แนวทางการป้องกันคราบสกปรกบนงานชุบ

2026/03/23

เขียนโดยคุณมัทสึชิตะ แผนกชุบพลาสติก

หากชิ้นงานชุบเกิดคราบสกปรก
จะต้องใช้เวลาและแรงงานในการขัดทำความสะอาดเพิ่มขึ้นในขั้นตอนการตรวจสอบครับ
อีกทั้งในกรณีของการชุบแบบซาตินและการชุบโครมสาม ไม่สามารถใช้สารขัดเงาประเภท “ไซนเนอร์” ได้
จึงมีความเสี่ยงที่จะไม่สามารถขจัดคราบได้หมด ส่งผลให้เกิดของเสียจากปัญหาคราบสกปรก ดังนั้น
ในครั้งนี้ผมจะขอกล่าวถึงกระบวนการล้างทำความสะอาดในงานชุบ รวมถึงสาเหตุของการเกิดคราบสกปรกครับ

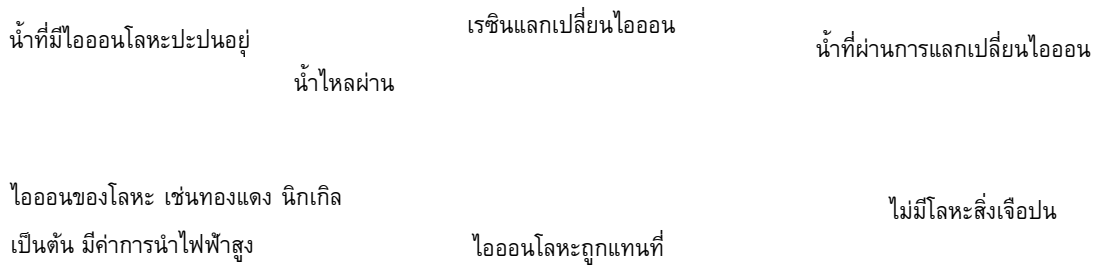
ในกระบวนการชุบ เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดคราบสกปรก ทุกไลน์การผลิตจะมีขั้นตอนล้างในช่วงท้าย
โดยใช้น้ำแลกเปลี่ยนไอออนล้าง ⟶ ตามด้วยน้ำบริสุทธิ์ เป็นการล้าง 2 ขั้นตอนด้วยน้ำสะอาดครับ

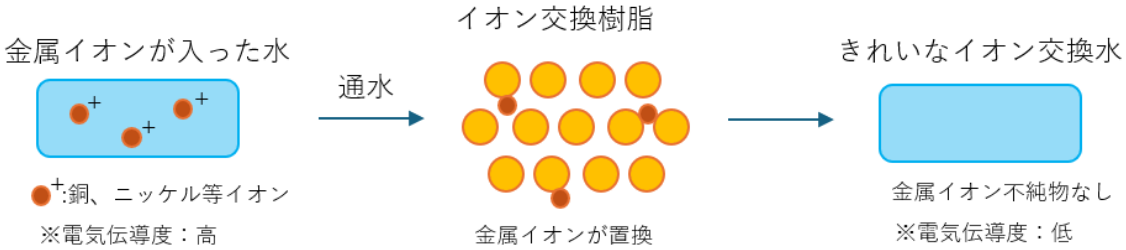
สำหรับชิ้นงานขนาดเล็กในไลน์ A หลังออกจากไลน์ชุบแล้ว จะมีการล้างเพิ่มเติมในไลน์อบแห้ง
โดยใช้น้ำแลกเปลี่ยนไอออนแบบน้ำอุ่น และน้ำบริสุทธิ์ร่วมกับการล้างด้วยคลื่นอัลตราโซนิกอีกด้วยครับ

สิ่งสกปรกในน้ำสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทหลัก ได้แก่ สิ่งเจือปนประเภทโลหะ และ
สิ่งเจือปนประเภทสารอินทรีย์ครับ โดยสิ่งเจือปนประเภทโลหะ หมายถึงสารอย่างโครเมียม นิกเกิล หรือทองแดง
ที่ละลายปะปนอยู่ในน้ำ หากนำน้ำที่มีสิ่งเจือปนโลหะดังกล่าวไปผ่านกระบวนการอบแห้งโดยตรง
สิ่งเจือปนเหล่านี้จะตกค้างและยึดเกาะอยู่บริเวณที่มีน้ำขังบนผิวชิ้นงาน
กลายเป็นคราบตะกรันลักษณะคล้ายเปลือกหอยครับ

เพื่อป้องกันปัญหาดังกล่าว ในขั้นตอนการล้างด้วยน้ำแลกเปลี่ยนไอออน
จะมีการกำจัดสิ่งเจือปนโลหะออกโดยการแลกเปลี่ยนกับเรซินแลกเปลี่ยนไอออน โดยมีหลักการ คือ
ให้น้ำไหลผ่านเรซินทาวเวอร์ที่บรรจุเรซินแลกเปลี่ยนไอออน
ที่จะทำหน้าที่แลกเปลี่ยนและกำจัดไอออนโลหะออกจากน้ำ
ส่งผลให้น้ำที่ได้เป็นน้ำแลกเปลี่ยนไอออนที่มีความสะอาดสูงครับ

เรซินแลกเปลี่ยนไอออนนั้น มีลักษณะเป็นเม็ดทรงกลมขนาดเล็ก คล้ายลูกปัด โดยมีขนาดประมาณ 1
มิลลิเมตรครับ





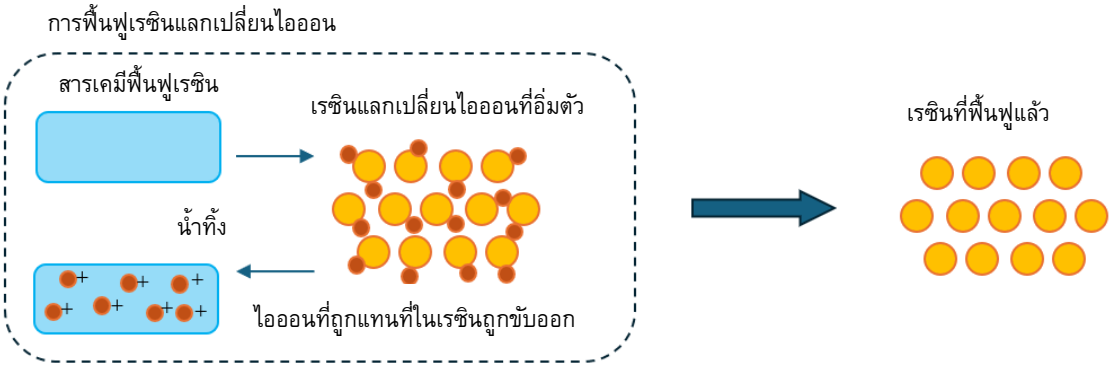
　　เมื่อใช้งานเรซินแลกเปลี่ยนไอออนอย่างต่อเนื่อง ประสิทธิภาพจะค่อย ๆ เข้าใกล้ขีดจำกัด
จนไม่สามารถกำจัดไอออนโลหะได้อย่างสมบูรณ์อีกต่อไปครับ
โดยภาวะที่ไอออนโลหะไหลหลุดออกไปยังฝั่งน้ำที่ผ่านการบำบัดนี้ เรียกว่า “การรั่วไหล” ครับ

　　การตรวจสอบว่าเกิดการรั่วไหลหรือไม่นั้น จะพิจารณาจาก ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำ โดยปกติ
น้ำบริสุทธิ์จะมีค่าการนำไฟฟ้าต่ำมาก ใกล้เคียงศูนย์ แต่หากมีสิ่งเจือปนประเภทโลหะละลายอยู่ในน้ำ
โลหะเหล่านี้จะอยู่ในรูปของไอออนประจุบวก ส่งผลให้ค่าการนำไฟฟ้าเพิ่มสูงขึ้น (ทั้งนี้
กรดโครมิกจะอยู่ในรูปของไอออนประจุลบ)

　　ในกรณีที่เรซินแลกเปลี่ยนไอออนยังมีประสิทธิภาพ เมื่อมีไอออนโลหะปะปนเข้ามา
จะถูกกำจัดออกอย่างต่อเนื่อง ทำให้ค่าการนำไฟฟ้าค่อย ๆ ลดลงครับ แต่หากเกิดภาวะรั่วไหล
ค่าการนำไฟฟ้าจะเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง
จึงสามารถนำมาใช้เป็นเกณฑ์ในการตัดสินได้ว่าเกิดการรั่วไหลแล้วนั่นเองครับ

　　สำหรับเรซินที่เกิดการรั่วไหล สามารถฟื้นฟูประสิทธิภาพได้ โดยการให้น้ำยาฟื้นฟูที่มีความเข้มข้นสูง
ซึ่งประกอบด้วยกรดและด่าง ไหลผ่านเรซิน
กระบวนการนี้จะทำให้ไอออนโลหะที่จับอยู่กับเรซินถูกแทนที่ด้วยกรดหรือด่าง
และถูกชะล้างออกไปในรูปของน้ำทิ้ง ส่งผลให้เรซินกลับมาใช้งานได้อีกครั้งครับ

　　กระบวนการดังกล่าวเรียกว่า “การรีเจนเนอเรชัน”
และโดยปกติจะดำเนินการในช่วงการบำรุงรักษาประจำสัปดาห์ครับ



　　ในขั้นตอนการล้างด้วยน้ำบริสุทธิ์ นอกจากการแลกเปลี่ยนไอออนแล้ว

ยังมีการใช้อุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพสูงยิ่งขึ้นที่เรียกว่า ถังเรซินผสม เพื่อกำจัดสิ่งเจือปนโลหะให้ได้มากที่สุด จนได้น้ำบริสุทธิ์ในระดับสูงครับ แต่ในกรณีที่ถังเรซินผสมเกิดการรั่วไหล จะไม่สามารถทำการฟื้นฟูภายในบริษัทได้ จำเป็นต้องส่งถังไปให้ผู้ผลิตดำเนินการ จึงมีค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมครับ

อย่างไรก็ตาม เมื่อเกิดการรั่วไหล สามารถเปลี่ยนถังเป็นตัวที่ผ่านการฟื้นฟูแล้วได้ทันที โดยเพียงแค่สลับการเชื่อมต่อ จึงสามารถดำเนินการได้แม้ในขณะที่ไลน์การผลิตยังคงทำงานอยู่ โดยใช้วิธีสลับวาล์วชั่วคราว ในช่วงเวลาตั้งแต่เกิดการรั่วไหลจนถึงการเปลี่ยนถัง เนื่องจากไม่สามารถกำจัดสิ่งเจือปนได้อย่างเพียงพอ จึงทำให้มีโอกาสเกิดคราบตะกรันหรือคราบน้ำบนชิ้นงานได้ง่ายขึ้นครับครับ

สิ่งสกปรกในน้ำ นอกจากจะเกิดจากสิ่งเจือปนประเภทโลหะแล้ว ยังอาจเกิดจากสิ่งเจือปนประเภทสารอินทรีย์ได้อีกด้วยครับ สิ่งเจือปนประเภทสารอินทรีย์นั้น ได้แก่ สารอย่างน้ำยาช่วยเพิ่มความเงาในกระบวนการชุบ หรือสารป้องกันการฟุ้งกระจายของละอองในการชุบโครม ซึ่งหากสารเหล่านี้ไปเกาะติดบนผิวชิ้นงาน จะทำให้เกิดคราบลักษณะเป็นทางไหลได้ง่าย

การกำจัดสิ่งเจือปนประเภทนี้ จะใช้ ไส้กรองถ่านกัมมันต์ ในการดูดซับและกำจัดออกครับ โดยไส้กรองถ่านกัมมันต์ยังสามารถช่วยลดปริมาณกรดโครมิกที่ใช้ในกระบวนการชุบโครมได้ในระดับหนึ่ง จึงถือเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพครับ

ในกระบวนการล้างด้วยน้ำแลกเปลี่ยนไอออน จะใช้เพียงการแลกเปลี่ยนไอออนในการทำให้น้ำสะอาด แต่ในกระบวนการล้างด้วยน้ำบริสุทธิ์ จะมีการบำบัดน้ำด้วย 3 ขั้นตอน ได้แก่ การแลกเปลี่ยนไอออน, ถังเรซินผสม และไส้กรองถ่านกัมมันต์ เพื่อให้ได้น้ำบริสุทธิ์ที่มีความสะอาดสูงสุดครับ

ในกรณีที่ถังเรซินผสมเกิดการรั่วไหล จะส่งผลให้กระบวนการล้างด้วยน้ำบริสุทธิ์เกิดการปนเปื้อน ส่งผลให้ชิ้นงานเกือบทั้งหมดที่ผ่านในช่วงเวลาดังกล่าวมีโอกาสเกิดคราบตะกรันจากน้ำครับ อย่างไรก็ตาม ในช่วงหลังพบว่า แม้ถังเรซินผสมจะไม่ได้เกิดการรั่วไหล แต่ยังคงมีปัญหาคราบสกปรกที่เกิดขึ้นบ่อย โดยเฉพาะในชิ้นงานบางรูปทรง ซึ่งมีสาเหตุจาก สารป้องกันการฟุ้งกระจายของละอองที่ใช้ในกระบวนการชุบโครมครับ

เนื่องจากกระบวนการชุบโครเมียมเป็นการชุบด้วยไฟฟ้า จึงทำให้เกิดก๊าซในระหว่างกระบวนการ และก่อให้เกิดละอองโครเมียม หากละอองดังกล่าวฟุ้งกระจายและไปเกาะบนผิวชิ้นงาน จะทำให้เกิดตำหนิ เช่น จุดดำ หรือผิวพองจากละอองครับ ดังนั้นเพื่อลดปัญหานี้ จึงมีการเติมสารเคมีที่เรียกว่า สารป้องกัน ลงในบ่อชุบ โดยสารดังกล่าวจะช่วยสร้างชั้นฟองปกคลุมผิวของสารละลาย เพื่อลดการฟุ้งกระจายของละอองโครเมียมไม่ให้กระจายไปเกาะบนชิ้นงานได้ครับ

イオン交換装置

混床ボンベ

クロムめっき

ผิวหน้าของน้ำยาชุบถูกปกคลุมด้วยฟองของสารป้องกันการฟุ้งกระจายของละออง

ในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมา มีข่าวเกี่ยวกับการตรวจพบสารอย่าง PFOA และ PFOS ในน้ำจากแม่น้ำและน้ำใต้ดิน ซึ่งเป็นประเด็นด้านสิ่งแวดล้อมที่ได้รับความสนใจอย่างมากครับ ในอดีต
สารประเภทนี้เคยถูกนำมาใช้เป็นส่วนประกอบของสารป้องกันการฟุ้งกระจายของละอองในกระบวนการชุบโครม เนื่องจากมีความคงตัวสูง แม้อยู่ในสภาพแวดล้อมที่มีสารเคมีรุนแรง เช่น โครเมียมหรือสารกัดผิว อย่างไรก็ตาม ด้วยความที่มีความเสถียรสูงมาก ทำให้แม้จะถูกกำจัดทิ้งแล้วก็ยังคงตกค้างในสิ่งแวดล้อมเป็นเวลานาน
อีกทั้งยังมีข้อกังวลเกี่ยวกับความเป็นไปได้ในการก่อมะเร็งและผลกระทบต่อสุขภาพ
ส่งผลให้เกิดภาระต่อสิ่งแวดล้อมสูง ปัจจุบันจึงถูกควบคุมอย่างเข้มงวด และแทบไม่ได้ใช้งานแล้วครับ

ในทางกลับกัน
สารป้องกันการฟุ้งกระจายของละอองที่ใช้อยู่ในปัจจุบันมีคุณสมบัติที่สลายตัวได้ง่ายในสารละลายโครเมียม จึงมีอายุการใช้งานสั้น และผลิตภัณฑ์จากการสลายตัวจะค่อย ๆ สะสมอยู่บริเวณผิวของสารละลาย
หากมีการเติมสารในปริมาณมากเกินไป จะทำให้สารที่สลายตัวเหล่านี้สะสมเพิ่มขึ้น และเมื่อชิ้นงานเข้าสู่บ่อชุบ หากไปสัมผัสหรือพาเอาสารดังกล่าวติดไป จะถูกฝังรวมเข้าไปในชั้นผิวชุบ ทำให้เกิดเป็นคราบจุดสีน้ำตาล
หรือในกรณีที่ติดออกมาขณะนำชิ้นงานออกจากบ่อชุบ ก็อาจปรากฏเป็นคราบสีน้ำตาลบนผิวชิ้นงานได้ง่ายครับ

พบอีกว่า เมื่อเพิ่มปริมาณสารป้องกันการฟุ้งกระจายของละอองเพื่อแก้ปัญหาจุดดำ
กลับมีแนวโน้มทำให้เกิดคราบสีน้ำตาลและคราบสกปรกเพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้
หากตั้งค่ากระแสไฟฟ้าในกระบวนการชุบโครมสูงเกินไป
จะทำให้เกิดฟองจากสารป้องกันการฟุ้งกระจายของละอองจำนวนมาก
ส่งผลให้มีโอกาสที่ชิ้นงานจะสัมผัสและพาสารตกค้างเหล่านี้ติดไปได้มากขึ้นครับ
คราบลักษณะนี้มีคุณสมบัติคล้ายคราบน้ำมัน ทำให้ล้างออกได้ยากในขั้นตอนการล้างภายหลัง ดังนั้น
แม้จะควบคุมค่าการนำไฟฟ้าของน้ำบริสุทธิ์ได้ดีเพียงใด ก็ยังสามารถเกิดปัญหาคราบประเภทนี้ได้ครับ

นอกจากนี้ การเติมสารป้องกันการฟุ้งกระจายของละอองในปริมาณมากเกินไป จะส่งผลให้
แรงตึงผิวของสารละลายโครเมียมลดลง และทำให้ความสามารถในการแทรกซึมของของเหลวเพิ่มสูงขึ้นครับ
ด้วยเหตุนี้ สารละลายจึงสามารถไหลซึมเข้าไปในบริเวณต่าง ๆ ได้ง่าย เช่น
รอยแตกร้าวของชั้นเคลือบบนไม้แขวนชิ้นงาน หรือรูบอสของชิ้นงาน
และภายหลังของเหลวที่ตกค้างอยู่ภายในอาจไหลย้อนหรือซึมออกมา ทำให้เกิดคราบสีน้ำตาลบนผิวชิ้นงานครับ

ดังนั้น การควบคุมปริมาณการเติมสารให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมจึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง
เนื่องจากหากเติมมากเกินไป จะก่อให้เกิดปัญหาคราบสกปรก แต่หากเติมน้อยเกินไป
จะเพิ่มความเสี่ยงในการเกิดจุดดำจากละอองโครเมียม
ฉะนั้นการปรับสมดุลปริมาณการเติมจึงมีความซับซ้อนและยากกว่าที่ผ่านมาครับ

สรุปมาตรการป้องกันคราบสกปรก มีดังนี้

【① คราบตะกรันจากน้ำ】

เกิดจากการที่ยังมีสิ่งเจือปนประเภทโลหะตกค้างอยู่ในน้ำล้าง
สาเหตุ: ถังเรซินผสม (Mixed Bed) เกิดการรั่วไหล ทำให้ไม่สามารถกำจัดไอออนโลหะออกจากน้ำได้
ลักษณะคราบ: ระหว่างการอบแห้ง น้ำระเหยออก เหลือโลหะตกค้างและยึดเกาะบนผิว
กลายเป็นคราบสีขาวคล้ายตะกรันน้ำ ⟶ มักเกิดกับชิ้นงานเกือบทั้งหมดที่ผ่านกระบวนการในช่วงเวลาดังกล่าว
มาตรการ: เปลี่ยนถัง Mixed Bed เป็นถังที่ผ่านการฟื้นฟู (Regeneration) แล้ว

【② คราบจากสารป้องกันการฟุ้งกระจายของละออง】

เกิดจากสารป้องกันการฟุ้งกระจายของละอองในน้ำยาชุบโครเมียม
รวมถึงผลิตภัณฑ์จากการสลายตัวของสารดังกล่าว
สาเหตุ: การเติมสารมากเกินไป หรือการสะสมของสารที่สลายตัว
ลักษณะคราบ: คราบสีน้ำตาล, คราบลักษณะเป็นทางไหล,
คราบจากของเหลวที่หยดหรือซึมออกจากรูบอสหรือส่วนต่าง ๆ ของชิ้นงาน⟶ มักเกิดเฉพาะบางจุด
ขึ้นอยู่กับรูปทรงและเงื่อนไขของชิ้นงาน
มาตรการ: ปรับปริมาณการเติมสารป้องกันมิสต์ให้เหมาะสม และปรับมุมการแขวนชิ้นงาน (Hanging Angle)
เป็นต้น

เพื่อไม่ให้เกิดภาระเพิ่มเติมต่อกระบวนการตรวจสอบในอนาคต
ทางทีมจะดำเนินมาตรการป้องกันคราบสกปรกอย่างต่อเนื่อง
จึงขอความร่วมมือจากทุกฝ่ายในการปฏิบัติตามแนวทางดังกล่าวด้วยนะครับ

ขอขอบคุณสำหรับความร่วมมือของทุกท่านเป็นอย่างสูงครับ