สื่อประกอบการสอน

วิชาวัสดุงานช่างอุตสาหกรรม

(Industrial Materials) 20100-1002

หน่วยที่ 10 การกัดกร่อนและการป้องกัน

สาระการเรียนรู้

1. สาระการเรียนรู้
2. ความหมายของการกัดกร่อน
3. ประเภทของการกัดกร่อน
4. การป้องกันการกัดกร่อน

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. บอกความหมายของการกัดกร่อนได้
2. จำแนกประเภทของการกัดกร่อนได้
3. อธิบายวิธีการป้องกันการกัดกร่อนได้

1.ความหมายของการกัดกร่อน

การกัดกร่อน (Corrosion) คือ ปฏิกิริยารีดอกซ์ เป็นปฏิกิริยาเกี่ยวกับการรับส่งอิเล็กตรอนแบ่งได้เป็น 2 ครึ่งปฏิกิริยา คือ ปฏิกิริยาออกซิเดชัน เป็นปฏิกิริยาที่เสียอิเล็กตรอน และปฏิกิริยารีดักชัน ซึ่งเป็นปฏิกิริยาที่รับอิเล็กตรอนที่เกิดขึ้นกับโลหะ โดยโลหะจะทำปฏิกิริยากับสารบางชนิดในสิ่งแวดล้อมแล้วเปลี่ยนเป็นสารที่ไม่ต้องการที่อุณหภูมิห้อง โลหะเกือบทุกชนิดสามารถเกิดกระบวนการออกซิเดชันได้ในอากาศหากไม่มีการยับยั้งกระบวนการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันก็จะทำให้โลหะเกิดความเสียหาย

การที่โลหะทำปฏิกิริยากับสารต่าง ๆ ในสิ่งแวดล้อมรอบ ๆ โลหะแล้วทำให้โลหะนั้นเปลี่ยนสภาพเป็นไอออน หรือกลายเป็นสารประกอบออกไซด์ สารประกอบไฮดรอกไซด์ ซึ่งอาจเกิดขึ้นได้จากหลาย ๆ สภาวะ เช่นเมื่อโลหะอยู่ในสภาวะความเป็นกรด ความเค็ม หรืออยู่ใกล้กับโลหะที่เสียอิเล็กตรอนยาก ทั้งนี้ผลจากการกัดกร่อนจะทำให้คุณสมบัติของโลหะเปลี่ยนแปลงไป เช่น ความแข็ง การรับแรง การยืดตัว การอ่อนตัวและความแข็งแรงลดลง เป็นต้น

2. ประเภทของการกัดกร่อน

1. การกัดกร่อนแบบสม่ำเสมอ (Uniform Corrosion)

ซึ่งเกิดขึ้นเนื่องจากวัตถุสัมผัสกับสิ่งแวดล้อม โดยอัตราความสูญเสียพื้นผิวของวัตถุที่บริเวณที่สัมผัสปัจจัยให้เกิดการกัดกร่อนต่าง ๆ โดยเฉลี่ยจะใกล้เคียงกัน หรือโลหะจะถูกกัดกร่อนอย่างสม่ำเสมอทั่วผิวโลหะนั้น บริเวณกว้าง ซึ่งจะมีผลให้โลทะบางเรื่อย ๆ น้ำหนักหายไป หรือเบาลงเรื่อย ๆ โดยปกติจะเกิดขึ้นจากปฏิกิริยาทางเคมีหรือปฏิกิริยาเคมีไฟฟ้าการกัดกร่อน ดังภาพที่ 10.1

ภาพที่ 10.1 ลักษณะของการกัดกร่อนแบบสม่ำเสมอ

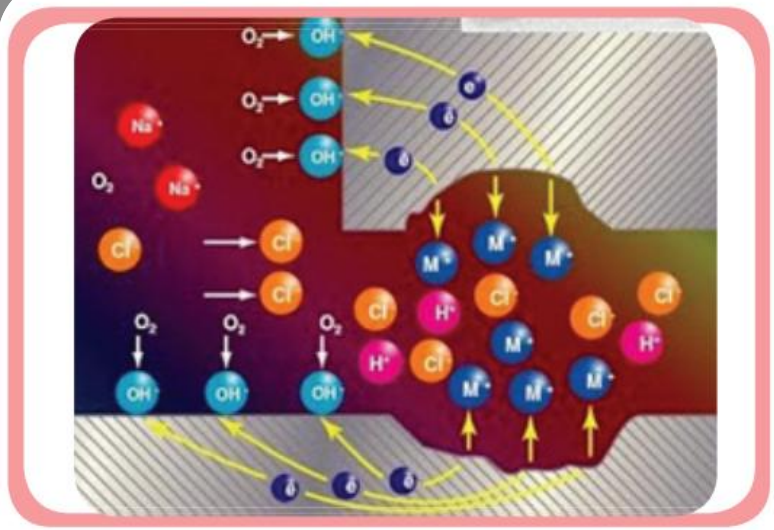
2. การกัดกร่อนเนื่องจากความต่างศักย์ (Galvanic Corrosion)

เกิดจากวัตถุโลหะที่เป็นตัวนำไฟฟ้า ได้ 2 ชนิดที่ต่างกัน หรือวัตถุชนิดเดียวกันแต่ค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าต่างกัน มาเชื่อมต่อกันจะเกิดความต่งศักย์ไฟฟ้าขึ้น เมื่อเวลาผ่านไปโลหะมีศักย์ต่ำกว่าจะเกิดการกัดกร่อน (Anode) ขณะที่โลหะที่มีศักย์สูงกว่าจะไม่กัดกร่อน (Cathode) โดยความต่างศักย์ของโลหะทั้งสองยิ่งมาก ความรุนแรงของการกัดกร่อนก็ยิ่งมากขึ้น ความต่างศักย์จะทำให้เกิดการไหลของอิเล็กตรอนระหว่างวัตถุทั้งสอง หากทำให้การสูญเสียอิเล็กตรอนของวัตถุที่มีค่าความต่างศักย์ต่ำกว่าและจะถูกกัดกร่อนในที่สุด

ภาพที่ 10.2 ลักษณะของการกัดกร่อนเนื่องจากความต่างศักย์

3. การกัดกร่อนแบบช่องแคบ (Crevice Corrosion)

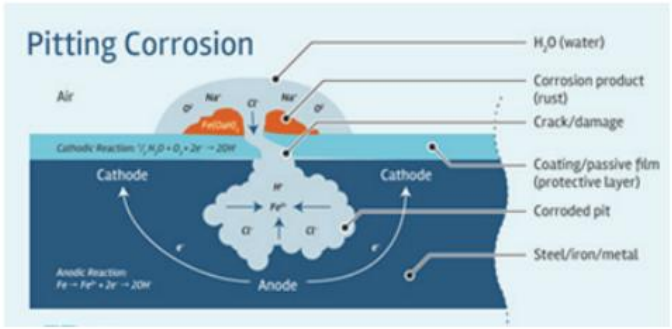
ซึ่งสามารถเกิดขึ้นบนผิวโลหะที่สัมผัสโดยตรงกับสารกัดกร่อน หรือสารละลาย ที่ค้างตามพื้นที่เป็นหลุม พื้นที่ที่เป็นซอก หรือบริเวณแคบ ๆ เกิดจากวัตถุสัมผัสสารละลายที่สามารถแตกตัวเป็นประจุไฟฟ้า หรือเกิดจากบริเวณพื้นผิวที่การถ่ายเทของเหลวไม่ดี เข้าไปขังอยู่เป็นเวลานาน ๆไม่มีการถ่ายเท ทำให้ความเข้มข้นของออกซิเจนในน้ำหรือสารละลายภายในบริเวณตามซอกไม่เท่ากับภายนอก ทำให้เกิดการครบเซลการกัดกร่อนชนิดความเข้มข้น โดยบริเวณในบริเวณหรือในซอกนั้นเป็นขั้วบวก (Anode) ส่งผลต่อการทำปฏิกิริยาออกซิเดชันแตกต่างกัน คือ เกิดการสูญเสียเนื้อโลหะ การสัมผัสระหว่างผิวโลหะ และผิวที่ไม่ใช่โลหะสามารถทำให้เกิดการกัดกร่อน



ภาพที่ 10.3 ลักษณะของการกัดกร่อนแบบช่องแคบ

4. การกัดกร่อนแบบเป็นหลุม (Pitting Corrosion)

เป็นการกัดกร่อนแบบสนิมขุม หรือการกัดกร่อนแบบรูเข็ม ซึ่งเป็นปัญหาเกิดขึ้นมากโดยเฉพาะกับโลหะที่ได้พัฒนาให้มีฟิล์มป้องกันการกัดกร่อนแบบทั่วผิวหน้าไว้แล้ว แต่เมื่อฟิล์มแตกแยกออกเฉพาะที่ ก็จะเกิดการกัดกร่อนเฉพาะที่กัดกร่อนลึกลงไปเรื่อย ๆมักเกิดจากวัตถุอยู่สัมผัสสารละลายพวกคลอไรด์ เช่น น้ำทะเล เมื่อวัตถุถูกกัดกร่อนบริเวณกัดกร่อนจะเป็นรูหรือหลุม อาจถูกบดบังด้วยตัวกัดกร่อนเอง มักเกิดแบบเฉียบพลันตรวจพบได้ยาก มีขนาดเล็ก ส่วนใหญ่พบในวัตถุโลหะที่สามารถสร้างชั้นป้องกันได้



ภาพที่ 10.4 ลักษณะของการกัดกร่อนแบบเป็นหลุม

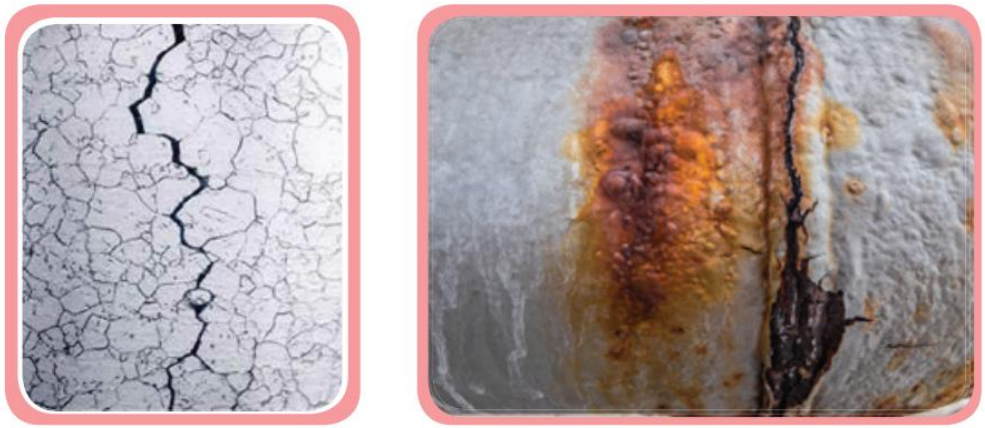
6. การกัดกร่อนแบบกัดเซาะ (Erosion Corrosion)

การกัดกร่อนแบบนี้เริ่มจากการกัดกร่อนที่มีของไหล ไหลผ่านโลหะและมักไหลด้วยความเร็วสูง ซึ่งกรณีของไหลนี้มีผลต่อการกัดกร่อนสูง เมื่อโลหะเริ่มสึกจะทำให้โลหะเกิดการกัดกร่อนได้ง่ายขึ้น กรณีโลหะนั้นมีฟิล์มเคลือบคลุมผิวได้ การไหลของของไหลอาจทำให้ฟิล์มถูกทำลายไปบางส่วน ถ้าฟิล์มนี้สามารถเกิดขึ้นใหม่ได้อย่างง่ายและรวดเร็วการกัดกร่อนก็อาจไม่รุนแรง แต่ถ้าฟิล์มเกิดขึ้นช้าก็จะส่งผลให้การกัดกร่อนรุนแรง และรวดเร็ว

ภาพที่ 10.6 ลักษณะของการกัดกร่อนแบบกัดเซาะในท่อน้ำ

7. การกัดกร่อนโดยความเค้น (Stress Corrosion)

การกัดกร่อนประเภทนี้เกิดจากความเค้นหรือแรงเค้นของสภาพแวดล้อม เช่น การตัด การดัด ความร้อนภายนอก การสั่นสะเทือน หรือความเค้นจากภายในของวัตถุที่อาจหลงเหลือจากการขึ้นรูป การเย็นตัวที่ไม่สม่ำเสมอ



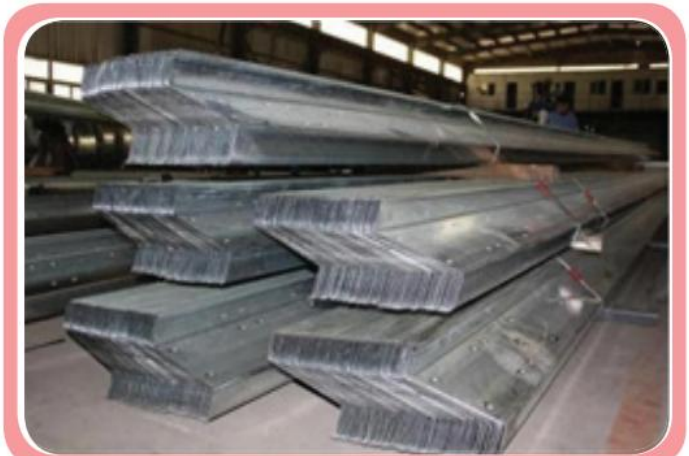
ภาพที่ 10.7 ลักษณะของการกัดกร่อนโดยความเค้นตามแนวเชื่อม

3. การป้องกันการกัดกร่อน

1. การเคลือบผิวด้วยโลหะ (Metal Surface Coating)

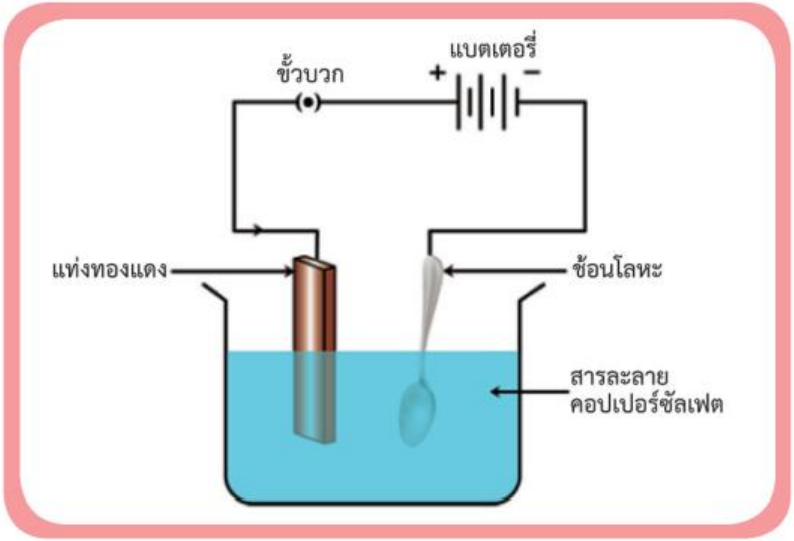
เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการผสมกันระหว่างออกซิเจน น้ำ สารที่มีประจุไฟฟ้าและสามารถนำไฟฟ้า เรียกว่า สารอิเล็กโทรไลต์ (Electrolyte)เข้มข้น การเคลือบผิวของวัตถุจึงเป็นทางเลือกที่น่าสนใจอย่างมาก สามารถใช้ได้ตั้งแต่งานโลหะไปจนถึงวัสดุทดแทนอื่น ๆ มีรายละเอียดดังนี้

1.1 การจุ่มชิ้นงานในโลหะเหลว (Hot Dipping) เป็นการจุ่มชิ้นงานลงในอ่างดีบุก หรือสังกะสีเหลว เพื่อทำให้ดีบุกและสังกะสีเคลือบติดผิวชิ้นงาน เช่น กรรมวิธีการผลิตแผ่นเหล็กอาบสังกะสีที่ใช้สำหรับการมุงหลังคาบ้าน อาคาร หรือใช้แผ่นสังกะสีประโยชน์อื่น ๆ



ภาพที่ 10.8 การจุ่มชิ้นงานในโลหะเหลว เหล็กชุบสังกะสี

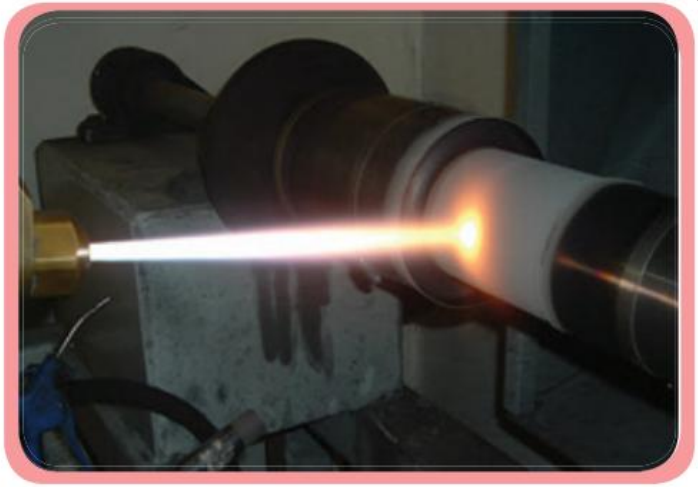
1.2 การจุ่มเคลือบผิวโลหะ (Electroplating) เป็นการป้องกันการกัดกร่อนที่กระทำด้วยไฟฟ้า เพื่อให้เกิดความสวยงาม และป้องกันไม่ให้เกิดการกัดกร่อน ในการชุบจะจุ่มชิ้นงานลงในสารละลายทองแดงซัลเฟต และน้ำ แล้วปล่อยไฟฟ้ากระแสตรงเข้าไปทางขั้วลบ ยึดติดกับชิ้นงาน และที่ขั้วบวกยึดติดกับแผ่นทองแดง ก็จะเกิดปฏิกิริยาโดยที่ไอออนของทองแดงจะเคลื่อนที่ผ่านสารละลายไปเคลือบผิวขึ้นงานทุกจุด ส่วนกรดซัลเฟตจะทำปฏิกิริยากับแผ่นทองแดง ทำให้อะตอมแผ่นทองแดงหลุดออกมา แล้วเคลื่อนที่ไปเคลือบเกาะติดผิวขึ้นงาน



ภาพที่ 10.9 การจุ่มเคลือบผิวโลหะด้วยทองแดง

1.3 การพ่นโลหะเหลวเคลือบผิว (Metal Spraying) หรือ การพ่นพอกผิวโลหะ (Thermal Spray) เป็นกระบวนการพ่นโลหะเหลวที่ต้องการลงบนพื้นผิวของชิ้นงาน เพื่อให้เกิดเคลือบผิว ป้องกันการกัดกร่อนจากการสภาวะแวดล้อมที่สามารถทำให้ชิ้นงานเราเสียหายได้ เช่น การสึกหรอ การกัดกร่อนโดยกายภาพหรือเคมี การเสียดสี หรือความร้อน เพื่อพัฒนาคุณสมบัติพื้นผิวชิ้นงานให้เป็นไปตามต้องการและคืนค่าให้ชิ้นงานที่สึกหรอ โดยโลหะที่สามารถนำมาพ่น เช่น สังกะสี โครเมียม นิกเกิล ทองแดง ดีบุก เงิน ตะกั่ว และอะลูมิเนียม เป็นต้น

มีลักษณะเป็นผงหรือลวด เมื่อนำมาผ่านความร้อนหรือหลอมและพ่นไปที่พื้นผิวชิ้นงานด้วยความเร่งสูง เมื่ออนุภาคเหล่านี้ถูกพ่นทับซ้อนกัน ก็จะเกิดเป็นผิวเคลือบในที่สุด การพ่นพอกผิวโลหะถูกใช้อย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมต่าง ๆ เช่น อุตสาหกรรมการบิน อุตสาหกรรมการแพทย์อุตสาหกรรมเครื่องใช้ไฟฟ้า และอุตสาหกรรมซ่อมแซมต่าง ๆ



ภาพที่ 10.10 ลักษณะการพ่นโลหะเหลวเคลือบผิว

1.4 การรมดำ (Blackening) การนำวัสดุโลหะประเภทเหล็กมาผ่านกระบวนการทางเคมี เพื่อให้เกิดปฏิกิริยาที่จะเปลี่ยนผิวเหล็กไปเป็นสารประกอบในกลุ่ม Fe0(OH) เรียกว่า Cepidiocrocite ผิวโลหะเหล็กนั้น ๆ ไม่ให้เกิดสนิมหรือผุกร่อน จึงช่วยป้องกันการผุกร่อนของเหล็กได้ ดังนั้นการรมดำจึงเสมือนเป็นกรรมวิธีการปรับปรุงคุณภาพผิวของวัสดุเพื่อป้องกันการเสียหายจากสนิม การรมดำโดยทาด้วยน้ำมันรมดำเผาผิวงานให้ทั่วด้วยอุณหภูมิประมาณ 450 ˚C ทำซ้ำกันหลาย ๆ ครั้งจนได้ผิวงานดำเป็นมัน ป้องกันการกัดกร่อนได้ดี ผิวเหล็กจะมีสีดำ

ภาพที่ 10.11 ตัวอย่างชิ้นงานที่รมดำ

1.5 การชุบฟอสเฟต (Phosphate Coating) เป็นการปรับสภาพผิวชิ้นงานก่อนการชุบหรือพ่นสี วัตถุประสงค์หลักของการชุบฟอสเฟต คือ การเพิ่มการยึดเกาะของสีบนพื้นงานให้ดียิ่งขึ้น และป้องกันการกัดกร่อนได้ โดยปกติแล้วการชุบฟอสเฟตนิยมชุบกับเหล็กหรืออะลูมิเนียม งานตัวถังรถยนต์ ตู้เย็นตู้เหล็ก ตัวถังเครื่องใช้ไฟฟ้า

ภาพที่ 10.12 ตัวอย่างชิ้นงานจากสังกะสี และเหล็กชุบฟอสเฟต

2. การเคลือบโดยโพลีเมอร์ (Polymer Coating)

การเคลือบโดยใช้พลาสติก หรือโพลีเมอร์นั้นนิยมใช้กันอย่างกว้างขวางสำหรับเชิงพาณิชย์ ไม่ว่าจะใช้เป็นแผ่นหรือเป็นผง เป็นวิธีทำให้พลาสติกหลอมละลายเคลือบลงบนผิวงาน การเคลือบวิธีนี้สามารถป้องกันได้ทั้งความเสียหายเชิงกูลและการกัดกร่อนอย่างไรก็ตาม หากการเคลือบนั้นเผยให้เห็นส่วนของโลหะภายในก็สามารถทำให้เกิดการกัดกร่อนอย่างรวดเร็วได้การใช้งาน เช่น ชั้นวางของ ราวตากผ้า ไม้แขวนเสื้อ บานประตู รั้ว ชิ้นส่วนของพัดลม ตู้เย็น เครื่องปรับอากาศและตาข่าย

ภาพที่ 10.13 ตัวอย่างชิ้นงานที่เคลือบโดยโพลีเมอร์

3. การเคลือบโดยเอนาเมล (Enamels Coating)

หรือเทคโนโลยีเคลือบแก้ว เป็นการเคลือบที่มีชั้นเคลือบหนา มีความสามารถในการป้องกันการกัดกร่อนและปฏิกิริยาออกซิเดชัน เกิดจากกระบวนการทางเคมีของสีที่เคลือบไว้ด้านนอกชิ้นงาน แล้วอบด้วยความร้อนอุณหภูมิกว่า 800 °C จนผิวภายนอกเปลี่ยนสถานะเป็นแก้ว (Glass Code) ให้พื้นผิวเรียบเงา และสีสันสดใส มักใช้ในการผลิตภาชนะเครื่องครัวเครื่องประดับ และงานโครงสร้าง

ภาพที่ 10.14 ตัวอย่างชิ้นงานที่เคลือบโดยเอนาเมล

4. ใช้ปฏิกิริยาเคมีสร้างชั้นเคลือบ (Conversion Coating)

เป็นการใช้ปฏิกิริยาเคมีเพื่อสร้างชั้นเคลือบสำหรับการต่อต้านการกัดกร่อนสามารถตอบสนองต่อการเคลือบหลากหลายรูปแบบ เหมาะกับการเพิ่มศักยภาพความต้านทานของโลหะ หรือการเตรียมพร้อมสำหรับการทำสีต่าง ๆ เป็นการใช้ปฏิกิริยา Anodising จากสารเคมีเพื่อสร้างความต้านทานให้กับการกัดกร่อนที่เกิดขึ้นจากสภาวะแวดล้อม

ภาพที่ 10.15 ตัวอย่างชิ้นงานก่อนและหลังใช้ปฏิกิริยาเคมีสร้างชั้นเคลือบ

5. การทาสี (Painting)

เป็นการแก้ปัญหาที่ง่ายและมีค่าใช้จ่ายที่ไม่สูงนักสามารถประยุกต์ใช้งานได้หลากหลาย แต่การเคลือบสีนั้นจะไม่ป้องกันน้ำหรือออกซิเจน

ภาพที่ 10.16 การทาสีกันสนิม ป้องกันการกัดกร่อน

หน่วยที่ 9

หน่วยที่ 11