

มาตรฐานงานเชื่อมเบื้องต้น

หน่วยที่ 7 มาตรฐานลวดเชื่อม

รหัสวิชา 20103 - 2011

ครูเบญจวรรณ สักขานาคินทร์

มาตรฐานงานเชื่อม

01

ลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์
(Coated Electrode)

02

มาตรฐานสมาคมการเชื่อมอเมริกัน
(American Welding Society ; AWS)

03

มาตรฐานประเทศไทย
(Thai Industrial Standard ; TIS)

04

มาตรฐานญี่ปุ่น
(Japanese Industrial Standard ; JIS)



1

2

3



01

ลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (Coated Electrode)



1

2

3

4

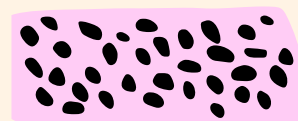
5



ลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

ลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (Coated Electrode)

กรรมวิธีการเชื่อมโลหะด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ มีองค์ประกอบที่สำคัญในการเชื่อม คือ ลวดเชื่อม ซึ่งเป็นแท่งโลหะหุ้มไว้ด้วยฟลักซ์ เพื่อสร้างแก๊สปกคลุมด้วยตัวเอง ทำให้การอาร์กสม่ำเสมอและปรับปรุงคุณภาพของแนวเชื่อมให้ดีขึ้น

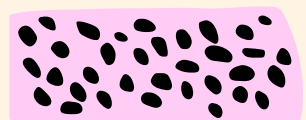


หน้าที่ของฟลักซ์

1. หน้าที่ของฟลักซ์ (Function of Flux) ฟลักซ์ที่ใช้หุ้มแกนลวดจะหลอมเหลวขณะเกิด การอาร์กซึ่งมีหน้าที่ต่าง ๆ ดังนี้

1) สร้างอาร์ก โดยส่วนประกอบของฟลักซ์ในกลุ่มคาร์บอนेट จะสลายตัวเป็นแก๊ส และถูกทำให้แตกตัว (Ionization) โดยอิเล็กตรอนจากการไหลของกระแสไฟเชื่อมที่ข้าม ผ่านอาร์ก ช่วยให้อาร์กเสถียร และจุดอาร์กได้ง่าย

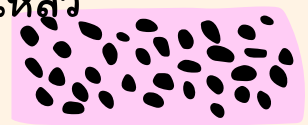
2) ทาหน้าที่เป็นแก๊สคลุม โดยแก๊สรอบนอกอาร์กที่ไม่ถูกทำให้แตกตัว จะปกคลุม บ่อหลอมละลายไม่ให้รวมตัวกับออกซิเจน และไนโตรเจนที่เป็นส่วนประกอบหลักของ อากาศ



ลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

3) เป็นตัวลดออกซิเจน (Deoxidizer) โลหะเชื่อมที่หลอมละลายจะสามารถละลายออกซิเจนได้ และส่งผลต่อความเหนียวของรอยเชื่อม ดังนั้นการเติมธาตุในกลุ่มเฟอร์โรซิลิกอน และเฟอร์โรแมงกานีส จะทำหน้าที่เป็นตัวลดออกซิเจน ซึ่งจะเพิ่มความเหนียวและสมบัติทางกลของรอยเชื่อม

4) กาจัดสารมลทิน (Impurity) และสารปนเปื้อน (Contaminate) ในงานเชื่อมความสะอาดเป็นสิ่งสำคัญในลำดับแรกที่มีผลต่อคุณภาพของรอยเชื่อม ธาตุที่ผสมในฟลักซ์เมื่อหลอมละลายจะรวมตัวกับสารมลทิน (Impurity) และสารปนเปื้อน (Contaminate) ในบ่อหลอมละลาย และลอยตัวขึ้นสู่ผิวหน้าเป็นสแลกเหลว



ลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

5) เป็นตัวสร้างสแลก โดยฟลักซ์เมื่อหลอมละลายรวมกับแกนลวด และโลหะชิ้นงาน กลายเป็นเนื้อโลหะเชื่อม ธาตุที่ทาหน้าที่กำจัดสารมลทินเมื่อรวมตัวกับสารมลทินหรือ แก๊สชนิดต่างๆในบ่อหลอมละลายจะลอยตัวขึ้นสู่ผิวหน้าของบ่อหลอมละลายเป็นสแลก เหลวปกคลุมบ่อหลอมละลาย และแข็งตัวเป็นสแลกก่อนที่เนื้อโลหะเชื่อมจะแข็งตัวใน ลาดับต่อมา

6) เป็นธาตุเจือ (Alloying Element) เพื่อสร้างสมบัติเฉพาะ หรือคุณลักษณะ พิเศษที่ต้องการ เช่น ความแข็งแรง (Strength) ความแข็ง (Hardness) ความเหนียว (Ductility) ความสามารถทนแรงกระแทก (Toughness) ความสามารถต้านทานการ กัดกร่อน (Corrosion Resistance) และต้านทานการคืบ



ส่วนผสมของฟลักซ์

2. ส่วนผสมของฟลักซ์ ส่วนผสมของฟลักซ์เป็นองค์ประกอบหนึ่งที่มีความสำคัญ ซึ่งจะทำให้ประสิทธิภาพในการอาร์กที่แตกต่างกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งสแลกจะต้องมีความถ่วงจำเพาะต่ำกว่าเนื้อโลหะเชื่อม ซึ่งจะถูกขับออกมาเหนือโลหะหลอมเหลวในกรณีเชื่อมท่าเชื่อมเหนือศีรษะ ทำตั้งและทำนขนานนอน วัสดุที่นำมาทำฟลักซ์จะมีหลายชนิด ซึ่งแบ่งตามหน้าที่ที่นำไปใช้งานมีดังนี้

- | | |
|---------------------|------------------------------|
| 1) สารที่เป็นฟลักซ์ | 5) ธาตุที่ผสมลงในแนวเชื่อม |
| 2) สารลดออกซิเจน | 6) สารที่ลดแก๊สในแนวเชื่อม |
| 3) สารที่เป็นสแลก | 7) สารที่ทำให้การอาร์กคงที่ |
| 4) สารที่เป็นกาบ | 8) สารที่ทำให้เกิดแก๊สปกคลุม |

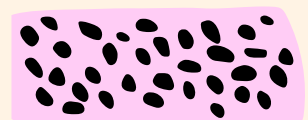


เครื่องเชื่อม (Electric Welding Machine)

การแบ่งเครื่องเชื่อมตามลักษณะพื้นฐาน แบ่งออกเป็น 2 ชนิด

1. ชนิดแรงเคลื่อนคงที่ (Constant Voltage : CV)

เป็นเครื่องเชื่อมที่ให้แรงเคลื่อนเรียบซึ่งแรงเคลื่อนไฟฟ้าจะไม่เปลี่ยนแปลงตามขนาดของกระแสไฟฟ้า สามารถใช้กับเครื่องเชื่อมแบบอัตโนมัติและกึ่งอัตโนมัติ และจะผลิตเฉพาะกระแสตรงเท่านั้น ซึ่งอาจเป็นชนิดหม้อแปลงของกระแสไฟฟ้า เครื่องเชื่อมเรียงกระแสไฟฟ้า หรือชนิดขับเคลื่อนด้วยเครื่องยนต์ หรือมอเตอร์ไฟฟ้า

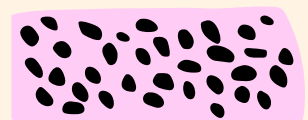


เครื่องเชื่อม (Electric Welding Machine)

การแบ่งเครื่องเชื่อมตามลักษณะพื้นฐาน แบ่งออกเป็น 2 ชนิด

2. ชนิดกระแสไฟคงที่ (Constant Current : CC)

เครื่องเชื่อมชนิดนี้ใช้กับเครื่องเชื่อมธรรมดาที่ใช้ลวดเชื่อมที่มีฟลักซ์หุ้ม เครื่องเชื่อมทิก (TIG) เครื่องเชื่อมที่ใช้กับลวดเชื่อมคาร์บอนอาร์ก เครื่องเชื่อมที่ใช้กับลวดเชื่อมเซาะร่อง และเครื่องเชื่อมที่ใช้กับการเชื่อมสลักอาร์ก (Arc Stud Welding)

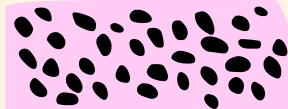


เครื่องเชื่อม (Electric Welding Machine)

การแบ่งเครื่องเชื่อมตามลักษณะพื้นฐาน แบ่งออกเป็น 2 ชนิด

2. ชนิดกระแสไฟคงที่ (Constant Current : CC) (ต่อ)

เครื่องเชื่อมชนิดกระแสไฟฟ้าคงที่ จะมีแรงเคลื่อนไฟฟ้าสูงสุดเมื่อกระแสไฟฟ้าเป็นศูนย์ และแรงเคลื่อนไฟฟ้าจะลดลงเมื่อกระแสไฟเชื่อมเพิ่มขึ้นภายใต้การเชื่อมปกติ แรงเคลื่อนภายในวงจรอยู่ในช่วง 20 – 40 โวลต์ ในขณะที่แรงเคลื่อนไฟฟ้าวงจรเปิด ในช่วง 60 – 80 โวลต์ เครื่องเชื่อมชนิดกระแสไฟฟ้าคงที่ที่มีทั้งชนิดกระแสไฟฟ้าตรงและกระแสไฟฟ้าสลับ หรือมีทั้งกระแสเชื่อมไฟฟ้าตรงและกระแสไฟฟ้าสลับรวมกัน เครื่องเชื่อมชนิดกระแสไฟฟ้าคงที่นี้เมื่อนำไปใช้กับกระบวนการเชื่อมแบบลวดเชื่อมที่มีฟลักซ์หุ้มสามารถเปลี่ยนแปลงกระแสไฟเชื่อมได้โดยการเปลี่ยนแปลงระยะอาร์กโดยไม่ต้องตั้งกระแสไฟเชื่อมใหม่



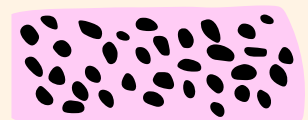
เครื่องเชื่อม (Electric Welding Machine)

การแบ่งเครื่องเชื่อมตามลักษณะด้านการผลิต แบ่งออกเป็น 2 ประเภท

1. เครื่องเชื่อมกระแสตรง (Direct Current Welding Machine) หรือเรียกว่า
เครื่องเชื่อม DC

1.1 เครื่องเชื่อมแบบเจนเนอเรเตอร์ (Generator Welding Machine)

1.1.1 แบบมอเตอร์เจนเนอเรเตอร์ (Motor Generator) เป็นเครื่องเชื่อม
ที่ใช้กำลังไฟฟ้าเป็นต้นกำลังในการขับเคลื่อนมอเตอร์โดยใช้ไฟฟ้ากระแสสลับ



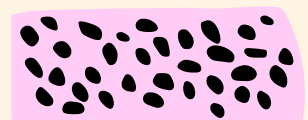
เครื่องเชื่อม (Electric Welding Machine)

การแบ่งเครื่องเชื่อมตามลักษณะด้านการผลิต แบ่งออกเป็น 2 ประเภท

1. เครื่องเชื่อมกระแสตรง (Direct Current Welding Machine) หรือเรียกว่า
เครื่องเชื่อม DC

1.1 เครื่องเชื่อมแบบเจนเนอเรเตอร์ (Generator Welding Machine) (ต่อ)

1.1.2 แบบเครื่องยนต์ขับเคลื่อน (Engine Motor Generator) เป็น
เครื่องเชื่อมที่ใช้กำลังขับเคลื่อนจากเครื่องยนต์แก๊สโซลีนหรือดีเซลก็ได้ซึ่งเหมาะสมสำหรับ
ภาคสนามที่ไม่มีกระแสไฟฟ้าในพื้นที่



เครื่องเชื่อม (Electric Welding Machine)

1.2 เครื่องเชื่อมเรกติไฟเออร์ (Rectifier Welding Machine) ประกอบด้วย หม้อแปลง และตัวเรียงกระแส (Rectifier) ตัวเรียงกระแส เป็นอุปกรณ์ที่ใช้เปลี่ยน กระแสสลับให้เป็นกระแสตรง โดยมีสารกึ่งตัวนำ เช่น แผ่นซิลิคอน (Silicon) และ ซีลีเนียม (Selenium) สำหรับเปลี่ยนกระแสสลับให้เป็นกระแสตรง ซึ่งโลหะกึ่งตัวนำ นี้จะยอมให้กระแสไหลผ่านได้สะดวกเพียงทางเดียว

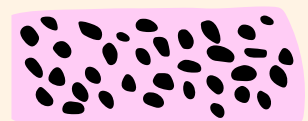


เครื่องเชื่อม (Electric Welding Machine)

1.2 เครื่องเชื่อมเรกติไฟเออร์ (Rectifier Welding Machine)

เครื่องเชื่อมแบบเรกติไฟเออร์สามารถสลับขั้วไฟเชื่อมได้ 2 ชนิด

1.2.1 เครื่องเชื่อมกระแสตรงต่อขั้วตรง (Direct Current Straight Polarity : DCSP) หรืออิเล็กโทรดเป็นขั้วลบ (Direct Current Electrode Negative : DCEN) เรียกกันว่า DC- จะสังเกตง่ายๆ ขั้วไฟที่เป็นขั้วเชื่อมจะเป็นขั้วลบ ขั้วไฟที่เป็นสายดินจะเป็นขั้วบวก การเชื่อมวงจรนี้ความร้อนที่เกิดจากการอาร์กประมาณ 2 ใน 3 จะอยู่ที่ชิ้นงานและ 1 ใน 3 จะอยู่ที่ปลายลวดเชื่อม

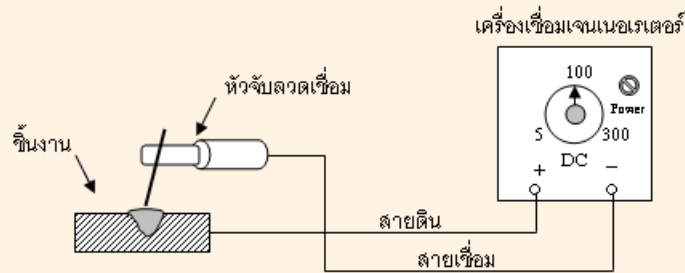


เครื่องเชื่อม (Electric Welding Machine)

1.2 เครื่องเชื่อมเรกติไฟเออร์ (Rectifier Welding Machine)

เครื่องเชื่อมแบบเรกติไฟเออร์สามารถสลับขั้วไฟเชื่อมได้ 2 ชนิด

1.2.1 เครื่องเชื่อมกระแสตรงต่อขั้วตรง (Direct Current Straight Polarity : DCSP) หรืออิเล็กโทรดเป็นขั้วลบ (Direct Current Electrode Negative : DCEN)

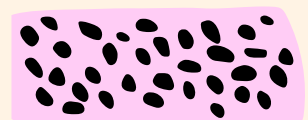


เครื่องเชื่อม (Electric Welding Machine)

1.2 เครื่องเชื่อมเรกติไฟเออร์ (Rectifier Welding Machine)

เครื่องเชื่อมแบบเรกติไฟเออร์สามารถสลับขั้วไฟเชื่อมได้ 2 ชนิด

1.2.2 เครื่องเชื่อมกระแสตรงต่อกลับขั้ว (Direct Current Reverse Polarity : DCRP) หรืออิลีกโทรด เป็นขั้วบวก (Direct Current Electrode Positive : DCEP) หรือ เรียกกันว่า DC+ จะสังเกตง่ายๆ ขั้วไฟที่เป็นหัวเชื่อมจะเป็นขั้วบวก ขั้วไฟที่เป็นสายดินจะเป็นขั้วลบ การเชื่อมวงจรนี้ความร้อนที่เกิดจากการอาร์กประมาณ 2 ใน 3 อยู่ที่ปลายลวดเชื่อม และอีก 1 ใน 3 จะอยู่ที่ชิ้นงาน

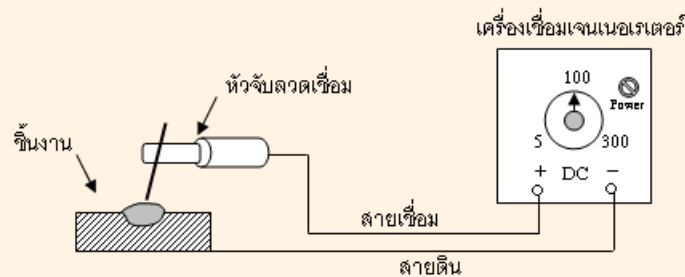


เครื่องเชื่อม (Electric Welding Machine)

1.2 เครื่องเชื่อมเรกติไฟเออร์ (Rectifier Welding Machine)

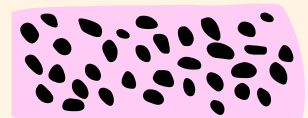
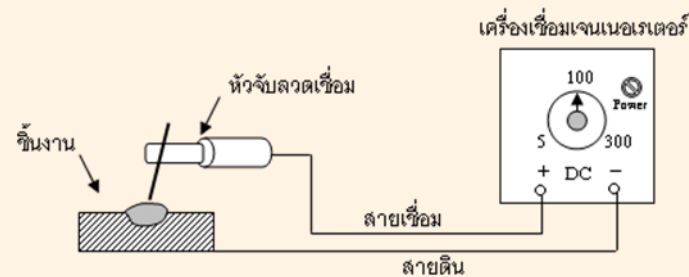
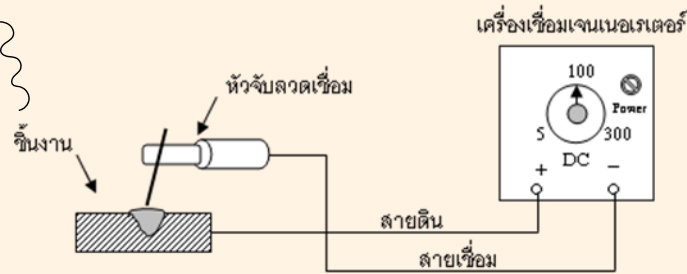
เครื่องเชื่อมแบบเรกติไฟเออร์สามารถสลับขั้วไฟเชื่อมได้ 2 ชนิด

1.2.2 เครื่องเชื่อมกระแสตรงต่อกลับขั้ว (Direct Current Reverse Polarity : DCRP) หรืออิเล็กโทรด เป็นขั้วบวก (Direct Current Electrode Positive : DCEP)



เครื่องเชื่อม (Electric Welding Machine)

จากอิทธิพลของความร้อนดังกล่าวนี้อาจมีผลต่อการละลายลึก (Penetration) ของชิ้นงาน ดังนั้นรูปร่างของแนวเชื่อมจึงมีลักษณะแตกต่างกัน ก็คือ การเชื่อมกระแสไฟตรงต่อขั้วตรง DCEN งานจะหลอมละลายลึกมากกว่า การเชื่อมกระแสตรงต่อกลับขั้ว DCEP

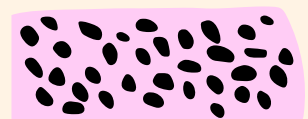


เครื่องเชื่อม (Electric Welding Machine)

การแบ่งเครื่องเชื่อมตามลักษณะด้านการผลิต แบ่งออกเป็น 2 ประเภท

1.3 เครื่องเชื่อมแบบอินเวอร์เตอร์ (Inverter Welding Machine)

เป็นเครื่องเชื่อมที่มีวิวัฒนาการด้าน อิเล็กทรอนิกส์ เพื่อให้เกิดการประหยัดพลังงานไฟฟ้าที่ใช้สำหรับเชื่อม เป็นเครื่องเชื่อมที่แปลงกระแสสลับให้เป็นกระแสตรง ลักษณะเครื่องมีขนาดเล็กน้ำหนักเบา เคลื่อนย้ายใช้งานได้สะดวก กินไฟน้อยสามารถใช้เสียบปลั๊กกับไฟบ้านใช้งานได้เลยและเครื่องเชื่อมอินเวอร์เตอร์ยังออกแบบมาใช้สำหรับการเชื่อมแก๊สทังสเตน (Tig) ได้อีกด้วย



เครื่องเชื่อม (Electric Welding Machine)

การแบ่งเครื่องเชื่อมตามลักษณะด้านการผลิต แบ่งออกเป็น 2 ประเภท

2. เครื่องเชื่อมกระแสสลับ (Alternating Current Welding Machine) หรือเรียกว่า เครื่องเชื่อม AC เป็นเครื่องเชื่อมกระแสสลับมีทรานส์ฟอเมอร์ (Transformer) ที่เรียกว่าหม้อแปลง เป็นส่วนประกอบสำคัญ ทำหน้าที่แปลงแรงเคลื่อนไฟฟ้าจากภายนอกให้เป็นแรงเคลื่อนสำหรับใช้เชื่อม ซึ่งหม้อแปลงจะประกอบด้วย



เครื่องเชื่อม (Electric Welding Machine)

การแบ่งเครื่องเชื่อมตามลักษณะด้านการผลิต แบ่งออกเป็น 2 ประเภท

2. เครื่องเชื่อมกระแสสลับ (Alternating Current Welding Machine) หรือเรียกว่า เครื่องเชื่อม AC

2.1 ขดลวดปฐมภูมิ (Primary Wilding) เป็นขดลวดขนาดเล็กพันรอบแกนเหล็กจำนวนมากปลายทั้งสองข้างจะต่อเข้ากับกระแสไฟจากภายนอก เมื่อกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดจะทำให้เกิดเส้นแรงแม่เหล็กไหลวนในแกนเหล็ก

2.2 ขดลวดทุติยภูมิ (Secondary Wilding) เป็นขดลวดที่มีขนาดใหญ่และจำนวนพันรอบแกนเหล็กน้อย ที่ขดลวดทุติยภูมิจะมีเส้นแรงแม่เหล็ก ซึ่งเกิดจากการเหนี่ยวนำของขดลวด

ปฐมภูมิไหลผ่านตัดกับขดลวดทุติยภูมิทำให้เกิดแรงเคลื่อนต่ำ
แต่มีกระแสไฟฟ้าสูงที่นำไปใช้ในการเชื่อม



02.

มาตรฐานสมาคมการเชื่อมอเมริกัน
(American Welding Society ; AWS)



1

2

3

4

5

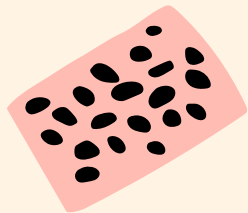


วัฏจักรการทำงาน (Duty Cycle)

หมายถึง อัตราส่วนของเวลาที่ทำการอาร์กต่อเวลาทั้งหมด สำหรับเครื่องเชื่อมได้กำหนดเวลาทั้งหมดไว้เป็นมาตรฐาน 10 นาที

ตัวอย่าง เช่น เครื่องเชื่อมขนาด 250 แอมแปร์ ที่ 60% Duty Cycle หมายถึง เครื่องเชื่อมที่เมื่อปรับกระแสไฟเชื่อม 250 แอมแปร์ สามารถเชื่อมแบบต่อเนื่องได้นาน 6 นาที และเวลาหยุดพัก 4 นาที

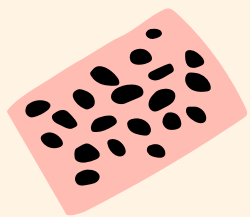
โดยทั่วไปแล้วเครื่องเชื่อมที่เป็นชนิดอัตโนมัติจะใช้ดิวตี้ไซเคิล 100% แต่สำหรับเครื่องเชื่อมที่ใช้กับลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์จะใช้ดิวตี้ไซเคิลประมาณ 60%



วัฏจักรการทำงาน (Duty Cycle)

ในการคำนวณหาตัวชี้วัดของเครื่องเชื่อม เพื่อที่จะสามารถใช้งานได้อย่างเหมาะสมสามารถใช้สูตรหาได้ดังนี้

$$\text{เปอร์เซ็นต์ตัวชี้วัด} = \frac{(\text{Duty Cycle} + 1) - (\text{Average Power})^2}{(\text{Duty Cycle} + 1)^2} \times (\text{HT P} - (\text{Duty Cycle} + 1))$$



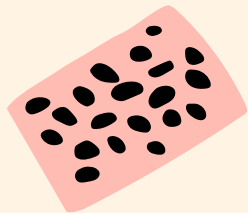
วัฏจักรการทำงาน (Duty Cycle)

ตัวอย่างการหาเปอร์เซ็นต์ดีวตีไซเคิล

เครื่องเชื่อมที่มีดีวตีไซเคิลที่กำหนด 60% ที่กระแสไฟ 300 แอมแปร์ จงคำนวณหา
เปอร์เซ็นต์ดีวตีไซเคิลของเครื่องเชื่อม เมื่อต้องการใช้กระแสไฟเชื่อม 400 แอมแปร์

$$\begin{aligned}\text{เปอร์เซ็นต์ดีวตีไซเคิล} &= \frac{(300)^2}{(400)^2} \times 60 \\ &= \frac{90,000}{160,000} \times 60 \\ &= 33.75 \%\end{aligned}$$

จากตัวอย่าง เมื่อต้องการเชื่อมโดยใช้กระแสไฟ 400 แอมแปร์ สามารถเชื่อมได้ประมาณ 3.38 นาที



03.

มาตรฐานประเทศไทย

(Thai Industrial Standard : TIS)



1

2

3

4

5



สายเชื่อม (Welding Cable)

สายเชื่อม (Welding Cable) ทำหน้าที่ให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านจากเครื่องเชื่อมไปสู่หัวเชื่อมและหัวจับสายดิน สายเชื่อมมีใช้ในการประกอบเครื่องเชื่อมได้ 2 สาย คือ สายเชื่อม และ สายดิน

สายเชื่อมไฟฟ้า ทำจากเส้นทองแดงที่ได้มาตรฐานจึงเป็นสื่อนำไฟฟ้าได้ดี มีไว้นิลเป็นฉนวนชั้นในหนาพิเศษ เพื่อความปลอดภัยต่อผู้ใช้และช่วยยืดอายุการใช้งานของสายเชื่อม เหมาะกับการใช้งานกับตู้เชื่อมไฟฟ้าทุกประเภทและคีมจับสายดิน ซึ่งใช้ในงานอู่ต่อเรือ, งานก่อสร้างทั่วไปและงาน ตัดเหล็ก



ลักษณะของสายเชื่อมไฟฟ้า

1. สายเชื่อมไฟฟ้าสีดำ สายเชื่อมไฟฟ้าที่ดี ทาจากเนื้อยางสังเคราะห์อย่างดี เนื้อยาค่อนข้างหนา ทนความร้อนได้ดีและยังไม่เปื่อยง่ายอีกด้วย ได้มาตรฐานสูง ทนต่อการลากจูงในงานสนาม เหมาะสำหรับโรงงานอุตสาหกรรมหนักที่มีอุณหภูมิสูง หรืองานที่อยู่กลางแจ้ง และงานในอุณหภูมิต่ำ



ลักษณะของสายเชื่อมไฟฟ้า

2. สายเชื่อมไฟฟ้าสีส้ม ทาจากเนื้อพีวีซีคุณภาพดี หุ้มที่รอบนอกของสาย ภายในของสายเชื่อม เป็นเนื้อยางสังเคราะห์ จึงเป็นฉนวนทางไฟฟ้าและป้องกันความร้อนได้ดีเยี่ยม ทนน้ำมันและสารเคมีต่างๆและกรด ด่างได้ดี จึงเหมาะกับการใช้งานในโรงงานอุตสาหกรรมเคมีต่างๆ และงานทั่วไป

การเลือกขนาดของ สายเชื่อมไฟฟ้าที่จะใช้ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆดังนี้

1. ขนาดของเครื่องเชื่อม
2. ขนาดของลวดเชื่อมที่จะใช้
3. ความต่อเนื่องในการทำงาน
4. ระยะห่างระหว่างเครื่องเชื่อมและชิ้นงานที่จะเชื่อม



04.

มาตรฐานญี่ปุ่น

(Japanese Industrial Standard ; JIS)



1

2

3

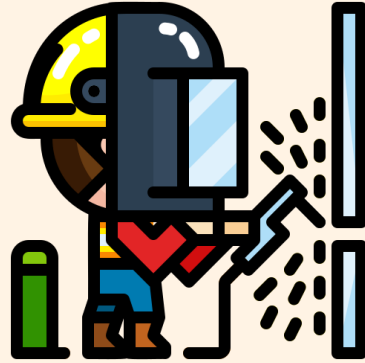
4

5

6



THANKS!



CREDITS: This presentation template was created by **Slidesgo**, including icons by **Flaticon**, and infographics & images by **Freepik**

