บทที่ 1

บทนำ

1.0 บทนำ

ในปัจจุบันเทคโนโลยีทางด้านการผลิต ได้เจริญก้าวหน้าไปมากโดยเฉพาะเครื่องจักรต่าง ๆ ที่นำมาใช้ในกระบวนการผลิต ในปัจจุบันนี้ก็ยังมีความละเอียดขึ้นเป็นลำดับ ดังนั้นชิ้นส่วนต่าง ๆ ของเครื่องจักรก็จะต้องมีความถูกต้องเที่ยงตรงทั้งทางด้านขนาด, คุณภาพของวัสดุ, ขั้นตอนการผลิต, ขั้นตอนการประกอบ ฯลฯ โดยเฉพาะชิ้นส่วนของเครื่องจักรที่ต้องรับภาระงานลักษณะของการเสียดสี เช่น กระบอกสูบ (Cylinder) ต่าง ๆ เป็นต้นมักจะเกิดปัญหาทางด้านการสึกหรอบริเวณผิวสัมผัสที่ได้รับการเสียดสี ซึ่งจะส่งผลทำให้ประสิทธิภาพทางด้านการทำงานด้อยลงไป ดังนั้นการซ่อมแซมผิวสัมผัสที่สึกหรอนี้ให้กลับคืนสู่สภาพปกติจึงจำเป็นอย่างยิ่ง

ในงานวิจัยนี้จะมุ่งเน้นไปที่การจัดทำเครื่องมือ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการซ่อมแซมผิวงานที่สึกหรอ ซึ่งเครื่องมือนี้ก็คือ "เครื่องชุบโลหะแบบแต้มด้วยไฟฟ้า (Selective Plating Equipment)" การจัดทำเครื่องนี้จะใช้หลักการพื้นฐานของการชุบในถังแบบธรรมดา (Electro Plating) แล้วนำมาประยุกต์เป็นการชุบโลหะแบบแต้ม (Selective Plating) เพื่อลดความยุ่งยากของการถอดชิ้นส่วนที่สึกหรอไปทำการชุบซ่อมแซมผิวในถังชุบโดยเครื่องชุบโลหะแบบแต้มด้วยไฟฟ้านี้สามารถเคลื่อนย้ายไปยังชิ้นงานได้ (Job Site)

สำหรับเนื้อหาของงานวิจัยนี้จะเป็นการจัดทำเครื่องชุบโลหะ (นิกเกิล) แบบแต้มด้วยไฟฟ้า (Selective Plating Equipment)แล้วทำการทดสอบการแต้มโดยการใช้น้ำยาชุบนิกเกิลที่มีขายทั่วไป เป็นตัวทดสอบแต้มบนเหล็กกล้าละมุน (Mild Steel) จากนั้นทดสอบคุณภาพของแต้มให้ได้ตาม มอก. 544-2528 ในหัวข้อ 2.1.3, 2.2.1, 3.1, 3.2, และ 3.3

1.1 ความเป็นมาของปัญหา

สืบเนื่องจากชิ้นส่วนเครื่องจักรกลต่าง ๆ ที่ต้องรับการเสียดสี อันเนื่องจากการทำงาน เช่น กระบอกสูบไฮดรอลิก (Hydraulic cylinder), แกนเพลา (Shaft), ปลอกสูบ (Cylinder sleeve), แม่พิมพ์ (Mold) ฯลฯ ต่าง ๆ เหล่านี้มักจะเกิดปัญหาทางด้านการสึกหรอของผิวสัมผัสทำให้ประสิทธิภาพของการทำงานเสียไป และต้องหยุดการทำงานของเครื่องจักรเพื่อทำการซ่อมแซม

หรือบำรุงรักษาชิ้นส่วนเหล่านี้ ด้วยกรรมวิธีการพอกผิวโลหะ

การแต้ม หรือพอกโลหะ หมายถึง การเพิ่มเนื้อโลหะขึ้นมาจากผิวโลหะเดิมเพื่อวัตถุประสงค์ต่าง ๆ กัน เช่น เพื่อส่งเสริมส่วนที่สึกหรอของชิ้นงาน หรือเพื่อปรับปรุงผิวของชิ้นงานให้มีคุณสมบัติเหมาะสมกับงานที่จะใช้ เช่น ทนต่อการกัดกร่อน การเสียดสี เพิ่มความแข็ง หรือเพิ่มคุณสมบัติด้านการนำไฟฟ้า เป็นต้น การแต้ม หรือการพอกโลหะเป็นวิธีการพิเศษวิธีหนึ่งซึ่งทำได้โดยใช้วัสดุโลหะชนิดเดียวกัน หรือต่างชนิดกัน เคลือบบนผิวของชิ้นงานที่ต้องการตัวอย่างเช่น เคลือบโลหะ โลหะผสม เซรามิค พลาสติก การเคลือบผิวอาจเป็นลักษณะผิวงานไม่หลอมละลายรวมกับโลหะซึ่งนำไปเคลือบ (ADHESION) เช่น การชุบสังกะสี ชุบเงิน และอาบดีบุก หรือผิวโลหะชิ้นงานหลอมละลายรวมกับโลหะซึ่งนำมาเคลือบติด (COHESION) โลหะผสมมักถูกนำมาเคลือบกับชิ้นงานด้วย

กรรมวิธีการพอกผิวโลหะนั้นเป็นวิธีทำให้โลหะซึ่งนำมาพอกนั้นหลอมละลายติดกับผิวของโลหะชิ้นงาน เมื่อทำการพอกผิว และได้ความแข็ง กรรมวิธีชนิดนี้เรียกว่า "การพอกผิวแข็ง" (HARD SURFACING)

กรรมวิธีการพอกผิวแข็งเริ่มใช้มานานหลายปี แม้ว่าได้จดลิขสิทธิ์ตั้งแต่ในปี ค.ศ.1896 ก็ตาม ในปี ค.ศ.1920 ได้นำเอากรรมวิธีนี้มาใช้ในอุตสาหกรรมเจาะน้ำมันโดยพอกผิวแข็งหัวเจาะน้ำมันเพื่อให้หัวเจาะนั้นสามารถเจาะผ่านชั้นหินแข็งได้ ต่อมาในปี ค.ศ.1930 ได้นำกรรมวิธีนี้มาใช้พอกผิวอุปกรณ์ซึ่งต้องรองรับการเสียดสีในกิจการรถไฟ ปัจจุบันอุปกรณ์ต่าง ๆ ราคาสูงขึ้น นักอุตสาหกรรม หรือเจ้าของโรงงานส่วนใหญ่ มีความสนใจวิธีพอกผิวแข็งเพื่อยืดอายุการใช้งานของอุปกรณ์

หลักการการพอกผิวโลหะ

การทำให้เกิดชั้นโลหะผสมอย่างถูกต้องบนผิวของโลหะชิ้นงาน เพื่อให้ชิ้นงานนั้นคงทนต่อการกัดกร่อนจากสารเคมี ทนต่อการสึกหรอจากการเสียดสีซึ่งอาจเกิดจากโลหะด้วยกัน หรือโลหะชิ้นงานกับวัสดุอื่น ตลอดจนทนต่อการแตกร้าว หรือแตกหัก เหล็กกล้า และเหล็กผสม ส่วนมากสามารถพอกผิวแข็งได้ เว้นแต่เหล็กกล้าผสมวาเนเดียมสูง และเหล็กไฮสปีด (HIGH VANADIUM STEELS AND SPEED TOOL STEELS)

ประโยชน์จากการพอกผิวโลหะด้วยโลหะผสม

1. ชิ้นงานจะมีขนาดคงเดิมตามสภาพงานซึ่งมีการเสียดสี การกัดกร่อน หรือการกระแทก

2. ยืดอายุการใช้ หรืออุปกรณ์นั้น ๆ ให้ยาวขึ้น

3. ลดต้นทุนการผลิตได้เพราะสามารถใช้โลหะผสมต่ำราคาไม่แพงทำชิ้นส่วนอุปกรณ์และพอกด้วยโลหะผสมราคาแพง บริเวณที่ต้องการสภาพการกัดกร่อนผิวโลหะในการผลิตเคมี

ภัณฑ์ ผิวโลหะชนิดโลหะผสมต่ำจะต้องสัมผัสแก๊สหรือของไหลซึ่งเป็นตัวกัดกร่อน ผิวโลหะของอุปกรณ์ผลิตชนิดนี้ควรเป็นเหล็กสเตนเลส จึงทนต่อปฏิกิริยากัดกร่อนได้ ยืดอายุการใช้งานไปอีก เป็นการลดต้นทุนการผลิตอุปกรณ์เมื่อเทียบกับการทำอุปกรณ์จากสเตนเลสทั้งหมด

4. ลดต้นทุน และปัญหาในการจัดเก็บอุปกรณ์อะไหล่ เพราะอุปกรณ์หรืออะไหล่มีอายุการใช้งานยืนยาว

การพอกผิวส่วนมาเพื่อให้ผิวของชิ้นงานนี้ทนการกัดกร่อนแรง การแตกร้าวซึ่งเกิดจากถูกแรงกระแทกและรอยสึกหรอจากการเสียดสีแต่การพอกผิวครั้งหนึ่งไม่สามารถทำให้ชิ้นงานทนทานต่อการสึกหรอได้ทุกลักษณะการพอกผิวอุปกรณ์ หรือชิ้นส่วนมีหลักการพิจารณาอยู่ 4 ประการคือ 1. พิจารณาการสึกหรอจากสภาพทำงานปกติ และค้นหาสาเหตุการสึกหรอ

2. ชนิดของวัสดุพอกเพื่อลดการสึกหรอตามสาเหตุนั้น ๆ

3. ใช้วิธีการพอกผิววิธีประหยัดที่สุด เมื่อใช้กับวัสดุพอกที่เลือกไว้

4. วัสดุพอกผิวต้องใช้เทคนิคในการพอกที่เหมาะสมถูกต้อง

ปัญหาการสึกหรอทั่วไป

1. การสึกหรอ อาจเกิดจากปฏิกิริยาทางเคมี เช่น เป็นสนิม หรือผุกร่อนวิธีกำจัดการสึกหรอจากปฏิกริยาเคมีทำได้โดยการเคลือบผิวหน้าอุปกรณ์ หรือภาชนะนั้น ๆ ด้วยโลหะชนิดทนการกัดกร่อนทางเคมีและด้านการเติมอ๊อกซิเจน (OXIDATION) เช่น นิกเกิล เหล็กสเตนเลส ตะกั่ว และสังกะสี แล้วแต่ชนิดของเคมีนั้น ๆ ด้วย

2. ชิ้นส่วนถูกกระแทกจากวัสดุซึ่งมีความแข็ง เช่น ใบมีดรถเกรดถนน ผิวหน้าของเครื่องมือ และแม่พิมพ์ บุ้งกี๋ของรถตัก ตลอดจนผิวหน้าลิ้นไอดี ไอเสียเครื่องยนต์ ชิ้นส่วนดังกล่าวเป็นชิ้นส่วนรับแรงกระแทก ซึ่งทำให้ชิ้นส่วนนั้น ๆ เกิดเปลี่ยนขนาด และรูปร่างจากของเดิม หรือแตกหัก การลดปัญหาควรเลือกใช้วัสดุซึ่งมีความแข็งเหนียว วัสดุพอกผิวที่แข็งกว่าจะป้องกันการเปลี่ยนรูปเนื่องจากแรงกระแทก หรือบดได้ดีกว่าไม่พอกผิวแข็งเลย ดังนี้นทำให้ชิ้นส่วนพอกผิวแข็งมีอายุการใช้งานได้ยาวกว่าเดิม

3. ชิ้นส่วนสึกหรอกรณีสัมผัส และเสียดสีกับวัสดุอื่น ๆ เช่น ผานรถไถ เครื่องโม่หิน สายผานลำเลียงหิน วัสดุเคลือบเพื่อลดการสึกหรอจากการเสียดสีจะต้องเป็นวัสดุแข็ง เช่นทังสเตนคาร์ไบด์ หรือเซรามิค (สารประกอบของโครเมี่ยม และอลูมิเนียมอ๊อกไซด์)

การพิจารณาความแข็ง

ปกติการพอกผิวโลหะ จะพิจารณาคุณสมบัติความแข็งของวัสดุชิ้นงาน ชนิดเหล็กกล้าผสมคาร์บอนต่ำ (LOW CARBON STEEL ALLOY)

ชิ้นงานนั้นจะมีความเหนียว และทนแรงกระแทกไม่แตกร้าวแต่เมื่อมีความเหนียวก็ต้องมีความอ่อน และสึกหรอได้ง่าย ดังนั้นการแก้ไขทำได้โดยการพอกผิวหน้าด้วยโลหะแข็ง เช่น

ทังสเตนคาร์ไบด์

ความแข็งเป็นคุณสมบัติของโลหะทนต่อการกระทำของเครื่องมือตัด ดังนั้นการพอกผิวจำเป็นต้องเลือกวัสดุแข็งตามลักษณะสภาพการใช้งานแต่ละประเภททั่วไปมีเครื่องมือทดสอบความแข็งอยู่ 3 ชนิดคือ

1. BRINELL SCALE บิลเนล สเกล
2. ROCKWELL SCALE รอคเวล สเกล
3. SHORE SCLERD SCOPE ชอร สเกลโร สโคป

การตรวจสอบความแข็ง ควรตรวจสอบโดยใช้เครื่องทดสอบเท่าที่หาได้ แต่ถ้าไม่มีเครื่องมือตรวจสอบก็ควรใช้การตะไบ

1. โลหะมีความแข็งประมาณ 100 บิลเนล (100 BRINELL) หรือ 60 รอคเวลบี (60 HRB) ได้แก่โลหะประเภทเหล็กคาร์บอนต่ำ (LOW CARBON STEEL) ง่ายต่อการแปรรูป

2. โลหะมีความแข็งประมาณ 200 บิลเนล (200 BRINELL) หรือ 15 รอคเวลซี (15 HRC) ได้แก่โลหะประเภทเหล็กคาร์บอนปานกลาง (MEDIUM CARBON STEEL) การตัดหรือแปรรูป ทำได้ปกติด

3. โลหะมีความแข็งประมาณ 300 บิลเนล (300 BRINELL) หรือ 30 รอคเวล-ซี (30 HRC) ได้แก่โลหะประเภทโลหะผสมสูงซึ่งยากในการตัด และแปรรูป

4. โลหะมีความแข็งประมาณ 400 บิลเนล หรือ 40 รอคเวล-ซี (40 HRC) ได้แก่โลหะประเภทเหล็กเครื่องมือ (TOOLS STEEL) การตัดโลหะประเภทนี้ต้องใช้เครื่องมือตัดมีความสามารถสูง

5. โลหะมีความแข็งประมาณ 500 บิลเนล หรือ 50 รอคเวล-ซี (50 HRC) ได้แก่โลหะเหล็กเครื่องมือ โลหะพวกนี้แทบตัดไม่ได้

6. โลหะมีความแข็งประมาณ 600 บิลเนล หรือ 60 รอคเวล-ซี (60 HRC) ได้แก่ประเภทเหล็กเครื่องมือแข็ง (HARDENED TOOLS STEEL) โลหะประเภทนี้ไม่สามารถตัดได้

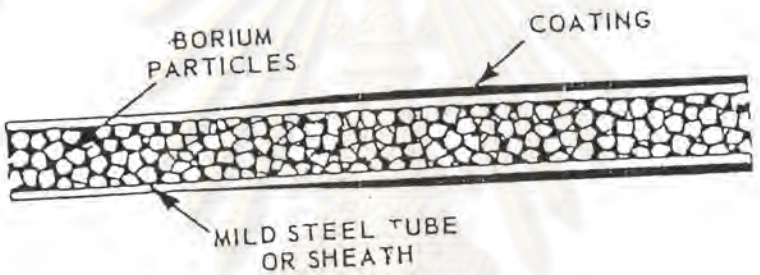
การเลือกวัสดุในการพอกผิวแข็ง

โดยทั่ว ๆ ไป วัสดุพอกผิวแข็งแบ่งเป็นพวกใหญ่ ๆ ได้ 3 กลุ่ม ได้แก่

1. โลหะชนิดเหล็กผสม (FERROUS ALLOY)
2. โลหะไม่ใช่เหล็กผสม (NONFERROUS ALLOY)
3. วัสดุที่ใช้แทนเพชร

วัสดุพอกผิวแข็งนี้จะอยู่ในรูปของลวดเชื่อม ทั้งชนิดเชื่อมด้วยแก๊สและไฟฟ้าซึ่งมีเหล็กหลัก และโลหะอื่น ๆ ได้แก่โครเมี่ยม Cr แมงกานีส Mn นิกเกิล Ni โมลิบดินั่ม Mo ซิลิกอน Si

โบรอน B และเซอโคเนียม Zr ลวดเชื่อมหรือวัสดุเหล็กกล้าผสมต่ำจะมีโลหะผสมอยู่น้อยกว่า 20% ลวดเชื่อม หรือวัสดุเหล็กกล้าผสมสูงจะมีโลหะผสมอยู่ระหว่าง 20-50 เปอร์เซนต์ โครเมียม ทังสเตน (W) โมลิบดินั่ม และโคบอลท์ (Co) เป็นธาตุเจือในลวดเชื่อมชนิดไม่ใช่เหล็ก ดังนั้นลวดเชื่อมพอกผิวแข็งชนิดไม่ใช่เหล็กจะมีเหล็กผสมอยู่น้อยมาก กลุ่มวัสดุซึ่งใช้แทนเพชรนั้นเป็นวัสดุเกิดจาก คาร์ไบด์ (CARBIDES) ของทังสแตน โบรอน อลูมิเนียมอ๊อกไซด์ แทนทาลัม ติตาเนียม และโบโรด์ของโครเมียม (GORIDES OF CHROMIUM) วัสดุพอกผิวแข็งแทนเพชรเหล่านี้จะทำอยู่ในรูปลวดเชื่อมโดยผง หรือวัสดุชิ้นเล็ก ๆ บรรจุอยู่ในท่อเล็ก ๆ ทำด้วยเหล็กกล้าผสมต่ำ ดังรูปที่ 1.0



รูปที่ 1.0 แสดงโครงสร้างของลวดเชื่อมพอกผิวแข็ง
ชนิดบรรจุผงวัสดุพอกไว้ภายในลวดเชื่อม

นอกจากเป็นผงบรรจุภายในท่อแล้ว ยังมีชนิดผสมอยู่ในแกนลวดโดยเฉพาะวัสดุแทนเพชรในรูปของผง หรือครีมขณะเชื่อมด้วยลวดเชื่อมชนิดนี้ วัสดุเม็ดเล็ก ๆ หรือผงละเอียดเหล่านั้นจะจมลงสู่ก้นของน้ำโลหะหลอมละลายบนชิ้นงาน เมื่อเลือกวัสดุสำหรับพอกผิวแข็งควรจะพิจารณาความสามารถซึ่งพอกผิวซ้ำได้อีก ลวดเชื่อมเหล็กโมลิบดินั่ม โคบอลท์ และอ๊อสเทนนิติก แมงกานีส ไม่สามารถพอกผิวให้จำนวนชั้นหนาได้ เพราะความหนามาก ๆ ทำให้ส่วนซึ่งพอกไปครั้งแรกแตกได้

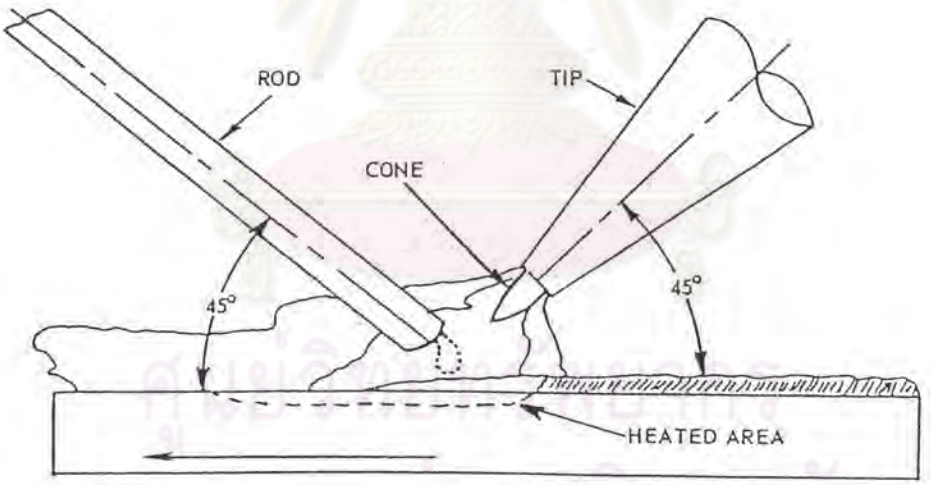
กรรมวิธีการพอกผิวโลหะแบ่งออกได้เป็น 6 วิธีคือ

1. การเชื่อมพอกด้วยแก๊ส (Gas Welding)
2. การเชื่อมพอกด้วยไฟฟ้า (Arc Welding)
3. การพ่นด้วยผงโลหะ (Metal Spraying)
4. การพอกผิวโลหะด้วยระบบพลาสม่า (Plasma Arc Welding)
5. การชุบด้วยไฟฟ้าในบ่อชุบ (Bath Electro Plating)

6. การชุบโลหะแบบแต้มด้วยไฟฟ้า หรือการชุบโลหะแบบเฉพาะที่ หรือการชุบโดยไม่ต้องใช้บ่อชุบ(Selective Plating or Electrochemical Metallizing or Brush plating or Selectron Process or Dalic Plating)

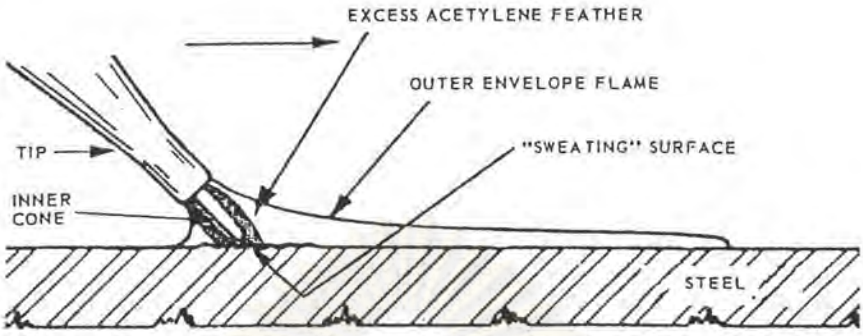
1. การเชื่อมพอกด้วยแก๊ส (Gas Welding)

วิธีเชื่อมนี้ได้รับผลดีสำหรับช่วยอุ่นชิ้นงาน (PREHEATED) ขณะเชื่อม และยังช่วยขจัดผิวชิ้นงานให้สะอาดอีกด้วย ขนาดของหัวทิพ (TIP) จะใหญ่กว่าหัวเชื่อมทั่ว ๆ ไปประมาณ 1-2 ขนาด ตามสภาพ และขนาดลวดเชื่อม ถ้าต้องการเพิ่มคาร์บอนบริเวณผิวซึ่งพอกเพื่อให้แข็งเพิ่มขึ้นให้ใช้เปลวคาร์บูไรซิ่ง (เปลวลวด) นอกจากจะเพิ่มคาร์บอนผิวชิ้นงานแล้ว ยังช่วยลดอ๊อกไซด์ (OXIDES) บริเวณผิวงานอีกด้วย ตำแหน่งมุมของหัวทิพสำหรับเชื่อมพอกนั้นเหมือนกับเชื่อมแก๊สทั่วไป รูปที่ 1.1

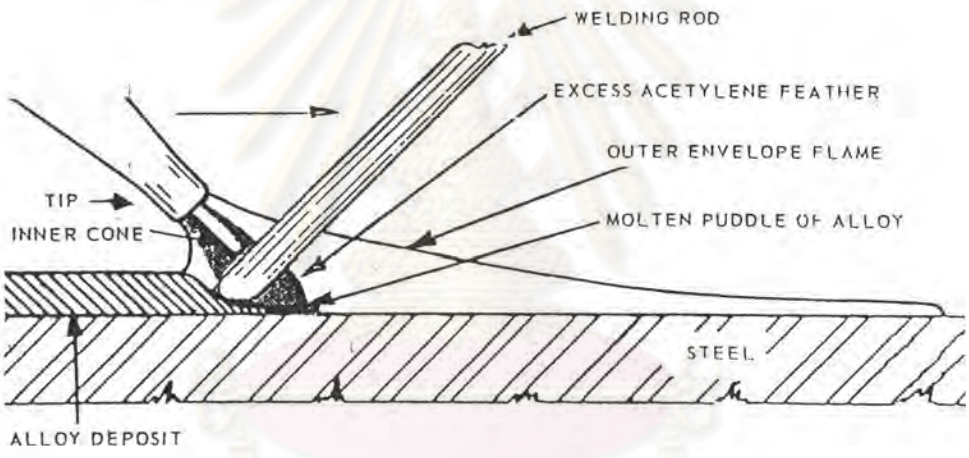


รูปที่ 1.1 แสดงการเชื่อมพอกผิวแข็งโดยการใช้หัวเชื่อมแก๊ส

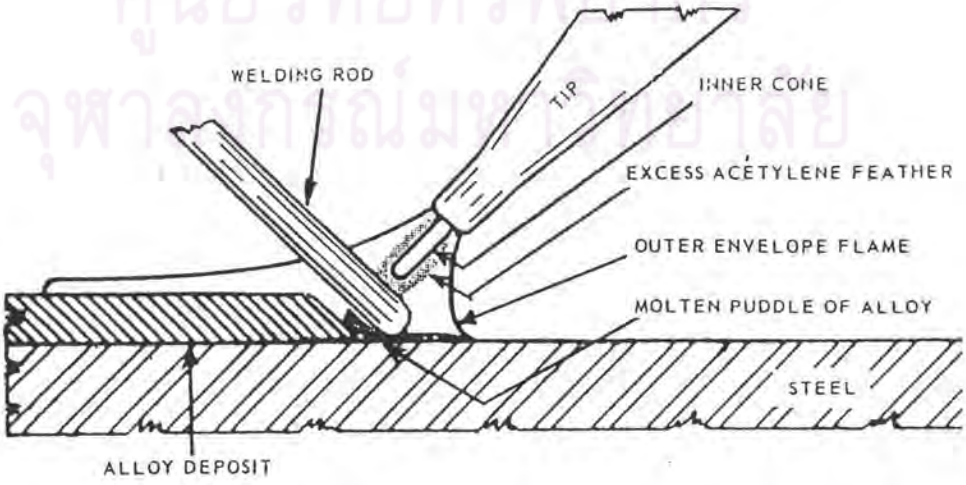
การเชื่อมแบบนี้ลักษณะคล้ายกับการบัดกรีแข็ง (BRAZING) คือให้ความร้อนบนชิ้นงานบริเวณที่ต้องการพอกร้อนจนกระทั่งแดงเกือบละลายสังเกตได้จากผิวหน้าของชิ้นงานจะเยิ้มเป็นมัน อุณหภูมิประมาณ 1200°ซ รูปที่ 1.2



รูปที่ 1.2 แสดงลักษณะของเปลวไฟ และตำแหน่งพอกผิวแข็ง

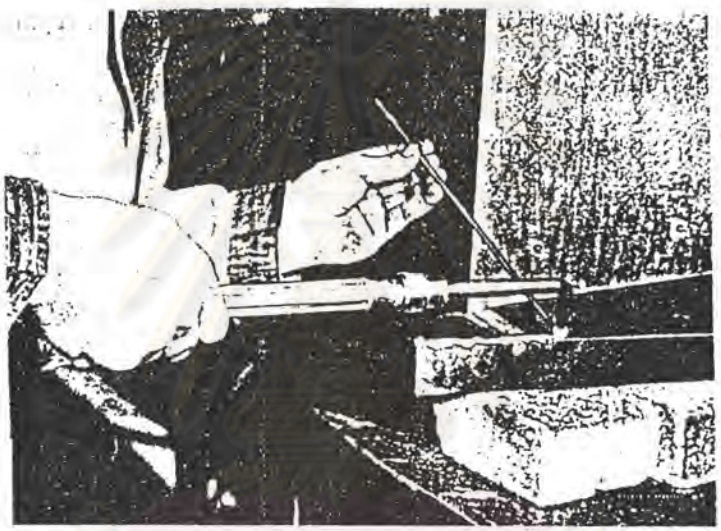


รูปที่ 1.3 แสดงวิธีการเชื่อมพอกผิวแข็งแบบเดินหน้า

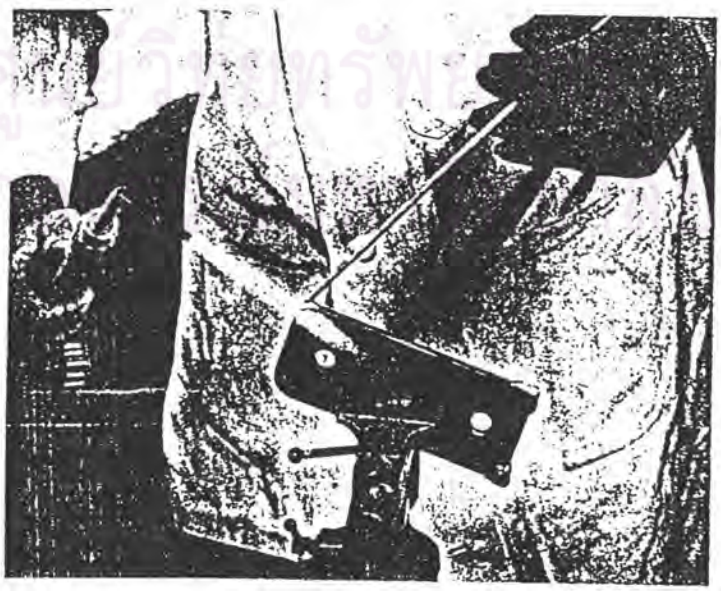


รูปที่ 1.4 แสดงวิธีการเชื่อมพอกผิวแข็งแบบถอยหลัง

สำหรับการอุ่นชิ้นงานก่อนเชื่อมพอกนั้น (PREHEAT) มีความสำคัญมากประการหนึ่ง ที่ควรใช้ชอล์กขีดวัดอุณหภูมิ หรืออะไรก็ได้ที่สามารถวัดระดับอุณหภูมิได้แม้ว่าลักษณะเชื่อมพอกเหมือนการบัดกรีแข็งก็ตาม ผู้ปฏิบัติต้องใช้เทคนิค และความสามารถพอสมควร (รูปที่ 1.5 - 1.6) เมื่อนำวิธีเชื่อมพอกด้วยแก๊สไปใช้เชื่อมพอกเหล็กหล่อซึ่งเชื่อมพอกยาก เพราะว่าผิวของเหล็กหล่อเมื่อร้อนจะไม่เยิ้มเหมือนกับเหล็กกล้าทั่วไปและวัสดุพอกจะไม่แล่นไหลได้ง่ายวิธีเชื่อมควรใช้ลวดเชื่อมพอกไปเขี่ยบริเวณผิวชิ้นงานบริเวณจุดร้อนที่สุด เป็นระยะ ๆ เพื่อให้เกิดบ่อหลอมละลายและสามารถเติมเนื้อโลหะเชื่อมได้ เพราะเปลือกผิวของชิ้นงานหล่อนั้นแข็ง



รูปที่ 1.5 แสดงการเชื่อมแก๊สพอกผิวแข็งใบมีด



รูปที่ 1.6 แสดงการควบคุมเปลวไฟเชื่อม

2. การเชื่อมพอกด้วยไฟฟ้า (Arc Welding)

การเชื่อมพอกผิวแข็งด้วยวิธีนี้ทั่วไปจะเชื่อมด้วยกระแสตรงกลับขั้ว (DC + หรือ DCRP) และกระแสไฟเชื่อมจะสูงกว่าเชื่อมด้วยลวดเชื่อมธรรมดาเล็กน้อย ระยะอาร์กจะห่างออก เป็นการให้ความร้อนชิ้นงานขณะอาร์ก และช่วยให้สิ่งไม่บริสุทธ์ในน้ำโลหะหลอมละลาย สามารถลอยขึ้นมาบนผิวหน้าของรอยเชื่อมรวมตัวกับขี้ตะกรันมุมเชื่อมของลวดเชื่อมเหมือนกับเชื่อมไฟฟ้าทั่ว ๆ ไป

การอุ่นชิ้นงานก่อนเชื่อม (PREHEATING)

ชิ้นงานที่นำมาพอกผิวแข็งชนิดโลหะนั้นไม่มีความจำเป็นต้องอุ่นหรือให้ความร้อนก่อนเชื่อม (PREHEAT) เว้นแต่ชิ้นงานชนิดเหล็กกล้าผสมควรให้ความร้อนก่อนเชื่อมพอกในกรณีไม่แน่ใจก็ควรพิจารณาจากหลักการดังนี้

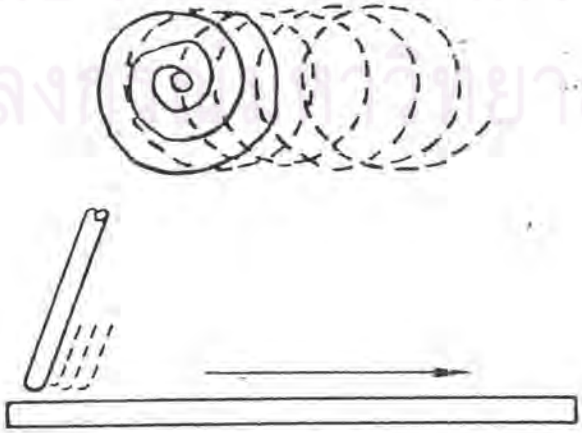
1. เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ไม่ต้องอุ่นชิ้นงาน ยกเว้นหนามาก ๆ

2. ให้ความร้อนชิ้นงาน (PREHEAT) เหล็กกล้าผสมสูงเปอร์เซ็นต์คาร์บอนสูง และเหล็กกล้าผสมสูงเปอร์เซ็นต์คาร์บอนปานกลาง

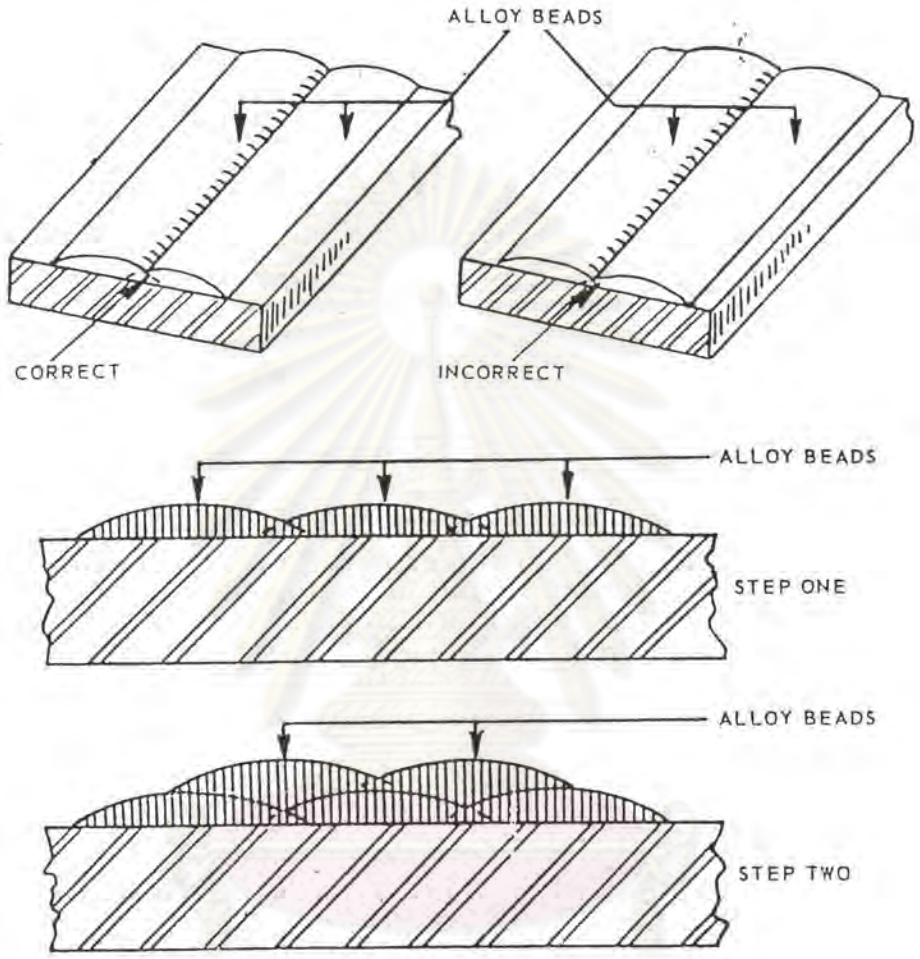
3. เหล็กกล้าแมงกานีส 12-14 เปอร์เซ็นต์ ควรให้ความร้อนก่อนเชื่อมพอกประมาณ 93°ซ จึงทำให้โครงสร้างโลหะชิ้นงานบรรเทาความเค้นลง แต่อุณหภูมิอุ่นไม่ควรเกิน 260°ซ

4. เหล็กหล่อควรให้ความร้อนก่อนเชื่อม 260° - 370°ซ อย่างช้า ๆ สม่ำเสมอและต้องแน่ใจว่าวัสดุชิ้นงานนั้นไม่เป็นเหล็กกล้าแมงกานีส (MANGANESE STEEL)

การเชื่อมถ้าต้องการแนวเชื่อมกว้างก็สามารถส่วนลวดเชื่อมได้ การส่ายให้ส่ายทับซ้อนกันประมาณ 1 ใน 3 ของบ่อหลอมละลาย



รูปที่ 1.7 แสดงการควบคุมลวดเชื่อม



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 1.8 แสดงลักษณะการเชื่อม

เทคนิคเชื่อมพอกผิวแข็งที่น่าสนใจอีกชิ้นหนึ่ง คือ เชื่อมพอกผิวแข็งบนผิวบุ้งกี๋ บริเวณที่ต้องสัมผัสกับ กรวด หิน ดินทราย และวัสดุอื่นในขณะใช้งานโดยเชื่อมให้แนวเชื่อมตัดขวางเป็นตารางแห หรือตาข่าย พื้นที่เล็ก ๆ ในช่องตาข่ายจะต่ำกว่าแนวเชื่อมพื้นที่จุดนี้เองทำให้วัสดุซึ่งสัมผัสกับบุ้งกี๋เข้ามาอัดติดตกค้าง เมื่อใช้บุ้งกี๋ครั้งต่อไปวัสดุดิน และทรายซึ่งติดในพื้นที่จุดนั้น จะช่วยป้องกันดิน และทรายที่จะมาเสียดสีตัวบุ้งกี๋ในครั้งต่อไปเทคนิคการเชื่อมแบบนี้จึงประหยัดลวดเชื่อมไปในตัวด้วย รูปที่ 1.9

รูปที่ 1.9 แสดงเทคนิคการเชื่อมแบบตาข่ายบนผิวงาน

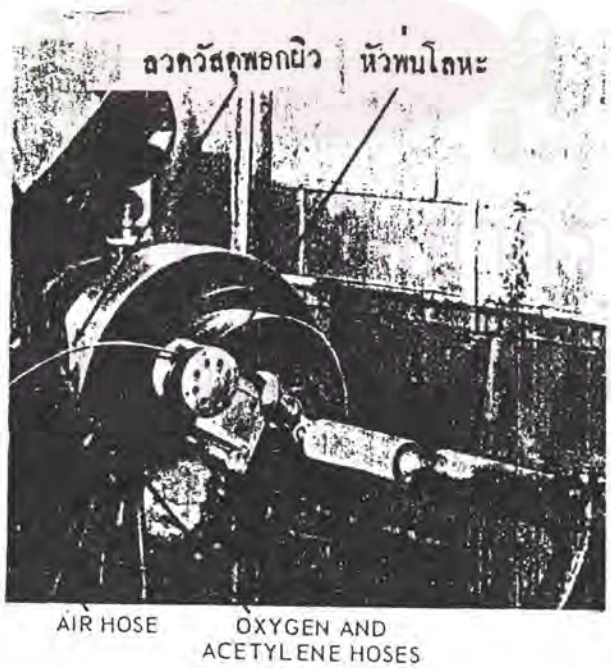
การเชื่อมแต่ละครั้งต้องจดจำเสมอว่า เมื่อต้องการแนวเชื่อมเล็ก แคบ ต้องใช้ลวดเชื่อมขนาดเล็ก และเมื่อเชื่อมแล้วทำให้รอยเชื่อมเย็นตัวเร็ว เมื่อต้องการเนวเชื่อมใหญ่กว้างควรใช้ลวดเชื่อมขนาดใหญ่และกระแสไฟเชื่อมสูง หลังจากเชื่อมเสร็จแล้วแนวเชื่อมจะเย็นช้า ๆ จึงจำเป็นต้องใช้กับชิ้นงานขนาดใหญ่ด้วย ปกติแล้วผู้เชื่อม หรือผู้ควบคุมจะเป็นผู้ตัดสินใจปฏิบัติการ เช่นต้องการแนวเชื่อมกว้างอย่างไร หลังเชื่อมแล้วรอยเชื่อม และชิ้นงานจะเย็นตัวเร็ว หรือไม่มีผลเสียหายระหว่างวัสดุชิ้นงานกับวัสดุลวดเชื่อมรวมตัวกันหรือไม่ ต้องมีการตกแต่งชิ้นงานหรือไม่ คำถามและเหตุผลเหล่านี้ จะถูกนำเข้ามาเพื่อพิจารณาเลือกหาลวดเชื่อมที่เหมาะสมเพื่อเชื่อมชิ้นงานได้ตามต้องการ

ตัวอย่างการเชื่อมพอกผิวแข็งซึ่งนิยมกันมาก และประสบความสำเร็จได้ผลมาแล้ว คือ การพอกผิวตัวบดปูนขาว ลักษณะการพอกเป็นชั้น ใช้วัสดุพอกผิวซึ่งมีส่วนผสมต่าง ๆ กัน ได้แก่ ลำดับแรกให้ความร้อนชิ้นงานก่อนเชื่อม (PREHEAT) ประมาณ 149°ซ (300°ฟ) ลำดับที่สองเชื่อมพอกผิวแข็งด้วยลวดเชื่อมชนิดเหล็กผสมนิกเกิล-แมงกานีสลำดับที่สามเชื่อมพอกทับด้วยลวดเชื่อมเหล็กกล้าผสม โครเมี่ยม โมลิบดินั่ม ซิลิกอน และ คาร์บอน รูปที่ 1.10

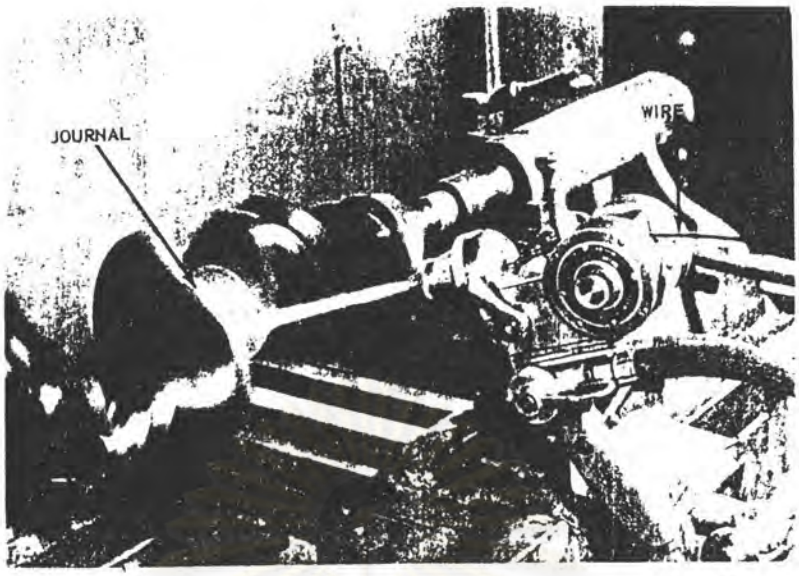
รูปที่ 1.10 แสดงตัวอย่างการพอกผิวแข็งด้วยลวดเชื่อมไฟฟ้า

3. การพ่นด้วยผงโลหะ (Metal Spraying)

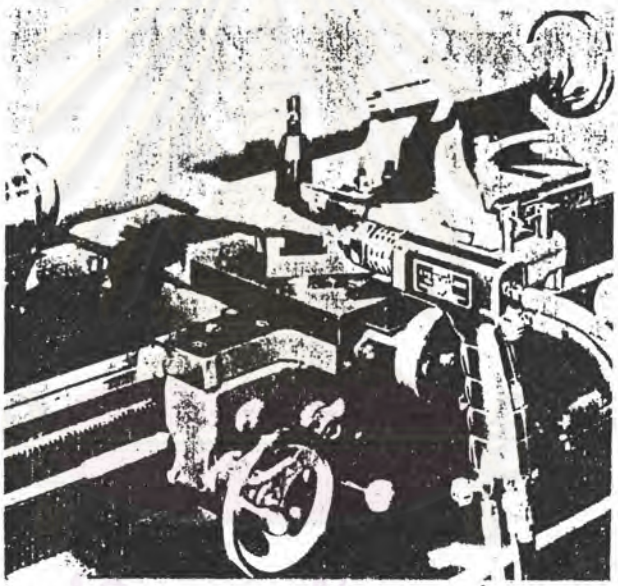
การพอกผิวโลหะแบบนี้สามารถทำได้โดยพ่นด้วยผงโลหะบริสุทธิ์ หรือผงโลหะผสมลงบนชิ้นงานตามต้องการ การพ่นผงโลหะเราสามารถพ่น และละลายติดบนผิวของชิ้นงานโดยใช้ความร้อนจากหัวเชื่อมแก๊ส หรือการเหนียวนำด้วยกระแสไฟฟ้า (ELECTRIC INDUCTION HEATING COILS) การพอกผิวโลหะเป็นที่ยอมรับกันในวงการซ่อมชิ้นส่วนต่าง ๆที่สึกหรอเสื่อมสภาพ จากรูปที่ 1.11 ผู้ปฏิบัติงานกำลังพ่นเพลากลมด้วยเครื่องพ่นด้วยมือ และสามารถติดหัวพ่นโลหะเข้ากับเครื่องกลึง รูปที่ 1.12 การพ่นโลหะบนชิ้นงานนั้น หัวพ่นมีอยู่ 2 ชนิด คือ ชนิดใช้ลวดเป็นวัสดุพอกผิว และใช้ผงโลหะเป็นวัสดุพอกผิว ทั้งสองชนิดนี้มีทั้งแบบใช้มือพ่น และติดตั้งบนเครื่องกลึง รูปที่ 1.14 เป็นการพ่นพอกผิวโดยใช้ผงโลหะ (POWDER SPRAY) หัวพ่นชนิดใช้กับผงโลหะนี้ ผงโลหะพ่นจะถูกบรรจุไว้ในภาชนะติดตั้งอยู่ส่วนบนของหัวพ่น ผงโลหะจะไหลลงมายังปลายของหัวพ่นโดยน้ำหนักของผงโลหะนั้น และไหลไปลงสู่ปลายของหัวพ่นตรงบริเวณเปลวไฟ จากนั้นก็จะถูกเปลวไฟดันไปสู่ผิวชิ้นงานซึ่งรอรับอยู่ การพ่นพอกผิวชิ้นงานด้วยโลหะอ่อนชิ้นงานจะไม่มีรูพรุ่นหรือรั่ว เพราะนอกจากแรงดันในการขับผงโลหะแล้วการขยายตัวหดตัวของชิ้นงาน แน่นไม่เกิดรูพรุน



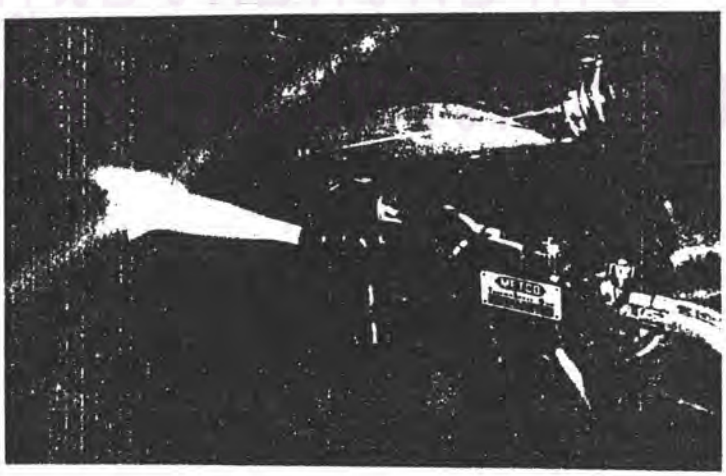
รูปที่ 1.11 แสดงการพ่นผงโลหะลงบนผิวของเพลา



รูปที่ 1.12 แสดงการพ่นผงโลหะลงบนผิวของเพลาข้อเหวี่ยง



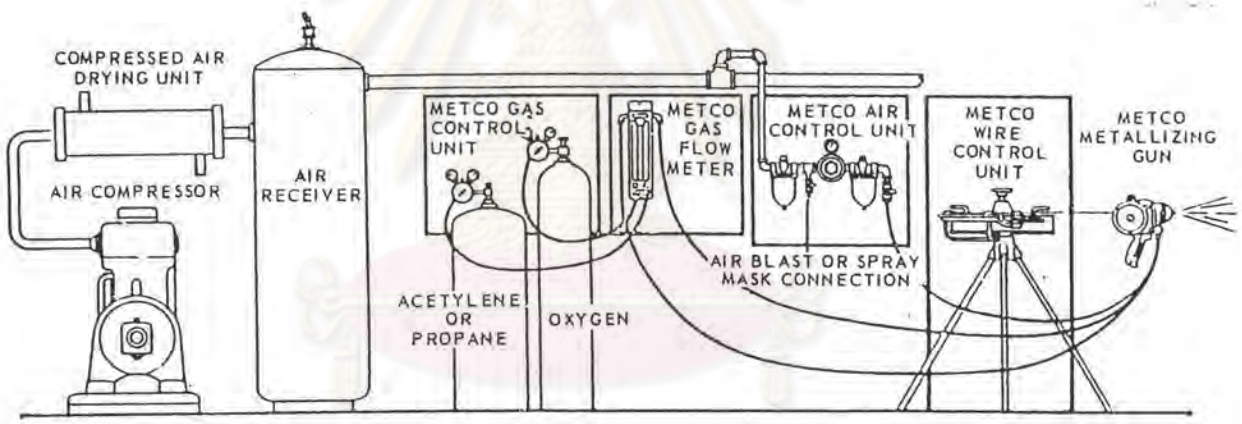
รูปที่ 1.13 แสดงการพ่นผงโลหะด้วยหัวพ่นที่ใช้ความดันลม



รูปที่ 1.14 แสดงการทำงานของหัวพ่นชนิดพิเศษ

การแล่นประสานโลหะ (BRAZING) มีความยากที่จะให้วัสดุตัวประสานไหล และเกาะติดแน่นระหว่างชิ้นส่วนโลหะผสมกับชิ้นงาน แต่ในวิธีพ่นพอกผิวโลหะเราสามารถทำได้โดยการพ่นวัสดุตัวประสานลงบนชิ้นงานก่อน แล้วจึงนำวัสดุโลหะผสมมาประกอบติด แล้วนำไปอบให้ความร้อนจนชิ้นงานประสานติดกันแบบ BRAZING

การพ่นพอกผิวโลหะมีข้อได้เสียเปรียบ โดยใช้พ่นพอกเสริมชิ้นงานสึกหรอ เนื่องจากการเสียดสีหรือพ่นพอกชิ้นงานเพื่อด้านการเสียดสี ปกติจะตกแต่งอีกครั้งหลังการพ่นพอก เช่น การเจียรนัยเพลาซึ่งต้องสวมแบริ่ง หรือต้องการผิวเรียบละเอียดมาก ลักษณะและวิธีการพ่น (SPRAY) โลหะนั้น แม้ว่าโลหะซึ่งนำมาพ่น จะอยู่ในรูปของลวด หรือผงก็ตาม จะต้องใช้ความร้อนจากแก๊สอ๊อกซิเจนกับอซิธีลีน หรืออ๊อกซิเจนกับแก๊สจากปิโตรเลียม (L.P.G.) เพื่อหลอมละลายโลหะพ่นก่อนจึงดันออกจากหัวพ่น (SPRAY GUN) ด้วยแรงดันสูง แรงดันสูงนี้ทำให้น้ำโลหะหลอมละลายวิ่งแตกเป็นละอองไปสู่ผิวชิ้นงานขณะร้อน รูปที่ 1.15



รูปที่ 1.15 แสดงลักษณะการทำงาน และอุปกรณ์
เพื่อการพ่นพอกผิวด้วยระบบป้อนลวด

อุปกรณ์สำหรับพ่นพอกผิวโลหะด้วยระบบป้อนลวด

1. เครื่องอัดอากาศ (AIR COMPRESSOR) ซึ่งมีกำลังอัด 84.9 ลิตร/นาที (30 ลบ.ฟุต/นาที)

2. ตัวทำอากาศแห้ง (COMPRESSED DRYING UNIT) อากาศที่จะนำมาใช้ต้องเป็นอากาศแห้ง ดังนั้นขณะอัดอากาศ ก่อนเข้าถังเก็บต้องทำอากาศให้แห้งเสียก่อนโดยอัดอากาศผ่านตัวทำอากาศแห้ง

3. ถังเก็บอากาศ (AIR RECEIVER TANK) อากาศแห้งถูกอัดเก็บไว้ในถัง ถังเก็บอากาศทำให้อัตราการไหลคงที่ขณะใช้งาน โดยการควบคุมของ REGULATOR

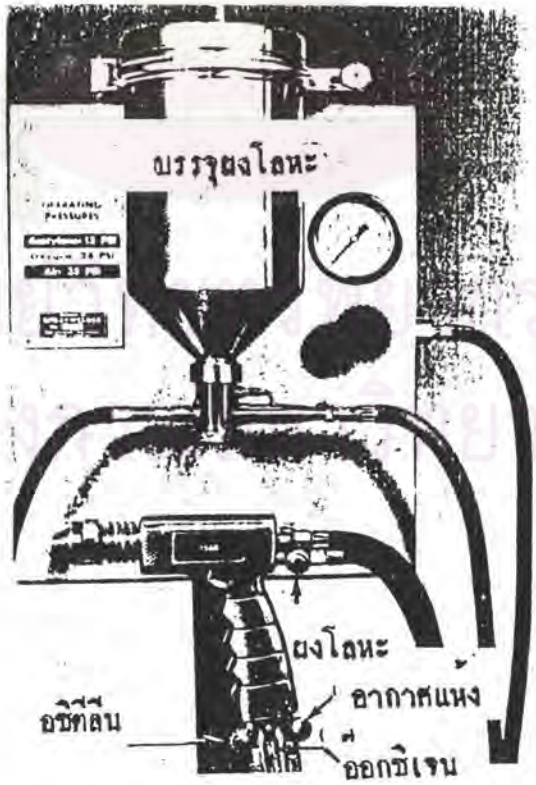
4. แก๊สเชื้อเพลิง ประกอบด้วยแก๊สอ๊อกซิเจน และอซิธีลีน หรืออ๊อกซิเจน และแก๊สโพรเพน (PROPANE)

5. อุปกรณ์ควบคุมความดัน และอัตราไหลของแก๊สเชื้อเพลิง โดยแก๊สทั้งสองจะผ่านชุดควบคุมความดัน เข้าโฟลว์มิเตอร์อีกครั้งหนึ่ง เพราะโพลว์มิเตอร์จะเป็นรักษาให้ปริมาตรสม่ำเสมอไปสู่หัวพ่น

6. ตัวควบคุมอากาศแห้ง เป็นตัวใช้ตั้งปรับ ความดันอากาศไปยังหัวพ่นและอาจมีหม้อกรองอากาศ เพื่อขจัดฝุ่นละอองที่ปะปนมากับอากาศแห้ง

7. ชุดป้อนลวด (WIRE FEED CONTROL) มีหน้าที่ป้อนลวดไปยังหัวพ่นโดยดึงลวดจากม้วน ดัดให้ตรงและส่งไปยังหัวพ่นด้วยกำลังส่งคงที่

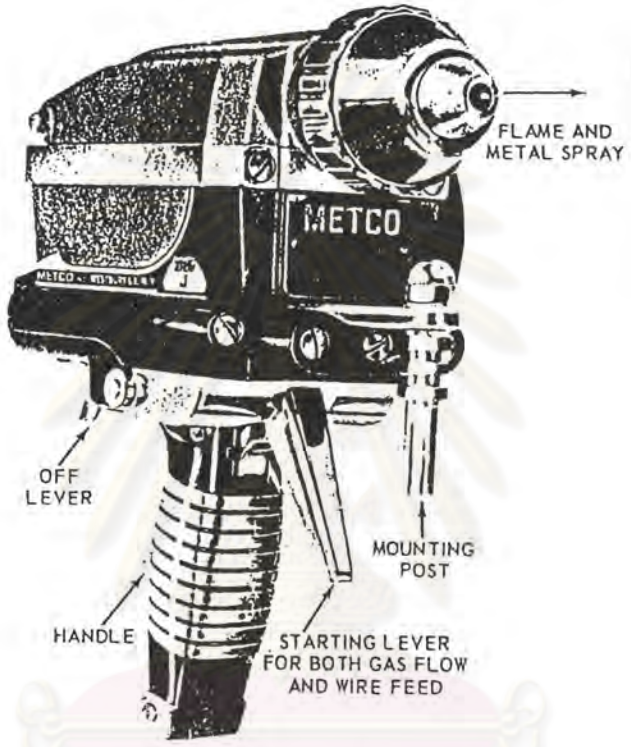
8. หัวพ่นโลหะ (METAL SPRAYIN GUN) การออกแบบหัวพ่นชนิดนี้ต้องให้หัวพ่นสามารถดึงลวดจากม้วนมายังหัวพ่นได้ และภายในหัวพ่นยังประกอบด้วยห้องผสมแก๊สอ๊อกซิเจนและแก๊สอซีธีลีน บางชนิดไม่ใช้ลวดโลหะเป็นวัสดุพ่น แต่ใช้ผงโลหะพ่นแทนหัวพ่นชนิดใช้ผงโลหะจะไม่มีชุดป้อนลวดโลหะติดอยู่ (รูปที่ 1.18) การพ่นโลหะนั้นใช้ความดันของแก๊สอซีธีลีนประมาณ 0.6 KP/CM^2 (10 PSI) อ๊อกซิเจนประมาณ 1.8 KP/CM^2 (16 PSI) และความดันของอากาศประมาณ 35 PSI



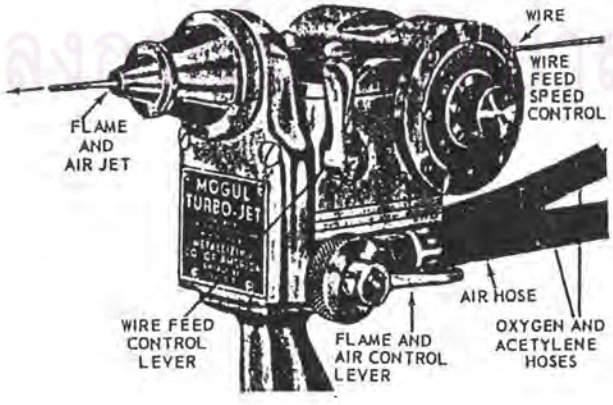
รูปที่ 1.16 แสดงลักษณะการบรรจุผงโลหะ

หัวพ่นโลหะ (METAL SPRAYING TORCH)

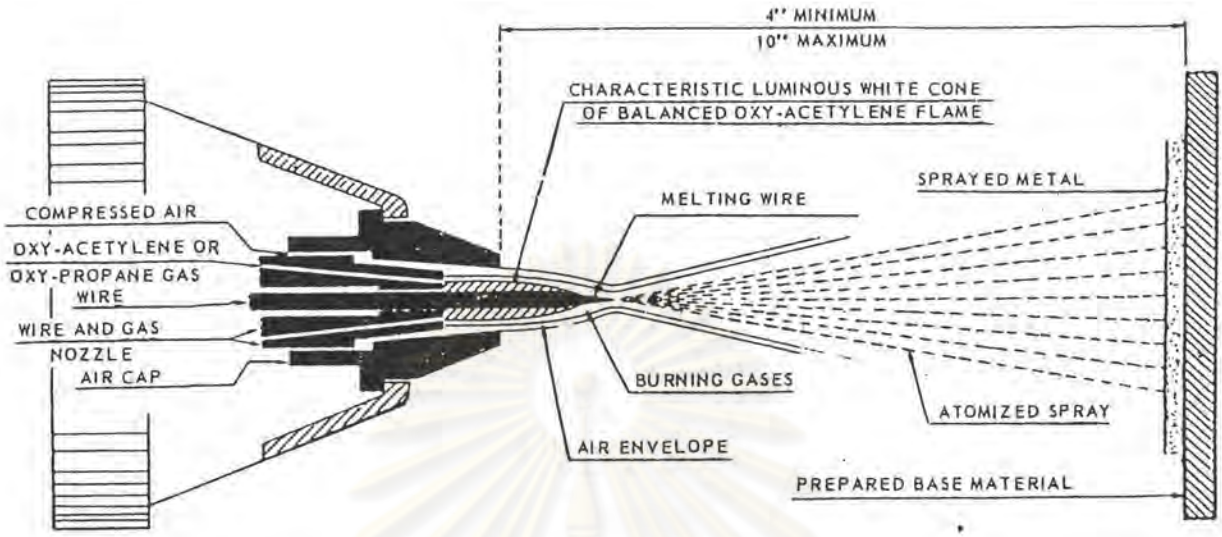
หัวพ่นโลหะทำหน้าที่ป้อนอ๊อกซิเจน แก๊สเชื้อเพลิง อากาศแรงดันสูง และลวดโลหะหรือผงโลหะไปยังหัวฉีด (NOZZLE) ส่วนปลายของหัวพ่น สิ่งเหล่านี้มุ่งออกจากหัวฉีดไปยังชิ้นงาน



รูปที่ 1.17 แสดงหัวพ่นลวดโลหะ



รูปที่ 1.18 แสดงหัวพ่นลวดโลหะละลาย



รูปที่ 1.19 แสดงหลักการทำงานของหัวพ่นลวดโลหะละลาย

จากรูปที่ 1.19 เป็นลักษณะการทำงานอย่างง่ายเพื่อความเข้าใจ ลวดโลหะถูกป้อนไปสู่ปลายหัวพ่น ซึ่งล้อมรอบด้วยเปลวไฟความร้อนสูงจนละลาย และถูกอากาศแรงดันสูงผลักดันน้ำโลหะขณะละลายกระจายเป็นเม็ดเล็ก ๆ พุ่งไปชิ้นงานอย่างต่อเนื่อง ดังนั้นลวดโลหะป้อนไปยังหัวพ่นนั้นต้องถูกป้อนอย่างสม่ำเสมอด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าควบคุมความเร็วได้

การเตรียมพร้อมก่อนปฏิบัติ

ก่อนลงมือปฏิบัติการพ่นโลหะด้วยความร้อนนั้น สิ่งซึ่งไม่ควรลืม คือกฎความปลอดภัย เราต้องตรวจหารอยรั่วที่อาจเกิดขึ้นกับสายยางข้อต่อ เครื่องควบคุมความดันและอุปกรณ์ต่าง ๆ เหมือนเชื่อมและตัดด้วยแก๊ส และจึงปฏิบัติตามขั้นตอนดังนี้

1. เปิดลิ้นอากาศและปรับความดันอากาศบริเวณตัวควบคุมตามความดันของอากาศตามตารางที่ 1.0

2. ปิดลิ้นอากาศ

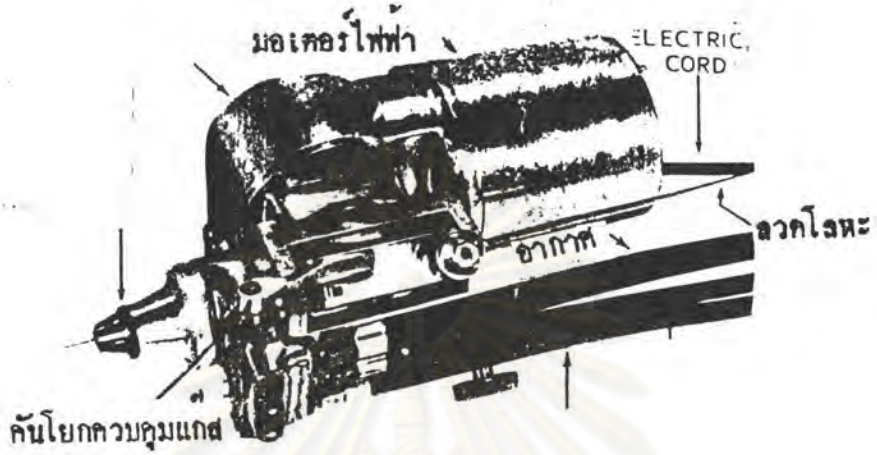
3. คลายตัวขับลวดโลหะบริเวณหัวพ่นให้หลวม แล้วสอดโลหะเข้าไปในตัวขับจนลวดโลหะเลยไปถึงปลายหัวพ่น

4. กวดตัวขับลวดโลหะให้แน่นก่อนป้อนลวดโลหะด้วยมอเตอร์

5. ปรับความเร็วมอเตอร์

6. ปิดลิ้นบริเวณมือถือ

7. เปิดลิ้นบริเวณมือถือ หาตำแหน่งปรับความดันของแก๊สเชื้อเพลิง และอ๊อกซิเจนตามตารางที่ 1.0 และปิดลิ้นบริเวณมือถืออีกครั้ง



รูปที่ 1.20 แสดงหัวพ่นลวดโลหะละลายที่ขับลวดด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า

ตารางที่ 1.0 ใช้สำหรับหัวพ่นลวดโลหะละลาย METCO 4.E

โลหะ	ขนาดลวด	ขนาดลูกถ้วยบังคับอากาศ	ความดันอากาศ PSIG	ความดันแก๊ส		อัตราไหลแก๊ส		ความเร็ว 1ฟ^2/ชม. หนา 0.001 นิ้ว
				อ๊อกซิเจน PSIG	อะซีติลีน PSIG	อ๊อกซิเจน ฟ^3/ชม.	อะซีติลีน ฟ^3/ชม.	
Metco Aluminum	1.8	J	55	36	15	32	32	676.8
Metco Copper	1.8	H	55	35	15	32	32	349.0
Metco Nickel	1.8	H	55	36	15	32	31	225.2
Spraybond Wire	1.8	H	50	38	15	33	33	136.6
Metco-Weld H	1.8	H	40	38	15	35	37	93.5

เมื่อเริ่มปฏิบัติควรมีขั้นตอนดังนี้

1. เปิดลิ้นตรงมือถือแล้วปล่อยทิ้งไว้ประมาณ 3 วินาที

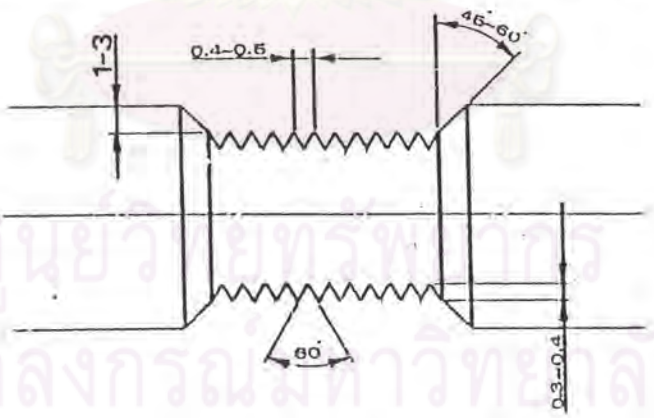
2. ปิดลิ้นมือถือไปตำแหน่งที่ 45° มีเสียงดังคลิกตำแหน่งนี้เป็นตำแหน่งจุดเปลวไฟ จากนั้นจุดไฟตรงปลายหัวพ่นด้วยไฟแช็ค (LIGHTER) ใกล้ ๆ แล้วเปิดลิ้นทันที

3. เมื่อไฟติดแล้วปรับแก๊สเชื้อเพลิง และอ๊อกซิเจนตรงตัวควบคุมการไหลให้เหมาะสม ตารางที่ 1.0

4. ปรับอัตราป้อนลวดให้ได้ความเร็วสูงสุดที่สามารถหลอมละลายได้ และถูกต้องตามต้องการ โดยปราศจากสเก็ดโลหะแตกกระเด็น (SPATTER) ปกติลวดโลหะโผล่พ้นจากปลายถ้วยบังคับอากาศประมาณ 12 มิลลิเมตร (1/2 นิ้ว) อย่างไรก็ตามระยะความยาวลวดโผล่พ้นออกมานั้นจะเปลี่ยนแปลงไปตามชนิดของการพอกผิว และขนาดความโตชิ้นงาน

การเตรียมผิวชิ้นงานก่อนพ่นโลหะ

ชิ้นงานจะนำมาพ่นพอกผิวนั้น ต้องสะอาดปราศจากคราบไขมัน น้ำมัน จารบีและอื่นๆ กรณีอลูมิเนียมหล่อ และแมกนีเซียมหล่อนั้นให้ล้างคาบไขมันต่าง ๆ โดยพ่นด้วยทรายจนผิวหน้าของชิ้นงานขรุขระ จากนั้นนำไปล้างคราบสกปรกด้วยโซดาไฟอย่างอ่อน หรือทำให้ผิวโลหะชิ้นงานขรุขระแบบเป็นเกลียวละเอียด ทำเป็นร่องเล็ก ๆ การพ่นหรือยิงด้วยเม็ดโลหะชิ้นงานรูปทรงกระบอกมักเตรียมผิวงานบนเครื่องกลึงหลังจากนั้นจึงพ่นพอกผิวชิ้นงานบนเครื่องกลึงอีกครั้ง

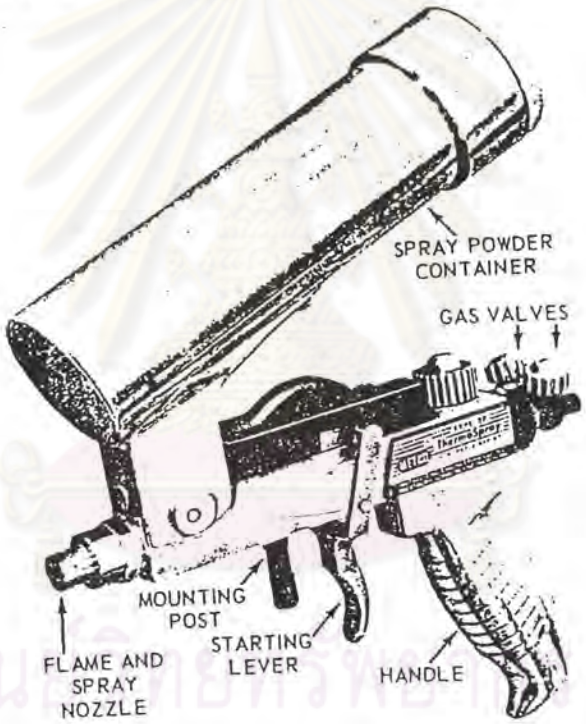


รูปที่ 1.21 แสดงการเตรียมผิวงานก่อนพ่นพอกผิว

การพอกชิ้นงาน ผิวโลหะชิ้นงานควรทำเป็นร่องโดยเซาะร่องด้วยลวดคาร์บอนอาร์ก (CARBON ARE ELECTRODE) ความกว้างของร่อง ประมาณ 7-8 มิลลิเมตร (15/16 นิ้ว) ลึกประมาณ 6.3 มิลลิลเมตร (1/4 นิ้ว) แต่ละร่องจะไม่ต่อถึงกัน ร่องเหล่านี้มีผลให้วัสดุพอกเกาะยึดกรณีผิวโลหะชิ้นงานหยาบและแข็ง การเตรียมงานนั้น นิยามยิงหรือพ่นด้วยเม็ดกรวดหรือตกแต่งด้วยเครื่องมือกล จากนั้นจึงพอกผิวด้วยไฟฟ้า โดยปกติมักใช้นิกเกิลเป็นพื้น

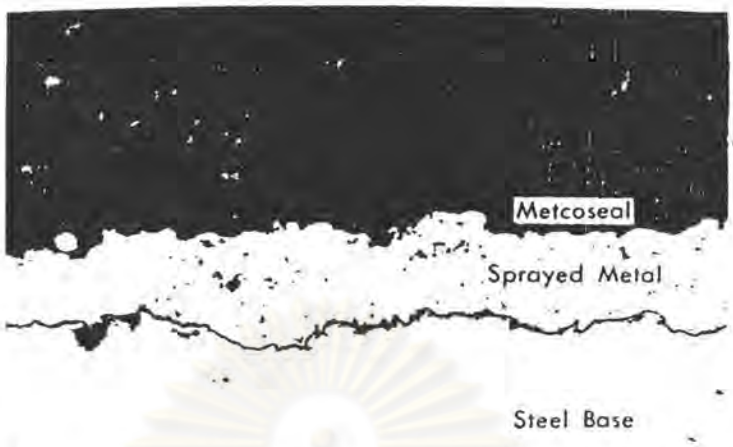
เทคนิควิธีพ่นโลหะ

การพ่นพอกผิวชิ้นงานปลายหัวพ่นจะต้องห่างจากผิวชิ้นงานประมาณ 12-20เซนติเมตร เปลวไฟตั้งฉากกับชิ้นงานกรณีชิ้นงานบางหรือขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางน้อยควรใช้อากาศช่วยระบายความร้อนเพื่อป้องกันชิ้นงานร้อนมากเกิน (OVERHEATING) เปลวไฟและโลหะพ่นจะมีลักษณะแผ่กว้างไม่เหมือนกันมีหลายสาเหตุด้วยกัน เช่น ขนาดความโตของลวดโลหะ วัสดุโลหะที่พ่นและความเร็วป้อนลวด ขณะพ่นพอกลวดโลหะถูกหลอมละลายเป็นเม็ดโลหะเล็ก ๆ มองเห็นเป็นประกายไฟกว้างใหญ่ เป็นจริงเม็ดโลหะเล็ก ๆ จะแฝงอยู่ในประกายไฟนั้นประมาณ 95% โดยอยู่ในเปลวไฟชั้นใน (INNER CONE) หัวฉีดหัวพ่นซึ่งใช้กับอ๊อกซิเจนอซิติลีน และแก๊สอ๊อกซิโพรแพนจะมีลักษณะไม่เหมือนกัน ใช้ร่วมกันไม่ได้



รูปที่ 1.22 แสดงหัวพ่นผงโลหะชนิดผงตกจากภาชนะบรรจุ

จากรูปที่ 1.22 และ 1.23 ลักษณะหัวพ่นผงโลหะ โดยใช้ผงโลหะเป็นวัสดุพ่นพอกบรรจุในภาชนะทรงกระบอก และติดตั้งไว้ส่วนบนหัวพ่น เมื่อกดหรือเหนี่ยวไกบังคับผงโลหะจะไหลจากภาชนะลงมาสู่ปลายหัวพ่นโดยน้ำหนักตัวมันเอง กระทั่งสัมผัสความร้อนจากแก๊สแรงดันสูงซึ่งผลักดันผงโลหะจากปลายหัวพ่นไปยังชิ้นงาน ด้วยความเร็วสม่ำเสมอเพราะการสั่นทำให้ผงโลหะเคลื่อนตัวตกจากภาชนะบรรจุไปสู่ปลายหัวพ่นอย่างคงที่ หัวพ่นชนิดนี้สามารถบรรจุฟักซ์ (FLUX) ร่วมกับผงโลหะภายในภาชนะบรรจุได้ในบางกรณี และสามารถใช้เปลวไฟให้ความร้อนอุ่นชิ้นงานอีกด้วย



รูปที่ 1.23 แสดงภาพขยายการยึดเกาะของผงโลหะบนผิวเหล็กกล้า

4. การพอกผิวโลหะด้วยระบบพลาสม่า (Plasma Arc Welding)

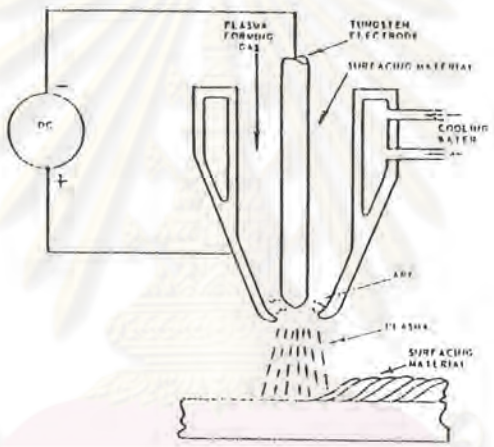
กรรมวิธีพลาสม่า หรือพ่นแบบพลาสม่า เป็นผลเกิดจากการอัดแก๊สไนโตรเจน ไฮโดรเจน อาร์กอน และแก๊สอื่น ๆ ผ่านบริเวณอาร์กทำให้แก๊สนั้นมีอุณหภูมิสูงและโมเลกุลของแก๊สเริ่มแตกตัวเป็นไอออนไนซ์ พลังงานสูง (อุณหภูมิประมาณ 3,000 - 30,000°ฟ) การใช้พลาสม่าพ่นโลหะจะได้ผลสำเร็จสูง วัสดุทั่วไปซึ่งนำมาพ่นได้แก่ โลหะตระกูลเหล็กทั้งหมด CERAMICS ทังสเตน, ทังสเตนคาร์ไบด์, TANTALUM, เซอร์โครเมียม, DIBORIDE, PLATINU, COLUMBIUM, HAFNIUM, VANADIUM CARBIDES

ในการพ่นโลหะแบบพลาสม่า ง่ายต่อการควบคุมและใช้งาน ผลการพ่นเนื้อวัสดุพอกมีความแน่นสูงถึง 98% ตามหลักวิชา ทังสเตนบริสุทธิ์ และทังสเตนคาร์ไบด์สามารถใช้พ่นพอกชิ้นงานเกือบทุกชนิดได้ความแน่นประมาณ 95%

รูปที่ 1.24 แสดงหัวพ่นผงโลหะแบบพลาสม่า

หลักการของพลาสม่า

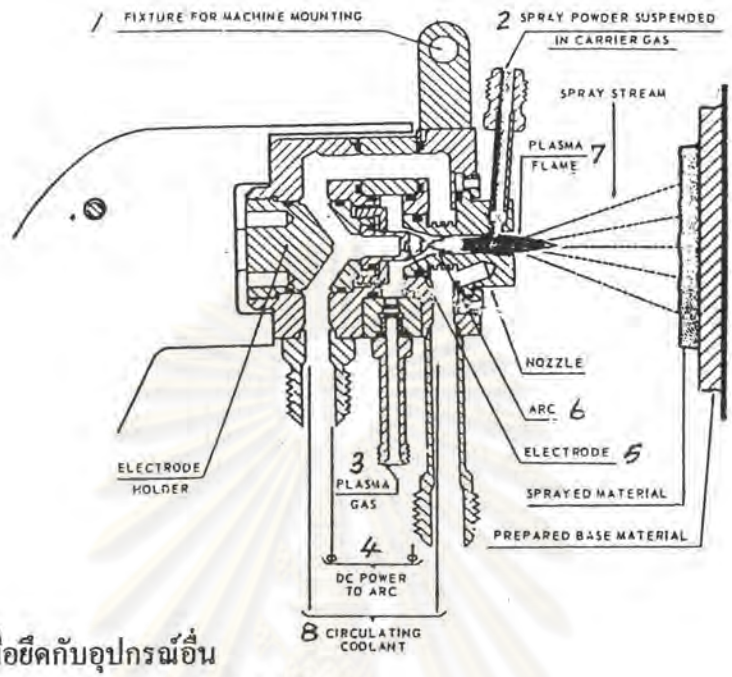
หลักการคือใช้กระแสไฟตรงทำให้เกิดการอาร์กระหว่างอิเลคโทรด และหัวฉีด (NOZZLE) ซึ่งทำให้แก๊ส หรือพลาสม่าเกิดร้อน และแตกตัวเป็นไอออนไนซ์ (IONIZED) ภายในหัวฉีด จากนั้นวัสดุพ่นจะถูกส่งเข้าไปบริเวณอาร์กภายในหัวฉีดทิศทางเดียวกับแก๊ส จึงทำให้วัสดุโลหะพ่นแตกตัวเป็นละอองเล็ก ๆ และถูกขับออกจากหัวฉีดด้วยความเร็วจากแรงอัดของพลาสม่าเจ็ต (PLASMA JET) ประมาณ 6,000 เมตร/วินาที แต่ทั่วไปแล้วความเร็วจะต่ำกว่า (รูปที่ 1.25) แก๊สไนโตรเจน ซึ่งมีไฮโดรเยนผสมอยู่ประมาณ 5-10% เป็นแก๊สพลาสม่าใช้กันทั่วไปแก๊สไนโตรเจนบริสุทธิ์เป็นตัวนำผงโลหะผ่านไปสู่บริเวณอาร์กภายในหัวฉีด รอบ ๆ หัวฉีดจะถูกหล่อเย็นด้วยน้ำเพื่อยืดอายุการใช้งานของอุปกรณ์นั้น



รูปที่ 1.25 แสดงหลักการทำงานของหัวพ่นพลาสม่า

ระบบพลาสม่าแบบสมบูรณ์ต้องมีส่วนประกอบดังนี้คือ

1. หัวพ่นแบบพลาสม่า (PLASMA JET SPRAY GUN)
2. สวิสท์และอุปกรณ์ควบคุมต่าง ๆ เช่น สวิสท์ ปิด-เปิด ควบคุมระบบ ควบคุมจุดเริ่มอาร์ก ควบคุม แอมมิเตอร์ โวลท์มิเตอร์
3. ควบคุมอัตราไหลของน้ำระบายความร้อนทั้งหมด
4. ควบคุมผงโลหะ โดยควบคุมความดันและปริมาณผงโลหะไหลไปสู่หัวพ่น
5. ระบบเครื่องเชื่อม ควบคุมกระแสไฟให้คงที่ เพื่อทังสเตนอิเล็คโทรด
6. ท่อยางสำหรับแก๊ส น้ำหล่อเย็น และสายไฟฟ้า
7. อุปกรณ์ความปลอดภัย เช่น หน้ากาก ชุดป้องกันความร้อน แว่นตา อุปกรณ์ป้องกันเสียงดัง และอื่น ๆ ที่จำเป็น
8. ห้องปฏิบัติการ อาจมีผนังป้องกันความร้อนเพื่อป้องกันอันตราย



1. เพื่อยึดกับอุปกรณ์อื่น
2. ผงโลหะถูกแก๊สนำเข้าไปสู่หัวพ่น
3. พลาสม่าแก๊ส
4. กระแสไฟดีซี
5. อิเล็คโทรด
6. อาร์ก
7. เปลวพลาสม่า
8. วงจรน้ำไหลหมุนเวียน

รูปที่ 1.26 แสดงรายละเอียดของหัวพ่นพลาสม่า

การตกแต่งผิวชิ้นงาน

ชิ้นงานโลหะผสม COBALT (CABALT BASE ALLOYS) ควรใช้เครื่องมือประเภทคาร์ไบด์ (CARBIDE CUTTING TOOLS) ในการแต่งมุมกัดของเครื่องมือจะเป็นมุมกัดแบบใช้กับงานโลหะแข็ง

การเจียรนัยประหยัดได้วิธีหนึ่งสำหรับตกแต่งงานพอกผิวโลหะผสมบนชิ้นงานประเภทเหล็กความเร็วการเจียรนัยต้องไม่สูง จึงไม่เกิดความร้อนสูงบนผิวชิ้นงาน ซึ่งเมื่อความดันสูงจะทำให้ผิวชิ้นงานแตกร้าวได้โลหะผสมนิกเกิลง่ายต่อการตกแต่งให้เรียบร้อยสมบูรณ์ผิวงานประเภททังสเตนคาร์ไบด์จะตกแต่งยาก

ความปลอดภัยสำหรับงานพ่นพอกผิวโลหะ

ระบบการถ่ายเทอากาศควรใช้บริเวณปฏิบัติงานมีอากาศถ่ายเทได้ดี เพราะว่าฟลักซ์ (FLUX) และส่วนผสมวัสดุพอกผิวบางชนิดเมื่อหลอมละลายเกิดปฏิกริยาเคมีเป็นควันพิษเสื้อผ้าและชุดปฏิบัติงานไม่ควรให้เปรอะเปื้อนคราบน้ำมันจาระบี หรือวัสดุติดไฟง่าย และอยู่ในสภาพดี ตาผู้ปฏิบัติงานต้องป้องกันตลอดเวลาปฏิบัติการป้องกันเสียงดังมีความจำเป็นสำหรับพ่นโลหะด้วยพลาสม่า (PLASMA ARC METAL SPRAYING TORCH) เพราะเสียงดังเกิดจากอัตราความเร็วของน้ำโลหะเหลวพุ่งออกจากหัวพ่น ผู้ปฏิบัติต้องสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันเสียงดัง และระมัดระวังรู้จักหลบหลีกเปลวไฟ

การเสียดสี FRICTION

สาเหตุเกิดจากชิ้นงาน 2 ชิ้นเบียดชิดแน่นหรือมีความฝืดขณะชิ้นงานอยู่สภาพงานนั้นความร้อนจะเพิ่มมากขึ้นบริเวณที่สัมผัสแน่น จนเกิดหลอมละลายเป็นจุดเล็ก ๆ (microwelds) แต่ไม่เชื่อมติดกัน เพราะถูกกำลังของชิ้นงานกระชากออกตลอดเวลา จนน้ำโลหะละลาย เปลี่ยนเป็นเม็ดโลหะเล็ก ๆ บดครูดระหว่างผิวชิ้นงานทั้งสอง เป็นรอยขูดขีดเล็ก ๆ

การครูดบด ABRASION

ลักษณะสาเหตุคล้ายกับการเสียดสีเพียงแต่วัสดุต่าง ๆ กัน เช่น การครูดบดโดยวัสดุชิ้นงานซึ่งเป็นโลหะถูกวัสดุอื่น ๆ มาเสียดสี ขัดสีวัสดุนั้นอาจเป็นพืชผักต่าง ๆ ยาง ข้าว น้ำตาล กรวด ทราย ฯลฯ วัสดุดังกล่าวมาปะทะกับชิ้นงาน หรือเข้าแทรกในช่องว่างระหว่างโลหะกับโลหะทำให้เกิดการครูดบด

การกัดกร่อน CORROSION

เกิดจากวัสดุเล็ก ๆ ซึ่งปะปนในอากาศ หรือของไหลถูกพัดพามาด้วยความเร็วกระแทกลงบนผิวหน้าโลหะชิ้นงาน เวลาผ่านไปนาน ๆ ก็เริ่มชำรุดเสียหาย เช่น ใบจักรเรือ ใบพัดปั๊ม

การผุกร่อน CORROSION

ของเหลว หรือมลพิษในอากาศ ทำให้ผิววัสดุโลหะชิ้นงานผุกร่อนโดยปฏิกิริยาเคมี ซึ่งอาจมีความร้อน ความเค้น และแรงดึง เข้ามาเกี่ยวข้องพร้อมกับการผุกร่อนไปด้วย

โพรงขุม CAVITATION

พบในสิ่งแวดล้อมซึ่งเป็นของเหลว ลักษณะทางของไหลผ่าน จนเกิดสูญญากาศหรือถูกดูด บริเวณผิวหน้าโลหะชิ้นงานภายใต้ความดันสูญญากาศ ผิวหน้าโลหะชิ้นงานจะถูกดูดออกเป็นลักษณะเป็นโพรงหรือขุม

การกระแทก IMPACT

การสึกหรอชนิดนี้มีมาก พบในขบวนการรีดร้อน และตีเหล็ก เมื่อโครงสร้างภายในเนื้อวัสดุถูกแรงกระแทกเปลี่ยนแปลงไป เพราะการตีผิววัสดุจากภายนอกจะสนับสนุนให้ถูกกัดกร่อนและทำปฏิกิริยากับอ๊อกซิเจนเป็นสนิมได้เร็วขึ้น

ตารางที่ 1.1 ตารางจัดลำดับความสำคัญของโลหะผสมเพื่อการพอกแข็ง

ชนิดของโลหะผสม	ลักษณะเด่น	การนำไปใช้งาน
<u>รอยเชื่อมชนิดทังสเตนคาร์ไบด์</u> -สวมหรือติดเม็ดคาร์ไบด์ -แท่งคาร์ไบด์เม็ดบรรจุท่อ (ชนิดหยาบ) -แท่งคาร์ไบด์เม็ดบรรจุท่อ (ชนิดละเอียด)	-ทนการครูดบดได้สูงสุด ABRASION -ทำผิวหน้าของสกรูหนอนให้หยาบ -ใช้เป็นวัสดุเพื่อการเชื่อมด้วยแก๊สดีที่สุด	-หัวเจาะชั้นหินบ่อน้ำมันและเครื่องมือ สามารถนำไปใช้ได้กว้าง เพื่อคงทนต่อสภาพการบดครูด
<u>เหล็กโครเมี่ยมสูง</u> -ชนิดโลหะผสมหลายตัว -ชนิดมาร์เทนซิติก -ชนิดอ๊อสเทนนิติก	-ทนการกัดกร่อนได้ดี -แข็งที่อุณหภูมิระหว่าง 410-650°ซ โดย W และ Mo -ทนต่อปฏิกิริยาจากอ๊อกซิเจน (oxidation)	-ทนการบดครูดขณะร้อนดำ -ทนการกัดกร่อนโดยที่ 510°ซ องค์ประกอบต่างชนิดกันไม่กลืนกินในการตกผลึก -อุปกรณ์การเกษตรในงานต้องสัมผัสกับดินทราย
<u>เหล็กผสมมาร์เทนซิติก</u> -ชนิดโครเมียมทังสเตน -ชนิดโครเมี่ยม-โมลิดินั่ม -ชนิดนิกเกิล-โครเมี่ยม	-ทนการบดครูดได้ดีพิเศษ -ความแข็งแรงเชิงแรงอัดสูง -รับแรงกระแทกเบา ๆ ได้ดี -ทนการแตกร้าวได้มากกว่า -เหล็กมาร์เทนซิติก	-การบดครูดซึ่งมีแรงกระแทกเบา ๆ -ทำชิ้นส่วนเครื่องจักรกลทนการสึกหรอระหว่างโลหะกับโลหะและแรงกระแทกได้ดี -ทนสภาพการครูดบดด้วยแรงกระแทกเบา ๆ

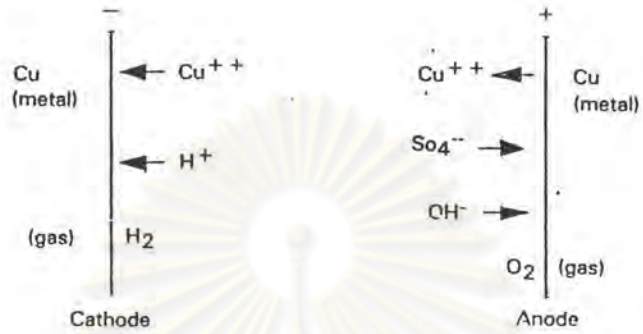
ชนิดของโลหะผสม	ลักษณะเด่น	การนำไปใช้งาน
<u>โครเมี่ยม-โคบอลท์ทังสเตน</u> -ชนิดคาร์บอนสูง (2.5%) -ชนิดคาร์บอนปานกลาง (1.4%) -ชนิดคาร์บอนต่ำ (1.0%)	-แข็งแรงขณะร้อน -เปราะและทนการบดครูด -เหนียวและทนต่อปฏิกิริยาอ๊อกซิเจน	-สึกหรอขณะร้อนและกร่อนเกิน 650°ซ -วาล์วไอเสียเครื่องยนต์ แก๊สโซลีน และ TRIM ของเครื่องกังหันไอน้ำ
<u>โลหะนิกเกิลผสม</u> -ชนิดนิกเกิล-โครเมี่ยม-โบรอน -ชนิดนิกเกิล-โครเมี่ยม-โมลิบดินั่ม ทังสแตน -ชนิดนิกเกิล-โครเมี่ยม-โมลิบดินั่ม -ชนิดนิกเกิล-โครเมียม	-แข็งขณะร้อน -ทนต่อการผุกร่อน -ทนการกัดกร่อนจากแก๊สไอเสีย -ทนการปฏิกิริยาจากอ๊อกซิเจน	 -วาล์วไอเสียรถบรรทุก รถโดยสาร และเครื่องบิน
<u>โละทองแดงผสม</u>	-ทนการเสียดสีได้ดีพอใช้	-ผิวแบริ่ง
<u>เหล็กกล้ามาร์เทนซิติก</u> -ชนิดคาร์บอนสูง (0.65-1.7%) -ชนิดคาร์บอนปานกลาง (0.30-0.65%) -ชนิดคาร์บอนต่ำ (ต่ำกว่า 0.30%)	 -ทนการครูดบดได้พอใช้ -ทนแรงกระแทกปานกลาง -เหนียว ประหยัด	-ทนสภาพการบดครูดแรงกระแทก ปานกลาง -แม่พิมพ์ร้อน
<u>เหล็กกล้าดึงอ๊อสเทนนิติก</u> -เหล็กกล้าเพอร์ลิติก -เหล็กกล้าผสมต่ำ -เหล็กกล้าคาร์บอนธรรมดา	-เหนียว ทนการแตกร้าว -ทนการแตกร้าวในราคาต่ำ -สร้างความกลมกลืนในส่วนที่ชำรุดให้เข้ากัน -รองพื้นเพื่อพอกผิวแข็ง	-พอกแข็งราคาถูก -ดีที่สุดสำหรับ เชื่อมพอกเสริม ตกแต่งให้ได้ขนาด

ชนิดของโลหะผสม	ลักษณะเด่น	การนำไปใช้งาน
<u>เหล็กกล้าอ๊อสเทนนิติก</u>	-เหนียว พิเศษเพื่อแรงกระแทกหนัก ๆ	-ปกติสึกหรอระหว่างโลหะกับโลหะภายใต้แรงกระแทกหนัก ๆ
-ชนิดแมงกานีส 13% โมลิดินั่ม 1%	-ทนการครูดบดและกัดกร่อนได้พอใช้	-งานทางรถไฟ
-ชนิดแมงกานีส 13%นิกเกิล3%	-แรงดึงต่ำ	
-ชนิดแมงกานีส 13% นิกเกิลโครเมี่ยม	-ชนิดอ๊อสเทนนิติกแรงดึงสูง	
เหล็กสเตนเลสนิกเกิลโครเมี่ยมคาร์บอนสูง	-ทนการสึกหรอในขณะร้อนและสนิม	-เสียดสีในที่มีความร้อนแดงเช่นชิ้นส่วนเตา
เหล็กสเตนเลสนิกเกิลโครเมี่ยมคาร์บอนต่ำ	-ทนการผุกร่อน และสนิม	-ผิวหน้าถังบรรจุขนาดใหญ่ซึ่งทนการผุกร่อน

5. การชุบด้วยไฟฟ้าในบ่อชุบ (Bath Electro Plating)

หลักการการชุบโลหะด้วยไฟฟ้านั้นใช้หลักการทางเคมีไฟฟ้า(Electrolysis) กล่าวคือเมื่อผ่านกระแสไฟฟ้าเข้าไปในสารละลายของอีเล็คโตรไลต์ จะทำให้อนุภาคเล็ก ๆ (อิออน) เกิดการเคลื่อนที่โดยอิออนที่เคลื่อนที่ไปยังแอโนด (Anode หรือขั้วบวก) นั้นเรียกว่า แอนอิออน (Anions) จะมีประจุไฟฟ้าเป็นลบ (-) ส่วนอิออนที่เคลื่อนที่ไปยังแคโทด (Cathode หรือขั้วลบ) นั้นเรียกว่า แคทอิออน (Cathions) จะมีประจุไฟฟ้าเป็นบวก (+)

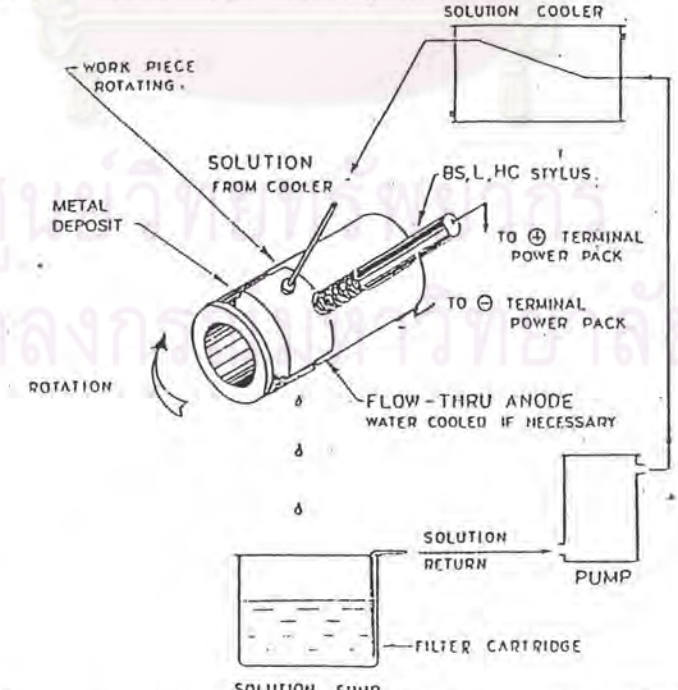
ตัวอย่างเช่น การแยกสลายของน้ำยาสารละลายของทองแดงซัลเฟตซึ่งเป็นตัวอย่างของการชุบโลหะแบบถังชุบ (Electro Plating) ใส่สารละลายทองแดงซัลเฟต ลงในถังชุบจากนั้นนำขั้วบวก (Anode) ของแบตเตอรี่ ต่อเข้ากับแผ่นทองแดงบริสุทธิ์ ส่วนขั้วลบ (Cathode) ของแบตเตอรี่ต่อเข้ากับแผ่นปลาตินัม แล้วนำขั้วที่สองจุ่มลงในสารละลายขณะนี้ไฟฟ้าก็จะครบวงจรซึ่งจะทำให้สารละลายเกิดปฏิกิริยาแตกตัวจาก $CuSo_4 \rightarrow Cu^{+\,+} + So_4^{--}$ นั่นคือทองแดงซัลเฟต($CuSo_4$) จะแตกตัวออกเป็นทองแดง ($Cu^{+\,+}$) และซัลเฟต (So_4^{--}) เมื่อแตกตัวแล้วขั้นตอนต่อไปก็คือ Cu^{++} ที่มีประจุไฟฟ้าเป็นบวก (Cathions) จะวิ่งไปเกาะที่แผ่นปลาตินัมที่เป็นขั้วลบ (Cathode)ส่วน $So4^{--}$ ที่มีประจุไฟฟ้าเป็นลบ (Anions) จะวิ่งไปหาแผ่นทองแดงซึ่งเป็นขั้วบวก (Anode) เป็นเหตุให้แผ่นทองแดงละลายเป็นทองแดงซัลเฟตออกมาแทนที่ทองแดงซัลเฟตตัวก่อนที่หมดไป ปฏิกิริยาจะเกิดอย่างนี้ไปเรื่อย ๆ ตลอดเวลาที่กระแสไฟฟ้ายังครบวงจรอยู่ นั้นคือ แผ่นปลาตินัมจะถูกชุบเคลือบด้วยทองแดงไปเรื่อย ๆ (รายละเอียดของหัวข้อที่ 5 นี้ จะได้กล่าวถึงในบทที่ 2 ต่อไป)



รูปที่ 1.27 แสดงหลักการชุบโลหะด้วยไฟฟ้า

6. การชุบโลหะแบบแต้มด้วยไฟฟ้า (Selective Plating)

กระบวนการชุบโลหะแบบแต้มด้วยไฟฟ้า (Selective Plating) คือ กรรมวิธีในการเติมหรือพอกโลหะด้วยแปรงบนผิวโลหะทุกชนิด โดยชุดอุปกรณ์ที่สามารถเคลื่อนย้ายไปยังชิ้นงานได้ (Job site) โดยชุดอุปกรณ์นั้นจะประกอบไปด้วย (ดูรูปที่ 1.28 ประกอบ)

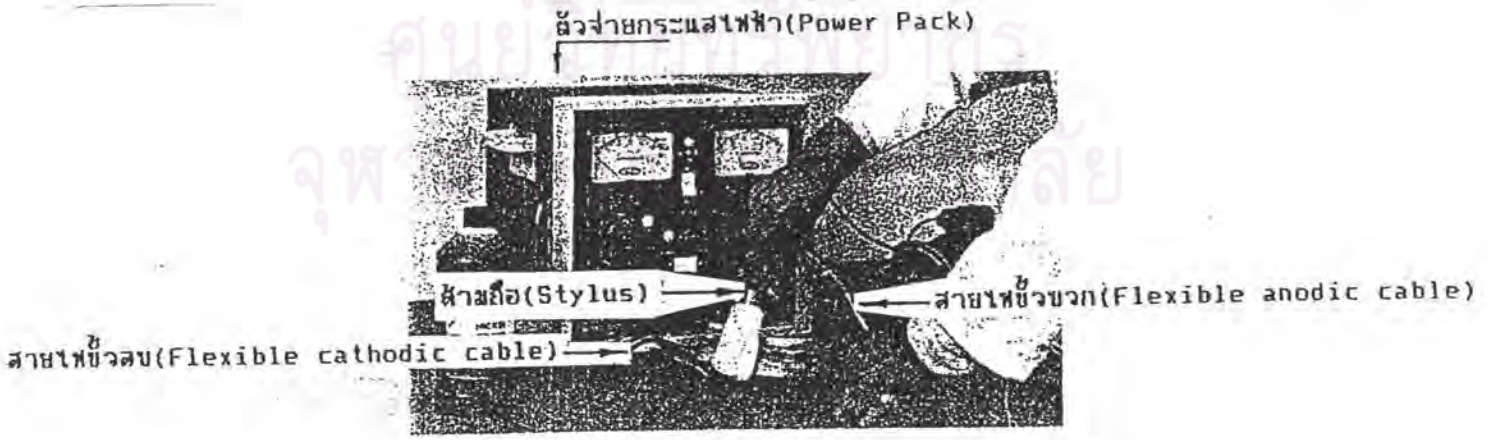


รูปที่ 1.28 แสดงส่วนประกอบของเครื่องมือ และอุปกรณ์ที่ใช้ในกรรมวิธีแต้มโลหะด้วยไฟฟ้า (Selective Plating)

เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในกรรมวิธีแต้มโลหะด้วยไฟฟ้า (Selective Plating)

1. ตัวจ่ายกระแสไฟฟ้า (DC Power Pack)
2. สายไฟขั้วลบ (Flexible cathodic cable) ต่อเข้ากับชิ้นงาน
3. สายไฟขั้วบวก (Flexible anodic cable) ต่อเข้ากับด้ามถือ (Stylus)
4. ด้ามถือ (Stylus) มีปลายเป็นสื่อไฟฟ้า ซึ่งส่วนใหญ่เป็นกราไฟท์บริสุทธิ์หุ้มด้วยวัสดุที่ดูดซับสารละลายได้ดี (Dacgon jacket or wrapped with cotton batting)
5. เครื่องสูบน้ำยาหมุนเวียน (Circulating Pump)

กระบวนการชุบโลหะแบบแต้มด้วยไฟฟ้า (Selective Plating) นั้นทำงานคล้ายกับการเชื่อมไฟฟ้า กล่าวคือ ตัวจ่ายกระแสไฟฟ้า (DC Power Pack) จะมีสายอ่อน 2 เส้น เส้นหนึ่งยึดกับชิ้นงาน และอีกเส้นหนึ่งยึดติดกับ "Stylus" (หัวจับ Anode) Anode จะมีหลายรูปร่างหลายขนาด และจะยึดติดที่ปลาย "Stylus" Anode จะถูกหุ้มด้วยวัสดุที่มีคุณสมบัติด้านการดูดซับสิ่งที่หุ้มAnode จะถูกนำไปจุ่มใน " สารละลายที่ใช้ในการชุบ (Selective Plating Solution) " หรือจะให้สารละลายเกิดการไหลเวียนขณะทำงานก็ได้ (โดยการใช้ปั๊มช่วยปั๊มน้ำยาซึ่งช่วยระบายความร้อน และการกรองสารแปลกปลอมขณะชุบด้วย) ขั้วบวก (+) จาก DC Power Pack จะต่อเข้ากับ Stylus และขั้วลบ (-) จะต่อเข้ากับชิ้นงาน และวงจรไฟฟ้าจะครบวงจรเมื่อเอา Stylus ที่จุ่มน้ำยาแล้วไปถูกับชิ้นงานหรือเคลื่อนที่ชิ้นงานผ่าน Stylus เมื่อไฟฟ้าครบวงจรแล้วโลหะก็จะเคลื่อนจากสารละลาย (Liquid solution) ไปสู่ผิวงานที่ซ่อมแซม (Base metal) อัตราการเคลื่อนตัวนี้รวดเร็วมาก ประมาณ 0.002 นิ้ว/นาที (0.0508 มม./นาที)



รูปที่ 1.29 แสดงกระบวนการแต้มโลหะด้วยไฟฟ้า (Selective Plating)

ในแต่ละกรรมวิธีก็มีข้อดี และข้อเสียแตกต่างกันไปกล่าวคือ ในสามวิธีแรกนั้นสามารถเพิ่มเนื้อโลหะได้อย่างรวดเร็ว แต่ชิ้นงานจะได้รับความร้อนสูง (ประมาณ 10,000°F (5,538°C) ในการพอกด้วยไฟฟ้า และประมาณ 600°F - 8,000°F (316°C - 4,427°C) ในการพ่นด้วยผงโลหะ) ซึ่งอาจจะส่งผลให้ชิ้นงานบิดเบี้ยวเสียรูป หรือเกิดแรงเค้นขึ้นภายในชิ้นงาน (Internal Stress) และการปฏิบัติงานซ่อมแซมก็ต้องทำในโรงซ่อมบำรุง จึงจำเป็นที่จะต้องมีการเคลื่อนย้ายชิ้นส่วน (หรือชิ้นงาน) มายังโรงซ่อมบำรุงทำให้เกิดความยุ่งยาก และเสียเวลา

สำหรับการชุบในบ่อชุบ และการแต้มโลหะด้วยไฟฟ้านั้นใช้หลักการทางเคมีไฟฟ้า (Electrolysis) เหมือนกันโดยขณะทำงานจะไม่มีความร้อนสูงเกิดขึ้นข้อแตกต่างระหว่างวิธีที่ 5 กับวิธีที่ 6 นี้คือ การชุบในถังชุบนั้นเกิดความยุ่งยากในการขนย้ายชิ้นงานมาลงในบ่อชุบโดยเฉพาะถ้าชิ้นงานมีขนาดใหญ่จะเกิดความยุ่งยาก, เสียเวลา และเสียค่าใช้จ่ายสูง

สำหรับการชุบโลหะแบบแต้มด้วยไฟฟ้า (Selective Plating) นั้นเป็นกรรมวิธีในการพอกผิวโลหะที่สามารถหลีกเลี่ยงความยุ่งยาก อันเนื่องจากการถอดชิ้นส่วน, การขนย้ายชิ้นส่วน, การนำชิ้นส่วนขนาดใหญ่ลงถังชุบ (ซึ่งทำให้ต้องเตรียมถังชุบให้มีขนาดใหญ่ตามไปด้วย) เหตุผลต่าง ๆ เหล่านี้จะนำไปสู่การสูญเสียเวลาทั้งในการถอดออกมาซ่อม และประกอบเข้าเช่นเดิม, สูญเสียค่าใช้จ่าย, อาจจะเกิดอันตราย และเกิดความผิดผลาด ขณะทำการเคลื่อนย้ายได้

ตารางที่ 1.2 แสดงการเปรียบเทียบการพอกผิวโลหะแบบต่างๆ

เกณฑ์ (Criteria)	กระบวนการพอกผิวโลหะ			
	การแต้มโลหะด้วยไฟฟ้า (Selective Plating)	การเชื่อม (Welding)	การพ่นผงโลหะ (Metallizing)	การชุบโลหะในบ่อชุบ (Electro Plating)
1.ความละเอียดของการพอกผิว	ดีมาก	เลว	เลว	พอใช้
2.การยึดแน่น	ดีมาก	ดีมาก	พอใช้	ดี

เกณฑ์ (Criteria)	กระบวนการพอกผิวโลหะ			
	การแต้มโลหะด้วยไฟฟ้า (Selective Plating)	การเชื่อม (Welding)	การพ่นผงโลหะ (Metallizing)	การชุบโลหะในบ่อชุบ (Electro Plating)
3.การบิดตัวเนื่องจากความร้อนหรือแรงเค้นภายใน	ไม่มี	เกิดบ่อยมาก	บางครั้ง	ไม่มี
4.การแตกหักเนื่องจากความร้อน	ไม่มี	เกิดบ่อยมาก	บางครั้ง	ไม่มี
5.ความเร็วในการพอกผิว	เร็ว	เร็วมาก	เร็วมาก	ช้า
6.ความหนาแน่นของการพอกผิว	ดีมาก	ดีมากแต่อาจเกิดรูพรุน	70-90% ของการยึดแน่นทางทฤษฎี	ดี
7.ความสามารถเคลื่อนย้ายอุปกรณ์ได้	สามารถพอกผิวได้ทุกสถานที่	สามารถพอกผิวได้ทุกสถานที่	ต้องทำที่โรงซ่อมบำรุง	ต้องทำที่โรงชุบ
8.การตกแต่งผิวหลังจากการพอกผิว	ไม่ต้องตกแต่งผิว	ต้องกลึงหรือเจียรอีก	ต้องกลึงหรือเจียรอีก	อาจต้องมีการตกแต่งผิวอีก

สำหรับประเทศไทยแล้วกรรมวิธี การชุบโลหะแบบแต้มด้วยไฟฟ้า (Selective Plating) นั้น ยังไม่เป็นที่รู้จัก และใช้กันอย่างแพร่หลายเท่าใดนัก เนื่องจากเป็นเทคโนโลยีที่ต้องนำเข้าจากต่างประเทศที่มีราคาแพง และเป็นความลับของแต่ละบริษัทอยู่มากดังนั้นในงานวิจัยนี้จะเป็นการศึกษาในเรื่องของ "การชุบนิกเกิลแบบแต้มด้วยไฟฟ้าบนเหล็กกล้าละมุน(SELECTIVE PLATING OF NICKEL ON MILD STEEL)"

ปัญหา

1. การซ่อมแซม และบำรุงรักษาชิ้นส่วนที่ชำรุดด้วยกรรมวิธีแต้ม หรือพอกผิวโลหะด้วยกรรมวิธีที่นอกเหนือจากการชุบโลหะแบบแต้มด้วยไฟฟ้า (Selective Plating) นั้น ต้องใช้เวลามาก และเสียค่าใช้จ่ายสูง

2. กรรมวิธี การชุบโลหะแบบแต้มด้วยไฟฟ้า (Selective Plating)นี้สามารถหลีกเลี่ยงปัญหาต่าง ๆ เหล่านี้ได้ แต่ยังเป็นเทคโนโลยีที่มีราคาแพง

เหตุผลของการวิจัย

1. เพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีให้นำมาใช้ได้ในประเทศไทยในราคาที่ถูกลง

2. เพื่อเป็นเอกสารอ้างอิงสำหรับผู้ที่สนใจในการแต้มโลหะด้วยไฟฟ้า

1.2 <u>วัตถุประสงค์ของการวิจัย</u>

1.จัดทำเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการชุบโลหะแบบแต้มด้วยไฟฟ้าบนเหล็กกล้าละมุน

2. ศึกษาเทคนิคในการใช้เครื่องมือ และอุปกรณ์ในข้อ 1 โดยใช้น้ำยาแต้มนิกเกิลที่มีในท้องตลาดแต้มลงบนแผ่นเหล็กกล้าละมุนให้ได้คุณภาพตาม มอก.544-2528 ในหัวข้อ 2.1.3, 2.2.1, 3.1, 3.2, และ 3.3

1.3 <u>ขอบเขตของงานวิจัย</u>

1. ทำการทดลองแต้มนิกเกิลลงบนชิ้นงาน ตัวอย่างที่เป็นแผ่นเหล็กกล้าละมุนที่มีความหนา 2 มิลลิเมตร โดยใช้น้ำยาแต้มนิกเกิลที่มีขายในท้องตลาด และเครื่องมือที่จัดทำขึ้นมาในงานวิจัยนี้

2. ดำเนินการทดลองหาผลกระทบของตัวแปรคือ (1) เวลาในการแต้ม และ (2) ความต่างศักย์ที่ใช้ในการแต้มที่มีต่อคุณภาพในการชุบคือ (1)ความติดแน่นโดยทำการทดสอบความติดแน่นตาม มอก.544-2528 ในภาคผนวก ค. และ (2) ความหนาของผิวชุบโดยทำการทดสอบตาม มอก.544-2528 ในภาคผนวก ข. โดยให้ตัวแปรอื่น ๆ คงที่

3. ทำการวางแผนการทดลอง สำหรับแต่ละตัวแปรตอบสนองทั้ง 2 คือ ความติดแน่นและความหนาของผิวชุบเป็นแบบ 2 ตัวแปรคือ (1) เวลาในการแต้ม และ (2) ความต่างศักย์ที่ใช้ในการแต้ม ตัวแปรละ 3 ระดับ ทำการทวนซ้ำ 5 ครั้ง

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย

1. ช่วยลดอัตราการสูญเสียเงินตราให้กับต่างประเทศในการซื้อเครื่องมือชุบโลหะแบบแต้มด้วยไฟฟ้า (Selective Plating) ซึ่งมีราคาแพงมาก

2. เพื่อศึกษาเทคนิคที่ถูกต้องในการใช้กรรมวิธีการชุบโลหะแบบแต้มด้วยไฟฟ้า (Selective Plating) อันจะนำไปสู่การพัฒนาอุตสาหกรรมของประเทศไทยต่อไป

3. ใช้เป็นแนวทางพื้นฐานในการศึกษา และพัฒนากรรมวิธีการชุบโลหะแบบแต้มด้วยไฟฟ้า (Selective Plating) ในขั้นสูงต่อไป

1.5 ขั้นตอน และวิธีการดำเนินงาน

1. สำรวจงานวิจัย บทความ และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย
2. ศึกษาถึงกรรมวิธีการชุบโลหะแบบแต้มด้วยไฟฟ้า (Selective Plating)
3. ศึกษา และวางแผนการจัดทำเครื่องมือ และอุปกรณ์
4. จัดทำเครื่องมือ และอุปกรณ์
5. ทดสอบเครื่องมือ และอุปกรณ์ด้วยน้ำยาชุบนิกเกิลที่มีในท้องตลาด และทำการแก้ไข
6. สรุปผลงานวิจัย
7. จัดทำรูปเล่ม

1.6 รายงานการสำรวจงานวิจัย บทความ และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

Dr.Mary Rubinstein, 1990 (1)

ในบทความนี้ได้กล่าวถึงกรรมวิธีในการแต้ม หรือพอกผิวโลหะนั้นแบ่งออกได้ 4 วิธีคือ

1. การเชื่อมพอกด้วยไฟฟ้า (Arc Welding)
2. การพ่นผงโลหะด้วยเปลวไฟ หรือพลาสม่า (Flame or Plasma Spraying)ซึ่งต้องเสียค่าใช้จ่ายสูงมาก
3. การชุบด้วยไฟฟ้าในบ่อชุบ (Bath Electroplating)

4. การชุบโลหะแบบแต้มด้วยไฟฟ้า หรือการชุบโลหะแบบเฉพาะที่หรือการชุบโดยไม่ต้องใช้บ่อชุบ (Selective Plating or Electrochemical Metallizing or Brush Plating or Selectron Process or Dalic Plating)

อีกทั้งได้กล่าวถึงกระบวนการทำงานของแต่ละวิธี, ข้อดี-ข้อเสีย ของแต่ละวิธี, ทำการเปรียบเทียบให้เห็นความแตกต่างของแต่ละวิธี และแนะนำการเลือกใช้

ธีรเดช สุดกังวาล, 2532 (2)

ในบทความนี้ได้กล่าวถึงประวัติโดยสังเขปของกรรมวิธีแต้มโลหะด้วยไฟฟ้า (Selective Plating or Selectron), กระบวนการแต้มโลหะด้วยไฟฟ้าคืออะไร,ขั้นตอนของการแต้มโลหะด้วยไฟฟ้า, สิ่งที่สำคัญในกระบวนการแต้มโลหะด้วยไฟฟ้า,การประยุกต์ใช้งาน, ข้อดีและข้อจำกัดของกระบวนการแต้มโลหะด้วยไฟฟ้า

นิเวศน์ เลาวพงศ์ (3)

ในบทความนี้ได้กล่าวถึง การประยุกต์ใช้กรรมวิธีการแต้มโลหะด้วยไฟฟ้า(Selective Plating) ในการซ่อมแซมผิวชุบของอาวุธปืนโดยใช้ชุดแต้มโลหะด้วยไฟฟ้าที่นำเข้าจากต่างประเทศ พร้อมทั้งอธิบายกรรมวิธีการใช้งานของอุปกรณ์ชุดนี้ และได้กล่าวว่า เทคโนโลยีนี้เป็นสิ่งใหม่ที่ยังไม่มีใช้ในแวดวงผู้นิยมอาวุธปืนในประเทศไทย

คะเนย์ วรรณโท, 2534 (4)

ในบทความนี้ได้กล่าวถึง กรรมวิธีการเชื่อมพอกผิวโลหะ ว่ามีทั้งหมด 6 วิธี คือ

1. เชื่อมด้วยแก๊ส (Gas Welding)
2. เชื่อมด้วยวิธีทิก (Tungsten Inert Gas Arc Welding)
3. Atomic - Hidrogen Arc Welding
4. เชื่อมด้วยไฟฟ้า (SMAW)
5. การพ่นผงโลหะ (Metal Spraying)
6. ระบบพลาสม่า (Plasma Ars Welding)

อีกทั้งได้กล่าวถึงหลักการพอกผิวโลหะ ประโยชน์จากการพอกผิวโลหะ และปัญหาการสึกหรอทั่วไป

1.7 สรุป

ในบทที่ 1 นี้ ทำให้ทราบถึงมูลเหตุของงานวิจัยเรื่อง การชุบนิกเกิลแบบแต้มด้วยไฟฟ้าบนเหล็กกล้าละมุน (SELECTIVE PLATING OF NICKEL ON MILD STEEL) อันเนื่องมาจากการสึกหรอของชิ้นส่วนที่ต้องรับภาระงานที่ต้องเสียดสีอันส่งผลให้ผิวชิ้นส่วนนั้นๆสึกกร่อนทำให้ต้องทำการซ่อมแซมผิวด้วยกรรมวิธีการพอกผิวด้วยโลหะ แต่กรรมวิธีพอกผิวด้วยโลหะนั้นก็มีหลายวิธี และมีข้อดี-ข้อเสียแตกต่างกันไป กล่าวคือ การพอกผิวด้วยการเชื่อมพอกด้วยไฟฟ้า (Arc Welding) และพลาสม่า (Plasma Spraying)นั้น สามารถเพิ่มเนื้อโลหะได้อย่างรวดเร็วแต่เกิดความร้อนที่ชิ้นงานสูงอันจะส่งผลให้เกิดแรงเดินขึ้นภายในชิ้นงานได้ส่วนการพอกผิวด้วยกรรมวิธีการชุบโลหะในบ่อชุบ (Bath Electro Plating)นั้นใช้หลักการทางเคมีไฟฟ้า (Electrolysis)ทำให้ไม่เกิดความร้อนสูงแต่มีขั้นตอนที่ยุ่งยากของการนำชิ้นงานมาชุบในบ่อชุบโดยเฉพาะถ้าชิ้นงานนั้น ๆ มีขนาดใหญ่

สำหรับกรรมวิธีชุบโลหะแบบแต้มด้วยไฟฟ้า (Selective Plating) นั้น ใช้หลักการทางเคมีไฟฟ้าเช่นกัน แต่ไม่ต้องเสียเวลาในการถอดชิ้นส่วนออกมาชุบในบ่อชุบ เนื่องจากชุดอุปกรณ์แต้มโลหะด้วยไฟฟ้านี้ สามารถเคลื่อนย้ายไปยังชิ้นงานได้ (Job Site) ส่วนหลักการพื้นฐานและรายละเอียดเพิ่มเติมอื่น ๆ จะได้กล่าวถึงในบทต่อ ๆ ไป

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย