขั้นต่อไปได้

การชุบทองแดงแบ่งตามสภาพน้ำยาได้ดังนี้

การชุบทองแดงแบบต่าง

สารละลายของการชุบทองแดงแบบต่าง มีกำลังการเคลือบผิวดีมาก และการเกาะจับผิวแน่น การชุบทองแดงแบบต่างนี้เหมาะสำหรับชุบรองพื้นชิ้นแรก ก่อนที่จะเอาไปชุบในทองแดงแบบกรด และนิกเกิลเงาในเมื่อโลหะที่จะชุบทองแดงนั้น ไม่สามารถนำไปชุบในน้ำยาที่มีสภาพเป็นกรดได้ ดังนั้นจึงต้องนำชิ้นงานชุบในทองแดงแบบต่างก่อน แล้วจึงชุบในทองแดงแบบกรด (แบบเงา) หรือนิกเกิลเงา งานประเภทนี้ คืองานที่ทำด้วยสังกะสีหล่อ (Zinc Diecasting)

ทองแดงแบบต่างยังแบ่งออกเป็น 3 ประเภทคือ

1. แบบสไตรค์ (Strike Bath)
2. แบบร็อกเชล (Rochelle Bath)
3. แบบมีประสิทธิภาพสูง (High efficiency Bath)

แบบสไตรค์ ส่วนผสมของน้ำยา

| | |
|------------------------------|------------------------|
| คอปเปอร์ไซยาไนด์ | 30 กรัม/ลิตร |
| โซเดียมไซยาไนด์ | 48 กรัม/ลิตร |
| โซเดียมคาร์บอเนต | 15 กรัม/ลิตร |
| อุณหภูมิ | 40-60 องศาเซนเซียส |
| ความหนาแน่นของกระแสไฟฟ้า | 10-30 แอมแปร์/ตารางฟุต |
| อัตราส่วนของขั้วบวกต่อขั้วลบ | 3 : 1 |
| แรงเคลื่อนไฟฟ้า | 6 โวลท์ |

แบบร็อกเชล ส่วนผสมของน้ำยา

| | |
|------------------|--------------|
| คอปเปอร์ไซยาไนด์ | 25 กรัม/ลิตร |
| โซเดียมไซยาไนด์ | 35 กรัม/ลิตร |
| ร็อกเชล ซีล | 45 กรัม/ลิตร |

| | |
|-------------------------------------|----------------------------|
| โซเดียมคาร์บอเนต | 30 กรัม/ลิตร |
| ค่า pH | 12.5 |
| อุณหภูมิ | 50-60 องศาเซนเซียส |
| ความหนาแน่นของกระแสไฟฟ้า | 2-5 แอมแปร์/ตารางเซนติเมตร |
| แบบมีประสิทธิภาพสูง ส่วนผสมของน้ำยา | |
| คอปเปอร์ไซยาไนด์ | 75 กรัม/ลิตร |
| โซเดียมไซยาไนด์ | 93 กรัม/ลิตร |
| หรือ โปตัสเซียมไซยาไนด์ | 115 กรัม/ลิตร |
| โซเดียมไฮดรอกไซด์ | 30 กรัม/ลิตร |
| อุณหภูมิ | 60 องศาเซนเซียส |
| ความหนาแน่นกระแสไฟฟ้า | 10-60 แอมแปร์/ตารางฟุต |
| แรงเคลื่อนไฟฟ้า | 0.75-4 โวลต์ |

หน้าที่ของส่วนผสมในน้ำยาชุบโซเดียมไซยาไนด์ หรือโปตัสเซียมไซยาไนด์

มีความสำคัญต่อน้ำยาชุบทองแดงมากเป็นตัวช่วยนำกระแสไฟฟ้าถ้าไซยาไนด์ในถังชุบน้อยกว่าที่กำหนด ผิวของขั้วบวกจะค่อย ๆ เป็นสีดำ และจะมีเยื่อบาง ๆ เป็นฉนวนจับอยู่ทำให้ขั้วบวกไม่ทำงานกรณีเช่นนี้จะต้องค่อย ๆ เติมไซยาไนด์ลงไป จนสังเกตเห็นขั้วบวกเป็นสีทองแดงโซเดียม หรือโปตัสเซียมไฮดรอกไซด์

เติมลงในถังที่มีประสิทธิภาพสูง เพื่อช่วยทำให้การนำไฟฟ้าสูงขึ้น และเพื่อปรับกำลังการเคลือบผิวให้ดีขึ้น พร้อมกันนี้ช่วยให้ขั้วบวกละลายดีขึ้น

โซเดียมคาร์บอเนต ช่วยควบคุมค่า pH ของน้ำยาไม่ให้เปลี่ยนแปลงได้ง่าย

การชุบทองแดงค้างส่วนมากมักจะมีสารไซยาไนด์ ซึ่งเป็นสารมีพิษให้โทษต่อร่างกายและสิ่งมีชีวิตทั่ว ๆ ไป จึงขอแนะนำทองแดงอ่างอีกชนิดหนึ่งซึ่งไม่มีสารไซยาไนด์เจือปน และยังให้ผิวชุบที่ขึ้นเงาสวยงามอีกด้วย

ทองแดงด่างแบบไพโรฟอสเฟต

ส่วนผสมของน้ำยา

ตารางที่ 2.1 แสดงส่วนผสมของน้ำยาของทองแดงด่างแบบไพโรฟอสเฟต

| สารเคมี | ส่วนผสมโดยประมาณ | มาตรฐาน |
|--------------------------|-------------------|---------------|
| คอปเปอร์ไพโรฟอสเฟต | 80-105 กรัม/ลิตร | 90 กรัม/ลิตร |
| โปดัสเซียมไพโรฟอสเฟต | 290-370 กรัม/ลิตร | 345 กรัม/ลิตร |
| แอมโมเนีย | 2 - 4 ม.ล./ลิตร | 3 ม.ล./ลิตร |
| น้ำยาเงา SP 66 | 2 - 3 ม.ล./ลิตร | 2.5 ม.ล./ลิตร |
| น้ำยาเงา SP 67 | 0.2-0.3 ม.ล./ลิตร | 0.25ม.ล./ลิตร |
| อุณหภูมิ | 50-60°ซ | 55 ซ. ซ |
| ความหนาแน่นของกระแสไฟฟ้า | 2-6 แอมป์/คม.2 | 4 แอมป์/คม.2 |
| ค่า pH | 8.6-9.0 | 8.7 |

หมายเหตุ น้ำยาของคอปเปอร์ไพโรฟอสเฟต มีผู้ผลิตจำนวนมากใช้ชื่อต่าง ๆ กันอัตราการใช้ก็ต่างกัน

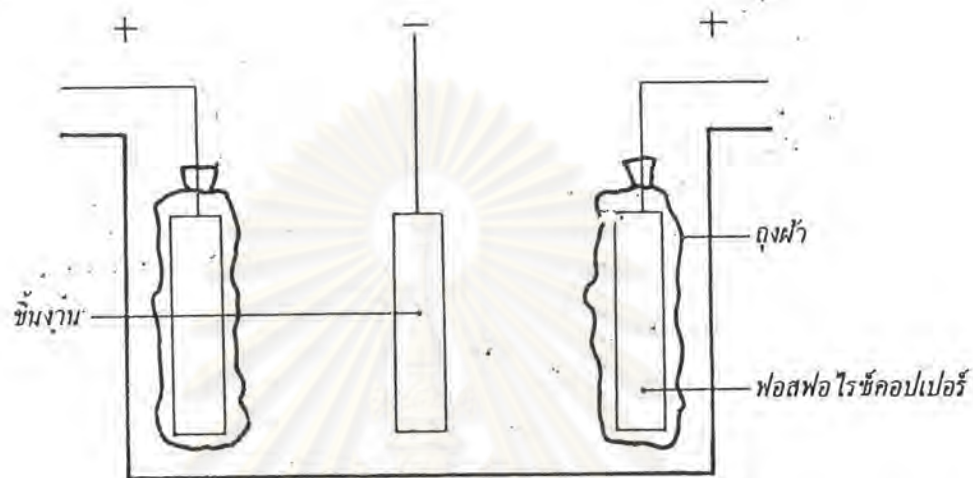
การผสมน้ำยา

1. ใส่น้ำในถังประมาณครึ่งถัง แล้วให้ความร้อน 50 ซ.
2. ใส่โปดัสเซียมไพโรฟอสเฟต และกวนน้ำยาให้ละลายจนหมด
3. ใส่คอปเปอร์ไพโรฟอสเฟต กวนให้ละลายจนหมด
4. กรองน้ำยาให้สะอาด
5. ใส่แอมโมเนีย
6. ใส่น้ำยาเงา
7. เติมน้ำให้ครบตามปริมาตรที่ต้องการ

น้ำยาชุบทองแดงที่ให้ความเงาอย่างมาก และสวยงามมากที่สุดคือ น้ำยาชุบทองแดงเงา

แบบกรด

การชุบทองแดงแบบกรด (ทองแดงเงา)



รูปที่ 2.27 แสดงการชุบทองแดง

การชุบร่องพื้นด้วยทองแดงแบบกรด จะได้ผิวทองแดงที่เคลือบเรียบ และเป็นเงางาม และชุบให้หนาได้ตามต้องการ การควบคุมน้ำยาถึงง่าย สารละลายในการชุบทองแดงชนิดกรดนี้ใช้คอปเปอร์ซัลเฟตกับกรดกำมะถัน และน้ำยาเงา (Brightener)

ตัวล่อ (Anode) ในการชุบทองแดงแบบกรดจะต้องใช้ตัวล่อที่เป็นฟอสฟอไรซ์คอปเปอร์ (phosphorized copper Anode) ซึ่งเป็นทองแดงที่ผลิตขึ้นสำหรับใช้เป็นตัวล่อในการชุบทองแดงเงา โดยเฉพาะฟอสฟอไรซ์คอปเปอร์นี้ มีส่วนผสมของฟอสฟอรัสอยู่ในเนื้อทองแดง ซึ่งให้ผลดี 3 ประการดังนี้

1. จะได้ผิวชุบทองแดงที่เรียบ และเป็นเงางาม
2. ตัวล่อชนิดนี้จะไม่ละลายลงในน้ำยาชุบ อันเป็นเหตุให้อัตราส่วนเปลี่ยนแปลงไป
3. จะไม่เกิดตะกอนของทองแดงในถังของน้ำยาส่วนทองแดงที่ไม่ใช่ฟอสฟอไรซ์

คอปเปอร์ จะละลายในน้ำยาชนิดกรดอย่างรวดเร็วเกินกว่าที่ชิ้นงานชุบจะรับได้ด้วยเหตุนี้ทำให้เกิดตะกอนทองแดงในน้ำยาชุบ และทำให้อัตราส่วนของน้ำยาเปลี่ยนแปลงการชุบก็ไม่ขึ้นเงา และเป็นเหตุให้ผิวชุบไม่เรียบ กรณีที่การชุบทองแดงแบบเงานี้ต้องกวนน้ำยาค่อยๆ ทำให้ ลมที่กวนนั้น กวนตะกอนของทองแดงขึ้นมาและลอยไปเกาะขึ้นบนชิ้นงานด้วยทำให้ผิวหยาบ ส่วนฟอสฟอไรซ์คอปเปอร์นั้นการละลายดีไม่ละลายจนเป็นตะกอนทองแดงในถังชุบ

ผลดีของการชุบทองแดงแบบเงา

1. ชุบทองแดงเงาแล้ว ไม่ต้องนำไปขัด เพราะการชุบทองแดงแบบเงานี้มีน้ำยาเงาใส่ในน้ำยาชุบ ชุบชิ้นงานขึ้นมาจะเงาเอง
2. ลดค่าใช้จ่ายในการกำจัดไซยาไนด์ในทองแดงต่าง
3. ชุบให้เงาได้ทั้งใช้ความหนาแน่นกระแสไฟฟ้าสูง และต่ำ
4. ได้ความหนาที่เร็วกว่าทองแดงแบบต่าง และได้ผิวที่เรียบเป็นเงา
5. และเหมาะสำหรับชุบแผ่นปริน ชนิดเจาะรู โดยชุบผ่านรูที่เจาะ
6. การบำรุงรักษาก็ง่าย และค่าใช้จ่ายก็น้อยกว่าการบำรุงรักษาน้ำยาทองแดงแบบต่าง การชุบทองแดงแบบกรด หรือทองแดงแบบเงานี้ มีกำลังการเคลือบที่ดี และผิวชุบที่ได้จะเป็นทองแดงบริสุทธิ์และมีความเหนียว โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าชุบบน Zinc die casting ที่ผ่านการชุบทองแดงต่างมาแล้วและต้องการความทนทานมาก ๆ อันนี้เป็นเหตุผลที่ทำให้การชุบทองแดงเงาใช้กันอย่างกว้างขวาง โดยเฉพาะใช้ชุบร่องพื้นก่อนชุบนิกเกิล และ โครเมี่ยมบนชิ้นงานเหล็ก, บนชิ้นงาน สังกะสีหล่อ และชุบบนพลาสติก

การบำรุงรักษา

โดยทั่ว ๆ ไปแล้วการควบคุมน้ำยานี้ก็หมายความถึงการควบคุมให้อัตราส่วนต่าง ๆ อยู่ในพิสัยที่กำหนดไว้ เช่น อุณหภูมิขณะทำการชุบก็ควรจะควบคุมให้อยู่ในช่วงที่กำหนดไว้ คลอไรด์ไอออน การกวนน้ำยาขณะทำการชุบ และการใช้กระแสไฟฟ้าก็ต้องให้ถูกต้องกับพื้นที่ของชิ้นงานที่ทำการชุบ

คอปเปอร์ซัลเฟต ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) คอปเปอร์ซัลเฟตนี้ เรียกว่าจูนสี ซึ่งเป็นตัวให้โลหะทองแดงในการชุบ และถ้าหากชุบงานมาก ๆ คอปเปอร์ซัลเฟตก็จะจางลงไปเรื่อย ๆ อีกทางหนึ่งที่ทำให้คอปเปอร์ซัลเฟตจางลงไปก็คือ ติดมากับชิ้นงานที่ยกออกจากถังชุบ และถูกนำไปล้างทำให้คอปเปอร์ซัลเฟตที่ติดมากับชิ้นงานนั้นถูกล้างทิ้งไป เป็นการสูญเสียเปล่า กรณีนี้ควรมีถังน้ำสะอาดเตรียมไว้สำหรับจุ่มชิ้นงานที่ยกออกจากถังชุบซึ่งเรียกว่า ดึงแครกเฮ้า (Drag out) แล้วจึงนำชิ้นงานไปล้างและน้ำในถัง Drag out นี้ จะเก็บคอปเปอร์ซัลเฟตไว้สามารถเทกลับไปยังถังชุบได้ ซึ่งนับว่าเป็นการประหยัดน้ำยาชุบที่ติดออกมาจากชิ้นงานได้เป็นอย่างดี

คอปเปอร์ซัลเฟตน้อยเกินไป จะทำให้ชิ้นงานที่ชุบอยู่นั้นเกิดการไหม้ บริเวณที่ได้รับกระแสไฟฟ้าสูง เช่น บริเวณขอบของชิ้นงาน หรือบริเวณที่ยื่นแหลมออกมา

คอปเปอร์ซัลเฟตมากเกินไป จะทำให้น้ำยาตกผลึกเป็นก้อนคอปเปอร์ซัลเฟตอยู่ก้นถัง ทำให้ผลึกคอปเปอร์ซัลเฟต ไปปิดรูท่อลม ซึ่งวางอยู่ก้นถัง และผลึกคอปเปอร์ซัลเฟตยังเกาะติดอยู่ที่ตัวล้อทองแดงอย่างหนาแน่น ทำให้ตัวล้อไม่ทำงานขณะทำการชุบ ฉะนั้นจึงต้องรักษาให้อยู่ในอัตราส่วนที่กำหนดไว้

กรดกำมะถัน (H_2SO_4) กรดกำมะถันในน้ำยาชุบทองแดงชนิดนี้ เป็นตัวให้ความนำไฟฟ้าถ้าหากกรดกำมะถันในน้ำยาชุบมากเกินไปที่กำหนดไว้ จะทำให้การใช้กระแสไฟฟ้าต้องลดลง และลดกำลังการเคลือบ หรือความสม่ำเสมอของผิวที่เคลือบ ฉะนั้นจึงจำเป็นต้องควบคุมกรดกำมะถันให้อยู่ในอัตราส่วนที่กำหนดไว้

คลอไรด์ไอออน (CI) คลอไรด์ไอออน เป็นตัวหนึ่งซึ่งช่วยเสริมความเงา และจะต้องรักษาให้อยู่ในอัตราที่กำหนดไว้ โดยวิธีการวิเคราะห์ น้ำที่ใช้ผสมน้ำยา ก็มีคลอไรด์ผสมอยู่พอเพียงกับการใช้คลอไรด์ไอออนในน้ำยาชุบ แต่คลอไรด์ไอออนในน้ำจะต้องไม่เกินไปจากที่น้ำยาที่กำหนดไว้คือ อย่างมากคลอไรด์ไอออนต้องไม่มากไปกว่า 80 มิลลิกรัม ในน้ำยา 1 ลิตร ถ้าหากจะใช้น้ำที่มีคลอไรด์ไอออนผสมน้ำยาชุบ จะต้องวิเคราะห์น้ำก่อน แต่น้ำที่ผ่านกรรมวิธี Deionized จะเหมาะสมกว่า

คลอไรด์ไอออนต่ำไป ถ้าคลอไรด์ไอออนน้อยกว่า 20 มิลลิกรัม ต่อ น้ำยา 1 ลิตร ผลลัพธ์ คือ กำลังการเคลือบไม่สม่ำเสมอ และความเงาก็ลดลง และผิวชุบหลุดออกในลักษณะเป็นผง (poedery) หรือผิวชุบเป็นริ้วรอย

คลอไรด์ไอออนสูงเกินไป ความเข้มข้นของคลอไรด์ไอออนในน้ำยาชุบสูงเกินไป คือ สูงกว่า 60 มิลลิกรัม ในน้ำยา 1 ลิตร จะทำให้ความเรียบสม่ำเสมอของผิวชุบลดลง และการใช้ความหนาแน่นของกระแสไฟฟ้าก็ลดลง ความเงาก็ลดลง และต้องเพิ่มน้ำยาเงา ทำให้เกิดการสิ้นเปลืองน้ำยาเงา

คลอไรด์ไอออน ในน้ำยาชุบทองแดงเงา สามารถให้กรดเกลือเกรด C.P. กรดเกลือ 0.05 ม.ล./ลิตร หรือใช้โซเดียมคลอไรด์ 0.03 กรัม/ลิตร

อุณหภูมิของน้ำยา น้ำยาชุบทองแดงเงา ใช้อุณหภูมิ 20-30°ซ. หรือประมาณ 25°ซ. ซึ่งเป็นช่วงที่น้ำยาทำงานดีที่สุดมีความเงามากที่สุด และกำลังการเคลือบดีที่สุด ถ้าหากอุณหภูมิต่ำกว่านี้ จะทำให้ความนำไฟฟ้าของน้ำยาลดลง แต่ถ้าหากอุณหภูมิของน้ำยาสูงกว่า 32°ซ. ความสม่ำเสมอจะลดลง และความเงาก็ลดลง

การกวนน้ำยา (Agitation) ขณะทำการชุบจะต้องกวนน้ำยาตลอดเวลา เพื่อรักษาความเข้มข้นของน้ำยาให้เท่ากันตลอดทั้งถัง และทำให้ใช้กระแสไฟฟ้าได้สูงตามที่กำหนด จะทำให้งานที่ชุบเงาเร็วขึ้น

การกรองน้ำยา (Filtration) การชุบทองแดงเงา จำเป็นจะต้องกรองน้ำยาให้สะอาดอยู่เสมอ หรือถ้าเป็นไปได้ควรกรองตลอดเวลาที่ทำการชุบ

ถุงผ้าใส่ตัวล่อ (Anode bags) ในการชุบทองแดงแบบกรด จะต้องสวมด้วยถุงผ้าชนิดทนกรด

เครื่องให้ความร้อน และเครื่องทำความเย็น (Heating and cooling Equipment)
 ทางที่ถูกแล้วถึงน้ำยาชุบทองแดงเงาแล้วควรจะติดตั้งอุปกรณ์ทำความร้อน และอุปกรณ์ทำ
 ความเย็นไว้ทั้ง 2 อย่าง โดยใช้ท่อใส่ไก่ทำด้วยตะกั่ว หรือดีบุก แต่ที่จำเป็นมากก็คือ เครื่องทำ
 ความเย็น เพราะอุณหภูมิของน้ำยาอาจร้อนขึ้นขณะทำการชุบ

การเตรียมผิวของชิ้นงานก่อนชุบทองแดงเงา (แบบกรด)

ชิ้นงานที่เป็นเหล็ก หรือสังกะสี (Zinc diecasting) ไม่สามารถชุบในน้ำยาทองแดงแบบ
 กรดได้ เพราะการเกาะจับจะไม่แน่น และเกิดการกัดกร่อนเพราะน้ำยาชุบทองแดงแบบกรดนี้มีกรด
 ผสมอยู่มาก ฉะนั้นชิ้นงานที่เป็นเหล็ก จะต้องชุบด้วยทองแดงแบบต่างสไตรด์ หรือนิกเกิลสไตรด์
 เสียก่อนแล้วจึงชุบทับด้วยทองแดงเงา ส่วนชิ้นงานที่เป็นสังกะสีจะต้องชุบด้วยทองแดงต่างแบบ
 สไตรด์ก่อน และชุบทับด้วยทองแดงต่างแบบมีประสิทธิภาพสูงแล้วจึงชุบทองแดงเงา

ตารางที่ 2.2 แสดงส่วนผสมของน้ำยาเงา ตามสูตรใช้น้ำยาเงา Levco EX

| สารเคมี | อัตราส่วนโดยประมาณ | มาตรฐาน |
|--|---------------------|------------------------------------|
| คอปเปอร์ซัลเฟต ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) | 200-250 กรัม/ลิตร | 220 กรัม/ลิตร |
| กรดกำมะถัน (H_2SO_4) | 45-75 กรัม/ลิตร | 60 กรัม/ลิตร (32.6 ซี.ซี./ลิตร) |
| คลอไรด์ไอออน (Cl^-) | 15-80 กรัม/ลิตร | 20 ม.ก./ลิตร |
| น้ำยาเงา Levco EX | 1-4 ม.ล./ลิตร | 1.5-2.5 ม.ล./ลิตร |
| ตัวล่อ ฟอสฟอไรซ์ คอปเปอร์ อุณหภูมิ | 20-32°ซ. | 25°ซ. |
| ความหนาแน่นของกระแสไฟฟ้า กวนน้ำยาด้วยลมขณะทำการชุบ | 2-6 แอมแปร์/ตร.คซม. | 3-4 แอมแปร์/ตร.คซม. |

การผสมน้ำยา

1. ใส่น้ำกลั่น หรือน้ำที่ผ่านการกรอง ประมาณ 2/3 ของความจุของถังให้ความร้อน
50°ซ.
2. ใส่วัตถุคอปเปอร์ซัลเฟตที่ละน้อย กวนน้ำยาตลอดเวลาเพื่อให้คอปเปอร์ซัลเฟต
ละลายจนหมด
3. ใส่มงदान (Activated carbon) 2 กรัมต่อน้ำยา 1 ลิตรกวนน้ำยาตลอดเวลาอย่างน้อย
1 ชั่วโมง แล้วทิ้งไว้ให้ผงदानตกตะกอนอย่างน้อย 8 ชั่วโมง

4. กรองน้ำยาให้สะอาด
5. ใส่กรดกำมะถันอย่างช้า ๆ และกวนน้ำยาตลอดเวลาเพื่อให้กรดกำมะถันผสมเข้ากับน้ำยา
6. เติมน้ำยาเงา Levco Ex 2.5 ม.ล./ลิตร (2.5 ซี.ซี. ต่อน้ำยา 1 ลิตร)
7. เติมน้ำยาให้เต็มตามปริมาตรที่ต้องการ

ปัญหาในการชุบ

ล้างชิ้นงานไม่สะอาด

- ชิ้นงานผิวจะหยาบ และอาจเป็นเม็ด ๆ (Roughness & pitting)
- การเกาะจับจะไม่ติดแน่น (poor Adhesion)

น้ำยาเงาน้อยเกินไป

- ความเงาจะเงาไม่เต็มที
- อาจเกิดการไหม้บนผิวชิ้นงาน
- ผิวงานจะหยาบ

น้ำยาเงามากเกินไป

- การเกาะจับไม่ดี (coarse Deposit)
- กำล้างการเคลือบไม่ดี (poor coverage)

ถ้าคอปเปอร์ซัลเฟตต่ำกว่า 170 กรัม/ลิตร

- จะทำให้ชิ้นงานเกิดการไหม้บริเวณที่ได้รับกระแสไฟสูง

ถ้ากรดกำมะถันต่ำกว่า 30 กรัม/ลิตร

- การเกาะจับไม่ดี
- ผิวชุบจะหยาบ
- กำล้างเคลือบไม่ดี

ถ้ากรดกำมะถันสูงกว่า 80 กรัม/ลิตร

- ความเงาจะลดลง
- ทำให้เกิดการไหม้บริเวณที่ได้รับกระแสไฟสูง
- ผิวงานจะหยาบ ๆ ขรุขระ

ถ้าอุณหภูมิของน้ำยาดำกว่า 20°ซ.

- ความเงาจะลดลง
- ผิวงานอาจไหม้บริเวณที่ได้รับกระแสไฟสูง
- ผิวงานหยาบ

ถ้าอุณหภูมิของน้ำยาสูงกว่า 32°C.

- ผีวงงานจะด้านบริเวณที่ได้รับกระแสไฟฟ้าต่ำ
- กำลังการเคลือบไม่ดี

ถ้ามีโลหะชนิดอื่นปะปนในน้ำยาชุบ

- ความเงาจะลดลง
- ผีวงงานอาจไหม้
- ผีวงงานหยาบ
- การเกาะจับไม่ดี, ชุบติดไม่แน่น
- ผีวงงานจะด้าน, มีว บริเวณกระแสไฟฟ้าต่ำ
- กำลังการเคลือบไม่ดี

ถ้ากระแสไฟฟ้าสูงกว่า 3 แอมแปร์/ตารางเดซิเมตร

- ความเงาของผิวชุบจะลดลง
- ผิวชุบจะหยาบ

ถ้าใช้ตัวล่อไม่ถูกต้อง

- ผิวชุบจะหยาบ หรือผิวเป็นเม็ด ทำให้ไม่สวยงาม

ถ้ากวนน้ำยาขณะทำการชุบเบาเกินไป

- ความเงาจะลดลง
- ผีวงงานอาจไหม้บริเวณที่ได้รับกระแสไฟสูง
- ผีวงงานชุบจะหยาบ ไม่เรียบ

เมื่อผีวงงานชุบแล้วเกิดการไหม้, ผิวหยาบ และผิวชุบด้านบริเวณที่ได้รับกระแสไฟฟ้าต่ำ

จะต้องใส่ผงคาร์บอน 2 กรัม/ลิตร แล้วกวนน้ำยาอย่างน้อย 1 ชั่วโมง แล้วปล่อยให้ตกตะกอน แล้วกรองน้ำยาให้สะอาด เติมน้ำยาเงาเข้าไปใหม่

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2.3 แสดงส่วนผสมน้ำยาชุบทองแดงเงาตามสูตรที่ใช้ น้ำยาเงา UBAC

| สารเคมี | ส่วนผสมโดยประมาณ | มาตรฐาน |
|--|---------------------|-------------------|
| คอปเปอร์ซัลเฟต ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) | 180-240 กรัม/ลิตร | 225 กรัม/ลิตร |
| กรดกำมะถัน (H_2SO_4) | 24-33 ม.ล./ลิตร | 30 ม.ล./ลิตร |
| น้ำยาเงา UBAC # 1 A | 1.5-2.5 ม.ล./ลิตร | 2 ม.ล./ลิตร |
| คลอไรด์ไอออน (Cl^-) | 20-80 ม.ล./ลิตร | 30 ม.ล./ลิตร |
| ใช้กรดเกลือเข้มข้น | 0.05-0.20 ม.ล./ลิตร | |
| ความหนาแน่นกระแสไฟฟ้า | 3-6 แอมป์/ตร.คซม. | 3-6 แอมป์/ตร.คซม. |
| แรงเคลื่อน | 3-8 โวลต์ | 3-8 โวลต์ |
| อุณหภูมิ | 24-40°ซ | 24-40°ซ. |
| ตัวล่อใช้ฟอสฟอไรซ์ คอปเปอร์ | | |
| ถุงใส่ตัวล่อใช้ผ้าทนกรด | | |
| กวนน้ำยาด้วยลมขณะทำการชุบ | | |

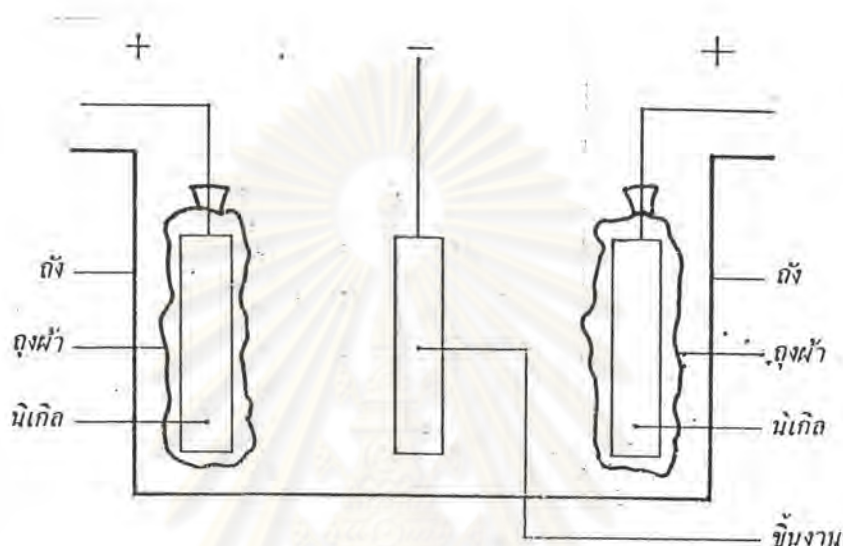
การบำรุงรักษา และควบคุมน้ำยา

การบำรุงรักษา และควบคุมน้ำยาให้อยู่ในสภาพดีอยู่เสมอ นั้น กระทำได้โดยการนำน้ำยาไปวิเคราะห์หาความเข้มข้นของกรดกำมะถัน และคอปเปอร์ซัลเฟต แต่ถ้าหากไม่มีอุปกรณ์วิเคราะห์สามารถควบคุมน้ำยาได้โดยวิธีควบคุมความหนาแน่นของน้ำยาโดยใช้ไฮโดรมิเตอร์ขนาด 0 ถึง 70 องศาโบเม่ จุ่มในน้ำยา และปล่อยให้ไฮโดรมิเตอร์ ลอยอยู่ในน้ำยาชุบ แล้วอ่านค่าตัวเลขจากไฮโดรมิเตอร์ ตรงตัวเลขที่พอดีกับระดับน้ำยาตัวเลขที่บอกระดับความหนาแน่นของน้ำยานั้นมีหน่วยเป็นองศาโบเม่ (Baume) เมื่อทราบจำนวนองศาโบเม่แล้ว ก็เทียบกับตารางเปรียบเทียบ โดยดูตารางช่ององศาโบเม่แล้วดูตารางด้านขวา ซึ่งบอกความเข้มข้นของกรดกำมะถันร่วมกับคอปเปอร์ซัลเฟต โดยปกติน้ำยาชุบทองแดงเงา (แบบกรด) ที่ผสมใหม่จะมีความหนาแน่นประมาณ 19 ถึง 22 องศาโบเม่ ถ้าหากต่ำกว่านี้ก็ต้องปรับโดยการเติมคอปเปอร์ซัลเฟต ส่วนกรดกำมะถันอาจตรวจสอบโดยวัดค่า พี.เอช. ปกติค่า พี.เอช.จะอยู่ระหว่าง 1 หรือต่ำกว่าแต่ถ้าหากจะได้ค่าที่แน่นอนจะต้องวิเคราะห์

ตารางที่ 2.4 แสดงการเปรียบเทียบความถ่วงจำเพาะ และความหนาแน่นของสโมาโมโดยบอก
ความเข้มข้นของคอปเปอร์ซัลเฟต รวมกับกรดกำมะถัน

| ความถ่วงจำเพาะ Sp.gr. | ความหนาแน่นเป็นองศาโบเม Be | คอปเปอร์ซัลเฟต + กรดกำมะถัน (กรัม/ลิตร) |
|--------------------------|-------------------------------|--|
| 1.01 | 1.4 | 20 |
| 1.02 | 2.7 | 36 |
| 1.03 | 4.1 | 52 |
| 1.04 | 5.4 | 68 |
| 1.05 | 6.7 | 84 |
| 1.06 | 8.0 | 100 |
| 1.07 | 9.4 | 117 |
| 1.08 | 10.6 | 133 |
| 1.09 | 11.9 | 150 |
| 1.10 | 13.0 | 166 |
| 1.11 | 14.2 | 183 |
| 1.12 | 15.4 | 200 |
| 1.13 | 16.5 | 217 |
| 1.14 | 17.7 | 234 |
| 1.15 | 18.8 | 251 |
| 1.16 | 19.8 | 268 |
| 1.17 | 20.9 | 286 |
| 1.18 | 22.0 | 303 |
| 1.19 | 23.0 | 321 |
| 1.20 | 24.0 | 339 |
| 1.21 | 25.0 | 357 |
| 1.22 | 26.0 | 375 |
| 1.23 | 26.9 | 393 |

2.2.2 การชุบนิกเกิล

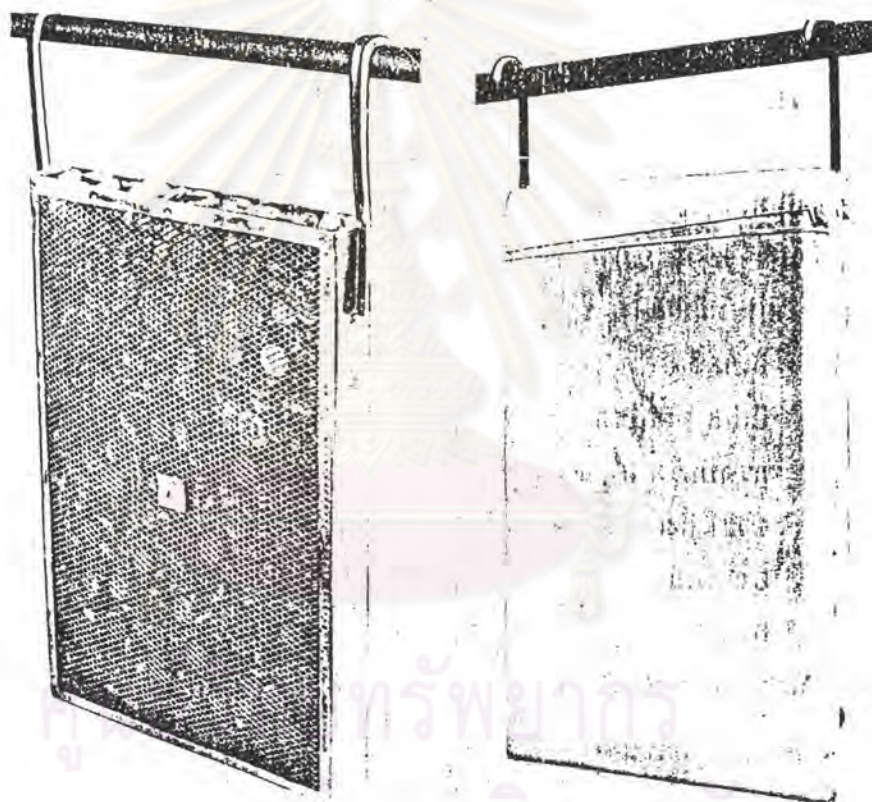
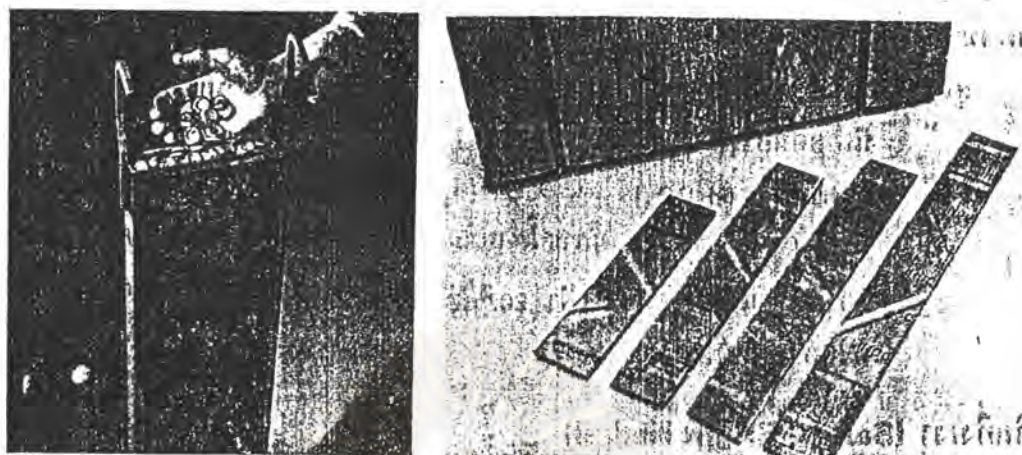


รูปที่ 2.28 แสดงการชุบนิกเกิล

นิกเกิลเป็นโลหะที่มีสีขาวด้านแต่เวลาชุบใส่น้ำยาเงาเข้าไปด้วยทำให้ได้ผิวนิกเกิลเป็นสีขาวกลายเงา และมีความเงาสวยงาม และทนทานต่อการสึกกร่อนได้ดีมากมีจุดหลอมที่ $1,452^{\circ}\text{C}$ มีความแข็งประมาณ 80-120 Brinell มีสัญลักษณ์ทางเคมีคือ Ni นิกเกิลใช้กันแพร่หลายมากในอุตสาหกรรมชุบโลหะด้วยไฟฟ้าเพราะนิกเกิลมีความทนทานต่อการสึกกร่อนได้ดี ดังนั้นการชุบนิกเกิลบนโลหะอื่นเพื่อรักษาเนื้อโลหะเดิมไม่ให้เกิดสนิมง่าย และยังช่วยทำให้โลหะที่ชุบสวยงามอีกด้วยนิกเกิลใช้ชุบรองพื้นบนชิ้นงานก่อนชุบโครเมียม และรองพื้นก่อนชุบทองหรือก่อนชุบเงิน

การชุบนิกเกิลมีหลายแบบด้วยกัน นิกเกิลดำ นิกเกิลเงา นิกเกิลเงิน ชาตินิกเกิล และนิกเกิลดำแต่ในที่นี้จะกล่าวเฉพาะ การชุบนิกเกิลเงาและนิกเกิลดำซึ่งมีบทบาทในอุตสาหกรรมชุบโลหะอย่างมาก

นิกเกิลที่ใช้ในการชุบโลหะด้วยไฟฟ้า มีนิกเกิลซัลเฟต ($\text{NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) นิกเกิลคลอไรด์ ($\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) และกรดบอริก (H_3BO_3) เป็นตัวควบคุม พี.เอช. ตัวล่อ (Nickel Anode) มีหลายชนิด มีชนิดแผ่น ชนิดก้อนสี่เหลี่ยม ชนิดเม็ด ส่วนชนิดก้อนสี่เหลี่ยม และชนิดเม็ดเวลาใช้งานจะต้องใส่ตะกร้าติเตเนียม



รูปที่ 2.29 แสดงตัวล่อนิกเกิล

นิกเกิลด้าน (Dull Nickel)

นิกเกิลด้านโดยทั่ว ๆ ไป ใช้ชุบลงบนชิ้นงานก่อนที่จะชุบโครเมียม แต่ชิ้นงานที่ชุบนิกเกิลด้านแล้วจะต้องนำไปขัดด้วยเครื่องมือขัดให้ชิ้นงานขึ้นเงา จึงนำไปชุบโครเมียม ส่วนผสมของน้ำยา

| | | | |
|------|---|-----|-----------|
| สูตร | นิกเกิลซัลเฟต($\text{NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) | 250 | กรัม/ลิตร |
| | นิกเกิลคลอไรด์ ($\text{NiCl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$) | 60 | " |
| | กรดบอริก (H_3BO_3) | 40 | " |

ค่า pH 3.5- 4.5

ความหนาแน่นกระแสไฟฟ้า 20 แอมป์/ตารางฟุต

ตัวล่อ ใช้นิกเกิล

นิกเกิลกึ่งเงา (Semi - Bright Nickel)

นิกเกิลกึ่งเงาใช้ชุบรองพื้นบนชิ้นงานที่

เป็นเหล็ก โดยเฉพาะชิ้นงานที่ใช้งานตากแดด

ตากฝนเนื่องจากนิกเกิลกึ่งเงาเป็นนิกเกิลที่ทนต่อการเกิดสนิมดีมากและมีความเหนียวชุบแล้วดึงออกได้โดยผิวไม่แตก หรือล่อนออกชิ้นงานที่จะนำไปชุบโครเมียมจะต้องชุบนิกเกิลกึ่งเงาหนาประมาณ 60% แล้วชุบทับด้วยนิกเกิลเงาอีกประมาณ 40% ของความหนาทั้งหมดของนิกเกิล หรือชุบนิกเกิลกึ่งเงาประมาณ 18 ไมครอน และชุบนิกเกิลเงา อีกประมาณ 12 ไมครอน เป็นอย่างน้อยแล้วจึงชุบโครเมียม การชุบรองพื้นด้วยนิกเกิล 2 ชั้น เรียกว่า Duplex Nickel

ส่วนผสมของน้ำยาชุบนิกเกิลกึ่งเงา

นิกเกิลซัลเฟต ($\text{NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) 300 กรัม/ลิตร

นิกเกิล คลอไรด์ ($\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) 40 กรัม/ลิตร

กรดบอริก (H_3BO_3) 40

ตัวยา กึ่งเงา ตามคู่มือของน้ำยานั้น ๆ

อุณหภูมิ 55 - 60°ซ.

ค่า pH 4.2

ความหนาแน่นกระแสไฟฟ้า 20 - 40 แอมป์/ตารางฟุต

นิกเกิลเงา (Bright Nickel)

นิกเกิลเงาใช้ชุบรองพื้นบนชิ้นงานก่อนชุบโครเมียม, ก่อนชุบทองเหลืองและชุบรองพื้นก่อนชุบเงิน และก่อนชุบทอง ถ้าหากชุบรองพื้นด้วยนิกเกิลเงาแต่ชิ้นงานไม่ขึ้นเงาแสดงว่ามีการผิดพลาดระหว่างชุบ อาจใช้กระแสน้อยไป หรือน้ำยาเงาไม่พอ จะต้องหาสาเหตุให้พบแล้วแก้ไขจนกระทั่งชุบแล้วชิ้นงานขึ้นเงาตามต้องการ จึงนับว่าใช้ได้ จึงนำชิ้นงานชุบในขั้นต่อไปได้

ส่วนผสมของน้ำยาชุบนิกเกิลเงา

นิกเกิลซัลเฟต($\text{NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) 250 - 300 กรัม/ลิตร

นิกเกิลคลอไรด์ ($\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) 40 - 60 กรัม/ลิตร

กรดบอริก(H_3BO_3) 35 - 45 กรัม/ลิตร

น้ำยาเงา เติมตามคู่มือของน้ำยานั้น ๆ

ตัวล่อ (Anode) ใช้นิกเกิล

สภาวะการทำงาน

อุณหภูมิ 45 - 65°ซ.

ความหนาแน่นของกระแสไฟฟ้า 20 - 40 แอมป์/ตารางฟุต

การชุบนิกเกิลแบบถังหมุน (Barrel Nickel)

การชุบนิกเกิลแบบนี้เป็นชิ้นงานเล็ก ๆ และชุบครั้งละจำนวนมาก ๆ จำเป็นต้องขัดและชุบด้วยระบบถังหมุน เช่น ดอกกัญแจ ซิป เข็มหมุด เป็นต้น

น้ำยาชุบนิกเกิลแบบถังหมุน

| | | |
|--|---------|----------------|
| นิกเกิลซัลเฟต ($\text{NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) | 300 | กรัม/ลิตร |
| นิกเกิลคลอไรด์ ($\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) | 55 | กรัม/ลิตร |
| กรดบอริก (H_3BO_3) | 40 | |
| ค่า pH | 4 - 4.6 | |
| น้ำยาเงา ใส่ตามคู่มือของน้ำยานั้น ๆ | | |
| ความหนาแน่นกระแสไฟฟ้า | 20 - 40 | แอมป์/ตารางฟุต |
| แรงเคลื่อนไฟฟ้า | 4 - 12 | โวลท์ |

การผสมน้ำยาชุบนิกเกิลเงา

1. ใส่น้ำกลั่นลงไปจนถึงประมาณ 2/3 ของความจุทั้งหมดแล้ว ให้ความร้อนประมาณ 60°C .
 2. ใส่กรดบอริกลงไปทีละน้อย กวนน้ำยาให้กรดบอริกละลายจนหมด
 3. ใส่นิกเกิลซัลเฟต กวนน้ำยาให้นิกเกิลซัลเฟตละลายจนหมด
 4. ใส่นิกเกิลคลอไรด์ กวนให้ละลาย
 5. ใส่ผงคาร์บอน (Activated Casbon) 2 กรัม/ลิตร หรือ โปดัสเซียมเปอร์มันงานเนต 0.125 กรัม/ลิตร แล้วกวนตลอดเวลา อย่างน้อยครึ่งชั่วโมงเพื่อกำจัดสารอินทรีย์ที่มีอยู่ในน้ำยา
 6. กรองน้ำยาให้สะอาด
 7. ใส่น้ำยาเงา
 8. ปรับน้ำยาโดยเติมน้ำจนครบตามปริมาตรที่ต้องการ
- หน้าที่ของส่วนผสมต่าง ๆ

นิกเกิลซัลเฟต ($\text{NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) เป็นเกลือให้นิกเกิลไอออนซึ่งในสารละลายนิกเกิลไอออนจะเป็นตัวโลหะนิกเกิลไปจับเคลือบบนชิ้นงานที่ชุบ

อัตราการเคลือบผิวของนิกเกิล

สำหรับขั้วลบที่มีประสิทธิภาพ 95 - 96% ตารางต่อไปนี้แสดงเวลาของการชุบซึ่งได้ความหนา 0.001 นิ้ว (25 ไมครอน)

ตารางที่ 2.5 แสดงเวลาของการชุบซึ่งได้ความหนา 0.001 นิ้ว (25 ไมครอน)

| จำนวนนาที่ในการชุบ | ความหนาแน่นของกระแสไฟฟ้า | |
|--------------------|--------------------------|--------------|
| | แอมป์ ตร.คม. | แอมป์/ตร.ฟุต |
| 240 | 0.5 | 5 |
| 120 | 1.1 | 10 |
| 80 | 1.6 | 15 |
| 60 | 2.2 | 20 |
| 48 | 2.7 | 25 |
| 40 | 3.2 | 30 |
| 30 | 4.3 | 40 |
| 24 | 4.3 | 50 |
| 20 | 5.4 | 60 |
| 17 | 6.5 | 70 |
| 15 | 8.6 | 80 |

นิกเกิลคลอไรด์ ($\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$)หน้าที่สำคัญของนิกเกิลคลอไรด์คือ ให้นิกเกิลไอออนซ์ และคลอไรด์ไอออนซ์ คลอไรด์เป็นตัวทำให้การละลายของขั้วบวกดีขึ้น ช่วยเพิ่มการนำไฟฟ้าของสารละลายน้ำยาชุบ นอกจากนี้ยังช่วยเพิ่มกำลังการชุบเคลือบผิวอันเป็นผลเนื่องมาจากการเพิ่มประสิทธิภาพของขั้วลบ

กรดบอริก (H_3BO_3) ทำหน้าที่เป็นตัวปะทะในน้ำยาชุบนิกเกิล ก็จะเป็นตัวควบคุมพีเอช ของน้ำยาให้คงที่ ถ้าไม่มีกรดบอริกค่าพีเอช ของน้ำยาจะเปลี่ยนแปลงไปได้ง่ายซึ่งค่าพีเอชนี้มีความสำคัญต่อน้ำยาชุบนิกเกิลมาก

น้ำยาเงา (Brightener) เป็นตัวเพิ่มความเงาให้กับผิวงานที่ชุบ โดยการช่วยทำให้การเคลือบผิวของนิกเกิลเรียงตัวกันอยู่เป็นชั้นบาง ๆ บนผิวของชิ้นงาน

น้ำยาเงาควรเติมในขณะที่กำลังทำงาน มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านน้ำยาเงามีส่วนสัมพันธ์กับค่าพีเอช ของน้ำยาชุบ และความหนาแน่นของกระแสไฟฟ้ามาก การชุบไม่ขึ้นเงาอาจเนื่องมาจากน้ำยามีค่าพีเอชต่ำ การเติมน้ำยาเงามากเกินไปนอกจากจะทำให้การชุบเปราะแล้วยังทำให้เป็นเงาน้อยลงก็ได้ ถ้ามีความหนาแน่นไฟฟ้าต่ำ ดังนั้นไม่ควรเติมน้ำยาเงาทันทีเมื่อการชุบไม่ขึ้นเงา เพราะอาจจะเนื่องจากเหตุอื่นควรจะมีการวัดค่าพีเอชก่อน สิ่งสกปรก เช่น เศษโลหะต่าง ๆ ก็เป็นเหตุหนึ่งที่ทำให้ชุบไม่ขึ้นเงา

ในน้ำยาชุบที่มีน้ำยาเจืออย่างเพียงพอ แต่ถ้าเราใช้ความหนาแน่นของกระแสไฟฟ้าไม่ถูกต้องก็อาจจะได้ผลงานที่มีความเงาไม่ดีเท่าที่ควร เครื่องมือทดลองมีชื่อว่า "ฮัลเซลล์" (Hull Cell) เป็นเครื่องมือที่จะช่วยให้ทราบว่าน้ำยาชุบแต่ละอย่างนั้น ควรใช้ความหนาแน่นของกระแสไฟฟ้าเท่าใด และน้ำยาเจือมีปริมาณมากน้อยเท่าใด ทดลองได้โดยนำแผ่นทดลองชุบในฮัลเซลล์

ความสำคัญของสภาวะการทำงานของน้ำยาชุบ

ค่าพีเอช มีความสำคัญที่สุดในน้ำยาชุบนิเกิลถ้ารักษาค่าพีเอชไม่ถูกต้องแล้วจะทำให้เกิดปัญหาต่าง ๆ ในการชุบจึงควรตรวจสอบค่าพีเอชทุกวัน เมื่อมีการชุบ ปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นเนื่องจากค่าพีเอช เปลี่ยนแปลงไปก็คือ จะทำให้เกิดกำลังการชุบเคลือบผิวไม่ดีประสิทธิภาพของขั้วลบต่ำ การเกาะเคลือบผิวขรุขระเปราะ หรือเป็นหลุมถ้าค่าพีเอชต่ำกว่า 3.5 การชุบจะไม่ขึ้นเงาและไม่เรียบ ถ้าค่าพีเอชสูงเกิน 4.5 นิเกิลที่ชุบจะเปราะ

ปรับค่า pH

การลดค่าของพีเอชให้ต่ำลงทำได้โดยเติมกรดกำมะถันเจือจางลงไปในน้ำยาชุบ โดยนำกรดกำมะถันผสมน้ำ 3 - 4 เท่า

การเพิ่มค่าพีเอชทำได้โดยเติมโซดาไฟ (โซเดียมไฮดรอกไซด์) 5% โดยเอาโซดาไฟผสมกับน้ำยาชุบนิเกิลในอัตราส่วน 50 กรัมต่อลิตรหรือเติมนิเกิลคาร์บอเนตโดยเอานิเกิลคาร์บอเนตละลายด้วยน้ำร้อนก่อน

เครื่องให้ความร้อน (Heater) อุณหภูมิโดยทั่วไปสามารถใช้ความหนาแน่นของกระแสไฟฟ้าสูงขึ้นในถังที่ร้อนมากกว่าในถังที่เย็น ฉะนั้นเครื่องให้ความร้อน (Heater) จึงจำเป็นสำหรับการชุบนิเกิล

ความหนาแน่นของกระแสไฟฟ้า (Current Density)

อุณหภูมิปกติจะใช้ความหนาแน่นของกระแสไฟฟ้า 5 - 20 แอมป์/ตารางฟุต แต่ถ้าน้ำยาร้อนจะใช้กระแสได้ถึง 20 - 40 แอมป์/ตารางฟุต

การกวนน้ำยา จะทำให้ความหนาแน่นของกระแสไฟฟ้าสูงขึ้น ทำให้ชุบได้หนาโดยเวลาน้อยลง และทำให้ความเข้มข้นของน้ำยาเท่ากันตลอดถัง

ผลของสิ่งสกปรก และการกำจัด ในถังชุบนิเกิลแม้จะมีสิ่งเจือปนจำนวนเล็กน้อยเนื่องจากโลหะต่าง ๆ เช่น เหล็ก สังกะสี ทองแดง หรือตะกั่ว จะทำให้ชิ้นงานที่ชุบนั้นแลดูไม่สวยลดความเงา และค่าคลำบริเวณที่ได้รับกระแสไฟฟ้า

ทองแดง (Cu) ที่มีอยู่ในน้ำยาชุบนิเกิลจะทำให้ชิ้นงานเปราะเป็นหลุม และจะลดการจับเกาะของนิเกิลกับผิวโลหะชิ้นงาน

สังกะสี (Zn) ถ้าสังกะสีจำนวน 0.2 กรัม/ลิตรจะช่วยให้เกิดความเงาในการชุบนิเกิล แต่ถ้ามีสังกะสีมากกว่านี้จะทำให้เกิดสายเส้นดำ ๆ จับเกาะตรงที่มีความหนาแน่นของกระแสไฟฟ้าต่ำ

แก้ไขโดยวิธี "ต้มมี" โดยใช้แผ่นเหล็กลูกฟูก แขนวนเป็นขั้วลบให้ความหนาแน่นของกระแสไฟฟ้า 2 แอมป์/ตารางฟุต หรือกำจัดโดยใส่ด้วยานิกเกิลเพียวรีไฟด์ ตัวยานี้จะจับสังกะสี ทองแดงให้ตกตะกอนแล้วกรองน้ำยาให้สะอาด

สารอินทรีย์ กำจัดสารอินทรีย์ต่าง ๆ ที่มีอยู่ในน้ำยาชุบได้โดยใช้ผงถ่าน (Activate carbon) ผสมลงในน้ำยาชุบ 2 กรัม/ลิตร กวนน้ำยาตลอดเวลา 1 ชั่วโมง แล้วปล่อยให้ผงถ่านตกตะกอนจึงกรองน้ำยาให้ใสสะอาด

นิกเกิลสไตรค์

นิกเกิลสไตรค์ใช้ชุบบนชิ้นงานที่เป็นสแตนเลส สแตนเลสมีความแข็ง และผิวด้านก่อนจะทำการชุบจะต้องเอาออกไซด์ออกจากผิวก่อน และเป็นการกระตุ้นผิวสแตนเลส นิกเกิลสไตรค์ชุบแล้วจะได้ผิวชุบบาง ๆ และนำไปชุบในขั้นตอนต่อไป เช่น ทองแดงเงา, นิกเกิลเงา

นิกเกิลสไตรค์ มี 2 ชนิด คือ

1. ชนิดคลอไรด์ ประกอบด้วย นิกเกิลคลอไรด์ และกรดเกลือ

| | | | |
|------|--|----------|---------------------|
| สูตร | นิกเกิลคลอไรด์ ($\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) | 240 | กรัม/ลิตร |
| | กรดเกลือเข้มข้น ถ.พ. 1.18 (HCl) | 86 | ม.ล./ลิตร |
| | กระแสไฟฟ้า | 3 | แอมป์/ตารางเดซิเมตร |
| | อุณหภูมิ | | อุณหภูมิห้อง |
| | เวลาชุบ | 2-3 นาที | ใช้งานเป็นขั้วบวก |
| | | 6 นาที | ใช้งานเป็นขั้วลบ |

การชุบนิกเกิลสไตรค์ จะต้องล้างชิ้นงานให้สะอาดแล้วกัดผิวในกรดกำมะถัน 30% โดยน้ำหนักโดยใช้งานเป็นขั้วบวก เวลา 3 นาที ไฟฟ้า 6 โวลต์ เมื่อครบ 3 นาทีแล้วปิดไฟฟ้าประมาณ 15 วินาที แล้วจึงชุบโดยใช้งานเป็นขั้วลบ ประมาณ 6 นาที จะใช้แยกถังก็ได้โดยแยกถังที่งานเป็นบวกกับถังที่ใช้งานเป็นลบ

2. ชนิดซัลเฟต ประกอบด้วย นิกเกิลซัลเฟต และกรดกำมะถัน

| | | | |
|------|---|-------------|---------------------|
| สูตร | นิกเกิลซัลเฟต ($\text{NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) | 250 | กรัม/ลิตร |
| | กรดกำมะถัน (H_2SO_4) | 25 | ม.ล./ลิตร |
| | กระแสไฟฟ้า | 16 - 22 | แอมป์/ตารางเดซิเมตร |
| | อุณหภูมิ | 35 - 40°ซ. | |
| | เวลาชุบ | 5 - 10 นาที | |

ตารางที่ 2.6 แสดงปัญหาที่เกิดในการชุนิกเกิดและแนวทางแก้ไข

| อาการ | สาเหตุ | การแก้ไข |
|--|--|--|
| 1. ผิวที่เคลือบไหม้ | <p>ก. ส่วนผสมของน้ำยาจือจาง</p> <p>ข. อุณหภูมิขณะปฏิบัติงานต่ำเกินไป</p> <p>ค. ความหนาแน่นกระแสไฟฟ้าสูงเกินไป</p> <p>ง. แขนชิ้นงานไม่ถูกวิธี</p> | <p>ตรวจและแก้ไขโดยวิเคราะห์</p> <p>น้ำยาแล้วเติมส่วนที่ขาดและ</p> <p>ใช้กระแสไฟฟ้าให้ถูกต้อง</p> |
| 2. ชุนเคลือบเป็นหลุม (ตามค) | <p>ก. มีเหล็กปนในน้ำยาชุน</p> <p>ข. กรดบอริกต่ำไป</p> <p>ค. โลหะอื่นตกลงไปปนในน้ำยา</p> | <p>ใช้วิธี "คัมมี่" โดยนำแผ่นเหล็กถูกชุนเพื่อให้โลหะอื่น ๆ ติดมากับแผ่นเหล็ก</p> |
| 3. ผิวหยาบ ขรุขระ | <p>ก. ค่าพีเอชสูงเกินไป</p> <p>ข. กรดบอริกต่ำ</p> <p>ค. ความหนาแน่นของกระแสไฟฟ้าสูง</p> <p>ง. มีฝุ่นผง และสารที่ไม่ละลาย ในน้ำยาชุน</p> <p>ฉ. เนื่องจากผิวชิ้นงานมีสนิม มีตะกั่วปนในน้ำยาชุน</p> | <p>ปรับค่าพีเอชให้ถูกต้อง</p> <p>ใช้กระแสให้ถูกต้อง และน้ำยาให้สะอาด</p> |
| 4. ผิวแข็งเปราะ บริเวณความหนาแน่นของกระแสไฟฟ้าต่ำ | <p>ก. เนื่องจากผิวชิ้นงานมีสนิม มีตะกั่วปนในน้ำยาชุน</p> | <p>แก้ไขโดยคัมมี่ หรือใส่ निकเกิดพีชวีไฟด์</p> |
| 5. ผิวดำและแข็งเปราะ โดยเฉพาะบริเวณความหนาแน่นของกระแสไฟฟ้าต่ำ | | <p>แก้ไขโดยคัมมี่ หรือใส่ निकเกิดพีชวีไฟด์</p> |

| อาการ | สาเหตุ | การแก้ไข |
|---------------------------|-------------------------------|--|
| 6. ผิวเปราะแตก และมั่ว | มีเหล็กในถังน้ำยาชุบ | ใช้วิธี "คัมมี่" หรือใส่ निकิลเพียวรีไฟด์ |
| 7. ชุบไม่เงา | น้ำยาไม่พอ, เตรียมผิวงานไม่ดี | ต้องเติมน้ำยาเงา |

ลอกนิกเกิล

นิกเกิลเงา หรือนิกเกิลที่ชุบแล้วใช้ไม่ได้ จะต้องลอกออกเพื่อขัดแต่งผิวชิ้นงานใหม่ ส่วนผสมของน้ำยา

| | | |
|--|---|------|
| น้ำ | 1 | ส่วน |
| กรดดินประสิว (HNO ₃) | 1 | ส่วน |
| กรดกำมะถัน (H ₂ SO ₄) | 2 | ส่วน |

การผสม จะต้องใส่น้ำลงในถังพลาสติก หรือถังสแตนเลสก่อนแล้วจึงค่อย ๆ เทกรดลงไปอย่างช้า ๆ

ลอกนิกเกิล และทองแดงบนชิ้นงาน Zinc Diecasting

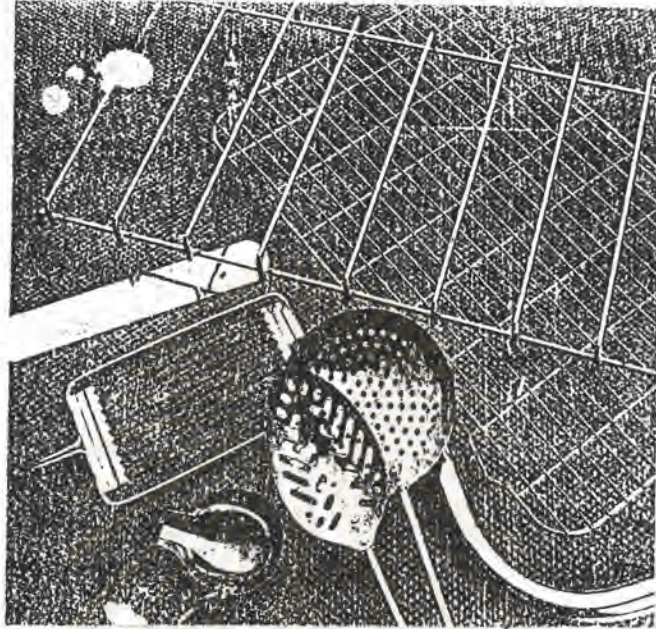
ส่วนผสมของน้ำยา

| | | |
|--|-----|------|
| กรดกำมะถัน (H ₂ SO ₄) 50% จำนวน | 800 | ม.ล. |
| กรดดินประสิว (HNO ₃) | 200 | ม.ล. |
| กรดเกลือ (HCl) | 3.5 | ม.ล. |

วิธีการลอก ชิ้นงานล้างให้สะอาด แล้วจุ่มแช่ในน้ำยา โดยใช้อุณหภูมิปกติ สังเกตดูชิ้นงานมีแก๊สเกิดขึ้น และดูด้วยว่าลอกนิกเกิลหมดแล้วเอาชิ้นงานล้างในน้ำสะอาด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.2.3 การแก้ปัญหาการชุบนิกเกิล



รูปที่ 2.30 แสดงตัวอย่างชิ้นงานชุบนิกเกิล

น้ำยาชุบนิกเกิลจะต้องเก็บรักษาให้อยู่ในสภาพสะอาดอยู่เสมอให้ปราศจากน้ำมันไขมัน ผุ่นผง และการเจือปนของโลหะอื่น ๆ เช่น เหล็ก, ทองแดง, สังกะสี, และตะกั่วโลหะอื่น ๆ นอกจากนิกเกิลแล้วห้ามลงไปเจือปนในน้ำยาชุบนิกเกิลโดยเด็ดขาดไม่ว่าจะเป็นลวดทองแดงสำหรับผูกชิ้นงาน, หรือชิ้นงานชุบต่าง ๆ ห้ามตกลงไปในถังชุบนิกเกิลหรือถ้าตกลงไปก็จะต้องดำเนินการนำขึ้นมาในทันที อย่าปล่อยให้ไว้นาน ชิ้นงานจะถูกกัดให้ละลายด้วยน้ำยาชุบนิกเกิลนั่นเอง และจะละลายปนกับน้ำยาชุบนิกเกิล พอถึงจุดหนึ่งก็จะทำให้คุณสมบัติของผิวชุบนิกเกิลเปลี่ยนไป เช่นถ้าโลหะเหล็กตกลงไปปนกับน้ำยานิกเกิล ผลที่ได้คือ ผิวชุบนิกเกิลที่ชุบจะเปราะไม่เกาะแน่นกับชิ้นงาน, ผิวชุบที่ได้จะมีขรุขระ, ไม่เงาเหมือนเดิม และผิวชุบนิกเกิลอาจเป็นตามด (pitting)

ทองแดง ทองแดงอาจจะตกลงไปปนในถังชุบนิกเกิลได้ ทางหนึ่งก็อาจจะมาจากการชิ้นงานไม่สะอาด หลังจากการชุบทองแดงมาแล้วหรือน้ำล้างชิ้นงานก่อนชุบนิกเกิลมีทองแดงเจือปนอยู่ทำให้ทองแดงติดชิ้นงานลงไปปนในถังชุบนิกเกิลได้หรืออีกทางหนึ่งมาจาก Jig จับชิ้นงานหรือจากชิ้นงานทองเหลืองหรือชิ้นงานทองแดงที่ตกลงไปในถังน้ำยาชุบนิกเกิล เมื่อชิ้นงานที่ตกลงไปละลายเข้ากับน้ำยาพอถึงจุดหนึ่งเวลาชุบนิกเกิลเงาปกติแล้วนิกเกิลเงาจะมีสีขาวเงาสวยงาม แต่ถ้ามีทองแดง หรือทองเหลืองเข้าไปเจือปน ทำให้ชุบแล้วไม่ขึ้นเงา และผิวจะดำ ซึ่งเป็นผิวที่ใช้ไม่ได้

สังกะสี สังกะสีที่จะตกลงไปในถังชุบนิกเกิลมีทางเดียว คือ ชิ้นงานที่นำมาชุบนั้นเป็นโลหะที่มีสังกะสีผสมอยู่ หรือที่เรียกว่าโลหะผสมสังกะสี (Zinc alloy) ซึ่งในการชุบโลหะประเภทนี้จะต้องชุบทองแดงค้างให้ได้ผิวหนาเพื่อปกปิดผิวสังกะสีไว้ให้มีฉนวน ก่อนที่จะชุบทองแดงเงาซึ่ง

มีสภาพเป็นกรด หรือขุ่นนิกเกิลซึ่งมีสภาพเป็นกรดเช่นกัน โลหะผสมสังกะสีนี้จะถูกละลายออกได้ง่ายในน้ำยาที่มีสภาพเป็นกรด ถ้าชิ้นงานตกลงไปในน้ำยาขุ่นนิกเกิลจะต้องนำออกจากถังในทันที

วิธีกำจัดสังกะสีที่ปนอยู่ในน้ำยาขุ่นนิกเกิล

1. ปรับค่า pH ของน้ำยานิกเกิลให้ได้ 4.0
2. ใส่ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 1 ซีซี. ต่ำน้ำยา 1 ลิตร
3. ขูดคัมมี่ โดยใช้กระแสไฟ 2 แอมป์/คม.² (20 แอมป์/ตารางฟุต) พร้อมกวนน้ำยาอย่างน้อยเป็นเวลา 4 ชั่วโมง
4. ถ้าหากสังกะสียังออกไม่หมด ก็จะต้องใส่ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์อีก และขูดให้สังกะสีออกมากับแผ่นคัมมี่ต่อไปจนสังกะสีออกหมด

วิธีกำจัดทองแดงในน้ำยาขุ่นนิกเกิล

1. ปรับค่า pH ให้อยู่ที่ 3.0
2. ทำการขูดออกโดยใช้กระแส 0.2 แอมป์/คม.² (2 แอมป์/ตารางฟุต) พร้อมกวนน้ำยาจนกระทั่งแผ่นที่ขูดไม่เป็นสีดำ และทุกชั่วโมงจะต้องเพิ่มกระแสไฟฟ้าเป็น 4 แอมป์/คม.² (40 แอมป์/ตารางฟุต) เป็นเวลา 10 นาที แล้วลดไฟฟ้าลงเหมือนเดิมเพื่อขูดให้นิกเกิลเคลือบปิดส่วนที่ดำแล้วลดไฟฟ้าลงเหมือนเดิม ทำอย่างนี้จนกว่าได้ผิวขูดที่ไม่ดำ

โครเมียม การกำจัดโครเมียมที่อาจจะตกลงไปในน้ำยานิกเกิลนั้นทำได้ดังนี้คือ

1. ใส่เฟอร์รัสซัลเฟต 0.16 กรัม/ลิตร เฟอร์รัสซัลเฟต ต้องละลายในน้ำที่มีสภาพเป็นกรดก่อน แล้วจึงเติมลงในถังนิกเกิล
2. ปรับค่า pH ขึ้นเป็น 5.8 ถึง 6 โดยการเติมนิกเกิลคาร์บอเนต หรือโซดาไฟ ถ้าเติมโซดาไฟควรทำดังนี้ ใช้โซดาไฟ 10%, 100 กรัมผสมในน้ำ 1 ลิตร ผสมกับน้ำยานิกเกิล 1 ลิตร แล้วจึงเติมลงในถังนิกเกิล โดยกวนน้ำยานิกเกิลตลอดเวลา ประมาณ 4 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 60°ซ แล้วกรองน้ำยาใส่ในถังสำรองอีกใบหนึ่ง แล้วเอาแผ่นตัวล่อล้างให้สะอาด และล้างถึงให้สะอาด จึงดูดเอาน้ำยากลับมายังถังขูดเดิม โดยใช้สายยางสำหรับดูดน้ำยา แล้วปรับค่า pH ให้อยู่ที่ 3.5 - 4.5

ปัญหาที่พบบ่อย ๆ และการแก้ไข

1. ผิวขูดด้านตรงบริเวณที่ได้รับความหนาแน่นกระแสไฟฟ้าสูง คือไม่เงา สาเหตุขูดน้ำยาเงา ควรเติมน้ำยาเงาให้ถูกต้องตามคำแนะนำของคู่มือการใช้ น้ำยาเงานั้น ๆ
2. ผิวขูดดำตรงส่วนลึก ๆ บริเวณที่ได้รับกระแสไฟต่ำ สาเหตุอย่างหนึ่งคือ น้ำยาเงามากเกินไป จะต้องใส่ผงคาร์บอน 2 กรัม/ลิตร กวนให้เข้ากับน้ำยา เพื่อให้ผงคาร์บอนดูดน้ำยาเงาออก แล้วกรองน้ำยาให้สะอาด ทดลองขูดดูใหม่ ถ้าน้ำยาเงาน้อยเกินไปก็เติมเข้าไปให้พอเหมาะ

3. ผิวชุบเป็นสีเทา-ดำ บริเวณที่ได้รับกระแสไฟฟ้าต่ำ คือส่วนลึกของชิ้นงานอาคารเช่นนี้ เนื่องจากมีธาตุโลหะอื่น ๆ เจือปนในน้ำยา เช่นทองแดง หรือสังกะสี อาจมาจากขั้นตอนการชุบทองแดง แล้วไม่สะอาด หรือน้ำล้างก่อนชุบникเกิดมีทองแดงเจือปนอยู่ เวลาทองแดงตกลงไปในน้ำยาชุบникเกิด พอชุบขึ้นมาทองแดงจะไปเกาะส่วนที่ได้รับกระแสไฟฟ้าต่ำทำให้ชิ้นงานไม่เงาอย่างทั่วถึง จึงจำเป็นต้องกำจัดธาตุโลหะที่เจือปนออก โดยนำแผ่นเหล็กดัดให้เป็นลอนลูกฟูกเพื่อให้มีส่วนที่ได้รับกระแสไฟฟ้าสูง และส่วนที่ได้รับกระแสไฟฟ้าต่ำ ชั้นแรกต้องทำความสะอาดแผ่นลูกฟูกก่อนแล้วจึงนำลงไปชุบด้วยกระแส 20 แอมแปร์/ตารางฟุต เวลา 20 นาทีและแล้วก็ลดกระแสลงมาเหลือ 2 แอมแปร์/ตารางฟุต ชุบทิ้งไว้วัน ๆ สัก 3 ชั่วโมง นำแผ่นลูกฟูกออกมาขัดดูด้วยแปรงเพื่อให้คราบดำ ๆ ในซอกออกจนหมด แล้วนำลงชุบใหม่ กระทำอยู่เช่นนี้จนไม่มีคราบดำมาเกาะบนแผ่นลูกฟูก เป็นอันว่าน้ำยาใช้ได้ตามปกติ วิธีการเช่นนี้เรียกว่า ดัมมี่ (Dummy)

4. ชุบไม่ติดในส่วนที่ได้รับกระแสไฟฟ้าต่ำ อาจเป็นเพราะมีน้ำยาโครเมียมเข้าไปเจือปนในน้ำยา

การแก้ไขจะต้องเติม เฟอร์รัสซัลเฟต 0.16 กรัม/ลิตร โดยละลายเฟอร์รัสซัลเฟตลงในน้ำยานิกเกิด แล้วปรับค่า pH ขึ้นเป็น 5.8-6 โดยการเติมนิกเกิดคาร์บอนेट แล้วกวนน้ำยา 4 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 60°ซ และกรองน้ำยาให้สะอาด ลดค่า pH ลงที่ 4 โดยการเติมกรดกำมะถันเจือจางและทดลองชุบดูใหม่

5. ผิวที่ชุบได้เปราะแตก และล่อนออกง่าย สาเหตุจากมีน้ำมัน ไขมันหรือยาสกัดชิ้นงานที่ล้างออกไม่หมด

อีกอย่างหนึ่งคือ คิวยาเงารองพื้น (Initial Brightener) น้อยเกินไปทำให้ขาดความเหนียวหรือน้ำยาเงา (Maintenance Brightener) มากเกินไปจะต้องแก้ไขโดยกรองด้วยผง

คาร์บอน

สาเหตุอีกประการหนึ่งคือ มีธาตุโลหะอื่น ๆ เจือปนจะต้องชุบดัมมี่ ออกด้วยแผ่นเหล็กลูกฟูก

6. ผิวชุบเป็นเม็ด (pitted deposit) สาเหตุประการหนึ่งก็คือ การกวนน้ำยาน้อยเกินไปหรือเบาเกินไป หรืออีกประการหนึ่งก็ขาดน้ำยากันตามด (Anti-pit) จะต้องเติมน้ำยากันตามดลงไปด้วย สาเหตุอย่างอื่น ก็มีสิ่งปลอมปนเล็ก ๆ อยู่ในน้ำยา กรองออกด้วยผง Filter aid หรือค่า pH ต่ำก็เป็นเม็ดได้เหมือนกัน จะต้องปรับ pH ให้อยู่ในพิคัดที่กำหนดถ้าหากกระทำตามนี้แล้วไม่หายก็เติม ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 130 Vol. จำนวน 0.1 ซี.ซี./ลิตร แล้วกวนน้ำยาตลอด 1 ชั่วโมง แล้วกรองน้ำยาให้สะอาดอีกครั้งหนึ่ง

2.3 การประยุกต์การชุบโลหะแบบดึงชุบ (Electro Plating) ไปเป็นแบบเต็มด้วยไฟฟ้า (Selective Plating)

จากหลักการการชุบโลหะด้วยไฟฟ้าที่ผ่านมา ทำให้ทราบได้ว่า เมื่อผ่านกระแสไฟฟ้าเข้าไปในสารละลายของอิเล็กโทรไลต์ จะทำให้อนุภาคเล็ก ๆ (ไอออน) เกิดการเคลื่อนที่โดยไอออนที่เคลื่อนที่ไปยังแอโนด (Anode หรือขั้วบวก) นั้นเรียกว่า แอนไอออน (Anions) จะมีประจุไฟฟ้าเป็นลบ (-) ส่วนไอออนที่เคลื่อนที่ไปยังแคโทด (Cathode หรือขั้วลบ) นั้น เรียกว่า แคทไอออน (Cations) จะมีประจุไฟฟ้าเป็นบวก (+)

ในตัวอย่างของการแยกสลายของน้ำยาสารละลายของคอปเปอร์ซัลเฟตซึ่งเป็นตัวอย่างของการชุบโลหะแบบดึงชุบ (Electro Plating) ใส่สารละลายคอปเปอร์ซัลเฟตลงในถังชุบจากนั้นนำขั้วบวก (Anode) ของแบตเตอรี่ต่อเข้ากับแผ่นทองแดงบริสุทธิ์ ส่วนขั้วลบ (Cathode) ของแบตเตอรี่ต่อเข้ากับแผ่นปลาทินัม แล้วนำขั้วที่สองจุ่มลงในสารละลายขณะนี้ไฟฟ้าก็จะครบวงจรซึ่งจะทำให้สารละลายเกิดปฏิกิริยาแตกตัวจาก $\text{CuSO}_4 \rightarrow \text{Cu}^{++} + \text{SO}_4^{--}$ นั่นคือคอปเปอร์ซัลเฟต (CuSO_4) จะแตกตัวออกเป็นคอปเปอร์ (Cu^{++}) และซัลเฟต (SO_4^{--}) เมื่อแตกตัวแล้วขั้นตอนต่อไปคือ Cu^{++} ที่มีประจุไฟฟ้าเป็นบวก (Cations) จะวิ่งไปเกาะที่แผ่นปลาทินัมที่เป็นขั้วลบ (Cathode) ส่วน SO_4^{--} ที่มีประจุไฟฟ้าเป็นลบ (Anions) จะวิ่งไปหาแผ่นทองแดงซึ่งเป็นขั้วบวก (Anode) เป็นเหตุให้แผ่นทองแดงละลายเป็นทองแดงซัลเฟตออกมาแทนที่ทองแดงซัลเฟตตัวก่อนที่หมดไป ปฏิกิริยาจะเกิดอย่างนี้ไปเรื่อย ๆ ตลอดเวลาที่กระแสไฟฟ้ายังครบวงจรอยู่ นั่นคือ แผ่นปลาทินัมจะถูกชุบเคลือบด้วยทองแดงไปเรื่อย ๆ

จากหลักการข้างต้น เมื่อนำมาประยุกต์เป็นการชุบโลหะแบบเต็มด้วยไฟฟ้า (Selective Plating) ก็สามารทำได้โดยต่อขั้วบวกของแบตเตอรี่เข้ากับด้ามถือ (Stylus) ซึ่งทำมาจากแท่งทองแดง ส่วนปลายหุ้มด้วยฉนวนเพื่อที่จะสามารถจับถือได้ ส่วนปลายอีกข้างหนึ่งยึดติดกับกราไฟท์ (Graphite) ที่หุ้มด้วยวัสดุที่สามารถดูดซับสารละลายได้ สาเหตุที่ต้องใช้กราไฟท์เนื่องจากเป็นวัสดุที่นำไฟฟ้าได้ และไม่ส่งผลกระทบต่อ (Effect) กับสารละลายใด ๆ ส่วนขั้วลบของแบตเตอรี่ต่อเข้ากับชิ้นงานที่จะทำการชุบ จากนั้นนำด้ามถือไปจุ่มลงในสารละลายให้ชุ่ม แล้วนำมาทาลงบนผิวชิ้นงานทันทีที่ด้ามถือ (Stylus) สัมผัสกับชิ้นงาน กระแสไฟฟ้าก็จะครบวงจร ปฏิกิริยาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นก็จะเหมือนกับตัวอย่างข้างบนที่ได้กล่าวมาแล้ว

2.4 สรุป

จากเนื้อหาในบทที่ 2 ทั้งหมดที่ผ่านมาทำให้ทราบถึงหลักการเบื้องต้นของการชุบโลหะด้วยไฟฟ้า รวมถึงการเตรียมผิวชิ้นงานก่อนชุบ และขั้นตอนการชุบนิกเกิล จะเห็นได้ว่าคุณภาพชุบที่ได้นั้นจะดีหรือไม่ ขึ้นอยู่กับปัจจัยดังต่อไปนี้

1. การเตรียมผิวชิ้นงานก่อนชุบ
2. คุณภาพของสารละลายที่ใช้
3. แรงดันไฟฟ้าที่ใช้
4. กระแสไฟฟ้าที่ใช้
5. เวลาที่ใช้ในการชุบ

ส่วนในตอนที่ 2 ได้กล่าวถึงการประยุกต์จากการชุบโลหะในถังชุบ(Electro Plating) ไปเป็นการชุบโลหะแบบแถมด้วยไฟฟ้า (Selective Plating) นั้น ใช้หลักการพื้นฐานเดียวกันเพียงแค่เปลี่ยนรูปแบบ และวิธีการจากการจุ่มชิ้นงานลงในสารละลายมาใช้สารละลายทาลงบนชิ้นงานด้วยคัมถือ (Stylus) สำหรับรายละเอียดของการจัดทำ "เครื่องชุบโลหะแบบแถมด้วยไฟฟ้า (Selective Plating Equipment)" และการทดสอบการใช้เครื่อง จะได้กล่าวไว้ในบทที่ 3 และบทที่ 4 ต่อไป

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย