



แผนการจัดการเรียนรู้

หลักสูตร 2567 ปวช.

ประเภทวิชา อุตสาหกรรม

กลุ่มอาชีพ อุตสาหกรรมการผลิต

สาขาวิชา ช่างกลโรงงาน

จัดทำโดย

ครูผู้สอน

วิชา อบชุบโลหะ (Heat Treatment) รหัสวิชา 20102-2019

วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษากระทรวงศึกษาธิการ

คำนำ

แผนการจัดการเรียนรู้ฉบับนี้ ได้จัดทำขึ้นเพื่อใช้ประกอบการสอน วิชา อบชุบโลหะ (Heat Treatment) รหัสวิชา 20102-2019 หลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2567 ประเภทวิชา อุตสาหกรรม กลุ่มอาชีพ อุตสาหกรรมการผลิต สาขาวิชา ช่างกลโรงงาน

เนื้อหาภายในเล่มประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อใช้ในการจัดการศึกษาด้านวิชาชีพ ประกาศนียบัตร วิชาชีพ และเพื่อยกระดับการศึกษาวินิจฉัยของผู้เรียนให้สูงขึ้น โดยเชื่อมโยงมาตรฐานที่รายวิชากำหนด (มาตรฐาน อาชีพ สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ (องค์การมหาชน) อาชีพช่างผลิตชิ้นส่วนแม่พิมพ์โลหะ ระดับ 2 อาชีพช่างออกแบบ แม่พิมพ์ปั๊มโลหะ ระดับ 3 อาชีพช่างผลิตชิ้นส่วนแม่พิมพ์พลาสติก ระดับ 2 ประกอบด้วย หน่วยสมรรถนะดังนี้ อาชีพช่างผลิตชิ้นส่วนแม่พิมพ์โลหะ ระดับ 2 MLD-DMT-2-021ZB จำแนกวัสดุทำชิ้นส่วนแม่พิมพ์ปั๊มโลหะ อาชีพ ช่างออกแบบแม่พิมพ์ปั๊มโลหะ ระดับ 3 MLD-DMT-3-007ZB จำแนกวัสดุและการชุบแข็งของชิ้นส่วนแม่พิมพ์ โลหะ อาชีพช่างผลิตชิ้นส่วนแม่พิมพ์พลาสติก ระดับ 2 MLD-MPT-2-018ZB จำแนกวัสดุทำชิ้นส่วนแม่พิมพ์ฉีด พลาสติก) ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้จัดกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ สอดคล้องกับจุดประสงค์รายวิชา สมรรถนะรายวิชา และคำอธิบายรายวิชา โดยมีผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับรายวิชาคือ บูรณาการการปรับปรุงสมบัติ ชิ้นส่วนด้วยกรรมวิธีชุบแข็ง (Hardening) อบคืนตัว (Tempering) อบปกติ (Normalizing) อบอ่อน (Annealing) ชุบผิวแข็ง (Surface Hardening) มาตรฐานการปฏิบัติงาน

โดยแบ่งเนื้อหาออกเป็น หน่วยการเรียนรู้ ประกอบด้วย

1. วิเคราะห์แผนภาพสมดุลเหล็กคาร์บอนและโครงสร้างโลหะ
2. จำแนกประเภทวัสดุชิ้นส่วนแม่พิมพ์โลหะและพลาสติกตามมาตรฐานสากล
3. ประเมินสมบัติและข้อจำกัดของวัสดุเพื่อการขัดผิวชิ้นส่วนแม่พิมพ์
4. อบชุบแข็งชิ้นส่วนแม่พิมพ์ด้วยเตาชุบโลหะ
5. อบคืนตัวชิ้นส่วนเหล็กชุบแข็งเพื่อลดความเปราะ
6. อบอ่อนและอบปกติเพื่อปรับปรุงโครงสร้างจุลภาค
7. ทดสอบความแข็งของชิ้นส่วนโลหะก่อนและหลังกรรมวิธีทางความร้อน
8. ตรวจสอบสมบัติทางกลทางกายภาพและโครงสร้างชิ้นงานก่อนส่งมอบ
9. บำรุงรักษาเตาชุบและอุปกรณ์สำหรับกรรมวิธีทางความร้อน
10. ควบคุมความปลอดภัยและสภาพแวดล้อมในกระบวนการอบชุบทางความร้อน

ทั้งนี้ข้าพเจ้าได้พัฒนาหลักสูตรรายวิชา โดยได้มีการเพิ่มเติมเนื้อหาในเรื่อง วิเคราะห์แผนภาพสมดุลเหล็กคาร์บอน และโครงสร้างโลหะ หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เพื่อเน้นผู้เรียนเกี่ยวกับ ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์แผนภาพสมดุลเหล็กคาร์บอน ตรวจสอบโครงสร้างโลหะของวัสดุทำชิ้นส่วนแม่พิมพ์ และประเมินพารามิเตอร์การอบชุบเบื้องต้นได้ถูกต้องตามหลักวิชาการโลหะวิทยาและความปลอดภัย ทำให้ กระบวนการจัดการเรียนรู้ตอบสนองกับผลลัพธ์การเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น

ข้าพเจ้า หวังเป็นอย่างยิ่งว่า แผนการจัดการเรียนรู้ ฉบับนี้ คงจะมีประโยชน์ต่อการจัดการเรียนการสอน ในรายวิชา อบชุบโลหะ (Heat Treatment) ไม่นานก็น้อย

(ครูผู้สอน)

ผู้จัดทำ

สารบัญ

	หน้า
คำนำ	2
สารบัญ	4
ลักษณะรายวิชา	7
ตารางวิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้	9
ตารางวิเคราะห์พฤติกรรมการเรียนรู้	14
หน่วยการเรียนรู้	18
การวางแผนการจัดการเรียนรู้	20
การวางแผนประเมินผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ระดับรายวิชา	42
แผนการจัดการเรียนรู้ของ วิเคราะห์แผนภาพสมดุลเหล็กคาร์บอนและโครงสร้างโลหะ	68
ลำดับ — แบบประเมินการปฏิบัติงานของ วิเคราะห์แผนภาพสมดุลเหล็กคาร์บอนและโครงสร้างโลหะ	75
ลำดับ — แบบประเมินจิตพิสัยของ วิเคราะห์แผนภาพสมดุลเหล็กคาร์บอนและโครงสร้างโลหะ	80
แผนการจัดการเรียนรู้ของ จำแนกประเภทวัสดุขึ้นส่วนแม่พิมพ์โลหะ และพลาสติกตามมาตรฐานสากล	82
ลำดับ — แบบประเมินการปฏิบัติงานของ จำแนกประเภทวัสดุขึ้นส่วนแม่พิมพ์โลหะและพลาสติกตามมาตรฐานสากล	89
ลำดับ — แบบประเมินจิตพิสัยของ จำแนกประเภทวัสดุขึ้นส่วนแม่พิมพ์โลหะ และพลาสติกตามมาตรฐานสากล	93
แผนการจัดการเรียนรู้ของ ประเมินสมบัติและข้อจำกัดของวัสดุเพื่อการตัดผิวขึ้นส่วนแม่พิมพ์	95
ลำดับ — แบบประเมินการปฏิบัติงานของ ประเมินสมบัติและข้อจำกัดของวัสดุเพื่อการตัดผิวขึ้นส่วนแม่พิมพ์	102

ลำดับ — แบบประเมินจิตพิสัยของ ประเมินสมบัติและข้อจำกัดของวัสดุเพื่อการขัดผิวชิ้นส่วนแม่พิมพ์	107
แผนการจัดการเรียนรู้ของ อบชุบแข็งชิ้นส่วนแม่พิมพ์ด้วยเตาชุบโลหะ	109
ลำดับ — แบบประเมินการปฏิบัติงานของ อบชุบแข็งชิ้นส่วนแม่พิมพ์ด้วยเตาชุบโลหะ	116
ลำดับ — แบบประเมินจิตพิสัยของ อบชุบแข็งชิ้นส่วนแม่พิมพ์ด้วยเตาชุบโลหะ	120
แผนการจัดการเรียนรู้ของ อบคืบตัวชิ้นส่วนเหล็กชุบแข็งเพื่อลดความเปราะ	122
ลำดับ — แบบประเมินการปฏิบัติงานของ อบคืบตัวชิ้นส่วนเหล็กชุบแข็งเพื่อลดความเปราะ	129
ลำดับ — แบบประเมินจิตพิสัยของ อบคืบตัวชิ้นส่วนเหล็กชุบแข็งเพื่อลดความเปราะ	133
แผนการจัดการเรียนรู้ของ อบอ่อนและอบปกติเพื่อปรับปรุงโครงสร้างจุลภาค	135
ลำดับ — แบบประเมินการปฏิบัติงานของ อบอ่อนและอบปกติเพื่อปรับปรุงโครงสร้างจุลภาค	142
ลำดับ — แบบประเมินจิตพิสัยของ อบอ่อนและอบปกติเพื่อปรับปรุงโครงสร้างจุลภาค	146
แผนการจัดการเรียนรู้ของ ทดสอบความแข็งของชิ้นส่วนโลหะก่อนและหลังกรรมวิธีทางความร้อน	148
ลำดับ — แบบประเมินการปฏิบัติงานของ ทดสอบความแข็งของชิ้นส่วนโลหะก่อนและหลังกรรมวิธีทางความร้อน	155
ลำดับ — แบบประเมินจิตพิสัยของ ทดสอบความแข็งของชิ้นส่วนโลหะก่อนและหลังกรรมวิธีทางความร้อน	159
แผนการจัดการเรียนรู้ของ ตรวจสอบสมบัติทางกลทางกายภาพและโครงสร้างชิ้นงานก่อนส่งมอบ	161
ลำดับ — แบบประเมินการปฏิบัติงานของ ตรวจสอบสมบัติทางกลทางกายภาพและโครงสร้างชิ้นงานก่อนส่งมอบ	168
ลำดับ — แบบประเมินจิตพิสัยของ ตรวจสอบสมบัติทางกลทางกายภาพและโครงสร้างชิ้นงานก่อนส่งมอบ	172
แผนการจัดการเรียนรู้ของ บำรุงรักษาเตาชุบและอุปกรณ์สำหรับกรรมวิธีทางความร้อน	174

ลำดับ — แบบประเมินการปฏิบัติงานของ บำรุงรักษาเตาชุบและอุปกรณ์สำหรับกรรมวิธีทางความร้อน	181
ลำดับ — แบบประเมินจิตพิสัยของ บำรุงรักษาเตาชุบและอุปกรณ์สำหรับกรรมวิธีทางความร้อน	185
แผนการจัดการเรียนรู้ของ ควบคุมความปลอดภัยและสภาพแวดล้อมในกระบวนการอบชุบทางความร้อน	187
ลำดับ — แบบประเมินการปฏิบัติงานของ ควบคุมความปลอดภัยและสภาพแวดล้อมในกระบวนการอบชุบทางความร้อน	194
ลำดับ — แบบประเมินจิตพิสัยของ ควบคุมความปลอดภัยและสภาพแวดล้อมในกระบวนการอบชุบทางความร้อน	198

ลักษณะรายวิชา

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ประเภทวิชา อุตสาหกรรม กลุ่มอาชีพ อุตสาหกรรมการผลิต สาขาวิชา
ช่างกลโรงงาน

รหัสวิชา 20102-2019 ชื่อวิชา อบชุบโลหะ (Heat Treatment)

ทฤษฎี 1 ชั่วโมง/สัปดาห์ ปฏิบัติ 3 ชั่วโมง/สัปดาห์ จำนวน 2 หน่วยกิต

อ้างอิงมาตรฐาน

มาตรฐานอาชีพ สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ (องค์การมหาชน) อาชีพช่างผลิตชิ้นส่วนแม่พิมพ์โลหะ ระดับ 2 อาชีพช่าง
ออกแบบแม่พิมพ์ปั๊มโลหะ ระดับ 3 อาชีพช่างผลิตชิ้นส่วนแม่พิมพ์พลาสติก ระดับ 2 ประกอบด้วย หน่วย
สมรรถนะดังนี้ อาชีพช่างผลิตชิ้นส่วนแม่พิมพ์โลหะ ระดับ 2 MLD-DMT-2-021ZB จำแนกวัสดุทำชิ้นส่วนแม่พิมพ์
ปั๊มโลหะ อาชีพช่างออกแบบแม่พิมพ์ปั๊มโลหะ ระดับ 3 MLD-DMT-3-007ZB จำแนกวัสดุและการชุบแข็งของชิ้น
ส่วนแม่พิมพ์โลหะ อาชีพช่างผลิตชิ้นส่วนแม่พิมพ์พลาสติก ระดับ 2 MLD-MPT-2-018ZB จำแนกวัสดุทำชิ้นส่วน
แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก

ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับรายวิชา

บูรณาการการปรับปรุงสมบัติชิ้นส่วนด้วยกรรมวิธีชุบแข็ง (Hardening) อบคืนตัว (Tempering) อบปกติ (Normalizing) อบอ่อน (Annealing) ชุบผิวแข็ง (Surface Hardening) มาตรฐานการปฏิบัติงาน

จุดประสงค์รายวิชา เพื่อให้

1. เข้าใจเกี่ยวกับเกี่ยวกับสมบัติหลักที่สำคัญของวัสดุทำชิ้นส่วนแม่พิมพ์ระบุประเภทของวัสดุทำชิ้นส่วนต่างๆ ของแม่พิมพ์โลหะ
2. เข้าใจเกี่ยวกับเกี่ยวกับสมบัติและข้อจำกัดของวัสดุชิ้นส่วนเพื่อการขัดผิวจำแนกประเภทของวัสดุชิ้นส่วนแม่พิมพ์ การปรับปรุงสมบัติชิ้นส่วน กระบวนการทางความร้อน และการทดสอบความแข็ง
3. สามารถเลือกใช้วัสดุทำชิ้นส่วนแม่พิมพ์ ระบุประเภทของวัสดุทำชิ้นส่วนต่างๆ ของแม่พิมพ์โลหะ
4. สามารถจำแนกประเภทของวัสดุชิ้นส่วนแม่พิมพ์ ตรวจสอบสมบัติของวัสดุก่อนและหลังปรับปรุง ปรับปรุงสมบัติชิ้นส่วนแม่พิมพ์ด้วยกรรมวิธีทางความร้อน และทดสอบความแข็ง
5. มีเจตคติและกิจนิสัยที่ดีในการปฏิบัติงานด้วยความรับผิดชอบโดยคำนึงถึงมาตรฐานและความปลอดภัย

6. มีคุณธรรม จริยธรรม คุณลักษณะที่พึงประสงค์ที่ดีในการทำงานด้วยความละเอียดรอบคอบ ปลอดภัย มีความคิดสร้างสรรค์เป็นระเบียบ สะอาด ตรงต่อเวลา ความซื่อสัตย์รับผิดชอบ และรักษาสภาพแวดล้อม
7. สามารถประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับสมบัติหลักที่สำคัญของวัสดุ การจำแนกประเภทวัสดุสมบัติและข้อจำกัด ของวัสดุขึ้นส่วนเพื่อการขัดผิว การปรับปรุงสมบัติขึ้นส่วน กระบวนการทำความร้อน และการทดสอบความแข็งแรงตามหลักการและกระบวนการ เพื่อพัฒนาและสนับสนุนงานอาชีพ

สมรรถนะรายวิชา

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับสมบัติหลักที่สำคัญของวัสดุทำขึ้นส่วนแม่พิมพ์โลหะ
2. แสดงความรู้เกี่ยวกับการจำแนกประเภทวัสดุทำขึ้นส่วนแม่พิมพ์โลหะ
3. แสดงความรู้เกี่ยวกับสมบัติและข้อจำกัดของวัสดุขึ้นส่วนเพื่อการขัดผิวจำแนกประเภทของวัสดุขึ้นส่วนแม่พิมพ์ การปรับปรุงสมบัติขึ้นส่วน กระบวนการทำความร้อน และการทดสอบความแข็งแรง
4. ปฏิบัติเกี่ยวกับการจำแนกประเภทของวัสดุขึ้นส่วนแม่พิมพ์ ตรวจสอบสมบัติของวัสดุก่อนและหลัง ปรับปรุงปรับปรุงสมบัติขึ้นส่วนแม่พิมพ์ด้วยกรรมวิธีทางความร้อน
5. ปฏิบัติงานทดสอบความแข็งแรง
6. ปฏิบัติงานบำรุงรักษาเครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับกรรมวิธีทางความร้อนและปฏิบัติงานโดยยึดหลัก ความปลอดภัย

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาและปฏิบัติเกี่ยวกับสมบัติหลักที่สำคัญของวัสดุทำขึ้นส่วน โครงสร้างโลหะ ตรวจสอบโครงสร้างแผนภาพ สมดุลเหล็กคาร์บอน ระบุประเภทของวัสดุ ทำขึ้นส่วนต่างๆ ระบุประเภทวัสดุตามมาตรฐาน ศึกษาข้อจำกัดของวัสดุขึ้นส่วนเพื่อการขัดผิว จำแนกประเภทของวัสดุขึ้นส่วน ตรวจสอบสมบัติของวัสดุก่อนและหลังปรับปรุง บอกกระบวนการชุบแข็งขึ้นส่วน บอกชนิดวัสดุที่มีข้อจำกัดในการชุบแข็งและการขัดผิว การปรับปรุงสมบัติขึ้นส่วนด้วยกรรมวิธีชุบแข็ง (Hardening) กรรมวิธีอบคืนตัว (Tempering) การทดสอบความแข็งแรง บำรุงรักษาเครื่องมือและอุปกรณ์ปฏิบัติงานตามหลักความปลอดภัย

ตารางวิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้

ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับรายวิชา: บุคลากรการปรับปรุงสมบัติชิ้นส่วนด้วยกรรมวิธีชุบแข็ง (Hardening) อบคืนตัว (Tempering) อบปกติ (Normalizing) อบอ่อน (Annealing) ชุบผิวแข็ง (Surface Hardening) มาตรฐานการปฏิบัติงาน

งานหลัก	งานย่อย	สมรรถนะย่อย	ความรู้ (สิ่งที่ต้องรู้)	ทักษะ (สิ่งที่ต้องปฏิบัติ)
ตรวจสอบและจำแนกวัสดุ ทำ ชิ้น ส่วน แม่พิมพ์	วิเคราะห์แผนภาพสมดุลเหล็กคาร์บอนและโครงสร้างโลหะ	วิเคราะห์และอธิบายโครงสร้างจุลภาคของเหล็กตามแผนภาพสมดุลเหล็กคาร์บอน	- แผนภาพ สมดุล เหล็ก คาร์บอน (Iron - Carbon Equilibrium Diagram) - โครงสร้าง โลหะ และ การเปลี่ยนแปลง เฟส ขณะ ได้ รับ ความร้อน	- การ อ่าน และ วิเคราะห์ แผนภาพ สมดุล เหล็ก คาร์บอน เพื่อระบุอุณหภูมิวิกฤต - การ เปรียบ เทียบ โครงสร้าง จุลภาคของเหล็กชนิดต่างๆ
	จำแนกประเภทวัสดุชิ้นส่วนแม่พิมพ์ โลหะ และ พลาสติก ตามมาตรฐานสากล	จำแนก ประเภท และ มาตรฐาน วัสดุ ทำ ชิ้น ส่วน แม่ พิมพ์ ตามระบบมาตรฐานอุตสาหกรรม	- มาตรฐานวัสดุโลหะ เช่น AISI , JIS, DIN - สมบัติและประเภทของเหล็ก ทำ ชิ้น ส่วน แม่ พิมพ์ บีม โลหะ และแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก	- การ คัด เลือก และ ระบุ เกรด วัสดุ ทำ ชิ้น ส่วน แม่ พิมพ์ ตาม มาตรฐานอ้างอิง - การ จำแนก ความ แตก ต่าง ระหว่าง เหล็ก คาร์บอน เหล็กกล้า ผสม และ วัสดุ ชิ้น ส่วนแม่พิมพ์

งานหลัก	งานย่อย	สมรรถนะย่อย	ความรู้ (สิ่งที่ต้องรู้)	ทักษะ (สิ่งที่ต้องปฏิบัติ)
	ประเมิน สมบัติ และ ข้อ จำกัด ของวัสดุเพื่อการขัดผิวชิ้นส่วนแม่พิมพ์	ประเมิน สมบัติ และ ข้อ จำกัด ของวัสดุเพื่อการขัดผิวชิ้นส่วนแม่พิมพ์ตามข้อมูลการทดลองสถานการณ์ ปัญหา และ หลักการทางฟิสิกส์ที่กำหนด	- สมบัติทางกลและข้อจำกัดของวัสดุชิ้นส่วนที่ส่งผลต่อการขัดผิวละเอียด - ชนิดของวัสดุที่มีข้อจำกัดในการชุบแข็งและการขัดผิวทางวิศวกรรม	- การตรวจสอบและประเมินสภาพ พื้น ผิว วัสดุ ก่อนกระบวนการขัดผิว - การคัดเลือกชิ้นส่วนวัสดุที่มีค่าความแข็งเหมาะสมต่องานขัดผิว
ปรับปรุง สมบัติ ชิ้นส่วนด้วยกรรมวิธีทางความร้อน	อบชุบแข็งชิ้นส่วนแม่พิมพ์ด้วยเตาชุบโลหะ	ปรับปรุงสมบัติชิ้นส่วนแม่พิมพ์ด้วยกรรมวิธีชุบแข็งและชุบผิวแข็ง ตาม ข้อ กำหนดการ ผลิตทางอุตสาหกรรม	- หลักการและขั้นตอนการชุบแข็ง (Hardening) และการชุบผิวแข็ง (Surface Hardening) - สารตัวกลางในการชุบเย็น (Quenching Media)	- การ ควบคุม เตา ชุบ และ คำนวณ อุณหภูมิ พร้อม ระยะเวลา ใน การ ให้ ความ ร้อน แก่ เหล็ก - การเลือกสารชุบเย็นที่เหมาะสมกับเกรดของเหล็กแม่พิมพ์
	อบ คืบตัวชิ้นส่วนเหล็กชุบแข็งเพื่อลดความเปราะ	อบคืบตัวชิ้นส่วนแม่พิมพ์ที่ผ่านการชุบแข็งตามข้อกำหนดในคู่มือการปรับปรุงสมบัติวัสดุ	- วัตถุประสงค์และกรรมวิธีอบคืบตัว (Tempering) - ผลกระทบของอุณหภูมิอบคืบตัว ต่อ ความ เหนียว และ ความแข็งแรงของชิ้นส่วน	- การ จัด เตรียม เตา และ อบ คืบตัวชิ้นส่วนเหล็กชุบแข็งตามช่วงอุณหภูมิที่กำหนด - การควบคุมอัตราการเย็นตัวของ เหล็ก ชุบ แข็ง อย่าง

งานหลัก	งานย่อย	สมรรถนะย่อย	ความรู้ (สิ่งที่ต้องรู้)	ทักษะ (สิ่งที่ต้องปฏิบัติ)
				สม่ำเสมอ
	อบ อ่อน และ อบ ปกติ เพื่อปรับปรุงโครงสร้างจุลภาค	ปรับปรุงโครงสร้างจุลภาคของชิ้นส่วนโลหะ ด้วยกรรมวิธีอบอ่อนและอบปกติก่อนการขึ้นรูปเครื่องมือกล	- หลักการและขั้นตอนการอบอ่อน (Annealing) และการอบปกติ (Normalizing) - การเปลี่ยนแปลงของเกรนโลหะ และการกำจัดความเค้นภายในชิ้นงาน	- การจัดตารางเวลากระบวนการให้ความร้อนและควบคุมอุณหภูมิในเตาอย่างเป็นระบบ - การอบอ่อนชิ้นงานโลหะเพื่อลดความแข็งและเตรียมความพร้อมสำหรับการตัดเฉือน
ทดสอบความแข็งและตรวจสอบสมบัติของวัสดุ	ทดสอบความแข็งของชิ้นส่วนโลหะก่อนและหลังกรรมวิธีทางความร้อน	ตรวจสอบและทดสอบความแข็งของชิ้นงานโลหะด้วยเครื่องทดสอบความแข็งมาตรฐานระบบ ร็อคเวลล์ หรือ วิกเกอร์ส	- มาตรฐานในการทดสอบความแข็ง (Rockwell , Vickers, Brinell) - วิธีการทำงานและบำรุงรักษาเครื่องทดสอบความแข็งประเภทต่างๆ	- การใช้เครื่องทดสอบความแข็งเพื่อประเมินค่าความแข็งของชิ้นงานโลหะ - การบันทึกและเปรียบเทียบความแข็งก่อนและหลังการอบชุบทางความร้อน
	ตรวจสอบสมบัติทางกลทางกายภาพและโครงสร้างชิ้นงาน	ตรวจสอบสมบัติพื้นฐานและโครงสร้างเกรนภายนอกชิ้น	- วิธีการตรวจสอบรอยร้าวบนพื้นผิวและข้อบกพร่องจากการ	- การตรวจหา รอย ร้าว โครงสร้างเกรนเบื้องต้น และ

งานหลัก	งานย่อย	สมรรถนะย่อย	ความรู้ (สิ่งที่ต้องรู้)	ทักษะ (สิ่งที่ต้องปฏิบัติ)
	ก่อนส่งมอบ	งาน อบ ชูบ ตาม มาตรฐาน การควบคุมคุณภาพ	อบชูบ - เกณฑ์ การ ยอมรับ และ การควบคุม คุณภาพ ขึ้น ส่วน แม่พิมพ์สำเร็จรูป	ผิวงาน ชำรุดเสียหาย หลัง การอบชูบ - การ เขียน รายงาน เปรียบเทียบ คุณลักษณะ และ สมบัติ ก่อน-หลังอบชูบ
บำรุง รักษา อุปกรณ์ และ ควบคุม ความปลอดภัย ใน ปฏิบัติการชุบโลหะ	บำรุงรักษาเตาชุบและอุปกรณ์สำหรับกรรมวิธีทางความร้อน	บำรุง รักษา เต้าไฟฟ้า เต้าชุบแข็ง และอุปกรณ์สนับสนุนทางวิศวกรรมตามรอบการใช้งานประจำวัน	- ข้อ กำหนดการ ตรวจ สอบสภาพเครื่องมือ อุปกรณ์ และระบบ ควบคุม อุณหภูมิ ใน เต้าชุบ - ขั้นตอนการทำความสะอาดบำรุงรักษาเตาอบชุบอย่างถูกวิธี	- การ ตรวจ เช็ค เซนเซอร์ วัดอุณหภูมิ สายไฟ ฮีตเตอร์ความร้อน และ ความเรียบร้อยรอบพื้นที่เต้าชุบ - การ ปฏิบัติ งาน บำรุง รักษา และจัดบันทึกประวัติเครื่องมืออุปกรณ์อย่างเป็นระบบ
	ควบคุม ความ ปลอดภัย และสภาพแวดล้อมในกระบวนการอบชุบทางความร้อน	ปฏิบัติการจัดการขยะพิษจากสาร ชูบ เ็น และ รักษา ความปลอดภัย รอบ เต้า ตามมาตรการสุขอนามัยและรักษา สภาพแวดล้อม	- ข้อ ควร ระวัง ด้าน ความปลอดภัย อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล (PPE) สำหรับงานเต้าชุบอุณหภูมิสูง - วิธีจัดการสารเคมีใช้แล้วและ	- การสวมใส่ อุปกรณ์ป้องกันตนเอง และ จัด ระบบ ความปลอดภัยรอบพื้นที่ปฏิบัติการเต้าชุบ - การ แยกแยะ และ กำจัด สาร

งานหลัก	งานย่อย	สมรรถนะย่อย	ความรู้ (สิ่งที่ต้องรู้)	ทักษะ (สิ่งที่ต้องปฏิบัติ)
			อนุรักษ์สิ่งแวดล้อมในสำนักงาน ช่วงกลโรงงาน	เคมี ชุบ โลหะ ที่ ใช้ แล้ว ตาม ระเบียบ รักษา ความ สะอาด และสิ่งแวดล้อม

ตารางวิเคราะห์พฤติกรรมการเรียนรู้

รหัสวิชา 20102-2019 ชื่อวิชา อบชุบโลหะ (Heat Treatment)

ทฤษฎี 1 ชั่วโมง/สัปดาห์ ปฏิบัติ 3 ชั่วโมง/สัปดาห์ จำนวน 2 หน่วยกิต

หน่วยการเรียนรู้	ความสามารถที่คาดหวัง										รวม	จำนวน ชั่วโมง ท/ป	ลำดับ ความ สำคัญ
	พุทธิพิสัย						รวมพุทธิ พิสัย	ทักษะ พิสัย	จิตพิสัย	การ ประยุกต์ ใช้			
	ความรู้	ความ เข้าใจ	การนำไป ใช้	การ วิเคราะห์	สังเคราะห์	การ ประเมิน ค่า							
1. วิเคราะห์แผนภาพสมดุล เหล็กคาร์บอนและโครงสร้าง โลหะ	1	1	0	1	1	0	4	4	2		10	2/6	
2. จำแนกประเภทวัสดุชิ้นส่วน แม่พิมพ์โลหะและพลาสติก ตามมาตรฐานสากล	0	1	1	1	1	0	4	4	2		10	2/6	
3. ประเมินสมบัติและข้อจำกัด ของวัสดุเพื่อการขัดผิวชิ้นส่วน	0	1	1	1	1	0	4	4	2		10	2/6	

หน่วยการเรียนรู้	ความสามารถที่คาดหวัง										รวม	จำนวน ชั่วโมง ท/ป	ลำดับ ความรู้
	พุทธิพิสัย						รวมพุทธิ พิสัย	ทักษะ พิสัย	จิตพิสัย	การ ประยุกต์ ใช้			
	ความรู้	ความ เข้าใจ	การนำไป ใช้	การ วิเคราะห์	สังเคราะห์	การ ประเมิน ค่า							
แม่พิมพ์													
4. ออบชุบแข็งชิ้นส่วนแม่พิมพ์ ด้วยเตาชุบโลหะ	0	1	1	1	1	0	4	4	2		10	2/6	
5. อบคืนตัวชิ้นส่วนหลักชุบ แข็งเพื่อลดความเปราะ	0	1	1	1	1	0	4	4	2		10	2/6	
6. อบอ่อนและอบปกติเพื่อ ปรับปรุงโครงสร้างจุลภาค	0	1	1	1	1	0	4	4	2		10	2/6	
7. ทดสอบความแข็งของชิ้น ส่วนโลหะก่อนและหลัง กรรมวิธีทางความร้อน	0	1	1	1	1	0	4	4	2		10	2/6	
8. ตรวจสอบสมบัติทางกลทาง	0	1	0	1	1	0	3	3	1		7	1/3	1

หน่วยการเรียนรู้	ความสามารถที่คาดหวัง										รวม	จำนวน ชั่วโมง ท/ป	ลําดับ ความ สําคัญ
	พุทธิพิสัย						รวมพุทธิ พิสัย	ทักษะ พิสัย	จิตพิสัย	การ ประยุกต์ ใช้			
	ความรู้	ความ เข้าใจ	การนำไป ใช้	การ วิเคราะห์	สังเคราะห์	การ ประเมิน ค่า							
กายภาพและโครงสร้างชิ้นงาน ก่อนส่งมอบ													
9. บำรุงรักษาเตาชุบและ อุปกรณ์สำหรับกรรมวิธีทาง ความร้อน	0	1	1	1	1	0	4	4	2		10	1/3	
10. ควบคุมความปลอดภัย และสภาพแวดล้อมใน กระบวนการอบชุบทางความ ร้อน	1	1	1	1	1	0	5	5	3		13	2/6	
รวม	2	10	8	10	10	0	40	40	20	0	100		
รวมทั้งรายวิชา											100		

ที่มา: สำนักมาตรฐานการอาชีวศึกษาและวิชาชีพ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

หน่วยการเรียนรู้

รหัสวิชา 20102-2019 ชื่อวิชา ออบชุบโลหะ (Heat Treatment)

ทฤษฎี 1 ชั่วโมง/สัปดาห์ ปฏิบัติ 3 ชั่วโมง/สัปดาห์ จำนวน 2 หน่วยกิต

หน่วยที่	หน่วยการเรียนรู้	เวลาเรียน (ชม.)		
		ทฤษฎี	ปฏิบัติ	รวม
1	วิเคราะห์แผนภาพสมดุลเหล็กคาร์บอนและ โครงสร้างโลหะ	2	6	8
2	จำแนกประเภทวัสดุชิ้นส่วนแม่พิมพ์โลหะและ พลาสติกตามมาตรฐานสากล	2	6	8
3	ประเมินสมบัติและข้อจำกัดของวัสดุเพื่อการขัด ผิวชิ้นส่วนแม่พิมพ์	2	6	8
4	อบชุบแข็งชิ้นส่วนแม่พิมพ์ด้วยเตาชุบโลหะ	2	6	8
5	อบคืนตัวชิ้นส่วนเหล็กชุบแข็งเพื่อลดความ เปราะ	2	6	8
6	อบอ่อนและอบปกติเพื่อปรับปรุงโครงสร้าง จุลภาค	2	6	8
7	ทดสอบความแข็งของชิ้นส่วนโลหะก่อนและ หลังกรรมวิธีทางความร้อน	2	6	8
8	ตรวจสอบสมบัติทางกลทางกายภาพและ โครงสร้างชิ้นงานก่อนส่งมอบ	1	3	4
9	บำรุงรักษาเตาชุบและอุปกรณ์สำหรับกรรมวิธี ทางความร้อน	1	3	4
10	ควบคุมความปลอดภัยและสภาพแวดล้อมใน	2	6	8

หน่วยที่	หน่วยการเรียนรู้	เวลาเรียน (ชม.)		
		ทฤษฎี	ปฏิบัติ	รวม
	กระบวนการรอบรู้ทางความร้อน			
	ประเมินผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับรายวิชา	0	0	0
	รวมทั้งสิ้น	18	54	72

การวางแผนการจัดการเรียนรู้

รหัสวิชา 20102-2019 ชื่อวิชา อบชุบโลหะ (Heat Treatment)

ทฤษฎี 1 ชั่วโมง/สัปดาห์ ปฏิบัติ 3 ชั่วโมง/สัปดาห์ จำนวน 2 หน่วยกิต

สัปดาห์ที่ หรือ ครั้งที่	จำนวน ชั่วโมง ท/ป	หน่วยการเรียนรู้ /งาน(เรื่อง)	งาน/กิจกรรม	การประเมิน
สอนครั้งที่ 1-2	2/6	หน่วยที่ 1 วิเคราะห์ แผนภาพ สมดุล เหล็ก คาร์บอน และ คาร์บอนและโครงสร้างโลหะ	งาน : วิเคราะห์ แผนภาพ สมดุล เหล็ก คาร์บอน และ โครงสร้างโลหะ ผลลัพธ์การเรียนรู้: - จัดเตรียมแผนภาพสมดุลเหล็ก-คาร์บอน (Iron-Carbon Equilibrium Diagram) ตาราง ส่วนผสม ทางเคมี ของ เหล็กกล้า ทำ แม่ พิมพ์ และ กล้องจุลทรรศน์ โลหะ วิทยา พร้อมเตรียมพื้นที่ปฏิบัติงานให้เรียบร้อย - กำหนดอุณหภูมิวิกฤต (A1, A3, Acm) และเฟสทาง โลหะ วิทยา ของเหล็กกล้า ทำ แม่ พิมพ์ ตาม ระดับ ปริมาณ คาร์บอนจากแผนภาพสมดุลเหล็ก-คาร์บอน	วิธีประเมิน: - ตรวจผลงาน - สังเกตพฤติ

ลำดับที่ หรือ ครั้งที่	จำนวน ชั่วโมง ท/ป	หน่วยการเรียนรู้ /งาน(เรื่อง)	งาน/กิจกรรม	การประ
			- ตรวจสอบโครงสร้างจุลภาคของตัวอย่างชิ้นส่วนแม่พิมพ์ โดย การใช้ กล้องจุลทรรศน์ โลหะ วิทยา เปรียบ เทียบ กับ โครงสร้างตามทฤษฎีในแผนภาพสมดุล เกณฑ์การปฏิบัติงาน: 1. 1. แผนภาพสมดุลเหล็ก-คาร์บอน ตารางส่วนผสมทางเคมี และกล้องจุลทรรศน์โลหะวิทยาได้รับการจัดเตรียม และตรวจสอบความพร้อมใช้งานตามขั้นตอนคู่มือปฏิบัติ การอย่างถูกต้องและเรียบร้อย 2. 2. อุณหภูมิวิกฤต (A1, A3, Acm) และเฟสทางโลหะ วิทยา ของ เหล็กกล้า ทำ แม่ พิมพ์ ได้ รับ การ กำหนด จาก แผนภาพ สมดุล อย่าง ถูก ต้อง เหมาะ สม ตาม ปริมาณ คาร์บอน 3. 3. โครงสร้างจุลภาคของตัวอย่างวัสดุทำแม่พิมพ์ได้รับการ ตรวจสอบ ด้วย กล้องจุลทรรศน์ และ เปรียบ เทียบ กับ ทฤษฎีในแผนภาพสมดุลอย่างแม่นยำและปลอดภัย	

สัปดาห์ที่ หรือ ครั้งที่	จำนวน ชั่วโมง ท/ป	หน่วยการเรียนรู้ /งาน(เรื่อง)	งาน/กิจกรรม	การประเมิน
			4. 4. ความสอดคล้องระหว่างโครงสร้างโลหะที่ตรวจพบกับคุณสมบัติของชิ้นส่วนแม่พิมพ์ได้รับการประเมินตามเกณฑ์มาตรฐานพร้อมบันทึกผลอย่างสมบูรณ์ 5. 5. แผนภาพสมดุลและไฟล์ภาพได้รับการจัดเก็บอย่างเป็นระบบ กล้องจุลทรรศน์และเลนส์ได้รับการทำความสะอาดและปิดระบบไฟฟ้าเรียบร้อยแล้วหลังสิ้นสุดปฏิบัติงาน	
สอนครั้งที่ 3-4	2/6	หน่วยที่ 2 จำแนกประเภทวัสดุ ชิ้นส่วน แม่พิมพ์ โลหะ และ พลาสติก ตาม มาตรฐานสากล	งาน: จำแนกประเภท วัสดุ ชิ้นส่วน แม่พิมพ์ โลหะ และ พลาสติกตามมาตรฐานสากล ผลลัพธ์การเรียนรู้: - จัดเตรียมแบบงานชิ้นส่วนแม่พิมพ์ สมุดคู่มือมาตรฐานสากล และ เครื่องมือ วัด พื้นฐาน สำหรับ ตรวจสอบ ทาง กายภาพ - ตรวจสอบลักษณะภายนอก สี น้ำหนัก และ ทำการ ทดสอบประกายไฟเบื้องต้นเพื่อระบุกลุ่มเกรดของชิ้นส่วน	วิธีประเมิน: - ตรวจสอบผลงาน - สังเกตพฤติกรรมการทำงาน

สัปดาห์ที่ หรือ ครั้งที่	จำนวน ชั่วโมง ท/ป	หน่วยการเรียนรู้ /งาน(เรื่อง)	งาน/กิจกรรม	การประ
			แม่พิมพ์ - วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของวัสดุชิ้นส่วนแม่พิมพ์ด้วยเครื่องสเปกโตรมิเตอร์ (Spectrometer) เพื่อตรวจสอบปริมาณธาตุผสม เกณฑ์การปฏิบัติงาน: 1. 1. แบบงานชิ้นส่วนแม่พิมพ์ สมุดคู่มือมาตรฐานสากล และเครื่องมือวัดพื้นฐาน ถูกจัดเตรียม ครบถ้วนตามข้อกำหนด 2. 2. ลักษณะภายนอก สี น้ำหนัก และประกายไฟเบื้องต้นได้รับการตรวจสอบเพื่อระบุกลุ่มเกรดของชิ้นส่วนแม่พิมพ์ได้อย่างถูกต้อง 3. 3. องค์ประกอบทางเคมีและปริมาณธาตุผสมของวัสดุชิ้นส่วนแม่พิมพ์ได้รับการวิเคราะห์ด้วยเครื่องสเปกโตรมิเตอร์ตามระเบียบปฏิบัติ	

สัปดาห์ที่ หรือ ครั้งที่	จำนวน ชั่วโมง ท/ป	หน่วยการเรียนรู้ /งาน(เรื่อง)	งาน/กิจกรรม	การประ
			4. 4. ชิ้นส่วนแม่พิมพ์ได้รับการจัดหมวดหมู่และทำป้ายชี้บ่งระบุให้มาตรฐานสากลอย่างถูกต้องตามข้อกำหนด 5. 5. เครื่องมือวัด และพื้นที่ใช้งานได้รับการทำความสะอาด พร้อมทั้ง จัด เก็บ ไฟล์ เอกสาร ประวัติ เข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์อย่างเป็นระเบียบ	
สอนครั้งที่ 5-6	2/6	หน่วยที่ 3 ประเมิน สมบัติ และ ข้อ จำกัด ของ วัสดุ เพื่อการขัดผิวชิ้นส่วนแม่พิมพ์	งาน: ประเมินสมบัติและข้อจำกัดของวัสดุเพื่อการขัดผิวชิ้นส่วนแม่พิมพ์ ผลลัพธ์การเรียนรู้: - จัดเตรียมแบบงาน เอกสารข้อกำหนดทางเทคนิคของชิ้นส่วนแม่พิมพ์ และสเปคซีตของวัสดุโลหะ เช่น เหล็กงานเย็น หรือ เหล็กงาน ร้อน เพื่อ รวบรวม ข้อมูล ดิบ ที่จำเป็นสำหรับการประเมินกระบวนการขัดผิว - ตรวจสอบระดับความแข็งและโครงสร้างจุลภาคของชิ้นส่วนแม่พิมพ์หลังการอบชุบโลหะ เพื่อวิเคราะห์ระดับ	วิธีประเมิน: - ตรวจสอบผล - สังเกตพฤติ

สัปดาห์ที่ หรือ ครั้งที่	จำนวน ชั่วโมง ท/ป	หน่วยการเรียนรู้ /งาน(เรื่อง)	งาน/กิจกรรม	การประเมิน
			ความยากง่ายและขีดจำกัดในการตัดเงาผิววัสดุ - ประเมินแนวโน้มการเกิดข้อบกพร่องจากการตัดผิว เช่น ปัญหาสั้มโอ หรือการหลุดล่อนของคาร์ไบด์ โดยอ้างอิงจากปริมาณสารมลทินและโครงสร้างคาร์ไบด์ในเนื้อวัสดุ เกณฑ์การปฏิบัติงาน: 1. 1. จัดเตรียมเอกสารแบบงาน ข้อกำหนดทางเทคนิค และสเปกชีตวัสดุโลหะขึ้นส่วนแม่พิมพ์เพื่อรวบรวมข้อมูลดิบสำหรับการประเมินกระบวนการตัดผิวได้อย่างถูกต้องครบถ้วน 2. 2. ตรวจสอบระดับความแข็งและวิเคราะห์โครงสร้างจุลภาคเพื่อวินิจฉัยความยากง่ายและข้อจำกัดในการตัดผิวขึ้นส่วนแม่พิมพ์ได้อย่างปลอดภัยถูกต้องตามมาตรฐานการใช้งานเครื่องมือ 3. 3. ประเมินโอกาสและแนวโน้มการเกิดข้อบกพร่องจากการตัดผิว (ปัญหาสั้มโอหรือคาร์ไบด์หลุดล่อน) โดย	

สัปดาห์ที่ หรือ ครั้งที่	จำนวน ชั่วโมง ท/ป	หน่วยการเรียนรู้ /งาน(เรื่อง)	งาน/กิจกรรม	การประเมิน
			อ้างอิงจากคุณสมบัติสารมลพิษในเนื้อวัสดุได้อย่างมีหลักการและแม่นยำ 4. 4. ตรวจสอบความถูกต้องและจัดทำรายงานสรุปผลการประเมินสมบัติและข้อจำกัดของวัสดุ พร้อมข้อเสนอแนะ สำหรับ ฝ่าย ผลิต เกี่ยว กับ การ ชัด ผิว ได้ ตาม หลักวิชาการ 5. 5. จัดเก็บเอกสารรายงานเข้าแฟ้มระบบข้อมูลดิจิทัล พร้อมทำความสะอาดเครื่องมือวัดและพื้นที่ปฏิบัติงานให้เรียบร้อย อย่าง มี ระเบียบ และ ปลอดภัย ตาม หลัก สุขอนามัย	
สอนครั้งที่ 7-8	2/6	หน่วยที่ 4 อบชุบแข็งชิ้นส่วนแม่พิมพ์ด้วยเตาชุบโลหะ	งาน: อบชุบแข็งชิ้นส่วนแม่พิมพ์ด้วยเตาชุบโลหะ ผลลัพธ์การเรียนรู้: - จัดเตรียมชิ้นส่วนแม่พิมพ์เหล็กกล้า เครื่องมือวัด เตาอบชุบโลหะ และอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลสำหรับ	วิธีประเมิน: - ตรวจสอบผลงาน - สังเกตพฤติ

สัปดาห์ที่ หรือ ครั้งที่	จำนวน ชั่วโมง ท/ป	หน่วยการเรียนรู้ /งาน(เรื่อง)	งาน/กิจกรรม	การประ
			การอบชุบแข็ง - กำหนดอุณหภูมิและเวลาของเตาชุบโลหะ เพื่ออุ่นขึ้น ส่วนแม่พิมพ์และให้ความร้อนสูงจนถึงอุณหภูมิออสเทนไนต์ตามเกรดเหล็ก - เคลื่อนย้ายชิ้นส่วนแม่พิมพ์ออกจากเตาลงสู่สารชุบเย็นอย่างรวดเร็วและสม่ำเสมอเพื่อเปลี่ยนโครงสร้างเป็นมาร์เทนไซต์ เกณฑ์การปฏิบัติงาน: 1. จัดเตรียมชิ้นส่วนแม่พิมพ์เหล็กกล้า เครื่องมือวัดเตาอบชุบโลหะ และอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลสำหรับการอบชุบแข็งได้ถูกต้องครบถ้วนตามข้อกำหนดความปลอดภัย 2. กำหนดและตั้งค่าอุณหภูมิและเวลาของเตาชุบโลหะเพื่ออุ่นขึ้นส่วนแม่พิมพ์และให้ความร้อนสูงจนถึงอุณหภูมิออสเทนไนต์ได้สอดคล้องตามเกรดเหล็กแม่พิมพ์ที่กำหนด	

ลำดับที่ หรือ ครั้งที่	จำนวน ชั่วโมง ท/ป	หน่วยการเรียนรู้ /งาน(เรื่อง)	งาน/กิจกรรม	การประ
			3. 3. เคลื่อนย้ายชิ้นส่วนแม่พิมพ์ออกจากเตาลงสู่สารชุบเย็นได้ สะดวก รวดเร็ว สม่่าเสมอ และปลอดภัย เพื่อเปลี่ยนโครงสร้างเป็นมาร์เทนไซต์ตามเทคนิคมาตรฐาน 4. 4. นำชิ้นส่วนแม่พิมพ์ที่ผ่านการชุบแข็งแล้วไปดำเนินการอบคืนตัวด้วยเตาอบเพื่อลดความเปราะและเพิ่มความเหนียวได้ ถูก ต้อง ตาม พารามิเตอร์ เวลา และอุณหภูมิ 5. 5. ตรวจสอบความแข็งทางผิวสัมผัสด้วยเครื่องทดสอบความแข็งพร้อมตรวจสอบรอยร้าวหลังชุบได้ละเอียดและบันทึกผลได้ถูกต้อง	
สอนครั้งที่ 9-10	2/6	หน่วยที่ 5 อบคืนตัวชิ้นส่วนเหล็กชุบแข็งเพื่อลดความเปราะ	งาน: อบคืนตัวชิ้นส่วนเหล็กชุบแข็งเพื่อลดความเปราะ ผลลัพธ์การเรียนรู้: - จัดเตรียมชิ้นส่วนเหล็กที่ผ่านการชุบแข็ง เตาอบคืนตัว เครื่องมือ วัด อุณหภูมิ และ อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วน	วิธีประเมิน: - ตรวจสอบผล - สังเกตพฤติ

ลำดับที่ หรือ ครั้งที่	จำนวน ชั่วโมง ท/ป	หน่วยการเรียนรู้ /งาน(เรื่อง)	งาน/กิจกรรม	การประ
			บุคคล (PPE) ให้พร้อมใช้งาน - ควบคุมการตั้งอุณหภูมิและเวลาของเตาอบคั่วให้ไป ไปตามเกรดของเหล็ก จากนั้นนำชิ้นส่วนเหล็กเข้าเตาอบ เพื่อเริ่มกระบวนการให้ความร้อน - นำชิ้นส่วนเหล็กออกจากเตาอบเมื่อครบกำหนดเวลา แล้วปล่อยให้เย็นตัวในตู้กลางที่กำหนดอย่างเหมาะสม เพื่อลดความเปราะและเพิ่มความเหนียว เกณฑ์การปฏิบัติงาน: 1. จัดเตรียมชิ้นส่วนเหล็ก เตาอบคั่ว เครื่องมือวัด อุณหภูมิ และอุปกรณ์ PPE ได้ครบถ้วนถูกต้องตามคู่มือ ความปลอดภัย 2. ควบคุม การตั้ง ค่าอุณหภูมิ และ เวลา ของ เตา อบ คั่ว และนำชิ้นงานเข้าเตาอบได้อย่างถูกต้องเหมาะสม กับเกรดเหล็กที่กำหนด	

สัปดาห์ที่ หรือ ครั้งที่	จำนวน ชั่วโมง ท/ป	หน่วยการเรียนรู้ /งาน(เรื่อง)	งาน/กิจกรรม	การประเมิน
			3. 3. นำชิ้นงานออกจากเตาอบตามกำหนดเวลา และควบคุมการทำให้เย็นในตู้กลางได้อย่างเหมาะสมและปลอดภัย 4. 4. วัดความแข็งและตรวจสอบลักษณะความสมบูรณ์ภายนอก ของ ชิ้น งาน หลัง อบ คั้นตัว ด้วย เครื่อง ทดสอบความแข็งได้ตรงตามข้อกำหนด 5. 5. ทำความสะอาดเตาอบคั้นตัว เครื่องมือวัด และพื้นที่ปฏิบัติงาน พร้อมจัดเก็บอุปกรณ์ความปลอดภัยเข้าที่ได้เรียบร้อยตามเกณฑ์ 5ส	
สอนครั้งที่ 11-12	2/6	หน่วยที่ 6 อบ อ่อน และ อบ ปกติ เพื่อ ปรับปรุง โครงสร้างจุลภาค	งาน : อบ อ่อน และ อบ ปกติ เพื่อ ปรับปรุง โครงสร้างจุลภาค ผลลัพธ์การเรียนรู้: - จัดเตรียมชิ้นงานเหล็กกล้า เตาอบชุบ อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล และ เครื่องมือ วัด อุณหภูมิ ให้พร้อม	วิธีประเมิน: - ตรวจสอบผลงาน - สังเกตพฤติกรรมการทำงาน

สัปดาห์ที่ หรือ ครั้งที่	จำนวน ชั่วโมง ท/ป	หน่วยการเรียนรู้ /งาน(เรื่อง)	งาน/กิจกรรม	การประ
			สำหรับการปฏิบัติงาน - ตั้ง ค่า อุณหภูมิ และ เวลา ใน การ ทำ ความ ร้อน ขึ้น งาน เหล็กกล้า ใน เตา อบ ตาม แผนภาพ เฟส เหล็ก - คาร์บอน สำหรับการอบอ่อนหรืออบปกติ - ดำเนินการทำให้ชิ้นงานเย็นตัวลงตามเงื่อนไข โดยปล่อยให้เย็นตัวในเตาอบสำหรับการอบอ่อน หรือเย็นตัวในอากาศหนึ่งสำหรับการอบปกติ เกณฑ์การปฏิบัติงาน: 1. จัดเตรียมชิ้นงานเหล็กกล้า เตาอบชุบ อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล และเครื่องมือวัดอุณหภูมิได้ถูกต้องและพร้อมสำหรับการปฏิบัติงานตามมาตรฐานความปลอดภัย 2. ตั้งค่าอุณหภูมิและเวลาในการทำความร้อนชิ้นงานเหล็กกล้าใน เตา อบ ตาม แผนภาพ เฟส เหล็ก - คาร์บอน สำหรับการอบอ่อนหรืออบปกติได้ถูกต้องตามที่กำหนดใน	

สัปดาห์ที่ หรือ ครั้งที่	จำนวน ชั่วโมง ท/ป	หน่วยการเรียนรู้ /งาน(เรื่อง)	งาน/กิจกรรม	การประ
			แผนงาน 3. 3. ดำเนินการทำให้ชิ้นงานเย็นตัวลงตามเงื่อนไขการอบอ่อน (ในเตาอบ) และการอบปกติ (ในอากาศนิ่ง) ได้ถูกต้องตามกระบวนการ 4. 4. ตรวจสอบความแข็งและเตรียมผิวชิ้นงานเพื่อตรวจสอบโครงสร้างจุลภาคภายใต้กล้องจุลทรรศน์ได้ถูกต้องตามคู่มือปฏิบัติงาน 5. 5. ปิดเตาอบชุบโลหะ จัดเก็บอุปกรณ์และชิ้นงานทดสอบ พร้อมทำความสะอาดพื้นที่ปฏิบัติงานได้ถูกต้องเป็นระเบียบเรียบร้อยตามหลักความปลอดภัยและ 5ส	
สอนครั้งที่ 13-14	2/6	หน่วยที่ 7 ทดสอบ ความ แข็ง ของ ชิ้น ส่วน โลหะ ก่อนและหลังกรรมวิธีทางความร้อน	งาน: ทดสอบความแข็งของชิ้นส่วนโลหะก่อนและหลังกรรมวิธีทางความร้อน ผลลัพธ์การเรียนรู้: - จัดเตรียมชิ้นส่วนโลหะตัวอย่าง เครื่องทดสอบความแข็ง	วิธีประเมิน: - ตรวจสอบผล - สังเกตพฤติ

ลำดับที่ หรือ ครั้งที่	จำนวน ชั่วโมง ท/ป	หน่วยการเรียนรู้ /งาน(เรื่อง)	งาน/กิจกรรม	การประ
			และจัดเตรียมผิวหน้าชิ้นงานด้วยกระดาษทรายให้เรียบ สม่ำเสมอพร้อมใช้งาน - ทดสอบความแข็งของชิ้นส่วนโลหะ ก่อนผ่านกรรมวิธีทางความร้อนด้วยเครื่องทดสอบความแข็งตามมาตรฐานที่กำหนด - ทดสอบความแข็งของชิ้นส่วนโลหะหลังผ่านกรรมวิธีทางความร้อน โดย วัด ระยะ ห่าง ของ จุด กด ตาม มาตรฐานเทคนิค เกณฑ์การปฏิบัติงาน: 1. จัดเตรียมชิ้นส่วนโลหะตัวอย่าง เครื่องทดสอบความแข็ง และจัดเตรียมผิวหน้าชิ้นงานด้วยกระดาษทรายได้เรียบสม่ำเสมอและพร้อมใช้งานได้อย่างถูกต้อง 2. ทดสอบ ความ แข็ง ของ ชิ้น ส่วน โลหะ ก่อน ผ่าน กรรมวิธีทางความร้อนด้วยเครื่องทดสอบความแข็งตามมาตรฐานที่กำหนดและคู่มือปฏิบัติงานได้ถูกต้อง	

สัปดาห์ที่ หรือ ครั้งที่	จำนวน ชั่วโมง ท/ป	หน่วยการเรียนรู้ /งาน(เรื่อง)	งาน/กิจกรรม	การประเมิน
			3. 3. ทดสอบความแข็งแรงของชิ้นส่วนโลหะหลังผ่านกรรมวิธีทางความร้อนโดยเว้นระยะห่างของจุดกดตามมาตรฐานเทคนิคที่ระบุได้ถูกต้อง 4. 4. ตรวจสอบและเปรียบเทียบค่าความแข็งก่อนและหลังการอบชุบโลหะ เพื่อประเมินผลการปรับปรุงสมบัติของวัสดุได้สอดคล้องตามข้อกำหนด 5. 5. บันทึกผลการทดสอบลงในแบบฟอร์มรายงานทำความสะอาดโต๊ะปฏิบัติงาน หักวัดความแข็ง และจัดเก็บอุปกรณ์เข้าที่เรียบร้อยเรียบร้อยตามมาตรฐาน 5 ส.	
สอนครั้งที่ 15	1/3	หน่วยที่ 8 ตรวจสอบสมบัติทางกลทางกายภาพ และโครงสร้างชิ้นงานก่อนส่งมอบ	งาน : ตรวจสอบ สมบัติ ทาง กล ทาง กายภาพ และ โครงสร้างชิ้นงานก่อนส่งมอบ ผลลัพธ์การเรียนรู้: - จัดเตรียม ชิ้นงาน ที่ ผ่าน การ อบ ชุบ โลหะ เครื่องมือ	วิธีประเมิน: - ตรวจสอบผลงาน - สังเกตพฤติกรรม

สัปดาห์ที่ หรือ ครั้งที่	จำนวน ชั่วโมง ท/ป	หน่วยการเรียนรู้ /งาน(เรื่อง)	งาน/กิจกรรม	การประ
			ทดสอบ ความ แข็ง กล้องจุลทรรศน์ โลหะ วิทยา และ เอกสารบันทึกผลการตรวจสอบ - ดำเนินการวัดค่าความแข็งของชิ้นงานอบชุบด้วยเครื่อง ทดสอบ ความ แข็ง ร็อคเวลล์ (Rockwell Hardness Tester) ตามตำแหน่งที่กำหนด - เตรียมชิ้นงานด้วยการขัดผิวและกัดกรดเพื่อนำไปส่อง กล้องจุลทรรศน์โลหะ วิทยา ในการ ตรวจสอบ โครงสร้าง ผลึกจุลภาค เกณฑ์การปฏิบัติงาน: 1. 1. จัดเตรียมชิ้นงานที่ผ่านการอบชุบโลหะ เครื่องมือ ทดสอบ ความ แข็ง กล้องจุลทรรศน์ โลหะ วิทยา และ เอกสารบันทึกผลการตรวจสอบได้ถูกต้องและสอดคล้อง กับข้อกำหนดความปลอดภัยของโรงฝึกปฏิบัติงาน 2. 2. ดำเนินการวัดค่าความแข็งของชิ้นงานอบชุบด้วย เครื่องทดสอบความแข็งร็อคเวลล์ (Rockwell Hardness	

ลำดับที่ หรือ ครั้งที่	จำนวน ชั่วโมง ท/ป	หน่วยการเรียนรู้ /งาน(เรื่อง)	งาน/กิจกรรม	การประ
			Tester) ตามตำแหน่งที่กำหนดได้ค่าที่ถูกต้อง แม่นยำ และไม่มีการบิดเบี้ยวของค่าการวัด 3. 3. เตรียมชิ้นงานด้วยการขัดผิวและกัดกรดเพื่อนำไปส่อง กล้องจุลทรรศน์ โลหะ วิทยา ใน การ ตรวจ สอบ โครงสร้างผลึกจุลภาคได้ผิวงานที่เรียบ ไร้รอยขีดข่วน และ แสดง รายละเอียด โครงสร้าง ได้ อย่าง ชัดเจน ตามแนวทาง ASTM E3 4. 4. สรุปผลและบันทึกรายงานการตรวจสอบเปรียบเทียบกับข้อกำหนดในใบงานเพื่อการส่งมอบชิ้นงานได้สมบูรณ์และแสดงความน่าเชื่อถือทางเอกสารวิชาการ 5. 5. ทำความสะอาดเครื่องมือวัด กล้องจุลทรรศน์ และจัดเก็บอุปกรณ์ทดสอบพร้อมพื้นที่ปฏิบัติงานได้เรียบร้อย สะอาด และถูกต้องตามหลักการบำรุงรักษาเครื่องมือวัดอุตสาหกรรม	

สัปดาห์ที่ หรือ ครั้งที่	จำนวน ชั่วโมง ท/ป	หน่วยการเรียนรู้ /งาน(เรื่อง)	งาน/กิจกรรม	การประเมิน
สอนครั้งที่ 16	1/3	หน่วยที่ 9 บำรุงรักษาเตาชุบและอุปกรณ์สำหรับ กรรมวิธีทางความร้อน	งาน: บำรุงรักษาเตาชุบ และ อุปกรณ์ สำหรับ กรรมวิธี ทางความร้อน ผลลัพธ์การเรียนรู้: - จัดเตรียมเครื่องมือช่าง อุปกรณ์บำรุงรักษา และชุด ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล (PPE) ที่จำเป็นสำหรับงาน บำรุงรักษาเตาชุบโลหะ - ตรวจสอบสภาพสายไฟ ขดลวดความร้อน (Heating Elements) และโครงสร้างฉนวนกันความร้อนของเตาชุบ โลหะ - ทำความสะอาดหัววัดอุณหภูมิ (Thermocouple) และ ขันแน่นจุดต่อสายไฟของระบบควบคุมความร้ร้อนเตาชุบ โลหะ เกณฑ์การปฏิบัติงาน: 1. 1. เครื่องมือช่าง อุปกรณ์บำรุงรักษา และชุดป้องกัน	วิธีประเมิน: - ตรวจสอบผล - สังเกตพฤติ

สัปดาห์ที่ หรือ ครั้งที่	จำนวน ชั่วโมง ท/ป	หน่วยการเรียนรู้ /งาน(เรื่อง)	งาน/กิจกรรม	การประ
			อันตรายส่วนบุคคล (PPE) ได้รับการจัดเตรียมอย่างครบถ้วนและถูกต้องตามข้อกำหนดความปลอดภัยก่อนการบำรุงรักษาเตาชุบโลหะ 2. 2. สภาพสายไฟ ขดลวดความร้อน และโครงสร้างฉนวนกันความร้อนของเตาชุบโลหะได้รับการตรวจเช็คอย่างละเอียดและถูกต้องตามมาตรฐานคู่มือปฏิบัติงาน 3. 3. หัววัดอุณหภูมิ (Thermocouple) ได้รับการทำความสะอาดและจุดต่อสายไฟของระบบควบคุมความร้อนเตาชุบโลหะได้รับการขันแน่นอย่างแข็งแรงและปลอดภัย 4. 4. ระบบทำความร้อนและระบบควบคุมอุณหภูมิของเตาชุบโลหะได้รับการทดสอบการทำงานหลังการบำรุงรักษา และ แสดง ค่า อุณหภูมิ ได้ ถูก ต้อง ตาม เกณฑ์ การทดสอบ 5. 5. พื้นที่ปฏิบัติงานได้รับการทำความสะอาด และ	

สัปดาห์ที่ หรือ ครั้งที่	จำนวน ชั่วโมง ท/ป	หน่วยการเรียนรู้ /งาน(เรื่อง)	งาน/กิจกรรม	การประเมิน
			เครื่องมือบำรุงรักษารวมถึงอุปกรณ์ความปลอดภัยได้รับการจัดเก็บเข้าที่อย่างเป็นระเบียบเรียบร้อยตามมาตรฐาน 5ส	
สอนครั้งที่ 17-18	2/6	หน่วยที่ 10 ควบคุม ความปลอดภัย และ สภาพแวดล้อม ใน กระบวนการ อบ ชูบ ทาง ความร้อน	งาน : ควบคุม ความปลอดภัย และ สภาพแวดล้อม ในกระบวนการอบชุบทางความร้อน ผลลัพธ์การเรียนรู้: - ตรวจจัดเตรียม อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล (PPE) และเครื่องวัดสภาพแวดล้อม เช่น เครื่องตรวจวัดก๊าซรั่วและเครื่องวัดอุณหภูมิ สำหรับงานอบชุบทางความร้อน - เปิดใช้งานและปรับตั้งระบบระบายอากาศ ท่อดูดควัน และระบบดักจับละอองน้ำมันเพื่อควบคุมสภาพแวดล้อมในห้องปฏิบัติการอบชุบ - ตรวจวัดระดับก๊าซพิษ ความเข้มข้นของก๊าซป้องกัน	วิธีประเมิน: - ตรวจสอบผลงาน - สังเกตพฤติกรรม

สัปดาห์ที่ หรือ ครั้งที่	จำนวน ชั่วโมง ท/ป	หน่วยการเรียนรู้ /งาน(เรื่อง)	งาน/กิจกรรม	การประเมิน
			และ อุณหภูมิโดย รอบเตาอบ ชุบโลหะ เพื่อ ควบคุมไม่ให้ เกินค่ามาตรฐานความปลอดภัย เกณฑ์การปฏิบัติงาน: 1. 1. ตรวจสอบสภาพและจัดเตรียมอุปกรณ์ป้องกันอันตราย ส่วนบุคคล (PPE) พร้อมเครื่องวัดสภาพแวดล้อมสำหรับ งานอบชุบทางความร้อนได้อย่างถูกต้องครบถ้วนตามข้อ กำหนด 2. 2. เปิดใช้งานและปรับตั้งระบบระบายอากาศ ท่อดูด ควัน และ ระบบ ดัก จับ ละออง น้ำมัน เพื่อ ควบคุม สภาพ แวดล้อมในห้องปฏิบัติการอบชุบได้ตามมาตรฐานความ ปลอดภัย 3. 3. ตรวจวัดระดับก๊าซพิษ ความเข้มข้นของก๊าซป้องกัน และ อุณหภูมิโดย รอบเตาอบ ชุบโลหะ เพื่อ ควบคุมไม่ให้ เกินค่ามาตรฐานความปลอดภัยได้อย่างถูกต้อง 4. 4. ตรวจสอบประสิทธิภาพการทำงานของระบบหยุด	

สัปดาห์ที่ หรือ ครั้งที่	จำนวน ชั่วโมง ท/ป	หน่วยการเรียนรู้ /งาน(เรื่อง)	งาน/กิจกรรม	การประ
			การทำงานฉุกเฉินและอุปกรณ์ควบคุมความปลอดภัยส่วนกลางตามขั้นตอนที่กำหนด 5. 5. ปิดระบบควบคุมการอบชุบ ทำความสะอาดเครื่องมือวัดและพื้นที่ปฏิบัติงาน พร้อมจัดเก็บอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลตามหลัก 5ส ได้อย่างเรียบร้อย	
18	4	ประเมินผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับรายวิชา		

การวางแผนประเมินผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับรายวิชา

รหัสวิชา 20102-2019 ชื่อวิชา อบชุบโลหะ (Heat Treatment)

ทฤษฎี 1 ชั่วโมง/สัปดาห์ ปฏิบัติ 3 ชั่วโมง/สัปดาห์ จำนวน 2 หน่วยกิต

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับรายวิชา

ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์แผนภาพสมดุลเหล็กคาร์บอน ตรวจสอบโครงสร้างโลหะของวัสดุทำชิ้นส่วนแม่พิมพ์ และประเมินพารามิเตอร์การอบชุบเบื้องต้นได้ถูกต้องตามหลักวิชาการโลหะวิทยาและความปลอดภัย

2. วิธีการประเมิน / 3. เครื่องมือประเมิน / 4. เกณฑ์การปฏิบัติงาน

ลำดับ	งานหลัก / งานย่อย	2. วิธีการประเมิน	3. เครื่องมือประเมิน	4. เกณฑ์การปฏิบัติงาน
MT1	ช่าง เทคนิค อบ ชุบ โลหะ - ตรวจสอบและจำแนกวัสดุทำ ชิ้นส่วนแม่พิมพ์	1. การประเมินผลงานจากใบ งาน ปฏิบัติ งาน วิเคราะห์ โครงสร้าง และ การ กำหนด อุณหภูมิวิกฤต 2. การสังเกต และ ประเมิน พฤติกรรม การ ปฏิบัติงาน ตรวจสอบ และ จัด เก็บเครื่องมือกลึงจุลทรรศน์ 3. การทดสอบวัดความรู้ด้วย	1. แบบ ประเมิน ใบ งาน และ เกณฑ์ การ ตรวจสอบ ผลงาน เชิง วิชาการ (Rubrics) 2. แบบ สังเกต ทักษะ การ ปฏิบัติ งาน และการใช้เครื่องมือวิเคราะห์ ทาง โลหะ วิทยา 3. แบบ ประเมินพฤติกรรมด้านจิตพิสัย (ความ ปลอดภัย ความ มี	

ลำดับ	งานหลัก / งานย่อย	2. วิธีการประเมิน	3. เครื่องมือประเมิน	4. เกณฑ์การปฏิบัติงาน
		แบบฝึกหัดและการตอบคำถาม เชิง ทฤษฎี 1 . การ ตรวจ ประเมินผลงานจากใบกิจกรรม และการบันทึกผลทางปฏิบัติ 2 . การสังเกตทักษะกระบวนการ ทำงาน จริง ตามขั้น ตอน ความ ปลอดภัย 1. การ ตรวจสอบ เอกสาร รายงาน ผล ประเมิน สมบัติ และ ข้อ จำกัด วัสดุ 2. การ สังเกต พฤติกรรม การ ปฏิบัติงาน ทักษะ กระบวนการ ใช้เครื่องมือและการดูแลความ สะอาด	ระเบียบวินัย และความสะอาด) 1. ใบ แบบ ประเมิน ผล การ เรียน รู้ ประจำ หน่วย และ ใบ กิจกรรม 2 . แบบ ประเมิน ทักษะ การ ปฏิบัติ งาน และ พฤติกรรมความปลอดภัย 1. แบบ ประเมิน ผล งาน ชิ้น งาน รายงานสรุปการประเมินสมบัติ วัสดุและเกณฑ์การให้คะแนน แบบ Rubrics 2. แบบสังเกต พฤติกรรม การ ปฏิบัติ งาน และ การ ทำงาน ร่วม กัน ด้วย แบบ ประเมิน ความ ปลอดภัย และ 5ส	
ST1.1	☐ วิเคราะห์ แผนภาพ สมดุล เหล็ก คาร์บอน และ โครงสร้าง โลหะ	1. การประเมินผลงานจากใบ งาน ปฏิบัติ งาน วิเคราะห์ โครงสร้าง และ การ กำหนด	1. แบบ ประเมินใบ งาน และ เกณฑ์ การ ตรวจ ผล งาน เชิง วิชาการ (Rubrics) 2. แบบ	1. แผนภาพสมดุลเหล็ก-คาร์บอน ตารางส่วนผสมทางเคมี และ

ลำดับ	งานหลัก / งานย่อย	2. วิธีการประเมิน	3. เครื่องมือประเมิน	4. เกณฑ์การปฏิบัติงาน
		อุณหภูมิวิกฤต 2. การสังเกต และ ประเมิน พฤติกรรม การ ปฏิบัติ งาน ตรวจสอบ และ จัด เก็บเครื่องมือกล้องจุลทรรศน์ 3. การทดสอบวัดความรู้ด้วย แบบฝึกหัดและการตอบคำถาม เชิงทฤษฎี	สังเกต ทักษะ การ ปฏิบัติ งาน และการใช้เครื่องมือวิเคราะห์ ทาง โลหะวิทยา 3 . แบบ ประเมินพฤติกรรมด้านจิตพิสัย (ความ ปลอดภัย ความ มี ระเบียบวินัย และความสะอาด)	กล้องจุลทรรศน์โลหะวิทยาได้ รับการจัดเตรียมและตรวจสอบ ความพร้อมใช้งานตามขั้นตอน คู่มือ ปฏิบัติ การ อย่าง ถูก ต้อง และเรียบร้อย 2. อุณหภูมิวิกฤต (A1, A3, Acm) และ เฟส ทาง โลหะวิทยา ของ เหล็กกล้าทำแม่พิมพ์ได้รับการ กำหนด จาก แผนภาพ สมดุล อย่าง ถูก ต้อง เหมาะสม ตาม ปริมาณคาร์บอน 3. โครงสร้างจุลภาค ของตัวอย่าง วัสดุทำแม่พิมพ์ได้รับการตรวจ สอบ ด้วย กล้องจุลทรรศน์ และ เปรียบ เทียบ กับ ทฤษฎี ใน

ลำดับ	งานหลัก / งานย่อย	2. วิธีการประเมิน	3. เครื่องมือประเมิน	4. เกณฑ์การปฏิบัติงาน
				แผนภาพ สมดุล อย่าง แม่นยำ และปลอดภัย 4. ความ สอดคล้อง ระหว่าง โครงสร้างโลหะที่ตรวจพบ กับ คุณสมบัติของชิ้นส่วนแม่พิมพ์ ได้รับ การ ประเมิน ตาม เกณฑ์ มาตรฐานพร้อมบันทึกผลอย่าง สมบูรณ์ 5. แผนภาพสมดุลและไฟล์ภาพได้ รับการจัดเก็บอย่างเป็นระบบ กล้องจุลทรรศน์ และ เลนส์ ได้ รับการทำความสะอาดและปิด ระบบ ไฟฟ้า เรียบร้อย หลัง สิ้น สุดปฏิบัติงาน
ST1.2	☐ จำแนกประเภทวัสดุชิ้นส่วน	1. การ ตรวจ ประเมิน ผล งาน	1. ใบแบบประเมินผลการเรียน	1.

ลำดับ	งานหลัก / งานย่อย	2. วิธีการประเมิน	3. เครื่องมือประเมิน	4. เกณฑ์การปฏิบัติงาน
	แม่ พิมพ์ โลหะ และ พลาสติก ตามมาตรฐานสากล	จากใบกิจกรรมและการบันทึก ผลทางปฏิบัติ 2. การสังเกต ทักษะ กระบวนการทำงาน จริง ตามขั้นตอนความปลอดภัย	รู้ประจำหน่วยและใบกิจกรรม 2. แบบ ประเมิน ทักษะ การ ปฏิบัติงานและพฤติกรรมความ ปลอดภัย	แบบงานชิ้นส่วนแม่พิมพ์ สมุด คู่มือ มาตรฐาน สากล และ เครื่อง มือ วัด พื้น ฐาน ถูก จัด เตรียมครบถ้วนตามข้อกำหนด 2. ลักษณะภายนอก สี น้ำหนัก และประกายไฟเบื้องต้นได้รับ การ ตรวจสอบ เพื่อ ระบุ กลุ่ม เกรด ของ ชิ้น ส่วน แม่ พิมพ์ ได้ อย่างถูกต้อง 3. องค์ ประกอบ ทาง เคมี และ ปริมาณ ธาตุ ผสม ของ วัสดุ ชิ้น ส่วน แม่ พิมพ์ ได้ รับ การ วิเคราะห์ด้วยเครื่องสเปกโตรมิ เตอร์ตามระเบียบปฏิบัติ 4.

ลำดับ	งานหลัก / งานย่อย	2. วิธีการประเมิน	3. เครื่องมือประเมิน	4. เกณฑ์การปฏิบัติงาน
				ชั้น ส่วนแม่พิมพ์ได้รับการจัดหมวดหมู่และทำป้ายชี้บ่งระบุรหัสมาตรฐานสากลอย่างถูกต้องตามข้อกำหนด 5. เครื่องมือวัดและพื้นที่ใช้งานได้รับการทำความสะอาดพร้อมทั้งจัดเก็บไฟล์เอกสารประวัติเข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์อย่างเป็นระเบียบ
ST1.3	☐ ประเมินสมบัติและข้อจำกัดของวัสดุเพื่อการขัดผิวชิ้นส่วนแม่พิมพ์	1. การตรวจสอบเอกสารรายงานผลประเมินสมบัติและข้อจำกัดวัสดุ 2. การสังเกตพฤติกรรมปฏิบัติงานทักษะกระบวนการใช้เครื่องมือและการดูแลความสะอาด	1. แบบประเมินผลงานชิ้นงานรายงานสรุปการประเมินสมบัติวัสดุและเกณฑ์การให้คะแนนแบบ Rubrics 2. แบบสังเกตพฤติกรรมปฏิบัติงานและการทำงานร่วมกันด้วยแบบประเมินความปลอดภัยและ	1. จัดเตรียมเอกสารแบบงานข้อกำหนดทางเทคนิคและสเปคชีตวัสดุโลหะชิ้นส่วนแม่พิมพ์เพื่อรวบรวมข้อมูลดิบสำหรับการประเมินกระบวนการขัดผิวได้อย่างถูกต้องครบถ้วน

ลำดับ	งานหลัก / งานย่อย	2. วิธีการประเมิน	3. เครื่องมือประเมิน	4. เกณฑ์การปฏิบัติงาน
			5ส	2. ตรวจสอบระดับความแข็งและวิเคราะห์โครงสร้างจุลภาคเพื่อวินิจฉัย ความ ยาก ง่าย และ ข้อจำกัดในการขัดผิวชิ้นส่วนแม่พิมพ์ได้อย่างปลอดภัยถูกต้องตามมาตรฐานการใช้งานเครื่องมือ 3. ประเมิน โอกาส และ แนว โน้ม การเกิดข้อบกพร่องจากการขัดผิว (ปัญหาสั้มโอหรือคาร์ไบด์หลุด ล่อน) โดย อ้างอิง จากคุณสมบัติ สาร มลทิน ใน เนื้อวัสดุ ได้ อย่าง มี หลัก การ และ แม่นยำ 4.

ลำดับ	งานหลัก / งานย่อย	2. วิธีการประเมิน	3. เครื่องมือประเมิน	4. เกณฑ์การปฏิบัติงาน
				ตรวจสอบความถูกต้องและจัดทำรายงานสรุปผลการประเมินสมบัติ และข้อจำกัด ของวัสดุ พร้อมข้อเสนอแนะสำหรับฝ่ายผลิตเกี่ยวกับการขัดผิวได้ตามหลักวิชาการ 5. จัดเก็บเอกสารรายงานเข้าแฟ้มระบบ ข้อมูล ดิจิทัล พร้อมทำความเข้าใจ ทำความสะอาด เครื่องมือ วัด และ พื้นที่ ปฏิบัติ งาน ให้เรียบร้อย อย่าง มีระเบียบ และปลอดภัยตามหลักสุขอนามัย
MT2	ช่าง ปรับปรุง สมบัติ โลหะ - ปรับปรุง สมบัติ ขึ้น ส่วน ด้วยกรรมวิธีทางความร้อน	1. การตรวจประเมินทักษะการคำนวณ และ ตั้ง โปรแกรมอุณหภูมิเตาชุบโลหะ 2. การสังเกต และ ประเมิน ทักษะ	1. แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน ชูบ แข็ง และ การ วัด ความแข็ง (Checklist และเกณฑ์รูบริกส์) 2 . แบบ สังเกต	

ลำดับ	งานหลัก / งานย่อย	2. วิธีการประเมิน	3. เครื่องมือประเมิน	4. เกณฑ์การปฏิบัติงาน
		ปฏิบัติงานซบแข็ง การเคลื่อนย้ายชิ้นงานร้อนลงอ่างซบ และกระบวนการอบคืนตัว 3. การประเมินผลสัมฤทธิ์คุณภาพชิ้นงานจากการวัดความแข็งและการส่งรายงานสรุป 1. ตรวจสอบ ความ ถูก ต้อง จาก แบบทดสอบ หลัง เรียน และ การคำนวณ ใน ใบ รายงาน 2 . สังเกต พฤติกรรม การ ปฏิบัติงาน ราย บุคคล และ ราย กลุ่ม ด้วยใบประเมินทักษะ 3. ตรวจสอบคุณภาพความแข็งและผิวชิ้นงานหลังการอบคืนตัวของผู้เรียน 1. การตรวจแบบทดสอบวัดความรู้ เรื่อง ทฤษฎี การ อบ อ่อนและอบปกติ 2. การตรวจ	พฤติกรรม คุณลักษณะ อัน พึงประสงค์และความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน 1. แบบทดสอบวัดความรู้แบบปรนัยและอัตนัย 2 . แบบ ประเมิน ทักษะ การปฏิบัติงาน (Checklist) และมาตรฐาน การทำงาน 3. ใบบันทึกและประเมินคุณภาพชิ้นงาน ที่ ผ่าน กระบวนการ อบคืนตัว 1. แบบทดสอบวัดความรู้ 2. แบบประเมินทักษะการปฏิบัติงานอบอ่อนและอบปกติ (Rubric Score) 3. แบบประเมินรายงานการบันทึกผลและวิเคราะห์โครงสร้างจุลภาค 4. แบบสังเกตพฤติกรรมการใช้อุปกรณ์ป้องกันความปลอดภัย	

ลำดับ	งานหลัก / งานย่อย	2. วิธีการประเมิน	3. เครื่องมือประเมิน	4. เกณฑ์การปฏิบัติงาน
		ผลการวิเคราะห์ภาพโครงสร้าง จุลภาค และ รายงาน ผล การ ทดลองในใบงาน 3. การสังเกต และ ประเมิน พฤติกรรม การ ปฏิบัติ งาน ตาม ชั้น ตอน มาตรฐานความปลอดภัย	และมาตรฐาน 5ส	
ST2.1	☐ อบชุบแข็งชิ้นส่วนแม่พิมพ์ ด้วยเตาชุบโลหะ	1. การตรวจประเมินทักษะการ คำนวณ และ ตั้ง โปรแกรม อุณหภูมิเตาชุบโลหะ 2. การ สังเกต และ ประเมิน ทักษะ ปฏิบัติงานชุบแข็ง การเคลื่อน ย้ายชิ้นงานร้อนลงอ่างชุบ และ กระบวนการอบคืนตัว 3. การ ประเมินผลสัมฤทธิ์คุณภาพชิ้น งานจากการวัดความแข็งและ การส่งรายงานสรุป	1. แบบประเมินผลการปฏิบัติ งานชุบแข็ง และการวัด ความ แข็ง (Checklist และเกณฑ์รู บริกส์) 2 . แบบ สังเกต พฤติกรรม คุณลักษณะ อัน พึง ประสงค์และความปลอดภัยใน การปฏิบัติงาน	1. จัด เตรียม ชิ้น ส่วน แม่ พิมพ์ เหล็กกล้า เครื่องมือวัด เตาอบ ชุบโลหะ และอุปกรณ์ป้องกัน อันตรายส่วนบุคคลสำหรับการ อบชุบแข็งได้ถูกต้องครบถ้วน ตามข้อกำหนดความปลอดภัย 2. กำหนดและตั้งค่าอุณหภูมิและ เวลา ของ เตา ชุบ โลหะ เพื่อ อุ้ นชิ้น ส่วน แม่ พิมพ์ และ ให้ ความ

ลำดับ	งานหลัก / งานย่อย	2. วิธีการประเมิน	3. เครื่องมือประเมิน	4. เกณฑ์การปฏิบัติงาน
				ร้อนสูงจนถึงอุณหภูมิออสเตนิตีได้ สอดคล้องตามเกรดเหล็กแม่พิมพ์ที่กำหนด 3. เคลื่อน ย้าย ขึ้น ส่วน แม่ พิมพ์ออกจากเตาหลอมสู่สารชุบเย็นได้ สะดวกรวดเร็ว สม่่าเสมอ และปลอดภัย เพื่อ เปลี่ยนโครงสร้างเป็นมาร์เทนไซต์ตามเทคนิคมาตรฐาน 4. นำขึ้นส่วนแม่พิมพ์ที่ผ่านการชุบ แข็ง แล้วไป ดำเนินกระบวนการอบคืนตัวด้วยเตาอบเพื่อลดความเปราะและเพิ่มความเหนียว ได้ ถูก ต้อง ตามพารามิเตอร์เวลาและอุณหภูมิ

ลำดับ	งานหลัก / งานย่อย	2. วิธีการประเมิน	3. เครื่องมือประเมิน	4. เกณฑ์การปฏิบัติงาน
				5. ตรวจวัดความแข็งทางผิวสัมผัส ด้วย เครื่อง ทดสอบ ความ แข็ง พร้อม ตรวจสอบ รอย ร้าว หลัง ชุบได้ละเอียดและบันทึกผลได้ ถูกต้อง
ST2.2	☐ อบ คืบตัวขึ้นส่วนหลักชุบ แข็งเพื่อลดความเปราะ	1. ตรวจสอบความถูกต้องจาก แบบทดสอบหลังเรียนและการ คำนวณ ใน ใบ รายงาน 2 . แบบ สังเกต พฤติกรรม การ ปฏิบัติ งาน ราย บุคคล และ ราย กลุ่ม ด้วยใบประเมินทักษะ 3. ตรวจสอบ คุณภาพความแข็งและผิว ชิ้นงานหลังการอบคืบตัวของผู้ เรียน	1. แบบทดสอบวัดความรู้แบบ ปรนัย และ อัตนัย 2 . แบบ ประเมินทักษะการปฏิบัติงาน (Checklist) และมาตรฐานการ ทำงาน 3 . ใบ บันทึก และ ประเมินคุณภาพชิ้นงานที่ผ่าน กระบวนการอบคืบตัว	1. จัดเตรียมชิ้นส่วนหลัก เตาอบ คืบตัว เครื่องมือวัดอุณหภูมิ และอุปกรณ์ PPE ได้ครบถ้วน ถูกต้องตามคู่มือความปลอดภัย 2. ควบคุมการตั้งค่าอุณหภูมิและ เวลาของเตาอบคืบตัว และนำ ชิ้นงานเข้าเตาอบได้อย่างถูก ต้องเหมาะสมกับเกรดเหล็กที่ กำหนด

ลำดับ	งานหลัก / งานย่อย	2. วิธีการประเมิน	3. เครื่องมือประเมิน	4. เกณฑ์การปฏิบัติงาน
				3. นำชิ้นงานออกจากเตาอบตาม กำหนด เวลา และ ควบคุม การ ทำให้ เย็น ใน ตัวกลาง ได้ อย่าง เหมาะสมและปลอดภัย 4. วัด ความ แข็ง และ ตรวจสอบ ลักษณะความสมบูรณ์ภายนอก ของชิ้นงาน หลังอบ คั้นตัว ด้วย เครื่องทดสอบความแข็งได้ตรง ตามข้อกำหนด 5. ทำความสะอาดเตาอบ คั้นตัว เครื่องมือวัด และ พื้นที่ปฏิบัติ งาน พร้อม จัด เก็บ อุปกรณ์ ความ ปลอดภัย เข้า ที่ ได้ เรียบร้อยตามเกณฑ์ 5ส

ลำดับ	งานหลัก / งานย่อย	2. วิธีการประเมิน	3. เครื่องมือประเมิน	4. เกณฑ์การปฏิบัติงาน
ST2.3	☐ อบ อ่อน และ อบ ปกติ เพื่อปรับปรุงโครงสร้างจุลภาค	1. การตรวจแบบทดสอบ วัดความรู้เรื่องทฤษฎีการอบอ่อนและอบปกติ 2. การตรวจผลการวิเคราะห์ ภาพ โครงสร้างจุลภาค และ รายงาน ผล การทดลองในใบงาน 3. การสังเกตและ ประเมิน พฤติกรรม การปฏิบัติงาน ตาม ขั้น ตอนมาตรฐานความปลอดภัย	1. แบบทดสอบวัดความรู้ 2. แบบประเมินทักษะ การปฏิบัติงาน อบ อ่อน และ อบ ปกติ (Rubric Score) 3. แบบประเมินรายงานการบันทึกผลและวิเคราะห์โครงสร้างจุลภาค 4. แบบสังเกตพฤติกรรมการใช้ อุปกรณ์ป้องกันความปลอดภัยและมาตรฐาน 5ส	1. จัดเตรียมชิ้นงานเหล็กกล้า เตาอบ ชูบ อุปกรณ์ ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล และเครื่องมือ วัดอุณหภูมิ ได้ถูก ต้อง และพร้อม สำหรับ การ ปฏิบัติ งานตามมาตรฐานความปลอดภัย 2. ตั้งค่าอุณหภูมิและเวลาในการทำ ความร้อน ชิ้นงานเหล็กกล้า ใน เตา อบ ตาม แผนภาพ เฟสเหล็ก-คาร์บอนสำหรับการอบอ่อนหรืออบปกติได้ถูกต้องตามที่กำหนดในแผนงาน 3. ดำเนินการทำให้ชิ้นงานเย็นตัวลงตามเงื่อนไขการอบอ่อน (ใน

ลำดับ	งานหลัก / งานย่อย	2. วิธีการประเมิน	3. เครื่องมือประเมิน	4. เกณฑ์การปฏิบัติงาน
				เตาอบ) และการอบปกติ (ในอากาศนี้) ได้ถูกต้องตามกระบวนการ 4. ตรวจสอบความแข็งและเตรียมผิว ขึ้น งาน เพื่อ ตรวจสอบ โครงสร้าง จุลภาค ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ได้ถูกต้องตามคู่มือปฏิบัติงาน 5. ปิด เตาอบ ชุบ โลหะ จัด เก็บ อุปกรณ์ และ ขึ้น งาน ทดสอบ พร้อม ทำความ สะอาด พื้นที่ ปฏิบัติ งาน ได้ ถูก ต้อง เป็นระเบียบ เรียบร้อย ตาม หลักความปลอดภัยและ 5ส
MT3	ช่าง ทดสอบ และ ประกัน	1. การ ตรวจสอบ ประเมิน ใบ งาน	1. แบบประเมินผลการรายงาน	

ลำดับ	งานหลัก / งานย่อย	2. วิธีการประเมิน	3. เครื่องมือประเมิน	4. เกณฑ์การปฏิบัติงาน
	คุณภาพวัสดุ - ทดสอบความ แข็งและตรวจสอบสมบัติของ วัสดุ	และ รายงาน ผล การ ทดสอบ ความแข็ง 2. การสังเกตและ ประเมิน พฤติกรรม การ ใช้ อุปกรณ์และการบำรุงรักษาใน พื้นที่ ปฏิบัติ งาน 1 . การ ประเมินใบงานและรายงานผล การ ทดสอบ ตรวจสอบ สมบัติ และโครงสร้าง ชิ้น งาน ก่อน ส่ง มอบ 2 . การ ประเมิน และ สังเกตทักษะภาคปฏิบัติในชั้น ตอนการทดสอบความแข็งและ การขัดโครงสร้างโลหะ 3. การ สังเกต และ ประเมิน พฤติกรรม การปฏิบัติงานตามเกณฑ์ความ ปลอดภัยและ 5ส	และ ใบ งาน บันทึก ผล การ ทดสอบ ความ แข็ง 2 . แบบ สังเกต ทักษะ การ ปฏิบัติ งาน และรายการประเมินพฤติกรรม ความปลอดภัยและ 5 ส. 1. แบบ ประเมิน ใบ งาน และ รายงาน ผล การ ทดสอบ (คะแนนรูปрик) 2. แบบประเมิน ทักษะ การ ปฏิบัติ งาน (Practical Rubrics) 3. แบบ ประเมิน พฤติกรรม ความ ปลอดภัย และ วินัย การ ดูแล เครื่องมือและห้องปฏิบัติการ	
ST3.1	☐ ทดสอบ ความ แข็ง ของ ชิ้น ส่วน โลหะ ก่อน และ หลัง	1 . การ ตรวจ ประเมินใบ งาน และ รายงาน ผล การ ทดสอบ	1. แบบประเมินผลการรายงาน และ ใบ งาน บันทึก ผล การ	1. จัดเตรียมชิ้นส่วนโลหะตัวอย่าง

ลำดับ	งานหลัก / งานย่อย	2. วิธีการประเมิน	3. เครื่องมือประเมิน	4. เกณฑ์การปฏิบัติงาน
	กรรมวิธีทางความร้อน	ความแข็ง 2. การสังเกตและประเมิน พฤติกรรม การใช้ อุปกรณ์และการบำรุงรักษาในพื้นที่ปฏิบัติงาน	ทดสอบ ความ แข็ง 2. แบบสังเกต ทักษะ การ ปฏิบัติ งาน และรายการประเมินพฤติกรรม ความปลอดภัยและ 5 ส.	เครื่องทดสอบ ความ แข็ง และ ชัดเตรียมผิวหน้าชิ้นงาน ด้วย กระดาษ ททราย ได้ เรียบ สม่ำเสมอ และ พร้อม ใช้งานได้ อย่างถูกต้อง 2. ทดสอบ ความ แข็งของชิ้นส่วน โลหะ ก่อน ผ่าน กรรมวิธี ทาง ความ ร้อน ด้วย เครื่อง ทดสอบ ความ แข็ง ตาม มาตรฐาน ที่ กำหนดและคู่มือปฏิบัติงานได้ ถูกต้อง 3. ทดสอบ ความ แข็งของชิ้นส่วน โลหะ หลัง ผ่าน กรรมวิธี ทาง ความ ร้อน โดย เว้น ระยะ ห่าง ของ จุด กด ตาม มาตรฐาน

ลำดับ	งานหลัก / งานย่อย	2. วิธีการประเมิน	3. เครื่องมือประเมิน	4. เกณฑ์การปฏิบัติงาน
				เทคนิคที่ระบุได้ถูกต้อง 4. ตรวจสอบและเปรียบเทียบค่าความแข็งก่อนและหลังการอบชุบ โลหะ เพื่อ ประเมิน ผล การปรับปรุง สมบัติ ของ วัสดุ ได้ สอดคล้องตามข้อกำหนด 5. บันทึก ผล การ ทดสอบ ลง ในแบบฟอร์ม รายงาน ทำความสะอาดโต๊ะ ปฏิบัติงาน หัก ถอด ความ แข็ง และ จัด เก็บอุปกรณ์ เข้า ที่ เรียบร้อย เรียบร้อยตามมาตรฐาน 5 ส.
ST3.2	☐ ตรวจสอบสมบัติทางกลทางกายภาพและโครงสร้างชิ้นงานก่อนส่งมอบ	1 . การ ประเมิน ใบ งาน และ รายงาน ผล การ ทดสอบ ตรวจสอบ สมบัติ และ โครงสร้าง ชิ้น	1 . แบบ ประเมิน ใบ งาน และ รายงาน ผล การ ทดสอบ (คะแนนรูปрик) 2. แบบประเมิน	1. จัดเตรียมชิ้นงานที่ผ่านการอบชุบ โลหะ เครื่อง มือ ทดสอบ

ลำดับ	งานหลัก / งานย่อย	2. วิธีการประเมิน	3. เครื่องมือประเมิน	4. เกณฑ์การปฏิบัติงาน
		งาน ก่อน ส่ง มอบ 2 . การประเมินและสังเกตทักษะภาคปฏิบัติในขั้นตอนการทดสอบความแข็งแรงและการขัดโครงสร้างโลหะ 3 . การ สังเกต และประเมิน พฤติกรรม การ ปฏิบัติงานตามเกณฑ์ความปลอดภัยและ 5ส	ทักษะ การ ปฏิบัติ งาน (Practical Rubrics) 3. แบบประเมิน พฤติกรรม ความปลอดภัย และ วินัย การ ดูแลเครื่องมือและห้องปฏิบัติการ	ความ แข็ง กล้องจุลทรรศน์โลหะวิทยา และเอกสารบันทึกผล การ ตรวจสอบ ได้ ถูก ต้อง และ สอดคล้อง กับ ข้อ กำหนดความปลอดภัย ของ โรง ฝึกปฏิบัติงาน 2. ดำเนินการวัดค่าความแข็งแรงของชิ้นงาน อบ ชุบ ด้วย เครื่องทดสอบความแข็งแรง ร็อคเวลล์ (Rockwell Hardness Tester) ตามตำแหน่งที่กำหนดได้ค่าที่ถูกต้อง แม่นยำ และไม่มีการบิดเบี้ยวของค่าการวัด 3. เตรียมชิ้นงานด้วยการขัดผิวและ กัด กรด เพื่อ นำ ไป ส่อง

ลำดับ	งานหลัก / งานย่อย	2. วิธีการประเมิน	3. เครื่องมือประเมิน	4. เกณฑ์การปฏิบัติงาน
				กล้องจุลทรรศน์โลหะ วิเคราะห์ การ ตรวจสอบ โครงสร้าง ผลึก จุลภาคได้ผิวงานที่เรียบ ไร้รอยขีดข่วน และแสดงรายละเอียด โครงสร้าง ได้อย่างชัดเจน ตามแนวทาง ASTM E3 4. สรุปผลและบันทึกรายงานการ ตรวจสอบ เปรียบเทียบกับข้อกำหนด ในใบงาน เพื่อการส่งมอบ ชิ้นงาน ได้สมบูรณ์ และแสดงความน่าเชื่อถือทางเอกสารวิชาการ 5. ทำความสะอาดเครื่องมือวัด กล้องจุลทรรศน์ และจัดเก็บอุปกรณ์ ทดสอบ พร้อมพื้นที่

ลำดับ	งานหลัก / งานย่อย	2. วิธีการประเมิน	3. เครื่องมือประเมิน	4. เกณฑ์การปฏิบัติงาน
				ปฏิบัติงานได้เรียบร้อย สะอาด และถูกต้องตามหลักการบำรุงรักษาเครื่องมือวัดอุตสาหกรรม
MT4	ช่าง บำรุง รักษา และ ควบคุม ความปลอดภัยงานอบชุบ - บำรุง รักษา อุปกรณ์ และ ควบคุม ความ ปลอดภัย ใน ปฏิบัติการชุบโลหะ	1 . ตรวจ สอบ การ ทำ แบบ ประเมิน ความ รู้ และ ใบ งาน วิเคราะห์ ข้อมูล 2 . สังเกต พฤติกรรมการปฏิบัติงานตรวจสอบและบำรุงรักษาเตาอบชุบ 3 . ประเมิน ผล งาน สรุป แผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันตามระยะเวลา 1. การประเมิน ความ รู้ ด้วย แบบ ทดสอบ และ การ ชัก ถาม 2. การ ประเมิน ทักษะการปฏิบัติงานตรวจสอบ และ เติรียม อุปกรณ์ 3. การ สังเกต พฤติกรรม ความ ปลอดภัยระหว่างเรียน	1. แบบทดสอบหลังเรียนและ ใบงานสรุปความรู้ 2. แบบ ประเมิน การ ปฏิบัติ งาน (Rubric Scale) ด้าน ทักษะ กระบวนการ และ ความ ปลอดภัย 3 . แบบ สังเกต พฤติกรรม คุณลักษณะ อัน พึง ประสงค์ (จิตพิสัย) 1. แบบ ทดสอบย่อย 2. แบบประเมิน ผลงานปฏิบัติการ (Rubric) 3. แบบ สังเกต พฤติกรรม และ กิจ ☐ ตพิสัย	

ลำดับ	งานหลัก / งานย่อย	2. วิธีการประเมิน	3. เครื่องมือประเมิน	4. เกณฑ์การปฏิบัติงาน
ST4.1	☐ บำรุง รักษา เต้า ชูบ และอุปกรณ์ สำหรับ กรรมวิธี ทางความร้อน	1 . ตรวจ สอบ การ ทำ แบบประเมิน ความ รู้ และ ใบ งานวิเคราะห์ ข้อมูล 2 . สังเกตพฤติกรรมกรรมการปฏิบัติงานตรวจสอบและบำรุงรักษาเต้าอบชูบ 3 . ประเมิน ผล งาน สรุปแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันตามระยะเวลา	1. แบบทดสอบหลังเรียนและใบงานสรุปความรู้ 2. แบบประเมิน การ ปฏิบัติ งาน (Rubric Scale) ด้าน ทักษะกระบวนการ และ ความปลอดภัย 3 . แบบ สังเกตพฤติกรรม คุณลักษณะ อัน พึงประสงค์ (จิตพิสัย)	1. เครื่องมือ ช่าง อุปกรณ์ บำรุงรักษา และชุดป้องกันอันตรายส่วนบุคคล (PPE) ได้รับการจัดเตรียม อย่าง ครบ ถ้วน และ ถูกต้อง ตาม ข้อ กำหนด ความปลอดภัย ก่อน การ บำรุง รักษาเต้าชูบโลหะ 2. สภาพ สายไฟ ขด ลวด ความร้อน และโครงสร้างฉนวนกันความร้อนของเต้าชูบโลหะได้รับการตรวจเช็คอย่างละเอียดและถูกต้องตามมาตรฐานคู่มือปฏิบัติงาน 3. หัว วัด อุณหภูมิ (

ลำดับ	งานหลัก / งานย่อย	2. วิธีการประเมิน	3. เครื่องมือประเมิน	4. เกณฑ์การปฏิบัติงาน
				Thermocouple) ได้รับการทำความสะอาดและจุดต่อสายไฟของระบบควบคุมความร้อนเตาชุบโลหะได้รับการขันแน่นอย่างแข็งแรงและปลอดภัย 4. ระบบทำความร้อนและระบบควบคุม อุณหภูมิ ของ เตา ชุบ โลหะ ได้ รับ การ ทดสอบ การทำงานหลังการบำรุงรักษาและแสดงค่าอุณหภูมิได้ถูกต้องตามเกณฑ์การทดสอบ 5. พื้นที่ ปฏิบัติ งาน ได้ รับ การทำความสะอาด และเครื่องมือบำรุง รักษา รวม ถึง อุปกรณ์ ความ ปลอดภัย ได้ รับ การ จัด

ลำดับ	งานหลัก / งานย่อย	2. วิธีการประเมิน	3. เครื่องมือประเมิน	4. เกณฑ์การปฏิบัติงาน
				เก็บ เข้า ที่ อย่าง เป็น ระเบียบ เรียบร้อยตามมาตรฐาน 5ส
ST4.2	☐ ควบคุมความปลอดภัยและ สภาพแวดล้อมในกระบวนการ อบชุบทางความร้อน	1 . การ ประเมิน ความ รู้ ด้วย แบบทดสอบและการซักถาม 2 . การประเมินทักษะการปฏิบัติ งาน ตรวจสอบ และ เตรียม อุปกรณ์ 3 . การ สังเกต พฤติกรรม ความ ปลอดภัย ระหว่างเรียน	1. แบบทดสอบย่อย 2. แบบ ประเมิน ผลงาน ปฏิบัติ การ (Rubric) 3 . แบบ สังเกต พฤติกรรมและกิจ ☐ ตพิสัย	1. ตรวจ สภาพ และ จัด เตรียม อุปกรณ์ ป้องกัน อันตราย ส่วน บุคคล (PPE) พร้อมเครื่องวัด สภาพแวดล้อมสำหรับงานอบ ชุบ ทาง ความ ร้อน ได้ อย่าง ถูก ต้องครบถ้วนตามข้อกำหนด 2. เปิด ใช้ งาน และ ปรับ ตั้ง ระบบ ระบายอากาศ ท่อดูดควัน และ ระบบดักจับละอองน้ำมันเพื่อ ควบคุม สภาพแวดล้อมใน ห้อง ปฏิบัติ การ อบ ชุบ ได้ ตาม มาตรฐานความปลอดภัย 3.

ลำดับ	งานหลัก / งานย่อย	2. วิธีการประเมิน	3. เครื่องมือประเมิน	4. เกณฑ์การปฏิบัติงาน
				ตรวจวัด ระดับ ก๊าซ พิษ ความเข้มข้น ของ ก๊าซ ป้องกัน และ อุณหภูมิ โดย รอบ เตา อบ ชุบ โลหะ เพื่อ ควบคุมไม่ให้เกิน ค่ามาตรฐาน ความ ปลอดภัย ได้ อย่างถูกต้อง 4. ตรวจ สอบ ประสิทธิภาพ การทำงาน ของ ระบบ หยุด การทำงาน ฉุกฉิน และ อุปกรณ์ ควบคุม ความ ปลอดภัย ส่วน กลางตามขั้นตอนที่กำหนด 5. ปิด ระบบ ควบคุม การ อบ ชุบ ทำความ สะอาด เครื่อง มือ วัด และพื้นที่ปฏิบัติงาน พร้อมจัด เก็บ อุปกรณ์ ป้องกัน อันตราย

ลำดับ	งานหลัก / งานย่อย	2. วิธีการประเมิน	3. เครื่องมือประเมิน	4. เกณฑ์การปฏิบัติงาน
				ส่วน บุคคล ตาม หลัก 5ส ได้ อย่างเรียบร้อย

	แผนการจัดการเรียนรู้	หน่วยที่ 1
	รหัสวิชา 20102-2019 ชื่อวิชา อบชุบโลหะ (Heat Treatment)	สอนครั้งที่ 1
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วิเคราะห์แผนภาพสมดุลเหล็กคาร์บอนและโครงสร้างโลหะ	ทฤษฎี 2 ชม. ปฏิบัติ 6 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน วิเคราะห์แผนภาพสมดุลเหล็กคาร์บอนและโครงสร้างโลหะ		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์แผนภาพสมดุลเหล็กคาร์บอน ตรวจสอบโครงสร้างโลหะของวัสดุทำชิ้นส่วนแม่พิมพ์ และประเมินพารามิเตอร์การอบชุบเบื้องต้นได้ถูกต้องตามหลักวิชาการโลหะวิทยาและความปลอดภัย

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

2.1 มาตรฐานอาชีพ: มาตรฐานอาชีพ สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ (องค์การมหาชน) อาชีพช่างผลิตชิ้นส่วนแม่พิมพ์โลหะ ระดับ 2 อาชีพช่างออกแบบแม่พิมพ์ปั๊มโลหะ ระดับ 3 อาชีพช่างผลิตชิ้นส่วนแม่พิมพ์พลาสติก ระดับ 2 ประกอบด้วย หน่วยสมรรถนะดังนี้ อาชีพช่างผลิตชิ้นส่วนแม่พิมพ์โลหะ ระดับ 2 MLD-DMT-2-021ZB จำแนกวัสดุทำชิ้นส่วนแม่พิมพ์ปั๊มโลหะ อาชีพช่างออกแบบแม่พิมพ์ปั๊มโลหะ ระดับ 3 MLD-DMT-3-007ZB จำแนกวัสดุและการชุบแข็งของชิ้นส่วนแม่พิมพ์โลหะ อาชีพช่างผลิตชิ้นส่วนแม่พิมพ์พลาสติก ระดับ 2 MLD-MPT-2-018ZB จำแนกวัสดุทำชิ้นส่วนแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก สมรรถนะย่อย: วิเคราะห์และอธิบายโครงสร้างจุลภาคของเหล็กตามแผนภาพสมดุลเหล็กคาร์บอน

1) เกณฑ์การปฏิบัติงาน: 1. แผนภาพสมดุลเหล็ก-คาร์บอน ตารางส่วนผสมทางเคมี และกล้องจุลทรรศน์โลหะวิทยาได้รับการจัดเตรียมและตรวจสอบความพร้อมใช้งานตามขั้นตอนคู่มือปฏิบัติการอย่างถูกต้องและเรียบร้อย 2. อุนทมิวิกฤต (A1, A3, Acm) และเฟสทางโลหะวิทยาของเหล็กกล้าทำแม่พิมพ์ได้รับการกำหนดจากแผนภาพสมดุลอย่างถูกต้องเหมาะสมตามปริมาณคาร์บอน 3. โครงสร้างจุลภาคของตัวอย่างวัสดุทำแม่พิมพ์ได้รับการตรวจสอบ ด้วย กล้องจุลทรรศน์ และ เปรียบ เทียบ กับ ทฤษฎีใน แผนภาพ สมดุล อย่าง แม่นยำ และ ปลอดภัย 4. ความสอดคล้อง ระหว่าง โครงสร้าง โลหะ ที่ ตรวจ พบ กับ คุณสมบัติ ของ ชิ้น ส่วน แม่ พิมพ์ ได้ รับ การ ประเมิน ตาม เกณฑ์ มาตรฐาน พร้อม บันทึก ผล อย่าง สมบูรณ์ 5. แผนภาพ สมดุล และ ไฟล์ ภาพ ได้ รับ การ จัด เก็บ อย่าง เป็น ระบบ กล้องจุลทรรศน์และเลนส์ได้รับการทำความสะอาดและปิดระบบไฟฟ้าเรียบร้อยหลังสิ้นสุดปฏิบัติงาน

2) วิธีประเมิน: 1. การประเมินผลงานจากใบงานปฏิบัติงานวิเคราะห์โครงสร้างและการกำหนดอุนทมิวิกฤต 2. การสังเกตและประเมินพฤติกรรมการทำงานตรวจสอบและจัดเก็บเครื่องมือกล้องจุลทรรศน์ 3. การทดสอบวัด

ความรู้ด้วยแบบฝึกหัดและการตอบคำถามเชิงทฤษฎี

3) หลักฐานการปฏิบัติงาน (Performance Evidence): 1. ผลงานบันทึกการระบุเฟส คำนวณสัดส่วน และกำหนดอุณหภูมิวิกฤตจากแผนภาพสมดุลในใบงานปฏิบัติการ 2. ผลการตรวจสอบและบันทึกภาพถ่ายโครงสร้างจุลภาคจากกล้องจุลทรรศน์โลหะวิทยา 3. แบบสังเกตพฤติกรรมเตรียมอุปกรณ์ การปฏิบัติงาน และการทำความสะอาดจัดเก็บพื้นที่ปฏิบัติงาน

4) หลักฐานความรู้ (Knowledge Evidence): 1. ผลการประเมินจากแบบทดสอบเรื่องแผนภาพสมดุลและการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างเฟส 2. บันทึกคำอธิบายและการจำแนกประเภทเหล็กกล้าในใบงานวิเคราะห์โครงสร้าง

2.2 บูรณาการกลุ่มอาชีพ: บูรณาการร่วมกับงานตรวจสอบคุณภาพวัสดุในอุตสาหกรรมการผลิตแม่พิมพ์และชิ้นส่วนยานยนต์ เพื่อเตรียมความพร้อมของวัสดุก่อนเข้าสู่กระบวนการปรับปรุงคุณสมบัติด้วยความร้อน

3. สมรรถนะประจำหน่วย

3.1 แสดงความรู้เกี่ยวกับโครงสร้างจุลภาค เฟสต่างๆ ในระบบเหล็กคาร์บอน และอุณหภูมิวิกฤตในแผนภาพสมดุล

3.2 ตรวจสอบแผนภาพสมดุลเหล็กคาร์บอนและโครงสร้างโลหะของวัสดุทำชิ้นส่วนแม่พิมพ์ตามมาตรฐานทางวิศวกรรม

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

ด้านพุทธิพิสัย

4.1.1 ระบุชื่อเฟสหลักและปฏิกิริยาสำคัญบนแผนภาพสมดุลเหล็กคาร์บอนได้ถูกต้อง

4.1.2 อธิบายอิทธิพลของปริมาณคาร์บอนที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างจุลภาคและสมบัติเชิงกลของเหล็กได้ถูกต้อง

4.1.3 จำแนกประเภทของเหล็กกล้าคาร์บอนในสภาวะสมดุลจากปริมาณคาร์บอนได้ถูกต้อง

4.1.4 วางแผนกำหนดช่วงอุณหภูมิวิกฤตสำหรับการชุบแข็งเหล็กกล้าทำแม่พิมพ์โดยอ้างอิงแผนภาพสมดุลได้ถูกต้อง

ด้านทักษะพิสัย

4.2.1 ตรวจสอบแผนภาพสมดุลเหล็กคาร์บอน และ โครงสร้างโลหะของตัวอย่างวัสดุทำชิ้นส่วนแม่พิมพ์ตามคู่มือปฏิบัติงานได้ถูกต้อง

ด้านจิตพิสัย

4.3.1 ตระหนักถึงความปลอดภัยและรักษาความสะอาดพื้นที่ปฏิบัติงานรวมถึงเครื่องมือวิทยาศาสตร์ได้

5. สารการเรียนรู้

การวิเคราะห์แผนภาพสมดุลเหล็กคาร์บอนและโครงสร้างโลหะ

1. พื้นฐานโลหะวิทยาและบทบาทของคาร์บอนต่อสมบัติเชิงกลของเหล็กกล้าและเหล็กหล่อ
2. เฟสหลักในระบบเหล็ก-คาร์บอน: เฟอร์ไรต์ (BCC), ออสเทนไนต์ (FCC), ซีเมนไทต์ (Fe_3C), เพิร์ไลต์ และเลเดอไบต์
3. การอ่านแผนภาพสมดุล Fe-Fe₃C และการระบุเส้นอุณหภูมิวิกฤต (A₁, A₃, A_{cm})
4. ปฏิกิริยาสำคัญ: เพอริเทคติก, ยูเทคติก และยูเทคทอยด์ (ที่ประมาณ 0.76-0.80% C ที่อุณหภูมิ 723-727°C)
5. การจำแนกเหล็กกล้าคาร์บอนตามสัดส่วนคาร์บอน (Hypoeutectoid, Eutectoid, Hypereutectoid) และความสัมพันธ์กับโครงสร้างจุลภาค
6. การคำนวณสัดส่วนเฟสด้วยกฎคานงัด (Lever Rule)
7. ข้อจำกัดของแผนภาพสมดุลในการเย็นตัวอย่างรวดเร็ว (โครงสร้างมาร์เทนไซต์และเบไนต์นอกสมดุล)

6. กิจกรรมการเรียนรู้ (สอนด้วยวิธีการ: การจัดการเรียนรู้แบบ MIAP)

1. ขั้นสนใจปัญหา (Motivation)

1. ครูฉายภาพสไลด์เปรียบเทียบชิ้นส่วนแม่พิมพ์โลหะที่ผ่านการชุบแข็งได้คุณภาพสูงกับชิ้นส่วนแม่พิมพ์ที่ชำรุดเสียหาย บิดเบี้ยว หรือเกิดรอยร้าวรุนแรงเนื่องจากการใช้อุณหภูมิชุบแข็งไม่ถูกต้อง เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญของคุณภาพวัสดุและกระบวนการอบชุบ
2. ครูตั้งคำถามเพื่อประเมินประสบการณ์เดิมของผู้เรียน: "คำถาม: หากเราต้องการเพิ่มความแข็งให้กับชิ้นส่วนแม่พิมพ์เหล็กกล้าคาร์บอน เราจะต้องทราบข้อมูลเชิงโครงสร้างและพารามิเตอร์อุณหภูมิใดบ้างจากเครื่องมือทางทฤษฎี และสามารถศึกษาข้อมูลเหล่านั้นได้จากที่ใด แนวคำตอบตัวอย่าง: เราต้องทราบปริมาณคาร์บอนในเหล็กเฟสทางโลหะวิทยา และ อุณหภูมิวิกฤตที่เกิดการเปลี่ยนโครงสร้าง ซึ่งสามารถดูได้จาก แผนภาพสมดุลเหล็กคาร์บอน" ยอมรับคำตอบอื่นที่สอดคล้องกับแนวคิดการอบชุบ
3. ผู้เรียนร่วมกันอภิปรายในกลุ่มย่อยเกี่ยวกับปัญหาการแตกร้าวของแม่พิมพ์จากการใช้อุณหภูมิชุบแข็งที่ไม่สอดคล้องกับปริมาณคาร์บอน เพื่อสร้างแรงจูงใจในการศึกษาเรื่องโครงสร้างเฟสและแผนภาพสมดุลในขั้นถัดไป

2. ขั้นศึกษาข้อมูล (Information)

1. ครูอธิบายเนื้อหาและบรรยายสาธิตหลักการอ่านแผนภาพสมดุลเหล็กคาร์บอน (Fe-Fe₃C) โดยชี้ตำแหน่งและอธิบายลักษณะของเฟสหลัก เช่น เฟอร์ไรต์ (alpha), ออสเทนไนต์ (gamma), ซีเมนไทต์ (Fe₃C) และโครงสร้างเพิร์ไลต์ รวมถึงการกำหนดอุณหภูมิวิกฤต A₁, A₃ และ A_{cm} จากปริมาณคาร์บอน
2. ครูสอนวิธีคำนวณสัดส่วนเฟสด้วยกฎคานังค (Lever rule) บนกระดานดำ และสาธิตกระบวนการจำแนกเหล็กกล้า กลุ่มไฮโปยูเทคทอยด์ และไฮเปอร์ยูเทคทอยด์ ตามปริมาณคาร์บอน รวมถึงอธิบายขั้นตอนการใช้กล้องจุลทรรศน์โลหะวิทยาเพื่อส่องดูโครงสร้างจริงของตัวอย่างเหล็ก
3. ครูตั้งคำถามกระตุ้นการเรียนรู้ระหว่างบทเรียน: "คำถาม: โครงสร้างเพิร์ไลต์ที่อุณหภูมิห้องเกิดจากปฏิกิริยาอะไร และมีลักษณะทางโครงสร้างทางโลหะวิทยาอย่างไร แนวคำตอบตัวอย่าง: เกิดจากปฏิกิริยายูเทคทอยด์ที่เกิดการเปลี่ยนเฟสจากออสเทนไนต์เป็นโครงสร้างชั้นสลับระหว่างเฟอร์ไรต์และซีเมนไทต์ที่สภาวะสมดุล ส่งผลให้มีความเหนียวและความแข็งแรงที่สมดุลกัน" ผู้เรียนจดบันทึกสาระสำคัญลงในสมุดบันทึก

3. ขั้นพยายามหรือฝึกปฏิบัติ (Application)

1. ครูแจกใบงานปฏิบัติการและมอบหมายให้ผู้เรียนจัดเตรียมเอกสารแผนภาพสมดุล ตารางส่วนผสมทางเคมี และสุ่มหยิบชิ้นส่วนตัวอย่างแม่พิมพ์เพื่อนำไปขัดผิวและส่องตรวจสอบภายใต้กล้องจุลทรรศน์โลหะวิทยา
2. ผู้เรียนจับกลุ่มทำการตรวจสอบโครงสร้างจุลภาคของตัวอย่างที่ได้รับ ระบุชื่อเฟสที่ตรวจพบจริงเปรียบเทียบกับ

ภาพทฤษฎีในแผนภาพสมดุล กำหนดอุณหภูมิวิกฤตที่เหมาะสมสำหรับการชุปแข็ง และร่วมกันออกแบบวางแผนการอบชุบโดยบันทึกค่าและผลลงในใบงานปฏิบัติการ

3. ครูเดินตรวจประเมินทักษะการปฏิบัติงานของผู้เรียนแต่ละกลุ่ม ให้คำแนะนำเรื่องการปรับความคมชัดและแสงของกล้องจุลทรรศน์ และเน้นย้ำถึงขั้นตอนการจัดเก็บทำความสะอาดเลนส์กล้องจุลทรรศน์ให้ถูกวิธีและปลอดภัยหลังใช้งาน

4. ขั้นสำเร็จผลและประเมินความก้าวหน้า (Progress)

1. ผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันจัดเก็บแผนภาพและบันทึกไฟล์ภาพถ่ายโครงสร้างจุลภาคลงในฐานข้อมูลจำลองทำความสะอาดเลนส์กล้อง ปัดระบบไฟฟ้า และจัดพื้นที่ทำงานให้เป็นระเบียบเรียบร้อยเรียบร้อยตามมาตรฐานความปลอดภัย

2. ครูประเมินผลงานและสุ่มถามคำถามสรุปความเข้าใจรายกลุ่ม: "คำถาม: หากวิเคราะห์พบว่าวัสดุแม่พิมพ์ชิ้นหนึ่งมีโครงสร้างเป็นเฟอร์ไรต์เกือบทั้งหมด โครงสร้างนี้จะส่งผลต่อความแข็งของแม่พิมพ์อย่างไรและควรแก้ไขอย่างไร แนวคำตอบตัวอย่าง: โครงสร้างเฟอร์ไรต์เกือบทั้งหมดแสดงว่าเป็นเหล็กคาร์บอนต่ำมากซึ่งมีความอ่อนและเหนียว ไม่สามารถชุบแข็งได้ความแข็งสูง จึงไม่เหมาะทำชิ้นส่วนแม่พิมพ์รับแรงสูง ควรเปลี่ยนไปใช้เหล็กกล้าคาร์บอนปานกลางหรือคาร์บอนสูงในการผลิตแทน" ยอมรับคำตอบที่อิงวิชาการโลหะวิทยาที่สมเหตุสมผล

3. ครูรวบรวมใบงาน ตรวจสอบผลการบันทึกการประเมินความสอดคล้องของโครงสร้างโลหะ ประเมินคะแนนพฤติกรรมและการปฏิบัติงาน และสรุปแจ้งจุดที่ผู้เรียนควรปรับปรุงในการปฏิบัติงานครั้งต่อไป

7. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. แผนภาพสมดุลเหล็ก-คาร์บอน (Iron-Carbon Equilibrium Diagram) ขนาดโปสเตอร์ใช้งานในโรงปฏิบัติงาน
2. ตารางข้อมูลคุณสมบัติและส่วนผสมทางเคมีของเหล็กกล้ามาตรฐาน AISI/JIS สำหรับงานแม่พิมพ์
3. กล้องจุลทรรศน์โลหะวิทยา (Metallurgical Microscope) พร้อมชุดทดสอบตัวอย่างโครงสร้างจุลภาค
4. ใบงานและคู่มือการปฏิบัติการวิเคราะห์โครงสร้างโลหะและการหาอุณหภูมิวิกฤต

8. หลักฐานการเรียนรู้

8.1 หลักฐานความรู้

1. ผลการประเมินจากแบบทดสอบเรื่องแผนภาพสมดุลและการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างเฟส
2. บันทึกคำอธิบายและการจำแนกประเภทเหล็กกล้าในใบงานวิเคราะห์โครงสร้าง

8.2 หลักฐานการปฏิบัติงาน

1. ผลงานบันทึกการระบุเฟส คำนวณสัดส่วน และกำหนดอุณหภูมิวิกฤตจากแผนภาพสมดุลในใบงานปฏิบัติการ
2. ผลการตรวจสอบและบันทึกภาพถ่ายโครงสร้างจุลภาคจากกล้องจุลทรรศน์โลหะวิทยา
3. แบบสังเกตพฤติกรรมเตรียมอุปกรณ์ การปฏิบัติงาน และการทำความสะอาดจัดเก็บพื้นที่ปฏิบัติงาน

9. การวัดและประเมินผล

9.1 เกณฑ์การปฏิบัติงาน

1. แผนภาพสมดุลเหล็ก-คาร์บอน ตารางส่วนผสมทางเคมี และกล้องจุลทรรศน์โลหะวิทยาได้รับการจัดเตรียมและตรวจสอบความพร้อมใช้งานตามขั้นตอนคู่มือปฏิบัติการอย่างถูกต้องและเรียบร้อย
2. อุณหภูมิวิกฤต (A1, A3, Acm) และเฟสทางโลหะวิทยาของเหล็กกล้าทำแม่พิมพ์ได้รับการกำหนดจากแผนภาพสมดุลอย่างถูกต้องเหมาะสมตามปริมาณคาร์บอน
3. โครงสร้างจุลภาคของตัวอย่างวัสดุทำแม่พิมพ์ได้รับการตรวจสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์และเปรียบเทียบกับทฤษฎีในแผนภาพสมดุลอย่างแม่นยำและปลอดภัย
4. ความสอดคล้องระหว่างโครงสร้างโลหะที่ตรวจพบกับคุณสมบัติของชิ้นส่วนแม่พิมพ์ได้รับการประเมินตามเกณฑ์มาตรฐานพร้อมบันทึกผลอย่างสมบูรณ์
5. แผนภาพสมดุลและไฟล์ภาพได้รับการจัดเก็บอย่างเป็นระบบ กล้องจุลทรรศน์และเลนส์ได้รับการทำความสะอาดและปิดระบบไฟฟ้าเรียบร้อยแล้วหลังสิ้นสุดปฏิบัติงาน

9.2 วิธีการประเมิน

1. การประเมินผลงานจากใบงานปฏิบัติงานวิเคราะห์โครงสร้างและการกำหนดอุณหภูมิวิกฤต
2. การสังเกตและประเมินพฤติกรรม การปฏิบัติงานตรวจสอบและจัดเก็บเครื่องมือกล้องจุลทรรศน์
3. การทดสอบวัดความรู้ด้วยแบบฝึกหัดและการตอบคำถามเชิงทฤษฎี

9.3 เครื่องมือประเมิน

1. แบบประเมินใบงานและเกณฑ์การตรวจผลงานเชิงวิชาการ (Rubrics)
2. แบบสังเกตทักษะการปฏิบัติงานและการใช้เครื่องมือวิเคราะห์ทางโลหะวิทยา
3. แบบประเมินพฤติกรรมด้านจิตพิสัย (ความปลอดภัย ความมีระเบียบวินัย และความสะอาด)

10. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

10.1 ข้อสรุปหลังการจัดการเรียนรู้

10.2 ปัญหาที่พบ

10.3 แนวทางแก้ปัญหา

(ครูผู้สอน)

ครูผู้สอน

(.....)

หัวหน้าแผนกวิชา

แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน

รหัสวิชา: 20102-2019 ชื่อวิชา: อบชุบโลหะ (Heat Treatment)

งานหลัก: MT1 ช่างเทคนิคอบชุบโลหะ - ตรวจสอบและจำแนกวัสดุทำชิ้นส่วนแม่พิมพ์

งานย่อย: ST1.1 วิเคราะห์แผนภาพสมดุลเหล็กคาร์บอนและโครงสร้างโลหะ

วันที่ประเมิน:/...../..... ชื่อผู้เรียน:

ลำดับ	รายการประเมิน	5 ดีเยี่ยม	4 ดีมาก	3 ดี	2 พอใช้	1 ปรับปรุง
MT1	ช่างเทคนิคอบชุบโลหะ - ตรวจสอบและจำแนกวัสดุทำชิ้นส่วนแม่พิมพ์					
ST1.1	☐ วิเคราะห์แผนภาพสมดุลเหล็กคาร์บอนและโครงสร้างโลหะ(1 แผน)					
ST1.1.1	จัด เตรียม แผนภาพ สมดุลเหล็ก- คาร์บอน (Iron - Carbon Equilibrium Diagram)) ตารางส่วน ผสมทางเคมี ของ เหล็กกล้าทำ แม่ พิมพ์ และ กล้องจุลทรรศน์ โลหะ วิทยา พร้อม	☐	☐	☐	☐	☐

ลำดับ	รายการ ประเมิน	5 ดีเยี่ยม	4 ดีมาก	3 ดี	2 พอใช้	1 ปรับปรุง
	เตรียม พื้นที่ ปฏิบัติ งาน ให้เรียบร้อย					
ST1.1.2	กำหนด อุณหภูมิ วิกฤต (A1, A3, Acm) และเฟสทาง โลหะ วิทยา ของ เหล็กกล้าทำ แม่พิมพ์ตาม ระดับ ปริมาณ คาร์บอน จาก แผนภาพ สมดุลเหล็ก- คาร์บอน	☐	☐	☐	☐	☐
ST1.1.3	ตรวจ สอบ โครงสร้าง จุลภาค ของ ตัวอย่าง ขึ้น ส่วนแม่พิมพ์ โดย การ ใช้	☐	☐	☐	☐	☐

ลำดับ	รายการ ประเมิน	5 ดีเยี่ยม	4 ดีมาก	3 ดี	2 พอใช้	1 ปรับปรุง
	กล้องจุลทรรศน์ โลหะวิทยาเปรียบเทียบกับ โครงสร้างตาม ทฤษฎีใน แผนภาพสมดุล					
ST1.1.4	ประเมินความสอดคล้องระหว่าง โครงสร้างโลหะ ที่ตรวจพบกับ คุณสมบัติ ที่ต้องการของ ชิ้น ส่วน แม่พิมพ์ พร้อมบันทึก ผลการวิเคราะห์	☐	☐	☐	☐	☐
ST1.1.5	จัด เก็บ แผนภาพสมดุล และ	☐	☐	☐	☐	☐

ลำดับ	รายการ ประเมิน	5 ดีเยี่ยม	4 ดีมาก	3 ดี	2 พอใช้	1 ปรับปรุง
	ไฟล์ ภาพถ่าย โครงสร้าง จุลภาคเข้าสู่ ระบบ ฐาน ข้อมูล พร้อม ทำความเข้าใจ สะอาดเลนส์ กล้องจุลทรรศน์ และปิด ระบบ ไฟฟ้า หลัง การ ปฏิบัติงาน					

เกณฑ์การให้คะแนน (5 ระดับ)

5 — ดีเยี่ยม

ปฏิบัติได้ถูกต้องครบถ้วน คล่องแคล่ว เป็นแบบอย่างที่ดีเยี่ยม

4 — ดีมาก

ปฏิบัติได้ถูกต้องครบถ้วน คล่องแคล่ว

3 — ดี

ปฏิบัติได้ถูกต้องส่วนใหญ่ มีข้อบกพร่องบ้างเล็กน้อย

2 — พอใช้

ปฏิบัติได้บางส่วน ต้องได้รับคำแนะนำ

1 — ปรับปรุง

ปฏิบัติได้น้อย ยังต้องปรับปรุง

ลงชื่อ ผู้ประเมิน

(ครูผู้สอน)

วันที่/...../.....

แบบประเมินจิตพิสัย (ด้านคุณธรรม จริยธรรม)

รหัสวิชา: 20102-2019 ชื่อวิชา: อบชุบโลหะ (Heat Treatment)

งานหลัก: MT1 ช่างเทคนิคอบชุบโลหะ - ตรวจสอบและจำแนกวัสดุทำชิ้นส่วนแม่พิมพ์

งานย่อย: ST1.1 วิเคราะห์แผนภาพสมดุลเหล็กคาร์บอนและโครงสร้างโลหะ

วันที่ประเมิน:/...../..... ชื่อผู้เรียน:

ลำดับ	จุด ประสงค์ ด้านจิตพิสัย	ดีเยี่ยม (5)	ดีมาก (4)	ดี (3)	พอใช้ (2)	ปรับปรุง (1)
1	ตระหนัก ถึง ความ ปลอดภัย และ รักษา ความ สะอาดพื้นที่ ปฏิบัติ งาน รวม ถึง เครื่อง มือ วิทยาศาสตร์ ได้	☐	☐	☐	☐	☐

เกณฑ์ Rubric (5 ระดับ)

ดีเยี่ยม (5)

แสดงพฤติกรรมอย่างสม่ำเสมอ ริเริ่ม และเป็นแบบอย่างที่ดี

ดีมาก (4)

แสดงพฤติกรรมสม่ำเสมอ มีส่วนร่วมอย่างแข็งขัน

ดี (3)

แสดงพฤติกรรมได้ดีในส่วนใหญ่

พอใช้ (2)

แสดงพฤติกรรมได้บ้างแต่ต้องกระตุ้น

ปรับปรุง (1)

ยังไม่แสดงพฤติกรรมที่พึงประสงค์

ลงชื่อ ผู้ประเมิน

(ครูผู้สอน)

วันที่/...../.....

	แผนการจัดการเรียนรู้	หน่วยที่ 2
	รหัสวิชา 20102-2019 ชื่อวิชา อบชุบโลหะ (Heat Treatment)	สอนครั้งที่ 2
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ จำแนกประเภทวัสดุชิ้นส่วนแม่พิมพ์โลหะ และพลาสติกตามมาตรฐานสากล	ทฤษฎี 2 ชม. ปฏิบัติ 6 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน จำแนกประเภทวัสดุชิ้นส่วนแม่พิมพ์โลหะและพลาสติกตามมาตรฐานสากล		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

ผู้เรียนสามารถจำแนกชิ้นส่วนของแม่พิมพ์โลหะและพลาสติก ระบุประเภทวัสดุ อ่านรหัสเกรดตามมาตรฐานสากล และปฏิบัติตามมาตรฐานความปลอดภัยได้ถูกต้อง

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

2.1 มาตรฐานอาชีพ: มาตรฐานอาชีพ สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ (องค์การมหาชน) อาชีพช่างผลิตชิ้นส่วนแม่พิมพ์โลหะ ระดับ 2 อาชีพช่างออกแบบแม่พิมพ์ปั๊มโลหะ ระดับ 3 อาชีพช่างผลิตชิ้นส่วนแม่พิมพ์พลาสติก ระดับ 2 ประกอบด้วย หน่วยสมรรถนะดังนี้ อาชีพช่างผลิตชิ้นส่วนแม่พิมพ์โลหะ ระดับ 2 MLD-DMT-2-021ZB จำแนกวัสดุทำชิ้นส่วนแม่พิมพ์ปั๊มโลหะ อาชีพช่างออกแบบแม่พิมพ์ปั๊มโลหะ ระดับ 3 MLD-DMT-3-007ZB จำแนกวัสดุและการชุบแข็งของชิ้นส่วนแม่พิมพ์โลหะ อาชีพช่างผลิตชิ้นส่วนแม่พิมพ์พลาสติก ระดับ 2 MLD-MPT-2-018ZB จำแนกวัสดุทำชิ้นส่วนแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก สมรรถนะย่อย: จำแนกประเภทและมาตรฐานวัสดุทำชิ้นส่วนแม่พิมพ์ตามระบบมาตรฐานอุตสาหกรรม

1) เกณฑ์การปฏิบัติงาน: 1. แบบงานชิ้นส่วนแม่พิมพ์ สมุดคู่มือมาตรฐานสากล และเครื่องมือวัดพื้นฐานถูกจัดเตรียมครบถ้วนตามข้อกำหนด 2. ลักษณะภายนอก สี น้ำหนัก และประกายไฟเบื้องต้นได้รับการตรวจสอบเพื่อระบุกลุ่มเกรดของชิ้นส่วนแม่พิมพ์ได้อย่างถูกต้อง 3. องค์ประกอบทางเคมีและปริมาณธาตุผสมของวัสดุชิ้นส่วนแม่พิมพ์ได้รับการวิเคราะห์ด้วยเครื่องสเปกโตรมิเตอร์ตามระเบียบปฏิบัติ 4. ชิ้นส่วนแม่พิมพ์ได้รับการจัดหมวดหมู่และทำป้ายชี้บ่งระบุรหัสมาตรฐานสากลอย่างถูกต้องตามข้อกำหนด 5. เครื่องมือวัดและพื้นที่ใช้งานได้รับการทำความสะอาดพร้อมทั้งจัดเก็บไฟล์เอกสารประวัติเข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์อย่างเป็นระเบียบ

2) วิธีประเมิน: 1. การตรวจประเมินผลงานจากใบกิจกรรมและการบันทึกผลทางปฏิบัติ 2. การสังเกตทักษะกระบวนการทำงานจริงตามขั้นตอนความปลอดภัย

3) หลักฐานการปฏิบัติงาน (Performance Evidence): 1. ผลการปฏิบัติงานตรวจสอบและระบุเกรดวัสดุชิ้นส่วนแม่พิมพ์จริงในสถานปฏิบัติงาน 2. แบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่มและการปฏิบัติตามมาตรฐานความ

ปลอดภัย

4) หลักฐานความรู้ (Knowledge Evidence): 1. คะแนนใบกิจกรรมที่ 1 เรื่องการจับคู่ชิ้นส่วนแม่พิมพ์กับเกรดมาตรฐานสากล 2. แผนผังความคิดสรุปประเภทวัสดุและมาตรฐานสากล

2.2 บูรณาการกลุ่มอาชีพ: บูรณาการการทำงานร่วมกับฝ่ายควบคุมคุณภาพ (Quality Control) และฝ่ายผลิตชิ้นส่วนแม่พิมพ์ในอุตสาหกรรมแม่พิมพ์และเครื่องมือกล

3. สมรรถนะประจำหน่วย

3.1 แสดงความรู้เกี่ยวกับหลักการจำแนกประเภทวัสดุชิ้นส่วนแม่พิมพ์โลหะและพลาสติกตามมาตรฐานสากล

3.2 ตรวจสอบและจำแนกประเภทวัสดุชิ้นส่วนแม่พิมพ์โลหะและพลาสติกตามคู่มือมาตรฐานสากล

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

ด้านพุทธิพิสัย

4.1.1 อธิบายความสำคัญและปัจจัยในการเลือกวัสดุชิ้นส่วนแม่พิมพ์โลหะและพลาสติกตามมาตรฐานสากลได้ถูกต้อง

4.1.2 สาธิตขั้นตอนการตรวจสอบและอ่านรหัสเกรดวัสดุชิ้นส่วนแม่พิมพ์ตามระบบมาตรฐานสากลได้ถูกต้อง

4.1.3 จำแนกประเภทวัสดุชิ้นส่วนแม่พิมพ์และโครงสร้างแม่พิมพ์จากสมบัติทางกายภาพและมาตรฐานสากลได้ถูกต้อง

4.1.4 จัดระบบข้อมูลและวางแผนขั้นตอนการจำแนกเกรดวัสดุสำหรับแม่พิมพ์โลหะและแม่พิมพ์พลาสติกได้ถูกต้อง

ด้านทักษะพิสัย

4.2.1 ตรวจสอบประเภทวัสดุชิ้นส่วนแม่พิมพ์โลหะและมาตรฐานสากลและพลาสติกได้ถูกต้อง

ด้านจิตพิสัย

4.3.1 ปฏิบัติตามข้อกำหนดความปลอดภัยและการดูแลรักษาเครื่องมือระหว่างการตรวจสอบและจำแนกวัสดุแม่พิมพ์ได้

5. สารการเรียนรู้

สารการเรียนรู้หลักมุ่งเน้นการจำแนกประเภทวัสดุชิ้นส่วนของแม่พิมพ์โลหะและแม่พิมพ์พลาสติกตามมาตรฐานสากล (ISO, ASTM, AISI, JIS, DIN) ประกอบด้วยหน้าที่ของชิ้นส่วนแม่พิมพ์แต่ละกลุ่ม เช่น ชิ้นส่วนขึ้นรูป (คอร์, คาวิตี) ชิ้นส่วนรับแรง และชิ้นส่วนนำศูนย์ การจำแนกเหล็กกล้าเครื่องมืองานเย็น (D2, O1) เหล็กกล้าเครื่องมือ

งานร้อน (H13) เหล็กแม่พิมพ์พลาสติกแบบซุบแข็งล่วงหน้า (P20, NAK80) และเหล็กทนการกัดกร่อน (420, 1.2316) พร้อมหลักเกณฑ์การเทียบเกรดข้ามมาตรฐานและการเลือกวัสดุให้เหมาะสมกับลักษณะการใช้งานจริงในอุตสาหกรรม

6. กิจกรรมการเรียนรู้ (สอนด้วยวิธีการ: Active Learning (เน้นให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติจริง และคิดวิเคราะห์))

1. กระตุ้นความสนใจและเชื่อมโยงความรู้เดิม

1. ครูนำชิ้นส่วนแม่พิมพ์จริง 2 ชิ้น (เช่น ชิ้นส่วนคอร์ AISI H13 ของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก และเพลตเหล็กคาร์บอน S50C) มาแสดงหน้าห้องเรียน และใช้คำถามกระตุ้นความคิด คำถาม: 'ชิ้นส่วนแม่พิมพ์สองชิ้นนี้ทำหน้าที่ต่างกันอย่างไร และหากเราสลับวัสดุในการผลิตจะส่งผลเสียต่อคุณภาพแม่พิมพ์อย่างไรบ้าง' แนวคำตอบตัวอย่าง: 'ชิ้นส่วนคอร์ทำหน้าที่ขึ้นรูปพลาสติกที่อุณหภูมิสูงจึงต้องทนความร้อนได้ดี ส่วนเพลตรองรับแรงกดทั่วไป หากสลับวัสดุจะทำให้แม่พิมพ์ชำรุดเสียหายเร็วขึ้นและชิ้นงานไม่ได้ขนาดตามที่ต้องการ' ยอมรับคำตอบที่มีการวิเคราะห์เรื่องหน้าที่และคุณสมบัติวัสดุ
2. ผู้เรียนสังเกตลักษณะภายนอกของตัวอย่างชิ้นส่วนแม่พิมพ์ และร่วมกันอภิปรายเชื่อมโยงความรู้เดิมเรื่องคุณสมบัติวัสดุ โดยครูช่วยบันทึกประเด็นสำคัญ เช่น ความแข็ง ความทนทาน และอุณหภูมิที่ใช้งาน บนกระดานเพื่อเชื่อมโยงเข้าสู่เกณฑ์การเลือกใช้วัสดุ

2. ลงมือปฏิบัติหรือสำรวจสถานการณ์

1. ครูมอบหมายไปกิจกรรมที่ 1 เรื่อง 'สถานการณ์จำลองการจำแนกเกรดวัสดุในคลังพัสดุชิ้นส่วนแม่พิมพ์' และแจกสมุดคู่มือมาตรฐานสากล (AISI, JIS, DIN) จากนั้นสาธิตขั้นตอนการตรวจสอบรหัสสลักและเทียบค่ามาตรฐานทางกายภาพตามคู่มือ
2. ผู้เรียนแบ่งกลุ่มลงมือสำรวจตัวอย่างชิ้นส่วนแม่พิมพ์จริงที่เตรียมไว้ในสถานปฏิบัติงาน โดยฝึกอ่านรหัสวัสดุเทียบรหัสมาตรฐานสากลข้ามมาตรฐาน (เช่น D2 เทียบเป็น SKD11 หรือ 1.2379) และจดบันทึกผลทางกายภาพเบื้องต้นลงในใบกิจกรรม
3. ครูสาธิตความปลอดภัยในการตรวจสอบลักษณะประกายไฟเบื้องต้น และควบคุมการทดสอบด้วยประกายไฟอย่างใกล้ชิด ผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสังเกตและวิเคราะห์ความสอดคล้องของประกายไฟกับกลุ่มเกรดวัสดุแม่พิมพ์

3. แลกเปลี่ยนความคิดเห็นและสะท้อนผลการเรียนรู้

1. ผู้เรียนแต่ละกลุ่มนำข้อมูลจากการตรวจสอบในสถานปฏิบัติงานมาวิเคราะห์และเปรียบเทียบความแตกต่างของคุณสมบัติเหล็กงานร้อน (H13) เหล็กงานเย็น (D2) และเหล็กแม่พิมพ์พลาสติก (P20, 420) พร้อมแลกเปลี่ยนความคิดเห็นภายในกลุ่ม
2. ครูจัดกิจกรรมให้แต่ละกลุ่มส่งตัวแทนออกมาจำแนกชิ้นส่วนแม่พิมพ์ตัวอย่างบนโต๊ะสาธิตให้ตรงกับกลุ่มการใช้งานและเกรดมาตรฐานสากล โดยครูใช้คำถามท้าทาย คำถาม: 'หากพบชิ้นส่วนแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกที่ต้องสัมผัสก๊าซกัดกร่อนของ PVC เราควรเลือกใช้เหล็กเกรดใดระหว่าง AISI P20 กับ AISI 420 เพราะเหตุใด' แนวคำตอบ

ตัวอย่าง: 'ควรเลือกใช้ AISI 420 เพราะเป็นเหล็กกล้าไร้สนิมที่มีคุณสมบัติทนการกัดกร่อนจากสารเคมีและก๊าซกรดได้ดีกว่า P20 ซึ่งช่วยยืดอายุการใช้งานของแม่พิมพ์และรักษาคุณภาพผิวชิ้นงาน' ยอมรับเหตุผลเชิงความทนทานต่อการกัดกร่อน

4. สรุปองค์ความรู้จากกิจกรรม

1. ครูอธิบายสรุปเพิ่มเติมโดยใช้แผนภาพโครงสร้างการเปรียบเทียบเกรดวัสดุข้ามมาตรฐานสากล พร้อมชี้ให้เห็นความแตกต่างของปริมาณธาตุผสมที่ส่งผลต่อสมบัติทางเคมีและการชุบแข็ง
2. ผู้เรียนร่วมกันอภิปรายสรุปความรู้และจัดระบบข้อมูลลงในแบบร่างแผนผังความคิด (Mind Map) เรื่อง 'แนวทางการเลือกและจำแนกวัสดุชิ้นส่วนแม่พิมพ์ตามมาตรฐานสากล' เพื่อเตรียมนำเสนอแผนงาน
3. ครูและผู้เรียนร่วมกันสรุปหลักเกณฑ์สำคัญในการเลือกวัสดุให้สอดคล้องกับปริมาณการผลิต ชนิดชิ้นงาน และลักษณะทางกายภาพ

5. ประยุกต์ใช้และประเมินผล

1. ครูมอบหมายงานเดี่ยวให้ผู้เรียนประยุกต์ใช้ความรู้โดยการเขียนแบบแผนการจำแนกประเภทชิ้นส่วนแม่พิมพ์ในชุดงานที่ได้รับมอบหมาย โดยต้องระบุเกรดวัสดุและขั้นตอนตรวจสอบตามมาตรฐานความปลอดภัย
2. ผู้เรียนตรวจสอบความสะอาดเรียบร้อยของเครื่องมือวัดและพื้นที่ปฏิบัติงาน พร้อมทั้งจัดเก็บสารสนเทศของเกรดวัสดุเข้าสู่ระบบจำลอง และส่งเอกสารสรุปผลการประเมินให้ครูตรวจประเมินตามเกณฑ์มาตรฐาน

7. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. ชิ้นส่วนแม่พิมพ์จริงหลากหลายเกรด (D2, H13, P20, S50C)
2. สมุดคู่มือมาตรฐานสากลเทียบเกรดวัสดุ (AISI, JIS, DIN, EN)
3. เครื่องมือวัดทางกายภาพพื้นฐานและตารางประกายไฟชี้บ่งเกรดเหล็ก
4. ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่องการจำแนกเกรดวัสดุชิ้นส่วนแม่พิมพ์

8. หลักฐานการเรียนรู้

8.1 หลักฐานความรู้

1. คະแนนใบกิจกรรมที่ 1 เรื่องการจับคู่ชิ้นส่วนแม่พิมพ์กับเกรดมาตรฐานสากล
2. แผนผังความคิดสรุปประเภทวัสดุและมาตรฐานสากล

8.2 หลักฐานการปฏิบัติงาน

1. ผลการปฏิบัติงานตรวจสอบและระบุเกรดวัสดุชิ้นส่วนแม่พิมพ์จริงในสถานปฏิบัติงาน
2. แบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่มและการปฏิบัติตามมาตรฐานความปลอดภัย

9. การวัดและประเมินผล

9.1 เกณฑ์การปฏิบัติงาน

1. แบบงานชิ้นส่วนแม่พิมพ์ สมุดคู่มือมาตรฐานสากล และเครื่องมือวัดพื้นฐานถูกจัดเตรียมครบถ้วนตามข้อกำหนด
2. ลักษณะภายนอก สี น้ำหนัก และประกายไฟเบื้องต้นได้รับการตรวจสอบเพื่อระบุกลุ่มเกรดของชิ้นส่วนแม่พิมพ์ได้อย่างถูกต้อง
3. องค์ประกอบทางเคมีและปริมาณธาตุผสมของวัสดุชิ้นส่วนแม่พิมพ์ได้รับการวิเคราะห์ด้วยเครื่องสเปกโตรมิเตอร์ตามระเบียบปฏิบัติ
4. ชิ้นส่วนแม่พิมพ์ได้รับการจัดหมวดหมู่และทำป้ายชี้บ่งระบุรหัสมาตรฐานสากลอย่างถูกต้องตามข้อกำหนด
5. เครื่องมือวัด และพื้นที่ใช้งานได้รับการทำความสะอาด พร้อมทั้งจัดเก็บไฟล์เอกสาร ประวัติ เข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์อย่างเป็นระเบียบ

9.2 วิธีการประเมิน

1. การตรวจประเมินผลงานจากใบกิจกรรมและการบันทึกผลทางปฏิบัติ

2. การสังเกตทักษะกระบวนการทำงานจริงตามขั้นตอนความปลอดภัย

9.3 เครื่องมือประเมิน

1. ใบแบบประเมินผลการเรียนรู้ประจำหน่วยและใบกิจกรรม

2. แบบประเมินทักษะการปฏิบัติงานและพฤติกรรมความปลอดภัย

10. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

10.1 ข้อสรุปหลังการจัดการเรียนรู้

10.2 ปัญหาที่พบ

10.3 แนวทางแก้ปัญหา

(ครูผู้สอน)

ครูผู้สอน

(.....)

หัวหน้าแผนกวิชา

แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน

รหัสวิชา: 20102-2019 ชื่อวิชา: อบชุบโลหะ (Heat Treatment)

งานหลัก: MT1 ช่างเทคนิคอบชุบโลหะ - ตรวจสอบและจำแนกวัสดุทำชิ้นส่วนแม่พิมพ์

งานย่อย: ST1.2 จำแนกประเภทวัสดุชิ้นส่วนแม่พิมพ์โลหะและพลาสติกตามมาตรฐานสากล

วันที่ประเมิน:/...../..... ชื่อผู้เรียน:

ลำดับ	รายการประเมิน	5 ดีเยี่ยม	4 ดีมาก	3 ดี	2 พอใช้	1 ปรับปรุง
MT1	ช่างเทคนิคอบชุบโลหะ - ตรวจสอบและจำแนกวัสดุทำชิ้นส่วนแม่พิมพ์					
ST1.2	☐ จำแนกประเภทวัสดุชิ้นส่วนแม่พิมพ์โลหะและพลาสติกตามมาตรฐานสากล(1 แผน)					
ST1.2.1	จัด เตรียม แบบงานขึ้น ส่วนแม่พิมพ์ สมุด คู่มือ มาตรฐาน สากล และ เครื่องมือวัด พื้น ฐาน สำหรับ ตรวจ สอบ ทาง กายภาพ	☐	☐	☐	☐	☐
ST1.2.2	ตรวจ สอบ ลักษณะ ภายนอก สี น้ำ หนัก และ ทำการ	☐	☐	☐	☐	☐

ลำดับ	รายการ ประเมิน	5 ดีเยี่ยม	4 ดีมาก	3 ดี	2 พอใช้	1 ปรับปรุง
	ทดสอบ ประกายไฟ เบื้องต้นเพื่อ ระบุ กลุ่ม เกรดของชิ้น ส่วนแม่พิมพ์					
ST1.2.3	วิเคราะห์ องค์ ประกอบ ทางเคมีของ วัสดุชิ้นส่วน แม่พิมพ์ด้วย เครื่อง สเปก โตรมิเตอร์ (Spectrom eter) เพื่อ ตรวจ สอบ ปริมาณ ธาตุ ผสม	☐	☐	☐	☐	☐
ST1.2.4	จัดหมวดหมู่ ชิ้น ส่วน แม่ พิมพ์ ตาม เกรด วัสดุ และ ทำป้าย ชี้ บ่ง ระบุ	☐	☐	☐	☐	☐

ลำดับ	รายการ ประเมิน	5 ดีเยี่ยม	4 ดีมาก	3 ดี	2 พอใช้	1 ปรับปรุง
	รหัส มาตรฐาน สากลให้ตรง ตามเกณฑ์					
ST1.2.5	ทำความเข้าใจ สะอาด เครื่องมือวัด พื้นที่ใช้งาน และ จัด เก็บ ไฟล์ เอกสาร ประวัติการ จำแนกเกรด วัสดุ เข้า สู่ ระบบ คอมพิวเตอร์	☐	☐	☐	☐	☐

เกณฑ์การให้คะแนน (5 ระดับ)

5 — ดีเยี่ยม

ปฏิบัติได้ถูกต้องครบถ้วน คล่องแคล่ว เป็นแบบอย่างที่ดีเยี่ยม

4 — ดีมาก

ปฏิบัติได้ถูกต้องครบถ้วน คล่องแคล่ว

3 — ดี

ปฏิบัติได้ถูกต้องส่วนใหญ่ มีข้อบกพร่องบ้างเล็กน้อย

2 — พอใช้

ปฏิบัติได้บางส่วน ต้องได้รับคำแนะนำ

1 — ปรับปรุง

ปฏิบัติได้น้อย ยังต้องปรับปรุง

ลงชื่อ ผู้ประเมิน

(ครูผู้สอน)

วันที่/...../.....

แบบประเมินจิตพิสัย (ด้านคุณธรรม จริยธรรม)

รหัสวิชา: 20102-2019 ชื่อวิชา: อบชุบโลหะ (Heat Treatment)

งานหลัก: MT1 ช่างเทคนิคอบชุบโลหะ - ตรวจสอบและจำแนกวัสดุทำชิ้นส่วนแม่พิมพ์

งานย่อย: ST1.2 จำแนกประเภทวัสดุชิ้นส่วนแม่พิมพ์โลหะและพลาสติกตามมาตรฐานสากล

วันที่ประเมิน:/...../..... ชื่อผู้เรียน:

ลำดับ	จุด ประสงค์ ด้านจิตพิสัย	ดีเยี่ยม (5)	ดีมาก (4)	ดี (3)	พอใช้ (2)	ปรับปรุง (1)
1	ปฏิบัติ ตาม ข้อ กำหนด ความ ปลอดภัย และ การ ดูแล รักษา เครื่อง มือ ระหว่าง การ ตรวจ สอบ และ จำแนก วัสดุแม่พิมพ์ ได้	☐	☐	☐	☐	☐

เกณฑ์ Rubric (5 ระดับ)

ดีเยี่ยม (5)

แสดงพฤติกรรมอย่างสม่ำเสมอ ริเริ่ม และเป็นแบบอย่างที่ดี

ดีมาก (4)

แสดงพฤติกรรมสม่ำเสมอ มีส่วนร่วมอย่างแข็งขัน

ดี (3)

แสดงพฤติกรรมได้ดีในส่วนใหญ่

พอใช้ (2)

แสดงพฤติกรรมได้บ้างแต่ต้องกระตุ้น

ปรับปรุง (1)

ยังไม่แสดงพฤติกรรมที่พึงประสงค์

ลงชื่อ ผู้ประเมิน

(ครูผู้สอน)

วันที่/...../.....

	แผนการจัดการเรียนรู้	หน่วยที่ 3
	รหัสวิชา 20102-2019 ชื่อวิชา อบชุบโลหะ (Heat Treatment)	สอนครั้งที่ 3
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ ประเมินสมบัติและข้อจำกัดของวัสดุเพื่อการขัดผิวชิ้นส่วนแม่พิมพ์	ทฤษฎี 2 ชม. ปฏิบัติ 6 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน ประเมินสมบัติและข้อจำกัดของวัสดุเพื่อการขัดผิวชิ้นส่วนแม่พิมพ์		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์ข้อจำกัดทางสมบัติวัสดุและจัดเตรียมแผนการประเมินคุณภาพผิว ตลอดจนตรวจสอบและจัดทำรายงานสรุปผลการประเมินสมบัติวัสดุเพื่อการขัดผิวชิ้นส่วนแม่พิมพ์ได้อย่างถูกต้องและปลอดภัยตามหลักการอบชุบโลหะ

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

2.1 มาตรฐานอาชีพ: มาตรฐานอาชีพ สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ (องค์การมหาชน) อาชีพช่างผลิตชิ้นส่วนแม่พิมพ์โลหะ ระดับ 2 อาชีพช่างออกแบบแม่พิมพ์ปั๊มโลหะ ระดับ 3 อาชีพช่างผลิตชิ้นส่วนแม่พิมพ์พลาสติก ระดับ 2 ประกอบด้วย หน่วยสมรรถนะดังนี้ อาชีพช่างผลิตชิ้นส่วนแม่พิมพ์โลหะ ระดับ 2 MLD-DMT-2-021ZB จำแนกวัสดุทำชิ้นส่วนแม่พิมพ์ปั๊มโลหะ อาชีพช่างออกแบบแม่พิมพ์ปั๊มโลหะ ระดับ 3 MLD-DMT-3-007ZB จำแนกวัสดุและการชุบแข็งของชิ้นส่วนแม่พิมพ์โลหะ อาชีพช่างผลิตชิ้นส่วนแม่พิมพ์พลาสติก ระดับ 2 MLD-MPT-2-018ZB จำแนกวัสดุทำชิ้นส่วนแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก สมรรถนะย่อย: ประเมินสมบัติและข้อจำกัดของวัสดุเพื่อการขัดผิวชิ้นส่วนแม่พิมพ์ตามข้อมูลการทดลอง สถานการณ์ปัญหา และหลักการทางฟิสิกส์ที่กำหนด

1) เกณฑ์การปฏิบัติงาน: 1. จัดเตรียมเอกสารแบบงาน ข้อกำหนดทางเทคนิค และสเปกซ์ตัววัสดุโลหะชิ้นส่วนแม่พิมพ์เพื่อรวบรวมข้อมูลดิบสำหรับการประเมินกระบวนการขัดผิวได้อย่างถูกต้องครบถ้วน 2. ตรวจสอบระดับความแข็งและวิเคราะห์โครงสร้างจุลภาคเพื่อวินิจฉัยความยากง่ายและข้อจำกัดในการขัดผิวชิ้นส่วนแม่พิมพ์ได้อย่างปลอดภัยถูกต้องตามมาตรฐานการใช้งานเครื่องมือ 3. ประเมินโอกาสและแนวโน้มการเกิดข้อบกพร่องจากการขัดผิว (ปัญหาสั่มโอหรือคาร์ไบด์หลุดล่อน) โดยอ้างอิงจากคุณสมบัติสารมลทินในเนื้อวัสดุได้อย่างมีหลักการและแม่นยำ 4. ตรวจสอบความถูกต้องและจัดทำรายงานสรุปผลการประเมินสมบัติและข้อจำกัดของวัสดุ พร้อมข้อเสนอแนะสำหรับฝ่ายผลิตเกี่ยวกับการขัดผิวได้ตามหลักวิชาการ 5. จัดเก็บเอกสารรายงานเข้าแฟ้มระบบข้อมูลดิจิทัล พร้อมทำความสะอาดเครื่องมือวัดและพื้นที่ปฏิบัติงานให้เรียบร้อยอย่างมีระเบียบและปลอดภัยตามหลักสุขอนามัย

2) วิธีประเมิน: 1. การตรวจสอบเอกสารรายงานผลประเมินสมบัติและข้อจำกัดวัสดุ 2. การสังเกตพฤติกรรมการทำงานทักษะกระบวนการใช้เครื่องมือและการดูแลความสะอาด

3) หลักฐานการปฏิบัติงาน (Performance Evidence): 1. รายงานผลการประเมินสมบัติและข้อจำกัดของวัสดุเพื่อการขัดผิวชิ้นส่วนแม่พิมพ์ และข้อเสนอแนะฝ่ายผลิต 2. แบบประเมินทักษะ การตรวจสอบ ความแข็งแรง และโครงสร้างจุลภาคตามคู่มือและการจัดเก็บทำความสะอาดอุปกรณ์

4) หลักฐานความรู้ (Knowledge Evidence): 1. ผลการทำแบบฝึกหัดและการตอบคำถามในกระบวนการวิเคราะห์สมบัติและข้อจำกัดวัสดุ 2. เอกสารผังขั้นตอนและแผนการประเมินวัสดุเพื่อการขัดผิวแม่พิมพ์

2.2 บุคลากรกลุ่มอาชีพ: บุคลากรร่วมทำงานตรวจสอบและจำแนกวัสดุทำชิ้นส่วนแม่พิมพ์ในกระบวนการผลิตเครื่องมือกลและงานชุบแข็งโลหะในระดับอุตสาหกรรม

3. สมรรถนะประจำหน่วย

3.1 แสดงความรู้เกี่ยวกับสมบัติ ข้อจำกัด และกระบวนการประเมินความสามารถในการขัดผิวของวัสดุทำชิ้นส่วนแม่พิมพ์

3.2 ตรวจสอบและประเมินข้อจำกัดของวัสดุเพื่อการขัดผิวชิ้นส่วนแม่พิมพ์ตามคู่มือปฏิบัติงานและมาตรฐานทางเทคนิค

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

ด้านพุทธิพิสัย

4.1.1 สรุปลงของผิวแม่พิมพ์และข้อจำกัดของวัสดุสำคัญที่มีต่อการขัดผิวชิ้นส่วนแม่พิมพ์ได้ถูกต้อง

4.1.2 สาธิตการเลือกวัสดุและเครื่องมือขัดผิวตามหลักการเลือกเม็ดขัดเพื่อขัดผิววัสดุได้ถูกต้อง

4.1.3 วิเคราะห์ข้อจำกัดจากกระบวนการผลิตและโครงสร้างคาร์ไบด์ที่มีผลต่อความสามารถในการขัดผิวชิ้นส่วนแม่พิมพ์ได้ถูกต้อง

4.1.4 วางแผนขั้นตอนการประเมินและกระบวนการขัดผิวชิ้นส่วนแม่พิมพ์เพื่อให้ได้ระดับคุณภาพผิวที่กำหนดได้ถูกต้อง

ด้านทักษะพิสัย

4.2.1 ตรวจสอบข้อจำกัดของวัสดุเพื่อการขัดผิวชิ้นส่วนแม่พิมพ์ และ สมบัติ ตามคู่มือปฏิบัติงานได้ถูกต้อง

ด้านจิตพิสัย

4.3.1 ปฏิบัติตามกฎหมายความปลอดภัยและการบำรุงรักษาเครื่องมือวัดความแข็งแรงและจัดระเบียบพื้นที่ปฏิบัติงานได้

อย่างเคร่งครัดได้

5. สารการเรียนรู้

สารการเรียนรู้หลัก:

1. ความสำคัญของการขัดผิวแม่พิมพ์และระดับคุณภาพผิวที่ต้องการ
2. หลักการประเมินความสามารถในการขัดผิวของวัสดุ (ความสะอาดของเนื้อเหล็ก, ความสม่ำเสมอของโครงสร้างจุลภาค, ความแข็ง, ขนาดและการกระจายของคาร์ไบด์)
3. คุณสมบัติของวัสดุที่มีผลต่อการขัดผิวแม่พิมพ์ (ความแข็ง, ความเหนียว, ความต้านทานการสึกหรอ, ความต้านทานการกัดกร่อน)
4. การจำแนกวัสดุแม่พิมพ์ตามความเหมาะสมต่อการขัดผิว (P20, NAK80, H13, D2, S136, ทองแดงผสม)
5. ข้อดีและข้อจำกัดของวัสดุสำคัญต่อการขัดผิวแม่พิมพ์
6. ข้อจำกัดจากกระบวนการผลิตชิ้นส่วนแม่พิมพ์ (รอยจาก CNC, รอยจาก EDM, การเจียระไน, การเชื่อมซ่อม, การอบชุบไม่ถูกต้อง, รูปทรงควาวิดี)
7. วัสดุและเครื่องมือขัดผิว (กระดาษทราย, หินขัดเซรามิก, ผงเพชร, หัวขัดสีกหลากหลาย, เครื่องขัดประเภทต่างๆ)
8. ลำดับขั้นตอนการประเมินและเลือกวัสดุเพื่อการขัดผิวแม่พิมพ์
9. การตรวจสอบและประเมินคุณภาพผิวแม่พิมพ์ (ด้วยสายตา, เครื่องวัดความหยาบผิว Ra/Rz)

6. กิจกรรมการเรียนรู้ (สอนด้วยวิธีการ: Active Learning (เน้นให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติจริง และคิดวิเคราะห์))

1. กระตุ้นความสนใจและเชื่อมโยงความรู้เดิม

1. ครูนำตัวอย่างชิ้นส่วนแม่พิมพ์ 2 ชิ้นที่ทำจากวัสดุต่างกัน (เหล็กชุบแข็งล่วงหน้าขัดเงาดี NAK80 และเหล็กทนสึกสูง D2) ที่ผ่านกระบวนการขัดด้วยเพสต์เพชรในเงื่อนไขเดียวกันมาวางหน้าชั้นเรียน จากนั้นเชิญชวนผู้เรียนร่วมสังเกตความแตกต่างภายใต้แสงไฟส่องสว่าง
2. ครูตั้งคำถามกระตุ้นความคิด คำถาม: 'เหตุใดชิ้นงานที่ขัดด้วยเครื่องมือเดียวกัน แต่ตัวอย่างหนึ่งได้ผิวเรียบกระจกสม่ำเสมอ ในขณะที่อีกตัวอย่างเกิดรอยหลุมและผิวส้ม?' แนวคำตอบตัวอย่าง: 'เพราะเหล็ก D2 มีปริมาณคาร์ไบด์ที่แข็งและมีขนาดใหญ่กว่า ทำให้ขัดเงาระดับกระจกได้ยากกว่าเหล็ก NAK80 ที่เนื้อเหล็กมีความสม่ำเสมอมากกว่า' (ยอมรับคำตอบอื่นๆ ที่วิเคราะห์คุณสมบัติเนื้อวัสดุตามความเข้าใจพื้นฐาน)

2. ลงมือปฏิบัติหรือสำรวจสถานการณ์

1. ครูแจกใบกิจกรรมและแบ่งกลุ่มผู้เรียนเป็นกลุ่มละ 4 คน จากนั้นให้ผู้เรียนร่วมกันรวบรวมและจัดเตรียมแบบงาน เอกสารข้อกำหนด และสเปกซ์ของเหล็กแม่พิมพ์แต่ละเกรดเพื่อวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับการประเมินการขัดผิวตาม SOP-1
2. ผู้เรียนในกลุ่มลงมือปฏิบัติการตรวจสอบระดับความแข็งของชิ้นตัวอย่างทดสอบเหล็กแม่พิมพ์หลังการอบชุบด้วยเครื่องทดสอบความแข็ง และใช้กล้องจุลทรรศน์ตรวจสอบโครงสร้างจุลภาค รวมถึงดำเนินการทดลองขัดผิวขั้นต้นด้วยกระดาษทรายและหินขัดเพื่อประเมินความสามารถและแนวโน้มการเกิดข้อบกพร่องตามขั้นตอน SOP-2 และ SOP-3

3. แลกเปลี่ยนความคิดเห็นและสะท้อนผลการเรียนรู้

1. ครูให้แต่ละกลุ่มบันทึกผลการตรวจสอบสภาพผิวจากการทดลองขัด และนำผลวิเคราะห์มาวิเคราะห์ข้อจำกัดร่วมกันในแบบประเมิน โดยตั้งคำถามนำ คำถาม: 'ถ้าเราพบข้อบกพร่องคาร์ไบด์หลุดล่อนหรือรอยไหม้จากการเจียรไนจากขั้นตอนก่อนหน้านี้ จะมีแนวทางแก้ไขและเลือกวิธีขัดผิวในขั้นต่อไปอย่างไร?' แนวคำตอบตัวอย่าง: 'ควรลดความเค้นตกค้างจากเครื่องมือด้วยการปรับกระบวนการ และปรับลดขนาดเม็ดขัดหยาบที่ระดับอย่างสม่ำเสมอ รวมถึงเลือกชนิดตัวทำละลายและหินขัดเซรามิกเพื่อรักษาขอบคมของงาน' (ยอมรับแนวทางแก้ไขอื่นที่มีเหตุผลทางเทคนิครองรับ)
2. ผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายเปรียบเทียบข้อดีและข้อจำกัดของวัสดุที่กลุ่มตนเองทดสอบกับกลุ่มอื่นๆ เพื่อให้เห็นภาพรวมของเกรดเหล็กแต่ละชนิดต่อกระบวนการขัดผิวอย่างชัดเจน

4. สรุปองค์ความรู้จากกิจกรรม

1. ครูใช้คำถามถาม-ตอบเพื่อนำสรุปขั้นตอนการทำงาน คำถาม: 'เมื่อต้องวางแผนประเมินและเลือกวัสดุเพื่อการขัดผิวแม่พิมพ์ตามโจทย์คุณภาพระดับอพติคัลหรือผิวกระจก มีลำดับขั้นตอนหลักอย่างไร?' แนวคำตอบตัวอย่าง: 'เริ่มจากการวิเคราะห์ข้อกำหนดคุณภาพผิวงาน คัดเลือกสเปควัสดุที่มีปริมาณสิ่งเจือปนต่ำ ตรวจสอบระดับความแข็งหลังชุบให้อยู่ในเกณฑ์เหมาะสมเพื่อเลี้ยงสัโม และวางขั้นตอนขัดละเอียดด้วยผงเพชรที่มีการลดขนาดเม็ดขัดอย่างถูกวิธี'
2. ผู้เรียนร่วมกันวาดผังขั้นตอนการเลือกและประเมินคุณสมบัติวัสดุ ตลอดจนกำหนดพารามิเตอร์ขัดผิวที่เหมาะสมส่งครูตรวจประเมิน เพื่อจัดระบบองค์ความรู้ที่ได้รับจากกิจกรรม

5. ประยุกต์ใช้และประเมินผล

1. ผู้เรียนจัดทำเอกสารรายงานสรุปผลการประเมินสมบัติและข้อจำกัดของวัสดุ พร้อมเขียนคำแนะนำและแนวทางการขัดเงาที่เหมาะสมตามหลัก SOP-4 ส่งรายงานต่อผู้เกี่ยวข้อง จากนั้นดำเนินการทำความสะอาดเครื่องมีวัดความแข็งและจัดเก็บพื้นที่ให้เป็นระเบียบตามหลัก 5ส และตามขั้นตอน SOP-5
2. ครูประเมินผลงานรายงานและตรวจสอบทักษะการทำความสะอาดจัดเก็บพื้นที่ปฏิบัติงานของผู้เรียน พร้อมทั้งให้ข้อเสนอแนะและสะท้อนข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมความปลอดภัยและความรอบคอบในการทำงานต่อไป

7. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. ตัวอย่างชิ้นงานวัสดุแม่พิมพ์ที่ผ่านการขัดเงา (NAK80, D2, S136)
2. เครื่องทดสอบความแข็งระบบ Rockwell หรือระบบพกพา
3. ชุดเอกสารสเปกชีตวัสดุเหล็กทำชิ้นส่วนแม่พิมพ์โลหะและพลาสติก
4. กล้องขยายส่องผิวจุลภาคและสเปกตรัมตรวจสอบลักษณะผิวแบบพกพา
5. คู่มือปฏิบัติงานประเมินคุณสมบัติวัสดุและการขัดผิว

8. หลักฐานการเรียนรู้

8.1 หลักฐานความรู้

1. ผลการทำแบบฝึกหัดและการตอบคำถามในกระบวนการวิเคราะห์สมบัติและข้อจำกัดวัสดุ
2. เอกสารผังขั้นตอนและแผนการประเมินวัสดุเพื่อการขัดผิวแม่พิมพ์

8.2 หลักฐานการปฏิบัติงาน

1. รายงานผลการประเมินสมบัติและข้อจำกัดของวัสดุเพื่อการขัดผิวชิ้นส่วนแม่พิมพ์และข้อเสนอแนะฝ่ายผลิต
2. แบบประเมินทักษะ การตรวจสอบความแข็งและโครงสร้างจุลภาคตามคู่มือและ การจัดเก็บทำความสะอาดอุปกรณ์

9. การวัดและประเมินผล

9.1 เกณฑ์การปฏิบัติงาน

1. จัดเตรียมเอกสารแบบงาน ข้อกำหนดทางเทคนิค และสเปกชีตวัสดุโลหะชิ้นส่วนแม่พิมพ์เพื่อรวบรวมข้อมูลดิบสำหรับการประเมินกระบวนการขัดผิวได้อย่างถูกต้องครบถ้วน
2. ตรวจสอบระดับความแข็งและวิเคราะห์โครงสร้างจุลภาคเพื่อวินิจฉัยความยากง่ายและข้อจำกัดในการขัดผิวชิ้นส่วนแม่พิมพ์ได้อย่างปลอดภัยถูกต้องตามมาตรฐานการใช้งานเครื่องมือ
3. ประเมินโอกาสและแนวโน้มการเกิดข้อบกพร่องจากการขัดผิว (ปัญหาสั่มโอหรือคาร์ไบด์หลุดล่อน) โดยอ้างอิงจากคุณสมบัติสารมลทินในเนื้อวัสดุได้อย่างมีหลักการและแม่นยำ
4. ตรวจสอบความถูกต้องและจัดทำรายงานสรุปผลการประเมินสมบัติและข้อจำกัดของวัสดุ พร้อมข้อเสนอแนะสำหรับฝ่ายผลิตเกี่ยวกับการขัดผิวได้ตามหลักวิชาการ
5. จัดเก็บเอกสารรายงานเข้าแฟ้มระบบข้อมูลดิจิทัล พร้อมทำความสะอาดเครื่องมือวัดและพื้นที่ปฏิบัติงานให้เรียบร้อยอย่างมีระเบียบและปลอดภัยตามหลักสุขอนามัย

9.2 วิธีการประเมิน

1. การตรวจสอบเอกสารรายงานผลประเมินสมบัติและข้อจำกัดวัสดุ
2. การสังเกตพฤติกรรมการทำงานทักษะกระบวนการใช้เครื่องมือและการดูแลความสะอาด

9.3 เครื่องมือประเมิน

1. แบบประเมินผลงานชิ้นงานรายงานสรุปการประเมินสมบัติวัสดุและเกณฑ์การให้คะแนนแบบ Rubrics
2. แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานและการทำงานร่วมกันด้วยแบบประเมินความปลอดภัยและ 5ส

10. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

10.1 ข้อสรุปหลังการจัดการเรียนรู้

10.2 ปัญหาที่พบ

10.3 แนวทางแก้ปัญหา

(ครูผู้สอน)

ครูผู้สอน

(.....)

หัวหน้าแผนกวิชา

แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน

รหัสวิชา: 20102-2019 ชื่อวิชา: อบชุบโลหะ (Heat Treatment)

งานหลัก: MT1 ช่างเทคนิคอบชุบโลหะ - ตรวจสอบและจำแนกวัสดุทำชิ้นส่วนแม่พิมพ์

งานย่อย: ST1.3 ประเมินสมบัติและข้อจำกัดของวัสดุเพื่อการขัดผิวชิ้นส่วนแม่พิมพ์

วันที่ประเมิน:/...../..... ชื่อผู้เรียน:

ลำดับ	รายการประเมิน	5 ดีเยี่ยม	4 ดีมาก	3 ดี	2 พอใช้	1 ปรับปรุง
MT1	ช่างเทคนิคอบชุบโลหะ - ตรวจสอบและจำแนกวัสดุทำชิ้นส่วนแม่พิมพ์					
ST1.3	☐ ประเมินสมบัติและข้อจำกัดของวัสดุเพื่อการขัดผิวชิ้นส่วนแม่พิมพ์(1 แผน)					
ST1.3.1	จัด เตรียม แบบ งาน เอกสาร ข้อ กำหนด ทาง เทคนิค ของ ชิ้น ส่วน แม่ พิมพ์ และ สเป คซีต ของ วัสดุ โลหะ เช่น เหล็ก งาน เย็น หรือ เหล็ก งาน ร้อน เพื่อ รวบรวม ข้อมูล ดิบ ที่ จำเป็น	☐	☐	☐	☐	☐

ลำดับ	รายการ ประเมิน	5 ดีเยี่ยม	4 ดีมาก	3 ดี	2 พอใช้	1 ปรับปรุง
	สำหรับ การ ประเมิน กระบวนการ รatchet					
ST1.3.2	ตรวจ สอบ ระดับ ความ แข็ง และ โครงสร้าง จุลภาค ของ ชิ้น ส่วน แม่ พิมพ์ หลัง ผ่านการอบ ชุบ โลหะ เพื่อ วิเคราะห์ ระดับ ความ ยากง่ายและ ขีด จำกัด ใน การ ชัด เเง ผิววัสดุ	☐	☐	☐	☐	☐
ST1.3.3	ประเมิน แนวโน้มการ เกิด ข้อ บกพร่อง จาก การ ชัด	☐	☐	☐	☐	☐

ลำดับ	รายการ ประเมิน	5 ดีเยี่ยม	4 ดีมาก	3 ดี	2 พอใช้	1 ปรับปรุง
	ผิว เช่น ปัญหาสั่มโอ หรือ การ หลุด ล่อน ของคาร์ไบด์ โดย อ้างอิง จาก ปริมาณ สาร มลทิน และ โครง สร้าง คาร์ไบด์ ใน เนื้อวัสดุ					
ST1.3.4	ตรวจ สอบ และ สรุปผล รายงาน การ ประเมิน สมบัติ และ ข้อ จำกัด ของ วัสดุ พร้อมจัดทำ ข้อ เสนอ แนะ เกี่ยว กับ ขั้นตอน การ ชัด เงา และ ชนิด วัสดุขัดผิวที่	☐	☐	☐	☐	☐

ลำดับ	รายการ ประเมิน	5 ดีเยี่ยม	4 ดีมาก	3 ดี	2 พอใช้	1 ปรับปรุง
	เหมาะสมส่ง ต่อ ให้ ฝ่าย ผลิต					
ST1.3.5	จัด เก็บ เอกสาร รายงาน ผล การประเมิน และ สเป คชีต เข้า แฟ้ม ระบบ ข้อมูลดิจิทัล พร้อม ทำความเข้าใจ สละขาด เครื่องมือวัด ความ แข็ง และ จัด ระเบียบ พื้นที่ ปฏิบัติ งาน ให้ เรียบร้อย	☐	☐	☐	☐	☐

เกณฑ์การให้คะแนน (5 ระดับ)

5 — ดีเยี่ยม

ปฏิบัติได้ถูกต้องครบถ้วน คล่องแคล่ว เป็นแบบอย่างที่ดีเยี่ยม

4 — ดีมาก

ปฏิบัติได้ถูกต้องครบถ้วน คล่องแคล่ว

3 — ดี

ปฏิบัติได้ถูกต้องส่วนใหญ่ มีข้อบกพร่องบ้างเล็กน้อย

2 — พอใช้

ปฏิบัติได้บางส่วน ต้องได้รับคำแนะนำ

1 — ปรับปรุง

ปฏิบัติได้น้อย ยังต้องปรับปรุง

ลงชื่อ ผู้ประเมิน

(ครูผู้สอน)

วันที่/...../.....

แบบประเมินจิตพิสัย (ด้านคุณธรรม จริยธรรม)

รหัสวิชา: 20102-2019 ชื่อวิชา: อบชุบโลหะ (Heat Treatment)

งานหลัก: MT1 ช่างเทคนิคอบชุบโลหะ - ตรวจสอบและจำแนกวัสดุทำชิ้นส่วนแม่พิมพ์

งานย่อย: ST1.3 ประเมินสมบัติและข้อจำกัดของวัสดุเพื่อการขัดผิวชิ้นส่วนแม่พิมพ์

วันที่ประเมิน:/...../..... ชื่อผู้เรียน:

ลำดับ	จุด ประสงค์ ด้านจิตพิสัย	ดีเยี่ยม (5)	ดีมาก (4)	ดี (3)	พอใช้ (2)	ปรับปรุง (1)
1	ปฏิบัติ ตาม กฎ ความ ปลอดภัย และ การ บำรุง รักษา เครื่องมือวัด ความ แข็ง และ จัด ระเบียบ พื้นที่ ปฏิบัติ งานได้อย่าง เคร่งครัดได้	☐	☐	☐	☐	☐

เกณฑ์ Rubric (5 ระดับ)

ดีเยี่ยม (5)

แสดงพฤติกรรมอย่างสม่ำเสมอ ริเริ่ม และเป็นแบบอย่างที่ดี

ดีมาก (4)

แสดงพฤติกรรมสม่ำเสมอ มีส่วนร่วมอย่างแข็งขัน

ดี (3)

แสดงพฤติกรรมได้ดีในส่วนใหญ่

พอใช้ (2)

แสดงพฤติกรรมได้บ้างแต่ต้องกระตุ้น

ปรับปรุง (1)

ยังไม่แสดงพฤติกรรมที่พึงประสงค์

ลงชื่อ ผู้ประเมิน

(ครูผู้สอน)

วันที่/...../.....

	แผนการจัดการเรียนรู้	หน่วยที่ 4
	รหัสวิชา 20102-2019 ชื่อวิชา อบชุบโลหะ (Heat Treatment)	สอนครั้งที่ 4
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ อบชุบแข็งชิ้นส่วนแม่พิมพ์ด้วยเตาอบชุบโลหะ	ทฤษฎี 2 ชม. ปฏิบัติ 6 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน การอบชุบแข็งชิ้นส่วนแม่พิมพ์ด้วยเตาอบชุบโลหะ		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

ผู้เรียนสามารถปฏิบัติงานอบชุบแข็งและอบคืนตัวชิ้นส่วนแม่พิมพ์ด้วยเตาอบชุบโลหะ ตรวจสอบวัดความแข็ง และตรวจสอบข้อบกพร่องตามขั้นตอนมาตรฐานอุตสาหกรรมและหลักความปลอดภัยได้อย่างถูกต้อง

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

2.1 มาตรฐานอาชีพ: มาตรฐานอาชีพ สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ (องค์การมหาชน) อาชีพช่างผลิตชิ้นส่วนแม่พิมพ์โลหะ ระดับ 2 อาชีพช่างออกแบบแม่พิมพ์ปั๊มโลหะ ระดับ 3 อาชีพช่างผลิตชิ้นส่วนแม่พิมพ์พลาสติก ระดับ 2 ประกอบด้วย หน่วยสมรรถนะดังนี้ อาชีพช่างผลิตชิ้นส่วนแม่พิมพ์โลหะ ระดับ 2 MLD-DMT-2-021ZB จำแนกวัสดุทำชิ้นส่วนแม่พิมพ์ปั๊มโลหะ อาชีพช่างออกแบบแม่พิมพ์ปั๊มโลหะ ระดับ 3 MLD-DMT-3-007ZB จำแนกวัสดุและการชุบแข็งของชิ้นส่วนแม่พิมพ์โลหะ อาชีพช่างผลิตชิ้นส่วนแม่พิมพ์พลาสติก ระดับ 2 MLD-MPT-2-018ZB จำแนกวัสดุทำชิ้นส่วนแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก สมรรถนะย่อย: ปรับปรุงสมบัติชิ้นส่วนแม่พิมพ์ด้วยกรรมวิธีชุบแข็งและชุบผิวแข็งตามข้อกำหนดการผลิตทางอุตสาหกรรม

1) เกณฑ์การปฏิบัติงาน: 1. จัดเตรียมชิ้นส่วนแม่พิมพ์เหล็กกล้า เครื่องมือวัด เตาอบชุบโลหะ และอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลสำหรับการอบชุบแข็งได้ถูกต้องครบถ้วนตามข้อกำหนดความปลอดภัย 2. กำหนดและตั้งค่าอุณหภูมิและเวลาของเตาอบชุบโลหะเพื่ออุ่นชิ้นส่วนแม่พิมพ์และให้ความร้อนสูงจนถึงอุณหภูมิออสเทนไนต์ได้สอดคล้องตามเกรดเหล็กแม่พิมพ์ที่กำหนด 3. เคลื่อนย้ายชิ้นส่วนแม่พิมพ์ออกจากเตาอบชุบโลหะได้สะดวกรวดเร็วสม่ำเสมอ และปลอดภัย เพื่อเปลี่ยนโครงสร้างเป็นมาร์เทนไซต์ตามเทคนิคมาตรฐาน 4. นำชิ้นส่วนแม่พิมพ์ที่ผ่านการชุบแข็งแล้วไปดำเนินการกระบวนการอบคืนตัวด้วยเตาอบเพื่อลดความเปราะและเพิ่มความเหนียวได้ถูกต้องตามพารามิเตอร์เวลาและอุณหภูมิ 5. ตรวจสอบวัดความแข็งทางผิวสัมผัสด้วยเครื่องทดสอบความแข็งพร้อมตรวจสอบรอยร้าวหลังชุบได้ละเอียดและบันทึกผลได้ถูกต้อง

2) วิธีประเมิน: 1. การตรวจประเมินทักษะการคำนวณและตั้งโปรแกรมอุณหภูมิเตาอบชุบโลหะ 2. การสังเกตและประเมินทักษะปฏิบัติงานชุบแข็ง การเคลื่อนย้ายชิ้นงานร้อนลงอ่างชุบ และกระบวนการอบคืนตัว 3. การประเมิน

ผลสัมฤทธิ์คุณภาพชิ้นงานจากการวัดความแข็งแรงและการส่งรายงานสรุป

3) หลักฐานการปฏิบัติงาน (Performance Evidence): 1. รายงานผลการวัดความแข็งแรงและภาพถ่ายแสดงผลการตรวจสอบรอยร้าวของชิ้นงานหลังการชุบแข็ง 2. แบบบันทึกพฤติกรรมการปฏิบัติงานชุบแข็งและการสวมใส่อุปกรณ์ PPE อย่างถูกต้องตามข้อกำหนดความปลอดภัย

4) หลักฐานความรู้ (Knowledge Evidence): 1. ผลการประเมินแบบฝึกหัดและการตอบคำถามระหว่างการอภิปรายเรื่องหลักการอบชุบโลหะ 2. แผนผังกระบวนการอบชุบแข็งและการอบคืนตัวชิ้นส่วนแม่พิมพ์เหล็กกล้าที่ส่งตามกำหนด

2.2 บูรณาการกลุ่มอาชีพ: บูรณาการร่วมกับงานผลิตชิ้นส่วนเครื่องกลและงานประกอบแม่พิมพ์ปั๊ม/แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก โดยมุ่งเน้นการยืดอายุการใช้งานและการป้องกันความเสียหายของชิ้นส่วนแม่พิมพ์ในอุตสาหกรรมการผลิตจริง

3. สมรรถนะประจำหน่วย

3.1 แสดงความรู้เกี่ยวกับความสำคัญ หลักการเปลี่ยนโครงสร้างเหล็ก ส่วนประกอบของเตาอบชุบโลหะ ขั้นตอนการอบชุบแข็งและอบคืนตัว ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพ ข้อบกพร่องและแนวทางป้องกัน ตลอดจนความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน

3.2 อบชุบแข็งและอบคืนตัวชิ้นส่วนแม่พิมพ์ด้วยเตาอบชุบโลหะตามข้อกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม และหลักความปลอดภัยในการทำงาน

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

ด้านพุทธิพิสัย

4.1.1 อธิบายความสำคัญของการอบชุบแข็งและการเปลี่ยนโครงสร้างจุลภาคของเหล็กกล้าทำชิ้นส่วนแม่พิมพ์ได้ถูกต้อง

4.1.2 สาธิตการคำนวณและตั้งค่าพารามิเตอร์อุณหภูมิและเวลาของเตาชุบโลหะตามข้อกำหนดเกรดเหล็กได้ถูกต้อง

4.1.3 วิเคราะห์ข้อบกพร่องหลังการอบชุบแข็งและแนวทางป้องกันความเสียหายของชิ้นส่วนแม่พิมพ์ได้ถูกต้อง

4.1.4 วางแผนกระบวนการอบชุบแข็งและการอบคืนตัวสำหรับชิ้นส่วนแม่พิมพ์เหล็กกล้าได้ถูกต้อง

ด้านทักษะพิสัย

4.2.1 ปรับปรุงโครงสร้างและสมบัติทางกลด้วยการอบชุบแข็งชิ้นส่วนแม่พิมพ์ และ เตาชุบโลหะตามขั้นตอน

มาตรฐานความปลอดภัยได้ถูกต้อง

ด้านจิตพิสัย

4.3.1 ปฏิบัติตามกฎหมายความปลอดภัยในการใช้เตาชุบโลหะและอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลอย่างเคร่งครัดได้

5. สารการเรียนรู้

การอบชุบแข็งแม่พิมพ์ด้วยเตาอบชุบโลหะ

1. ความสำคัญของการอบชุบแข็งแม่พิมพ์: เพิ่มความแข็ง ความทนต่อการสึกหรอ และความสามารถในการคงรูป
2. หลักการเปลี่ยนโครงสร้างของเหล็กระหว่างอบชุบ: การให้ความร้อนเกิดโครงสร้างออสเทนไนต์ (Austenite) การแช่อุณหภูมิ และการชุบเย็นเพื่อเปลี่ยนเป็นมาร์เทนไซต์ (Martensite) ที่มีความแข็งสูง พร้อมทำการอบคืนตัว (Tempering) เพื่อลดความเปราะและเพิ่มความเหนียว
3. ส่วนประกอบของเตาอบชุบโลหะ: ห้องเตา ฮีตเตอร์ เทอร์โมคัปเปิล เครื่องควบคุมอุณหภูมิ และระบบบรรยากาศป้องกัน
4. ขั้นตอนการปฏิบัติ: ตรวจสอบและเตรียมชิ้นงาน อุ่นล่วงหน้า (Preheating) เพิ่มอุณหภูมิออสเทนไนต์ แช่ อุณหภูมิ ชุบเย็น อบคืนตัว และตรวจสอบคุณภาพหลังชุบแข็ง (ความแข็งและรอยร้าว)
5. ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพ ข้อบกพร่อง แนวทางป้องกัน และหลักความปลอดภัยในการทำงาน

6. กิจกรรมการเรียนรู้ (สอนด้วยวิธีการ: Active Learning (เน้นให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติจริง และคิดวิเคราะห์))

1. กระตุ้นความสนใจและเชื่อมโยงความรู้เดิม

1. ครูนำเสนอตัวอย่างชิ้นส่วนแม่พิมพ์จริงสองชิ้น ชิ้นแรกเป็นชิ้นส่วนเหล็กเกรด SKD11 ที่บิ่นเสียหายจากการใช้งานปั๊มตัด อีกชิ้นเป็นชิ้นงานที่ยังอยู่ในสภาพสมบูรณ์ เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนสังเกตและวิเคราะห์สาเหตุของความแตกต่าง
2. ครูตั้งคำถามกระตุ้นการคิด คำถาม: "หากชิ้นส่วนแม่พิมพ์เหล็กกล้าผ่านกระบวนการผลิตเชิงกลโดยไม่นำไปชุบแข็งก่อนใช้งาน จะเกิดผลกระทบอย่างไรต่อประสิทธิภาพและอายุการใช้งานของแม่พิมพ์" แนวคำตอบตัวอย่าง: "หากไม่ผ่านการชุบแข็ง ชิ้นงานจะมีโครงสร้างที่เหนียวแต่ทนแรงเค้นต่ำ ทำให้ชิ้นส่วนสึกหรอเร็ว คมตัดหมดความคม และเกิดการบิดรูปเสียหายได้ง่ายในการปั๊มตัดงานจริง" (เปิดโอกาสให้ผู้เรียนร่วมตอบคำถามอย่างอิสระตามความรู้เดิม)

2. ลงมือปฏิบัติหรือสำรวจสถานการณ์

1. ครูสาธิตเทคนิคการใช้งานเตาชุบโลหะไฟฟ้าแบบห้องอบ การควบคุมโปรแกรมตั้งค่าอุณหภูมิและเวลาสำหรับช่วงอุ่นล่วงหน้า (Preheating) และขั้นตอนการปรับโครงสร้างออสเทนไนต์สำหรับเหล็กเกรด H13 และ D2 พร้อมสาธิตวิธีการสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล (PPE) ได้แก่ แวนตานิรภัย ชุดและถุงมือกันความร้อน
2. ผู้เรียนแบ่งกลุ่มลงมือจัดเตรียมชิ้นงานเหล็กทดสอบ เครื่องมือวัดความแข็ง เตาอบชุบโลหะ และคำนวณตั้งค่าพารามิเตอร์การอบชุบแข็งอุณหภูมิออสเทนไนต์และการแช่เวลาตามคู่มือผู้ผลิตเหล็กของแต่ละเกรด ก่อนนำชิ้นงานเข้าห้องเตาอบอย่างระมัดระวังตามมาตรฐานความปลอดภัย

3. แลกเปลี่ยนความคิดเห็นและสะท้อนผลการเรียนรู้

1. หลังจากการชุบเย็นและอบคืนตัวเสร็จสิ้น ผู้เรียนนำชิ้นส่วนทดสอบมาตรวจวัดระดับความแข็งด้วยเครื่องทดสอบ Rockwell C (HRC) และตรวจสอบรอยร้าวภายนอก จากนั้นครูใช้คำถามเพื่อให้วิเคราะห์ปัญหา คำถาม: "จากการตรวจสอบกลุ่มใดบ้างที่พบค่าความแข็งไม่ได้ตามมาตรฐาน และคิดว่าปัจจัยในขั้นตอนชุบเย็นหรือการแช่ความร้อนมีผลอย่างไร" แนวคำตอบตัวอย่าง: "พบกลุ่มที่แช่อุณหภูมิไม่พอหรือเคลื่อนย้ายชิ้นงานลงสู่สารชุบเย็นช้าเกินไป ทำให้โครงสร้างเหล็กเปลี่ยนเป็นมาร์เทนไซต์ไม่สมบูรณ์ ส่งผลให้ค่าความแข็งต่ำกว่าที่คู่มือผู้ผลิตเหล็กกำหนดไว้"
2. ผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันแลกเปลี่ยนบันทึกข้อมูลการตั้งค่าและสรุปปัญหาในรูปแบบใบงาน สะท้อนข้อควรระวังในการเลือกสารชุบเย็น (เช่น น้ำมัน อากาศ หรือก๊าซ) ที่เหมาะสมสำหรับเหล็กแม่พิมพ์แต่ละชนิด เพื่อป้องกันการแตกหักเสียหายของผิวงาน

4. สรุปองค์ความรู้จากกิจกรรม

1. ครูให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มสรุปแนวทางปฏิบัติขั้นตอนการทำความสะอาด ตรวจสอบเกรดเหล็ก การตั้งค่าเวลาแช่ และขั้นตอนการนำชิ้นงานเข้าอบคืนตัวโดยด่วนเพื่อลดแรงเค้นตกค้าง
2. ผู้เรียนเขียนแผนผังกระบวนการดำเนินงาน (Flowchart) การวางแผนปฏิบัติงานชุบแข็งและการอบคืนตัวของชิ้นส่วนแม่พิมพ์เหล็กกล้า แสดงพารามิเตอร์อุณหภูมิควบคุมแต่ละช่วง เพื่อใช้เป็นเอกสารคู่มือสำหรับการปฏิบัติงานจริงในห้องปฏิบัติการ

5. ประยุกต์ใช้และประเมินผล

1. ครูจำลองสถานการณ์ให้ผู้เรียนปฏิบัติงานจริง โดยได้รับโจทย์ให้ชุบแข็งคอร์แม่พิมพ์ (Core Insert) เกรด H13 ให้มีความแข็งอยู่ในช่วง 48-52 HRC ผู้เรียนต้องประยุกต์ใช้ความรู้ในการออกแบบขั้นตอน กำหนดอุณหภูมิเตา คุม สื่อชุบเย็น และตรวจวัดทดสอบผลผลิตส่งครู
2. ครูและผู้เรียนร่วมกันประเมินชิ้นงานและทักษะการปฏิบัติงานของผู้เรียนเป็นรายกลุ่มและรายบุคคลโดยอิงตามเกณฑ์การประเมิน พร้อมให้ข้อคิดเห็นเสนอแนะในการปรับปรุงทักษะเพื่อความแม่นยำทางวิศวกรรมและความปลอดภัยในการชุบแข็งครั้งถัดไป

7. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. เตาอบชุบโลหะไฟฟ้าแบบควบคุมอุณหภูมิอัตโนมัติ (Chamber Furnace)
2. เครื่องทดสอบความแข็งผิวสัมผัสแบบ Rockwell C (HRC)
3. ชิ้นส่วนแม่พิมพ์และแผ่นทดสอบเหล็กเกรด H13, D2, SKD11
4. อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล (PPE) ได้แก่ ถุงมือกันความร้อนสูง หน้ากากกันความร้อน และแว่นตานิรภัย
5. ใบความรู้ แผนภาพสมดุลเหล็กคาร์บอน และคู่มือข้อมูลผู้ผลิตเหล็กชิ้นส่วนแม่พิมพ์

8. หลักฐานการเรียนรู้

8.1 หลักฐานความรู้

1. ผลการประเมินแบบฝึกหัดและการตอบคำถามระหว่างการอภิปรายเรื่องหลักการอบชุบโลหะ
2. แผนผังกระบวนการอบชุบแข็งและการอบคืนตัวชิ้นส่วนแม่พิมพ์เหล็กกล้าที่ส่งตามกำหนด

8.2 หลักฐานการปฏิบัติงาน

1. รายงานผลการวัดความแข็งและภาพถ่ายแสดงผลการตรวจสอบรอยร้าวของชิ้นงานหลังการชุบแข็ง
2. แบบบันทึกพฤติกรรมการปฏิบัติงานชุบแข็งและการสวมใส่อุปกรณ์ PPE อย่างถูกต้องตามข้อกำหนดความปลอดภัย

9. การวัดและประเมินผล

9.1 เกณฑ์การปฏิบัติงาน

1. จัดเตรียมชิ้นส่วนแม่พิมพ์เหล็กกล้า เครื่องมือวัด เตาอบชุบโลหะ และอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล สำหรับการอบชุบแข็งได้ถูกต้องครบถ้วนตามข้อกำหนดความปลอดภัย
2. กำหนดและตั้งค่าอุณหภูมิและเวลาของเตาอบชุบโลหะเพื่ออุ่นชิ้นส่วนแม่พิมพ์และให้ความร้อนสูงจนถึงอุณหภูมิออสเทนไนต์ได้สอดคล้องตามเกรดเหล็กแม่พิมพ์ที่กำหนด
3. เคลื่อนย้ายชิ้นส่วนแม่พิมพ์ออกจากเตาอบสู่สารชุบเย็นได้สะดวกรวดเร็ว สม่่าเสมอ และปลอดภัย เพื่อเปลี่ยนโครงสร้างเป็นมาร์เทนไซต์ตามเทคนิคมาตรฐาน
4. นำชิ้นส่วนแม่พิมพ์ที่ผ่านการชุบแข็งแล้วไปดำเนินการกระบวนการอบคืนตัวด้วยเตาอบเพื่อลดความเปราะและเพิ่มความเหนียวได้ถูกต้องตามพารามิเตอร์เวลาและอุณหภูมิ
5. ตรวจวัดความแข็งทางผิวสัมผัสด้วยเครื่องทดสอบความแข็งพร้อมตรวจสอบรอยร้าวหลังชุบได้ละเอียดและ

บันทึกผลได้ถูกต้อง

9.2 วิธีการประเมิน

1. การตรวจประเมินทักษะการคำนวณและตั้งโปรแกรมอุณหภูมิเตาอบโลหะ
2. การสังเกตและประเมินทักษะปฏิบัติงานชุบแข็ง การเคลื่อนย้ายชิ้นงานร้อนลงอ่างชุบ และกระบวนการอบคืนตัว
3. การประเมินผลสัมฤทธิ์คุณภาพชิ้นงานจากการวัดความแข็งและการส่งรายงานสรุป

9.3 เครื่องมือประเมิน

1. แบบประเมินผลการปฏิบัติงานชุบแข็งและการวัดความแข็ง (Checklist และเกณฑ์รูบริกส์)
2. แบบสังเกตพฤติกรรมคุณลักษณะอันพึงประสงค์และความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน

10. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

10.1 ข้อสรุปหลังการจัดการเรียนรู้

10.2 ปัญหาที่พบ

10.3 แนวทางแก้ปัญหา

(ครูผู้สอน)

ครูผู้สอน

(.....)

หัวหน้าแผนกวิชา

แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน

รหัสวิชา: 20102-2019 ชื่อวิชา: อบชุบโลหะ (Heat Treatment)

งานหลัก: MT2 ช่างปรับปรุงสมบัติโลหะ - ปรับปรุงสมบัติชิ้นส่วนด้วยกรรมวิธีทางความร้อน

งานย่อย: ST2.1 อบชุบแข็งชิ้นส่วนแม่พิมพ์ด้วยเตาชุบโลหะ

วันที่ประเมิน:/...../..... ชื่อผู้เรียน:

ลำดับ	รายการประเมิน	5 ดีเยี่ยม	4 ดีมาก	3 ดี	2 พอใช้	1 ปรับปรุง
MT2	ช่างปรับปรุงสมบัติโลหะ - ปรับปรุงสมบัติชิ้นส่วนด้วยกรรมวิธีทางความร้อน					
ST2.1	☐ อบชุบแข็งชิ้นส่วนแม่พิมพ์ด้วยเตาชุบโลหะ(1 แผน)					
ST2.1.1	จัด เตรียม ชิ้น ส่วน แม่ พิมพ์ เหล็กกล้า เครื่องมือวัด เตา อบ ชุบ โลหะ และ อุปกรณ์ ป้องกัน อันตราย ส่วน บุคคล สำหรับ การ อบชุบแข็ง	☐	☐	☐	☐	☐
ST2.1.2	กำหนด อุณหภูมิ และ เวลา ของ เตา ชุบ	☐	☐	☐	☐	☐

ลำดับ	รายการ ประเมิน	5 ดีเยี่ยม	4 ดีมาก	3 ดี	2 พอใช้	1 ปรับปรุง
	โลหะ เพื่อ อุ่น ขึ้น ส่วน แม่พิมพ์และ ให้ ความ ร้อน สูง จนถึง อุณหภูมิ ของ ออสเทนไนต์ ตาม เกรด เหล็ก					
ST2.1.3	เคลื่อน ย้าย ขึ้น ส่วน แม่ พิมพ์ ออก จากเตาหลอม สาร ชุบ เย็น อย่าง รวดเร็ว และ สม่ำเสมอ เพื่อ เปลี่ยน โครงสร้าง เป็นมาร์เทน ไซด์	☐	☐	☐	☐	☐
ST2.1.4	นำ ขึ้น ส่วน แม่ พิมพ์ ที่ ผ่านการ ชุบ แข็ง แล้วไป	☐	☐	☐	☐	☐

ลำดับ	รายการ ประเมิน	5 ดีเยี่ยม	4 ดีมาก	3 ดี	2 พอใช้	1 ปรับปรุง
	ผ่าน กระบวนการ รอบ คืบตัว ด้วย เตา อบ เพื่อ ลด ความเปราะ และ เพิ่ม ความเหนียว					
ST2.1.5	ตรวจ วัด ความ แข็ง ทาง ผิว สัมผัส ของ ชิ้น ส่วน แม่ พิมพ์ ด้วย เครื่อง ทดสอบ ความ แข็ง พร้อม ตรวจ สอบ รอย ร้าวหลังการ ชุบแข็ง	☐	☐	☐	☐	☐

เกณฑ์การให้คะแนน (5 ระดับ)

5 — ดีเยี่ยม

ปฏิบัติได้ถูกต้องครบถ้วน คล่องแคล่ว เป็นแบบอย่างที่ดีเยี่ยม

4 — ดีมาก

ปฏิบัติได้ถูกต้องครบถ้วน คล่องแคล่ว

3 — ดี

ปฏิบัติได้ถูกต้องส่วนใหญ่ มีข้อบกพร่องบ้างเล็กน้อย

2 — พอใช้

ปฏิบัติได้บางส่วน ต้องได้รับคำแนะนำ

1 — ปรับปรุง

ปฏิบัติได้น้อย ยังต้องปรับปรุง

ลงชื่อ ผู้ประเมิน

(ครูผู้สอน)

วันที่/...../.....

แบบประเมินจิตพิสัย (ด้านคุณธรรม จริยธรรม)

รหัสวิชา: 20102-2019 ชื่อวิชา: อบชุบโลหะ (Heat Treatment)

งานหลัก: MT2 ช่างปรับปรุงสมบัติโลหะ - ปรับปรุงสมบัติชิ้นส่วนด้วยกรรมวิธีทางความร้อน

งานย่อย: ST2.1 อบชุบแข็งชิ้นส่วนแม่พิมพ์ด้วยเตาชุบโลหะ

วันที่ประเมิน:/...../..... ชื่อผู้เรียน:

ลำดับ	จุด ประสงค์ ด้านจิตพิสัย	ดีเยี่ยม (5)	ดีมาก (4)	ดี (3)	พอใช้ (2)	ปรับปรุง (1)
1	ปฏิบัติ ตาม กฎ ความ ปลอดภัยใน การ ใช้ เตา ชุบ โลหะ และอุปกรณ์ ป้องกัน อันตราย ส่วน บุคคล อย่าง เคร่งครัดได้	☐	☐	☐	☐	☐

เกณฑ์ Rubric (5 ระดับ)

ดีเยี่ยม (5)

แสดงพฤติกรรมอย่างสม่ำเสมอ ริเริ่ม และเป็นแบบอย่างที่ดี

ดีมาก (4)

แสดงพฤติกรรมสม่ำเสมอ มีส่วนร่วมอย่างแข็งขัน

ดี (3)

แสดงพฤติกรรมได้ดีในส่วนใหญ่

พอใช้ (2)

แสดงพฤติกรรมได้บ้างแต่ต้องกระตุ้น

ปรับปรุง (1)

ยังไม่แสดงพฤติกรรมที่พึงประสงค์

ลงชื่อ ผู้ประเมิน

(ครูผู้สอน)

วันที่/...../.....

	แผนการจัดการเรียนรู้	หน่วยที่ 5
	รหัสวิชา 20102-2019 ชื่อวิชา อบชุบโลหะ (Heat Treatment)	สอนครั้งที่ 5
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ อบคั้นตัวชิ้นส่วนเหล็กชุบแข็งเพื่อลดความเปราะ	ทฤษฎี 2 ชม. ปฏิบัติ 6 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน การอบคั้นตัวชิ้นส่วนเหล็กชุบแข็งเพื่อลดความเปราะ		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

ผู้เรียนสามารถอธิบายหลักการ คำนวณค่าพารามิเตอร์ วางแผนขั้นตอน ตรวจสอบผล และปฏิบัติการอบคั้นตัวชิ้นส่วนเหล็กชุบแข็งได้อย่างถูกต้องและปลอดภัยตามหลักการโลหะวิทยา

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

2.1 มาตรฐานอาชีพ: มาตรฐานอาชีพ สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ (องค์การมหาชน) อาชีพช่างผลิตชิ้นส่วนแม่พิมพ์โลหะ ระดับ 2 อาชีพช่างออกแบบแม่พิมพ์ปั๊มโลหะ ระดับ 3 อาชีพช่างผลิตชิ้นส่วนแม่พิมพ์พลาสติก ระดับ 2 ประกอบด้วย หน่วยสมรรถนะดังนี้ อาชีพช่างผลิตชิ้นส่วนแม่พิมพ์โลหะ ระดับ 2 MLD-DMT-2-021ZB จำแนกวัสดุทำชิ้นส่วนแม่พิมพ์ปั๊มโลหะ อาชีพช่างออกแบบแม่พิมพ์ปั๊มโลหะ ระดับ 3 MLD-DMT-3-007ZB จำแนกวัสดุและการชุบแข็งของชิ้นส่วนแม่พิมพ์โลหะ อาชีพช่างผลิตชิ้นส่วนแม่พิมพ์พลาสติก ระดับ 2 MLD-MPT-2-018ZB จำแนกวัสดุทำชิ้นส่วนแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก สมรรถนะย่อย: อบคั้นตัวชิ้นส่วนแม่พิมพ์ที่ผ่านการชุบแข็งตามข้อกำหนดในคู่มือการปรับปรุงสมบัติวัสดุ

1) เกณฑ์การปฏิบัติงาน: 1. จัดเตรียมชิ้นส่วนเหล็ก เตาอบคั้นตัว เครื่องมือวัดอุณหภูมิ และอุปกรณ์ PPE ได้ครบถ้วนถูกต้องตามคู่มือความปลอดภัย 2. ควบคุมการตั้งค่าอุณหภูมิและเวลาของเตาอบคั้นตัว และนำชิ้นงานเข้าเตาอบได้อย่างถูกต้องเหมาะสมกับเกรดเหล็กที่กำหนด 3. นำชิ้นงานออกจากเตาอบตามกำหนดเวลา และควบคุมการทำให้เย็นในตัวกลางได้อย่างเหมาะสมและปลอดภัย 4. วัดความแข็งและตรวจสอบลักษณะความสมบูรณ์ภายนอกของชิ้นงานหลังอบคั้นตัวด้วยเครื่องทดสอบความแข็งได้ตรงตามข้อกำหนด 5. ทำความสะอาดเตาอบคั้นตัว เครื่องมือวัด และพื้นที่ปฏิบัติงาน พร้อมจัดเก็บอุปกรณ์ความปลอดภัยเข้าที่ได้อย่างเรียบร้อยตามเกณฑ์ 5ส

2) วิธีประเมิน: 1. ตรวจสอบความถูกต้องจากแบบทดสอบหลังเรียนและการคำนวณในใบรายงาน 2. สังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงาน รายบุคคลและรายกลุ่มด้วยใบประเมินทักษะ 3. ตรวจสอบคุณภาพความแข็งและผิวชิ้นงานหลังการอบคั้นตัวของผู้เรียน

3) หลักฐานการปฏิบัติงาน (Performance Evidence): 1. ผลการวัดค่าความแข็งของชิ้นงานหลังกระบวนการอบ

คืบตัวที่บันทึกในใบงาน 2. แบบประเมินพฤติกรรมการทำงานและการใช้อุปกรณ์ความปลอดภัย (PPE)

4) หลักฐานความรู้ (Knowledge Evidence): 1. แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความรู้การอบคืบตัวชิ้นงานเหล็ก 2. ใบสรุปผลและรายงานความสัมพันธ์ของอุณหภูมิกับค่าความแข็งที่ได้จากการทดลอง

2.2 บูรณาการกลุ่มอาชีพ: บูรณาการกับกลุ่มงานผลิตชิ้นส่วนแม่พิมพ์โลหะและแม่พิมพ์พลาสติกในอุตสาหกรรม การผลิตชิ้นส่วนยานยนต์

3. สมรรถนะประจำหน่วย

3.1 แสดงความรู้เกี่ยวกับหลักการทำงานของเครื่องอบคืบตัว การเลือกอุณหภูมิ เวลา โครงสร้างมาร์เทนไซต์อบคืบตัว และข้อควรระวังเรื่องความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน

3.2 อบคืบตัวชิ้นส่วนเหล็กชุบแข็งเพื่อลดความเปราะตามแบบงานและคู่มือความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

ด้านพุทธิพิสัย

4.1.1 อธิบายวัตถุประสงค์และการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างจุลภาคของการอบคืบตัวเหล็กชุบแข็งได้ถูกต้อง

4.1.2 คำนวณอุณหภูมิและเวลาแช่ที่เหมาะสมในการอบคืบตัวเหล็กชุบแข็งตามเกรดของเหล็กได้ถูกต้อง

4.1.3 ตรวจสอบความสอดคล้องของค่าความแข็งและลักษณะผิวหลังกระบวนการอบคืบตัวตามข้อกำหนดได้ถูกต้อง

4.1.4 วางแผนกระบวนการอบคืบตัวและลำดับขั้นตอนการปรับปรุงสมบัติชิ้นส่วนเหล็กชุบแข็งเพื่อป้องกันข้อบกพร่องได้ถูกต้อง

ด้านทักษะพิสัย

4.2.1 ปรับปรุงอบคืบตัวชิ้นส่วนเหล็กชุบแข็งเพื่อลดความเปราะตามขั้นตอนที่กำหนดในคู่มือได้ถูกต้อง

ด้านจิตพิสัย

4.3.1 ปฏิบัติตามกฎความปลอดภัยและสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลในระหว่างการทำงานอบคืบตัวชิ้นงานเหล็กชุบแข็งได้

5. สารการเรียนรู้

สารการเรียนรู้หลักของการอบคืบตัวชิ้นส่วนเหล็กชุบแข็งเพื่อลดความเปราะ ประกอบด้วย ความหมายและวัตถุประสงค์ของการอบคืบตัว (Tempering) เพื่อปรับปรุงสมบัติทางกลของเหล็กหลังจากการชุบแข็ง โดยลดความเปราะและความเค้นภายในจากการเปลี่ยนโครงสร้างมาร์เทนไซต์ (Martensite) เป็นมาร์เทนไซต์อบคืบตัว (

Tempered Martensite) อุปกรณ์สำคัญที่เกี่ยวข้อง เช่น เตาอบคืบตัวไฟฟ้า เทอร์โมคัปเปิล และเครื่องวัดความแข็งแบบ Rockwell C (HRC) ขั้นตอนการดำเนินงานที่ต้องเริ่มจากการจัดเตรียมชิ้นงานและอุปกรณ์ PPE การควบคุมการตั้งค่าอุณหภูมิและเวลาแช่ตามกราฟ Tempering Curve ของเกรดเหล็กต่างๆ (เช่น D2, H13, 420) การระบายความร้อนในตัวอย่างที่เหมาะสม ตลอดจนการตรวจสอบคุณภาพและตรวจสอบหาข้อบกพร่องที่อาจเกิดขึ้นเพื่อป้องกันและบำรุงรักษาอุปกรณ์ตามมาตรฐานความปลอดภัย

6. กิจกรรมการเรียนรู้ (สอนด้วยวิธีการ: Active Learning (เน้นให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติจริง และคิดวิเคราะห์))

1. กระตุ้นความสนใจและเชื่อมโยงความรู้เดิม

1. ครูนำชิ้นส่วนแม่พิมพ์โลหะที่เกิดรอยร้าวและบิ่นเสียหายจากการใช้งานจริงมาแสดงให้ผู้เรียนสังเกต พร้อมทั้งตั้งคำถามเพื่อโยงเข้าสู่บทเรียนเรื่องความเปราะของวัสดุหลังชุบแข็ง
2. ครูใช้คำถาม: 'หากนำชิ้นงานที่ผ่านการชุบแข็งมาใช้งานทันทีโดยไม่ผ่านการอบคืนตัว จะส่งผลกระทบอย่างไรต่อชิ้นงานนั้นเพราะเหตุใด' แนวคำตอบตัวอย่าง: 'ชิ้นงานจะเปราะหักง่ายเนื่องจากโครงสร้างมาร์เทนไซต์หลังชุบแข็งมีความเค้นภายในสูงมากและขาดความเหนียว การอบคืนตัวจึงจำเป็นเพื่อลดความเปราะนี้' ผู้เรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปผลกระทบลงในสมุดบันทึก

2. ลงมือปฏิบัติหรือสำรวจสถานการณ์

1. ครูแจกใบงานปฏิบัติการและกราฟ Tempering Curve ของเหล็กเกรด D2 และ H13 พร้อมสาธิตวิธีตั้งค่าเครื่องเตาอบคืนตัวและวิธีปฏิบัติตามมาตรฐานความปลอดภัยในการใช้อุปกรณ์ PPE
2. ผู้เรียนปฏิบัติการคำนวณและระบุค่าอุณหภูมิและเวลาแช่เตาอบที่เหมาะสมกับชิ้นงานเหล็กชุบแข็งตามกราฟข้อมูล จากนั้นนำชิ้นงานที่จัดเตรียมไว้ใส่ลงในเตาอบคืนตัวไฟฟ้าและตั้งโปรแกรมอุณหภูมิตามที่คำนวณ
3. ผู้เรียนควบคุมกระบวนการอบคืนตัว เมื่อครบเวลากำหนดให้นำชิ้นงานออกจากเตาและปล่อยให้เย็นตัวในอากาศนิ่งตามคู่มืออย่างปลอดภัย จากนั้นทดสอบวัดค่าความแข็ง HRC ของชิ้นงานด้วยเครื่องวัดความแข็งและบันทึกค่าลงในใบงาน

3. แลกเปลี่ยนความคิดเห็นและสะท้อนผลการเรียนรู้

1. ครูให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มเปรียบเทียบผลการทดสอบค่าความแข็งและการตรวจสอบผิวภายนอกของชิ้นงานหลังอบคืนตัวของกลุ่มตนเองกับกลุ่มอื่นๆ และร่วมกันวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าที่ได้
2. ครูใช้คำถาม: 'หากค่าความแข็งหลังการอบคืนตัวต่ำกว่ามาตรฐานที่แบบงานกำหนด มีปัจจัยใดบ้างในกระบวนการอบคืนตัวที่ทำให้เกิดปัญหานี้ และจะมีวิธีป้องกันอย่างไร' แนวคำตอบตัวอย่าง: 'อาจตั้งอุณหภูมิในการอบคืนตัวสูงเกินไปหรือเวลาแช่นานเกินไป ป้องกันได้โดยตรวจสอบความถูกต้องของอุณหภูมิเตาอบเทียบกับ Tempering Curve และควบคุมเวลาให้แม่นยำ' ผู้เรียนแต่ละกลุ่มวิเคราะห์และบันทึกแนวทางแก้ไขปัญหา

4. สรุปองค์ความรู้จากกิจกรรม

1. ครูชวนผู้เรียนร่วมกันทบทวนกระบวนการทำงานและสรุปความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ โครงสร้างจุลภาค และสมบัติความแข็งแรงความเหนียวของเหล็กเครื่องมือ
2. ผู้เรียนร่วมกันวางแผนการจัดระบบขั้นตอนการทำปฏิบัติงานอบคืนตัวที่ปลอดภัยและถูกต้องเพื่อลดข้อบกพร่อง

ทางความร้อน เขียนเป็นแผนภาพ Mind Map เพื่อแสดงความเข้าใจในการป้องกันความแข็งที่ต่ำหรือสูงเกินไปและการเกิดรอยร้าว

5. ประยุกต์ใช้และประเมินผล

1. ครูมอบหมายแบบทดสอบหลังเรียนและประเมินคุณภาพของใบงานปฏิบัติการของผู้เรียนแต่ละกลุ่ม พร้อมทั้งสังเกตการทำความสะอาดพื้นที่ทำงานเตาอบคั้นตัวและเครื่องทดสอบความแข็งตามเกณฑ์ 5ส
2. ผู้เรียนส่งใบงานบันทึกผลการปฏิบัติการวัดค่าความแข็งและทำแบบทดสอบความรู้เพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์ตามเกณฑ์การเรียนรู้

7. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. เตาอบคืบตัวไฟฟ้าและเทอร์โมคัปเปิล
2. เครื่องทดสอบความแข็งแบบ Rockwell C (HRC)
3. ชิ้นส่วนเหล็กที่ผ่านกระบวนการชุบแข็ง (เกรด D2 และ H13)
4. ใบงานและใบประเมินผลปฏิบัติการอบคืบตัวชิ้นงานเหล็กชุบแข็ง
5. กราฟข้อมูลอัตรา Tempering Curve จากคู่มือผู้ผลิตเหล็ก
6. อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล (PPE) ได้แก่ ถุงมือกันความร้อน แวนตานิรภัย และกระบังหน้า

8. หลักฐานการเรียนรู้

8.1 หลักฐานความรู้

1. แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความรู้การอบคืบตัวชิ้นงานเหล็ก
2. ใบสรุปผลและรายงานความสัมพันธ์ของอุณหภูมิกับค่าความแข็งที่ได้จากการทดลอง

8.2 หลักฐานการปฏิบัติงาน

1. ผลการวัดค่าความแข็งของชิ้นงานหลังกระบวนการอบคืบตัวที่บันทึกในใบงาน
2. แบบประเมินพฤติกรรมการปฏิบัติงานและการใช้อุปกรณ์ความปลอดภัย (PPE)

9. การวัดและประเมินผล

9.1 เกณฑ์การปฏิบัติงาน

1. จัดเตรียมชิ้นส่วนเหล็ก เตาอบคืบตัว เครื่องมือวัดอุณหภูมิ และอุปกรณ์ PPE ได้ครบถ้วนถูกต้องตามคู่มือความปลอดภัย
2. ควบคุมการตั้งค่าอุณหภูมิและเวลาของเตาอบคืบตัว และนำชิ้นงานเข้าเตาอบได้อย่างถูกต้องเหมาะสมกับเกรดเหล็กที่กำหนด
3. นำชิ้นงานออกจากเตาอบตามกำหนดเวลา และควบคุมการทำให้เย็นในตัวกลางได้อย่างเหมาะสมและปลอดภัย
4. วัดความแข็งและตรวจสอบลักษณะความสมบูรณ์ภายนอกของชิ้นงานหลังอบคืบตัวด้วยเครื่องทดสอบความแข็งได้ตรงตามข้อกำหนด
5. ทำความสะอาดเตาอบคืบตัว เครื่องมือวัด และพื้นที่ปฏิบัติงาน พร้อมจัดเก็บอุปกรณ์ความปลอดภัยเข้าที่ได้เรียบร้อยตามเกณฑ์ 5ส

9.2 วิธีการประเมิน

1. ตรวจสอบความถูกต้องจากแบบทดสอบหลังเรียนและการคำนวณในใบรายงาน
2. สังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงาน รายบุคคลและรายกลุ่มด้วยใบประเมินทักษะ
3. ตรวจสอบคุณภาพความแข็งและฝีมือชิ้นงานหลังการอบคั่วของผู้เรียน

9.3 เครื่องมือประเมิน

1. แบบทดสอบวัดความรู้แบบปรนัยและอัตนัย
2. แบบประเมินทักษะการปฏิบัติงาน (Checklist) และมาตรฐานการทำงาน
3. ใบบันทึกและประเมินคุณภาพชิ้นงานที่ผ่านกระบวนการอบคั่ว

10. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

10.1 ข้อสรุปหลังการจัดการเรียนรู้

10.2 ปัญหาที่พบ

10.3 แนวทางแก้ปัญหา

(ครูผู้สอน)

ครูผู้สอน

(.....)

หัวหน้าแผนกวิชา

แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน

รหัสวิชา: 20102-2019 ชื่อวิชา: อบชุบโลหะ (Heat Treatment)

งานหลัก: MT2 ช่างปรับปรุงสมบัติโลหะ - ปรับปรุงสมบัติชิ้นส่วนด้วยกรรมวิธีทางความร้อน

งานย่อย: ST2.2 อบคืนตัวชิ้นส่วนเหล็กชุบแข็งเพื่อลดความเปราะ

วันที่ประเมิน:/...../..... ชื่อผู้เรียน:

ลำดับ	รายการประเมิน	5 ดีเยี่ยม	4 ดีมาก	3 ดี	2 พอใช้	1 ปรับปรุง
MT2	ช่างปรับปรุงสมบัติโลหะ - ปรับปรุงสมบัติชิ้นส่วนด้วยกรรมวิธีทางความร้อน					
ST2.2	☐ อบคืนตัวชิ้นส่วนเหล็กชุบแข็งเพื่อลดความเปราะ(1 แผน)					
ST2.2.1	จัด เตรียม ชิ้น ส่วน เหล็ก ที่ผ่าน การชุบแข็ง เตา อบ คืนตัว เครื่องมือวัด อุณหภูมิ และอุปกรณ์ ป้องกัน อันตราย ส่วนบุคคล (PPE) ให้ พร้อมใช้งาน	☐	☐	☐	☐	☐
ST2.2.2	ควบคุม การ ตั้ง อุณหภูมิ และ เวลา	☐	☐	☐	☐	☐

ลำดับ	รายการ ประเมิน	5 ดีเยี่ยม	4 ดีมาก	3 ดี	2 พอใช้	1 ปรับปรุง
	ของ เตา อบ คั้นตัว ให้ เป็นไป ตาม เกรด ของ เหล็ก จาก นั้น นำ ขึ้น ส่วน เหล็ก เข้า เตา อบ เพื่อ เริ่ม กระบวนการ ให้ ความ ร้อน					
ST2.2.3	นำ ขึ้น ส่วน เหล็ก ออก จาก เตา อบ เมื่อ ครบ กำหนดเวลา แล้ว ปล่อย ให้เย็นตัวใน ตัวกลาง ที่ กำหนด อย่างเหมาะสม เพื่อ ลด ความเปราะ และ เพิ่ม ความเหนียว	☐	☐	☐	☐	☐

ลำดับ	รายการ ประเมิน	5 ดีเยี่ยม	4 ดีมาก	3 ดี	2 พอใช้	1 ปรับปรุง
ST2.2.4	ตรวจ สอบ ค่าความแข็ง และ ความ สมบูรณ์ ภายนอก ของชิ้นส่วน เหล็ก หลัง กระบวนการ ร อบ คืบตัว ด้วย เครื่อง ทดสอบ ความ แข็ง เพื่อให้ ตรง ตาม ข้อ กำหนด	☐	☐	☐	☐	☐
ST2.2.5	ทำความเข้าใจ สละอาด เตา อบ คืบตัว และ พื้นที่ ปฏิบัติงาน พร้อม จัด เก็บ เครื่อง มือ วัด อุณหภูมิ และอุปกรณ์ ความ	☐	☐	☐	☐	☐

ลำดับ	รายการ ประเมิน	5 ดีเยี่ยม	4 ดีมาก	3 ดี	2 พอใช้	1 ปรับปรุง
	ปลอดภัย เข้า ที่ ให้ เรียบร้อย					

เกณฑ์การให้คะแนน (5 ระดับ)

5 — ดีเยี่ยม

ปฏิบัติได้ถูกต้องครบถ้วน คล่องแคล่ว เป็นแบบอย่างที่ดีเยี่ยม

4 — ดีมาก

ปฏิบัติได้ถูกต้องครบถ้วน คล่องแคล่ว

3 — ดี

ปฏิบัติได้ถูกต้องส่วนใหญ่ มีข้อบกพร่องบ้างเล็กน้อย

2 — พอใช้

ปฏิบัติได้บางส่วน ต้องได้รับคำแนะนำ

1 — ปรับปรุง

ปฏิบัติได้น้อย ยังต้องปรับปรุง

ลงชื่อ ผู้ประเมิน

(ครูผู้สอน)

วันที่/...../.....

แบบประเมินจิตพิสัย (ด้านคุณธรรม จริยธรรม)

รหัสวิชา: 20102-2019 ชื่อวิชา: อบชุบโลหะ (Heat Treatment)

งานหลัก: MT2 ช่างปรับปรุงสมบัติโลหะ - ปรับปรุงสมบัติชิ้นส่วนด้วยกรรมวิธีทางความร้อน

งานย่อย: ST2.2 อบคืนตัวชิ้นส่วนเหล็กชุบแข็งเพื่อลดความเปราะ

วันที่ประเมิน:/...../..... ชื่อผู้เรียน:

ลำดับ	จุด ประสงค์ ด้านจิตพิสัย	ดีเยี่ยม (5)	ดีมาก (4)	ดี (3)	พอใช้ (2)	ปรับปรุง (1)
1	ปฏิบัติ ตาม กฎ ความ ปลอดภัย และ สวม ใส่ อุปกรณ์ ป้องกัน อันตราย ส่วน บุคคล ใน ระหว่าง การ ปฏิบัติ งาน อบ คืนตัว ชิ้น งาน เหล็ก ชุบแข็งได้	☐	☐	☐	☐	☐

เกณฑ์ Rubric (5 ระดับ)

ดีเยี่ยม (5)

แสดงพฤติกรรมอย่างสม่ำเสมอ ริเริ่ม และเป็นแบบอย่างที่ดี

ดีมาก (4)

แสดงพฤติกรรมสม่ำเสมอ มีส่วนร่วมอย่างแข็งขัน

ดี (3)

แสดงพฤติกรรมได้ดีในส่วนใหญ่

พอใช้ (2)

แสดงพฤติกรรมได้บ้างแต่ต้องกระตุ้น

ปรับปรุง (1)

ยังไม่แสดงพฤติกรรมที่พึงประสงค์

ลงชื่อ ผู้ประเมิน

(ครูผู้สอน)

วันที่/...../.....

	แผนการจัดการเรียนรู้	หน่วยที่ 6
	รหัสวิชา 20102-2019 ชื่อวิชา อบชุบโลหะ (Heat Treatment)	สอนครั้งที่ 6
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ อบอ่อนและอบปกติเพื่อปรับปรุงโครงสร้างจุลภาค	ทฤษฎี 2 ชม. ปฏิบัติ 6 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน กระบวนการอบอ่อนและอบปกติสำหรับชิ้นส่วนแม่พิมพ์โลหะ		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

ผู้เรียนสามารถอธิบายหลักการ วางแผน และปฏิบัติงานอบอ่อนรวมถึงอบปกติเพื่อปรับปรุงโครงสร้างจุลภาคของเหล็กกล้าตามคู่มือปฏิบัติงานและหลักความปลอดภัยทางวิศวกรรม

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

2.1 มาตรฐานอาชีพ: มาตรฐานอาชีพ สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ (องค์การมหาชน) อาชีพช่างผลิตชิ้นส่วนแม่พิมพ์โลหะ ระดับ 2 อาชีพช่างออกแบบแม่พิมพ์ปั๊มโลหะ ระดับ 3 อาชีพช่างผลิตชิ้นส่วนแม่พิมพ์พลาสติก ระดับ 2 ประกอบด้วย หน่วยสมรรถนะดังนี้ อาชีพช่างผลิตชิ้นส่วนแม่พิมพ์โลหะ ระดับ 2 MLD-DMT-2-021ZB จำแนกวัสดุทำชิ้นส่วนแม่พิมพ์ปั๊มโลหะ อาชีพช่างออกแบบแม่พิมพ์ปั๊มโลหะ ระดับ 3 MLD-DMT-3-007ZB จำแนกวัสดุและการชุบแข็งของชิ้นส่วนแม่พิมพ์โลหะ อาชีพช่างผลิตชิ้นส่วนแม่พิมพ์พลาสติก ระดับ 2 MLD-MPT-2-018ZB จำแนกวัสดุทำชิ้นส่วนแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก สมรรถนะย่อย: ปรับปรุงโครงสร้างจุลภาคของชิ้นส่วนโลหะ ด้วยกรรมวิธีอบอ่อนและอบปกติก่อนการขึ้นรูปเครื่องมือกล

1) เกณฑ์การปฏิบัติงาน: 1. จัดเตรียมชิ้นงานเหล็กกล้า เตาอบชุบ อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล และเครื่องมือวัดอุณหภูมิได้ถูกต้องและพร้อมสำหรับการปฏิบัติงานตามมาตรฐานความปลอดภัย 2. ตั้งค่าอุณหภูมิและเวลาในการทำความร้อนชิ้นงานเหล็กกล้าในเตาอบตามแผนภาพเฟสเหล็ก-คาร์บอนสำหรับการอบอ่อนหรืออบปกติได้ถูกต้องตามที่กำหนดในแผนงาน 3. ดำเนินการทำให้ชิ้นงานเย็นตัวลงตามเงื่อนไขการอบอ่อน (ในเตาอบ) และการอบปกติ (ในอากาศนิ่ง) ได้ถูกต้องตามกระบวนการ 4. ตรวจสอบความแข็งและเตรียมผิวชิ้นงานเพื่อตรวจสอบโครงสร้างจุลภาคภายใต้กล้องจุลทรรศน์ได้ถูกต้องตามคู่มือปฏิบัติงาน 5. ปิดเตาอบชุบโลหะ จัดเก็บอุปกรณ์และชิ้นงานทดสอบ พร้อมทำความสะอาดพื้นที่ปฏิบัติงานได้ถูกต้องเป็นระเบียบเรียบร้อยตามหลักความปลอดภัยและ 5ส

2) วิธีประเมิน: 1. การตรวจแบบทดสอบวัดความรู้เรื่องทฤษฎีการอบอ่อนและอบปกติ 2. การตรวจผลการวิเคราะห์ภาพโครงสร้างจุลภาคและรายงานผลการทดลองในใบงาน 3. การสังเกตและประเมินพฤติกรรม

ปฏิบัติงานตามขั้นตอนมาตรฐานความปลอดภัย

3) หลักฐานการปฏิบัติงาน (Performance Evidence): 1. ชิ้นงานเหล็กกล้าที่ผ่านการอบอ่อนและอบปกติเสร็จสมบูรณ์ 2. รายงานสรุปผลการวัดค่าความแข็งและภาพถ่ายโครงสร้างจุลภาคจากกล้องจุลทรรศน์ 3. แบบประเมินทักษะการตั้งค่าพารามิเตอร์เตาอบและการทำงานอย่างปลอดภัย

4) หลักฐานความรู้ (Knowledge Evidence): 1. คะแนนแบบทดสอบเรื่องกระบวนการอบอ่อนและการอบปกติเพื่อปรับปรุงโครงสร้างจุลภาค 2. ใบสรุปผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความสัมพันธ์ของอุณหภูมิและโครงสร้างจุลภาค

2.2 บุคลากรกลุ่มอาชีพ: บุคลากรกับทักษะการเลือกวัสดุและการชุบแข็งในกระบวนการผลิตและซ่อมบำรุงแม่พิมพ์โลหะและพลาสติกในอุตสาหกรรมแม่พิมพ์

3. สมรรถนะประจำหน่วย

3.1 แสดงความรู้เกี่ยวกับหลักการ ขั้นตอน ปัจจัยควบคุม และข้อระวังในงานอบอ่อนและอบปกติเพื่อปรับปรุงโครงสร้างจุลภาคของเหล็กกล้า

3.2 อบอ่อนและอบปกติเพื่อปรับปรุงโครงสร้างจุลภาคของชิ้นส่วนเหล็กกล้าตามคู่มือการปฏิบัติงานและความปลอดภัยด้านงานอบชุบโลหะ

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

ด้านพุทธิพิสัย

4.1.1 อธิบายความแตกต่างของหลักการอบอ่อนและการอบปกติเพื่อปรับปรุงโครงสร้างจุลภาคได้ถูกต้อง

4.1.2 สาธิตความสัมพันธ์ของอุณหภูมิอบกับโครงสร้างจุลภาคของเหล็กตามแผนภาพเฟสเหล็ก-คาร์บอนได้ถูกต้อง

4.1.3 ตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างจุลภาคและความแข็งของชิ้นงานหลังการอบชุบได้ถูกต้อง

4.1.4 วางแผนกระบวนการอบอ่อนและการอบปกติเพื่อปรับปรุงโครงสร้างจุลภาคของเหล็กเครื่องมือเกรตต่างๆ ได้ถูกต้อง

ด้านทักษะพิสัย

4.2.1 ปรับปรุงอบปกติเพื่อปรับปรุงโครงสร้างจุลภาค และ อบอ่อนชิ้นส่วนเหล็กกล้าตามคู่มือปฏิบัติงานได้ถูกต้อง

ด้านจิตพิสัย

4.3.1 สังเกตความปลอดภัยในการเคลื่อนย้ายชิ้นงานร้อนและใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลระหว่างการอบชุบโลหะได้

5. สารการเรียนรู้

สารการเรียนรู้หลักครอบคลุมเรื่อง:

1. ความหมายและความสำคัญของการอบอ่อน (Annealing) เพื่อให้เนื้อโลหะอ่อนลง ลดความเค้น เพิ่มความเหนียว และการอบปกติ (Normalizing) เพื่อปรับโครงสร้างให้ละเอียดและสม่ำเสมอ
2. พื้นฐานโครงสร้างจุลภาคของเหล็ก เช่น เฟอร์ไรต์ เพิร์ไลต์ ซีเมนไทต์ ออสเทนไนต์ และขนาดของเกรนที่มีผลต่อสมบัติเชิงกล
3. ขั้นตอนและวิธีการให้ความร้อน การแช่อุณหภูมิ และอัตราการเย็นตัวของทั้งสองกระบวนการ
4. การเปรียบเทียบความแตกต่างด้านกระบวนการ โครงสร้าง และระดับความแข็งที่ได้
5. ปัจจัยควบคุมและแนวทางป้องกันข้อบกพร่อง เช่น เกรนหยาบ ความแข็งไม่สม่ำเสมอ ผิวดำ หรือผิวสูญเสียคาร์บอน
6. วิธีการตรวจสอบผลหลังการอบ เช่น ทดสอบความแข็ง ตรวจสอบโครงสร้างด้วยกล้องจุลทรรศน์ และความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน

6. กิจกรรมการเรียนรู้ (สอนด้วยวิธีการ: Active Learning (เน้นให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติจริง และคิดวิเคราะห์))

1. กระตุ้นความสนใจและเชื่อมโยงความรู้เดิม

1. ครูแสดงตัวอย่างชิ้นงานเหล็กสองชิ้นที่มีสภาพผิวและความแข็งต่างกันอย่างชัดเจน (ชิ้นหนึ่งผ่านการอบอ่อน อีกชิ้นผ่านการอบปกติ) ให้ผู้เรียนได้สัมผัส สังเกตความเรียบและทดลองขีดขีด
2. ครูตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นกระบวนการคิดและเชื่อมโยงความรู้: "หากต้องการนำเหล็กกล้าคาร์บอนสูงที่แข็งมากมาเจาะรูหรือกลึงขึ้นรูปชิ้นส่วนแม่พิมพ์อย่างง่าย เราควรทำอย่างไรกับโครงสร้างเหล็ก และกระบวนการใดช่วยได้เพราะเหตุใด" แนวคำตอบตัวอย่าง: "ควรทำการอบอ่อนเพื่อลดความแข็งและเพิ่มความเหนียว ทำให้ชิ้นงานอ่อนตัวลงจนสามารถกัดหรือเจาะได้ง่ายขึ้น" โดยยอมรับคำตอบที่เป็นไปได้อื่นและอภิปรายร่วมกัน
3. ผู้เรียนร่วมกันบันทึกผลการสังเกตชิ้นงานตัวอย่าง และช่วยกันอภิปรายความรู้สึกความเค้นในเนื้อเหล็กที่มีผลต่อการนำไปกลึงหรือไสงาน

2. ลงมือปฏิบัติหรือสำรวจสถานการณ์

1. ครูสาธิตการใช้แผนภาพเฟสเหล็ก-คาร์บอนในการกำหนดระดับอุณหภูมิอบและเวลาที่ใช้ในการแช่ร้อนที่เหมาะสมกับเหล็กกล้าแต่ละประเภทตามคู่มือการปฏิบัติงาน
2. ครูมอบหมายภารกิจจำลองการทำงานกลุ่ม โดยผู้เรียนร่วมกันวางแผนการอบชุบและคำนวณช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมของเหล็กกล้าตามโจทย์ในใบงานกลุ่มเพื่อเตรียมแก้ปัญหาโครงสร้างเหล็กหยาบ
3. ผู้เรียนสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล (PPE) ครบถ้วน และลงมือเตรียมชิ้นงานเหล็กกล้า ตั้งค่าอุณหภูมิเตาอบ ดำเนินการแช่ร้อน และควบคุมเงื่อนไขการเย็นตัว (ปล่อยเย็นช้าในเตาสำหรับการอบอ่อน หรือนำมาเย็นในอากาศหนึ่งสำหรับการอบปกติ) ตามแผนที่กำหนด

3. แลกเปลี่ยนความคิดเห็นและสะท้อนผลการเรียนรู้

1. ผู้เรียนแต่ละกลุ่มนำชิ้นงานที่เย็นตัวแล้วมาทำการทดสอบระดับความแข็งด้วยเครื่องวัด และขีดเตรียมผิวเพื่อส่งโครงสร้างจุลภาคภายใต้กล้องจุลทรรศน์โลหะวิทยา พร้อมบันทึกภาพผลที่ได้ลงในแบบบันทึกงาน
2. ผู้เรียนแลกเปลี่ยนและเปรียบเทียบผลการทดสอบความแข็งและขนาดเกรนระหว่างชิ้นงานที่อบอ่อนและอบปกติกับกลุ่มอื่นๆ เพื่อสังเกตความแตกต่าง
3. ครูตั้งคำถามนำการอภิปรายกลุ่ม: "เพราะเหตุใดการทำให้เย็นในอากาศหนึ่ง (อบปกติ) จึงได้โครงสร้างเกรนที่ละเอียดและมีความแข็งสูงกว่าการทำให้เย็นในเตาอบ (อบอ่อน)" แนวคำตอบตัวอย่าง: "เนื่องจากการเย็นตัวในอากาศหนึ่งมีอัตราการเย็นตัวที่เร็วกว่าในเตาอบ ทำให้โครงสร้างออสเทนไนต์เปลี่ยนไปเป็นเฟอไรต์ที่ละเอียดกว่า ส่งผลให้เหล็กมีความแข็งแรงและสม่ำเสมอมากกว่าเกรนหยาบที่เย็นตัวช้าในเตา"

4. สรุปองค์ความรู้จากกิจกรรม

1. ผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันจัดเรียงข้อมูลสรุปเปรียบเทียบโครงสร้าง สมบัติ และกระบวนการอบอุ่นกับอบปกติลงในกระดาษสรุปผล
2. ผู้เรียนเขียนแผนภาพแสดงระดับอุณหภูมิของแต่ละกระบวนการบนแผนภาพสมดุลเหล็ก-คาร์บอนและวิเคราะห์สาเหตุของข้อบกพร่องที่อาจเกิดขึ้นจากการควบคุมความร้อนผิดพลาดเพื่อนำเสนอร่วมกัน
3. ครูช่วยปรับแก้แนวความคิดที่ยังคลาดเคลื่อน และสรุปประเด็นหลักทางความปลอดภัยในการเคลื่อนย้ายวัตถุร้อนและการป้องกันการเกิดสะเก็ดออกไซด์บนผิวงาน

5. ประยุกต์ใช้และประเมินผล

1. ครูทำหน้าที่ให้คำแนะนำเพิ่มเติมและประเมินพฤติกรรมการทำงานของผู้เรียนเป็นรายกลุ่มและรายบุคคลด้วยแบบประเมินทักษะ
2. ผู้เรียนปฏิบัติงานทำความสะอาดเครื่องมือและพื้นที่ปฏิบัติตามมาตรฐานงาน 5ส จัดเก็บอุปกรณ์ป้องกันความปลอดภัยเข้าที่ให้เรียบร้อย
3. ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนเพื่อวัดระดับความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับกลไกการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างและสมบัติโลหะหลังการอบชุบ

7. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. เตาอบชุบโลหะและชุดควบคุมอุณหภูมิ
2. เครื่องทดสอบความแข็งและกล้องจุลทรรศน์สำหรับงานโลหะวิทยาพร้อมชุดขัดเตรียมผิวชิ้นงาน
3. ชิ้นงานเหล็กกล้าคาร์บอนตัวอย่างสำหรับการทดลอง
4. แผนภาพสมดุลเฟสเหล็ก-คาร์บอน
5. คู่มือปฏิบัติการความปลอดภัยและขั้นตอนมาตรฐานการอบชุบโลหะ (SOP)
6. ใบงานและแบบบันทึกผลการทดลอง

8. หลักฐานการเรียนรู้

8.1 หลักฐานความรู้

1. คະแนนแบบทดสอบเรื่องกระบวนการอบอ่อนและการอบปกติเพื่อปรับปรุงโครงสร้างจุลภาค
2. ใบสรุปผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความสัมพันธ์ของอุณหภูมิและโครงสร้างจุลภาค

8.2 หลักฐานการปฏิบัติงาน

1. ชิ้นงานเหล็กกล้าที่ผ่านการอบอ่อนและอบปกติเสร็จสมบูรณ์
2. รายงานสรุปผลการวัดค่าความแข็งและภาพถ่ายโครงสร้างจุลภาคจากกล้องจุลทรรศน์
3. แบบประเมินทักษะการตั้งค่าพารามิเตอร์เตาอบและการทำงานอย่างปลอดภัย

9. การวัดและประเมินผล

9.1 เกณฑ์การปฏิบัติงาน

1. จัดเตรียมชิ้นงานเหล็กกล้า เตาอบชุบ อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล และเครื่องมือวัดอุณหภูมิได้ถูกต้อง และพร้อมสำหรับการปฏิบัติงานตามมาตรฐานความปลอดภัย
2. ตั้งค่าอุณหภูมิและเวลาในการทำความร้อนชิ้นงานเหล็กกล้าในเตาอบตามแผนภาพเฟสเหล็ก-คาร์บอนสำหรับการอบอ่อนหรืออบปกติได้ถูกต้องตามที่กำหนดในแผนงาน
3. ดำเนินการทำให้ชิ้นงานเย็นตัวลงตามเงื่อนไขการอบอ่อน (ในเตาอบ) และการอบปกติ (ในอากาศนิ่ง) ได้ถูกต้องตามกระบวนการ
4. ตรวจสอบความแข็งและเตรียมผิวชิ้นงานเพื่อตรวจสอบโครงสร้างจุลภาคภายใต้กล้องจุลทรรศน์ได้ถูกต้องตามคู่มือปฏิบัติงาน

5. ปิดเตาอบชุบโลหะ จัดเก็บอุปกรณ์และชิ้นงานทดสอบ พร้อมทำความสะอาดพื้นที่ปฏิบัติงานได้ถูกต้องเป็นระเบียบเรียบร้อยตามหลักความปลอดภัยและ 5ส

9.2 วิธีการประเมิน

1. การตรวจแบบทดสอบวัดความรู้เรื่องทฤษฎีการอบอ่อนและอบปกติ
2. การตรวจผลการวิเคราะห์ภาพโครงสร้างจุลภาคและรายงานผลการทดลองในใบงาน
3. การสังเกตและประเมินพฤติกรรมการทำงานตามขั้นตอนมาตรฐานความปลอดภัย

9.3 เครื่องมือประเมิน

1. แบบทดสอบวัดความรู้
2. แบบประเมินทักษะการทำงานอบอ่อนและอบปกติ (Rubric Score)
3. แบบประเมินรายงานการบันทึกผลและวิเคราะห์โครงสร้างจุลภาค
4. แบบสังเกตพฤติกรรมการใช้อุปกรณ์ป้องกันความปลอดภัยและมาตรฐาน 5ส

10. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

10.1 ข้อสรุปหลังการจัดการเรียนรู้

10.2 ปัญหาที่พบ

10.3 แนวทางแก้ปัญหา

(ครูผู้สอน)

ครูผู้สอน

(.....)

หัวหน้าแผนกวิชา

แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน

รหัสวิชา: 20102-2019 ชื่อวิชา: อบชุบโลหะ (Heat Treatment)

งานหลัก: MT2 ช่างปรับปรุงสมบัติโลหะ - ปรับปรุงสมบัติชิ้นส่วนด้วยกรรมวิธีทางความร้อน

งานย่อย: ST2.3 อบอ่อนและอบปกติเพื่อปรับปรุงโครงสร้างจุลภาค

วันที่ประเมิน:/...../..... ชื่อผู้เรียน:

ลำดับ	รายการประเมิน	5 ดีเยี่ยม	4 ดีมาก	3 ดี	2 พอใช้	1 ปรับปรุง
MT2	ช่างปรับปรุงสมบัติโลหะ - ปรับปรุงสมบัติชิ้นส่วนด้วยกรรมวิธีทางความร้อน					
ST2.3	☐ อบอ่อนและอบปกติเพื่อปรับปรุงโครงสร้างจุลภาค(1 แผน)					
ST2.3.1	จัด เตรียม ชิ้น งาน เหล็กกล้า เตา อบ ชุบ อุปกรณ์ ป้องกัน อันตราย ส่วนบุคคล และ เครื่อง มือ วัด อุณหภูมิ ให้ พร้อม สำหรับ การ ปฏิบัติงาน	☐	☐	☐	☐	☐
ST2.3.2	ตั้ง ค่า อุณหภูมิ และ เวลาใน	☐	☐	☐	☐	☐

ลำดับ	รายการ ประเมิน	5 ดีเยี่ยม	4 ดีมาก	3 ดี	2 พอใช้	1 ปรับปรุง
	การทำความ ร้อนขึ้นงาน เหล็กกล้าใน เตา อบ ตาม แผนภาพ เฟส เหล็ก - คาร์บอน สำหรับ การ อบอ่อนหรือ อบปกติ					
ST2.3.3	ดำเนิน การ ทำให้ ขึ้น งาน เย็น ตัว ลง ตาม เงื่อนไข โดย ปล่อย ให้ เย็น ตัว ใน เตา อบ สำหรับ การ อบ อ่อน หรือ เย็น ตัว ในอากาศนี้ สำหรับ การ อบปกติ	☐	☐	☐	☐	☐
ST2.3.4	ตรวจ สอบ	☐	☐	☐	☐	☐

ลำดับ	รายการ ประเมิน	5 ดีเยี่ยม	4 ดีมาก	3 ดี	2 พอใช้	1 ปรับปรุง
	ความ แข็ง ของ ชิ้น งาน หลัง การ อบ ชุบ ด้วย เครื่อง ทดสอบ ความ แข็ง และ เติรียม ผิว ชิ้น งาน เพื่อ ตรวจ สอบ โครงสร้าง จุลภาค ภาย ใต้ กล้องจุลทรรศน์					
ST2.3.5	ปิด เตา อบ ชุบโลหะ จัด เก็บ อุปกรณ์ และ ชิ้น งาน ทดสอบ เข้า ที่ พร้อม ทั้ง ทำความ สะอาด เตา อบและพื้นที่ ปฏิบัติ งาน	☐	☐	☐	☐	☐

ลำดับ	รายการ ประเมิน	5 ดีเยี่ยม	4 ดีมาก	3 ดี	2 พอใช้	1 ปรับปรุง
	ให้เรียบร้อย และ ปลอดภัย					

เกณฑ์การให้คะแนน (5 ระดับ)

5 — ดีเยี่ยม

ปฏิบัติได้ถูกต้องครบถ้วน คล่องแคล่ว เป็นแบบอย่างที่ดีเยี่ยม

4 — ดีมาก

ปฏิบัติได้ถูกต้องครบถ้วน คล่องแคล่ว

3 — ดี

ปฏิบัติได้ถูกต้องส่วนใหญ่ มีข้อบกพร่องบ้างเล็กน้อย

2 — พอใช้

ปฏิบัติได้บางส่วน ต้องได้รับคำแนะนำ

1 — ปรับปรุง

ปฏิบัติได้น้อย ยังต้องปรับปรุง

ลงชื่อ ผู้ประเมิน

(ครูผู้สอน)

วันที่/...../.....

แบบประเมินจิตพิสัย (ด้านคุณธรรม จริยธรรม)

รหัสวิชา: 20102-2019 ชื่อวิชา: อบชุบโลหะ (Heat Treatment)

งานหลัก: MT2 ช่างปรับปรุงสมบัติโลหะ - ปรับปรุงสมบัติชิ้นส่วนด้วยกรรมวิธีทางความร้อน

งานย่อย: ST2.3 อบอ่อนและอบปกติเพื่อปรับปรุงโครงสร้างจุลภาค

วันที่ประเมิน:/...../..... ชื่อผู้เรียน:

ลำดับ	จุด ประสงค์ ด้านจิตพิสัย	ดีเยี่ยม (5)	ดีมาก (4)	ดี (3)	พอใช้ (2)	ปรับปรุง (1)
1	สังเกตความ ปลอดภัยใน การ เคลื่อน ย้าย ชิ้น งาน ร้อน และ ใช้ อุปกรณ์ ป้องกัน อันตราย ส่วน บุคคล ระหว่าง การ อบชุบโลหะ ได้	☐	☐	☐	☐	☐

เกณฑ์ Rubric (5 ระดับ)

ดีเยี่ยม (5)

แสดงพฤติกรรมอย่างสม่ำเสมอ ริเริ่ม และเป็นแบบอย่างที่ดี

ดีมาก (4)

แสดงพฤติกรรมสม่ำเสมอ มีส่วนร่วมอย่างแข็งขัน

ดี (3)

แสดงพฤติกรรมได้ดีในส่วนใหญ่

พอใช้ (2)

แสดงพฤติกรรมได้บ้างแต่ต้องกระตุ้น

ปรับปรุง (1)

ยังไม่แสดงพฤติกรรมที่พึงประสงค์

ลงชื่อ ผู้ประเมิน

(ครูผู้สอน)

วันที่/...../.....

	แผนการจัดการเรียนรู้	หน่วยที่ 7
	รหัสวิชา 20102-2019 ชื่อวิชา อบชุบโลหะ (Heat Treatment)	สอนครั้งที่ 7
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ ทดสอบความแข็งแรงของชิ้นส่วนโลหะก่อนและหลังกรรมวิธีทางความร้อน	ทฤษฎี 2 ชม. ปฏิบัติ 6 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน ทดสอบความแข็งแรงของชิ้นส่วนโลหะก่อนและหลังกรรมวิธีทางความร้อน		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

ผู้เรียนสามารถเตรียมชิ้นงาน ทดสอบความแข็งแรงของชิ้นส่วนโลหะทั้งก่อนและหลังกระบวนการทางความร้อนด้วยเครื่องทดสอบความแข็งแรงตามมาตรฐาน เปรียบเทียบผล และบันทึกรายงานได้อย่างถูกต้องปลอดภัย

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

2.1 มาตรฐานอาชีพ: มาตรฐานอาชีพ สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ (องค์การมหาชน) อาชีพช่างผลิตชิ้นส่วนแม่พิมพ์โลหะ ระดับ 2 อาชีพช่างออกแบบแม่พิมพ์ปั๊มโลหะ ระดับ 3 อาชีพช่างผลิตชิ้นส่วนแม่พิมพ์พลาสติก ระดับ 2 ประกอบด้วย หน่วยสมรรถนะดังนี้ อาชีพช่างผลิตชิ้นส่วนแม่พิมพ์โลหะ ระดับ 2 MLD-DMT-2-021ZB จำแนกวัสดุทำชิ้นส่วนแม่พิมพ์ปั๊มโลหะ อาชีพช่างออกแบบแม่พิมพ์ปั๊มโลหะ ระดับ 3 MLD-DMT-3-007ZB จำแนกวัสดุและการชุบแข็งของชิ้นส่วนแม่พิมพ์โลหะ อาชีพช่างผลิตชิ้นส่วนแม่พิมพ์พลาสติก ระดับ 2 MLD-MPT-2-018ZB จำแนกวัสดุทำชิ้นส่วนแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก สมรรถนะย่อย: ตรวจสอบและทดสอบความแข็งแรงของชิ้นงานโลหะด้วยเครื่องทดสอบความแข็งแรงมาตรฐานระบบรีคเวลล์หรือวิกเกอร์ส

1) เกณฑ์การปฏิบัติงาน: 1. จัดเตรียมชิ้นส่วนโลหะตัวอย่าง เครื่องทดสอบความแข็งแรง และจัดเตรียมผิวหน้าชิ้นงานด้วยกระดาษทรายได้เรียบสม่ำเสมอและพร้อมใช้งานได้อย่างถูกต้อง 2. ทดสอบความแข็งแรงของชิ้นส่วนโลหะก่อนผ่านกรรมวิธีทางความร้อนด้วยเครื่องทดสอบความแข็งแรงตามมาตรฐานที่กำหนดและคู่มือปฏิบัติงานได้ถูกต้อง 3. ทดสอบความแข็งแรงของชิ้นส่วนโลหะหลังผ่านกรรมวิธีทางความร้อนโดยเว้นระยะห่างของจุดกดตามมาตรฐานเทคนิคที่ระบุได้ถูกต้อง 4. ตรวจสอบและเปรียบเทียบค่าความแข็งแรงก่อนและหลังการอบชุบโลหะเพื่อประเมินผลการปรับปรุงสมบัติของวัสดุได้สอดคล้องตามข้อกำหนด 5. บันทึกผลการทดสอบลงในแบบฟอร์มรายงาน ทำความสะอาดโต๊ะปฏิบัติงาน หักวัดความแข็งแรง และจัดเก็บอุปกรณ์เข้าที่เรียบร้อยเรียบร้อยตามมาตรฐาน 5 ส.

2) วิธีประเมิน: 1. การตรวจประเมินใบงานและรายงานผลการทดสอบความแข็งแรง 2. การสังเกตและประเมินพฤติกรรมการใช้อุปกรณ์และการบำรุงรักษาในพื้นที่ปฏิบัติงาน

3) หลักฐานการปฏิบัติงาน (Performance Evidence): 1. ผลงานผิวหน้าชิ้นทดสอบที่จัดเรียบสม่ำเสมอพร้อมใช้

ทดสอบ 2. บันทึกผลการทดสอบความแข็งแรงของชิ้นส่วนโลหะก่อนและหลังกรรมวิธีทางความร้อนลงในแบบฟอร์ม
รายงาน 3. พฤติกรรมการสวมใส่อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคลและการทำความสะอาดจัดเก็บเครื่องมือหลังการปฏิบัติงาน

4) หลักฐานความรู้ (Knowledge Evidence): 1. ผลการประเมินแบบทดสอบความเข้าใจเกี่ยวกับอิทธิพลของการ
ชุบแข็งต่อค่าความแข็งแรงของชิ้นงาน 2. ข้อเขียนใบงานสรุปปัจจัยที่ทำให้เกิดผลคลาดเคลื่อนในการวัดค่าความแข็งแรง
ของชิ้นงานโลหะ

2.2 บุคลากรกลุ่มอาชีพ: บุคลากรร่วมกับการตรวจสอบคุณภาพวัสดุในอุตสาหกรรมแม่พิมพ์โลหะและพลาสติก
เพื่อควบคุมมาตรฐานความแข็งแรงของชิ้นส่วนแม่พิมพ์ก่อนส่งมอบหรือประกอบใช้งานจริง

3. สมรรถนะประจำหน่วย

3.1 แสดงความรู้เกี่ยวกับการเตรียมผิวหน้าชิ้นงานทดสอบ หลักการทำงานของเครื่องทดสอบความแข็งแรงร็อกเวลล์
และอิทธิพลของกรรมวิธีทางความร้อนที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงค่าความแข็งแรงของวัสดุ

3.2 ทดสอบและตรวจสอบความแข็งแรงของชิ้นส่วนโลหะก่อนและหลังกรรมวิธีทางความร้อนตามคู่มือและข้อกำหนด
มาตรฐานทางเทคนิค

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

ด้านพุทธิพิสัย

4.1.1 อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างกรรมวิธีทางความร้อนกับแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงค่าความแข็งแรงของวัสดุชิ้น
ส่วนแม่พิมพ์โลหะได้ถูกต้อง

4.1.2 สาธิตการทำงานของเครื่องทดสอบความแข็งแรงและการเลือกสเกลวัดความแข็งแรงให้เหมาะสมกับระดับความแข็งแรง
ของชิ้นงานได้ถูกต้อง

4.1.3 วิเคราะห์หาปัจจัยที่ส่งผลให้ค่าจากการทดสอบความแข็งแรงเกิดความคลาดเคลื่อนและแนวทางป้องกันได้ถูก
ต้อง

4.1.4 วางแผนขั้นตอนการขัดเตรียมผิวชิ้นงานและลำดับขั้นตอนการทดสอบความแข็งแรงของชิ้นงานได้อย่างเป็น
ระบบและได้ถูกต้อง

ด้านทักษะพิสัย

4.2.1 ทดสอบความแข็งแรงของชิ้นส่วนโลหะก่อนและหลังกรรมวิธีทางความร้อนตามคู่มือการใช้งานเครื่องวัดความ
แข็งแรงและมาตรฐานสากลได้ถูกต้อง

ด้านจิตพิสัย

4.3.1 ตระหนักถึงความปลอดภัยในการปฏิบัติงานและสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลขณะเตรียมและทดสอบชิ้นงานได้

5. สารการเรียนรู้

สารการเรียนรู้หลัก:

1. ความสำคัญของการทดสอบความแข็งและความหมายของความแข็ง (Hardness) ที่มีต่อชิ้นส่วนแม่พิมพ์
2. ความสัมพันธ์และแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของค่าความแข็งหลังจากผ่านกรรมวิธีทางความร้อนประเภทต่างๆ เช่น การอบอ่อน การอบปกติ การชุบแข็ง และการอบคืนตัว
3. หน่วยและสเกลความแข็งหลักที่ใช้งานในอุตสาหกรรม (HRC, HRB, HBW, HV, HK, HL) ตามมาตรฐาน ASTM E18, ASTM E10 และ ASTM E384
4. ขั้นตอนการเตรียมผิวหน้าชิ้นงานและการจัดวางชิ้นงานเพื่อป้องกันค่าคลาดเคลื่อน
5. การทดสอบความแข็งของชิ้นส่วนโลหะทั้งก่อนและหลังกรรมวิธีทางความร้อน การเว้นระยะจุดกดไม่ให้เกิดการส่งผลกระทบต่อกัน
6. ปัจจัยความคลาดเคลื่อนและแนวทางป้องกัน
7. การบันทึกผลการทดสอบและการวิเคราะห์เพื่อประกันคุณภาพ
8. หลักความปลอดภัยในการปฏิบัติงานและการบำรุงรักษาหัดกดเครื่องทดสอบความแข็ง

6. กิจกรรมการเรียนรู้ (สอนด้วยวิธีการ: Active Learning (เน้นให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติจริง และคิดวิเคราะห์))

1. กระตุ้นความสนใจและเชื่อมโยงความรู้เดิม

1. ครูนำชิ้นส่วนแม่พิมพ์โลหะสองชิ้นที่มีเกร็ดวัสดุเหมือนกันแต่ผ่านกรรมวิธีต่างกัน (ชิ้นแรกดิบ ชิ้นสองผ่านการชุบแข็ง) มาให้ผู้เรียนสัมผัส สัมผัส และทดลองขีดขีดเบาๆ เพื่อเปรียบเทียบการต้านทานรอย
2. ครูตั้งคำถามกระตุ้นความคิด คำถาม: 'หากเราต้องการทราบว่าชิ้นส่วนแม่พิมพ์โลหะชิ้นใดมีความเหมาะสมในการไปทำหน้าที่เป็นพื้นขัดแผ่นเหล็ก โดยไม่แตกหักหรือสึกหรอเร็วเกินไป เราจะมีวิธีการวัดและยืนยันสมบัติดังกล่าวได้อย่างไร' แนวคำตอบตัวอย่าง: 'เราต้องใช้วิธีการทดสอบความแข็งด้วยเครื่องทดสอบมาตรฐาน เช่น การวัดค่าความแข็งแบบร็อกเวลล์สเกล C (HRC) เพื่อนำค่าที่ได้ไปเทียบกับแบบงานและเอกสารผู้ผลิตวัสดุ' โดยผู้เรียนร่วมกันอภิปรายและจดบันทึกแนวทางเชื่อมโยง

2. ลงมือปฏิบัติหรือสำรวจสถานการณ์

1. ครูสาธิตความปลอดภัยในการใช้อุปกรณ์ขัดและเทคนิคการทำงานของเครื่องทดสอบความแข็ง พร้อมแจกใบงานขั้นตอนปฏิบัติงานให้แต่ละกลุ่มศึกษาและปฏิบัติตามลำดับ
2. ผู้เรียนแบ่งกลุ่มย่อยร่วมกันวางแผน จัดเตรียมอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล สวมแว่นตานิรภัยและรองเท้านิรภัย จากนั้นลงมือขัดเตรียมผิวหน้าชิ้นงานโลหะตัวอย่างด้วยกระดาษทรายเรียบริ้วสม่ำเสมอ แล้วนำไปทดสอบหาค่าความแข็งของชิ้นงานก่อนอบชุบโดยใช้เครื่องทดสอบความแข็งตามมาตรฐาน HRC และบันทึกค่าลงแบบฟอร์มการทดสอบ

3. แลกเปลี่ยนความคิดเห็นและสะท้อนผลการเรียนรู้

1. ผู้เรียนแต่ละกลุ่มทดสอบความแข็งของชิ้นงานเดิมที่ผ่านกระบวนการอบชุบแข็งมาแล้ว โดยทดสอบวัดค่าตามจำนวนจุดที่กำหนด และเว้นระยะห่างของจุดกดไม่ให้ส่งผลกระทบกัน
2. ครูตั้งคำถามให้คิดวิเคราะห์ คำถาม: 'เหตุใดในการทดสอบความแข็งหลังกระบวนการอบชุบจึงห้ามกดซ้ำที่จุดเดิม หรือกดใกล้กับขอบงานมากเกินไป และหากทำเช่นนั้นผลทดสอบจะเปลี่ยนไปอย่างไร' แนวคำตอบตัวอย่าง: 'เนื่องจากเนื้อวัสดุรอบรอยกดเดิมเกิดการแปรรูปถาวรและมีความเค้นตกค้างจากแรงกดแรก หากกดซ้ำจะทำให้ค่าความแข็งที่ได้สูงเกินจริง ส่วนการกดใกล้ขอบงานอาจทำให้ขอบงานเสียรูปและหักเหียง ส่งผลให้ค่าความแข็งต่ำกว่าความเป็นจริง' โดยผู้เรียนระดมความคิดเปรียบเทียบในกลุ่มและนำเสนอบนหน้ากระดานเพื่อวิเคราะห์หาแนวทางป้องกันความคลาดเคลื่อนร่วมกัน

4. สรุปองค์ความรู้จากกิจกรรม

1. ผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันเปรียบเทียบข้อมูลผลต่างของค่าความแข็งก่อนและหลังการอบชุบโลหะ พร้อมทั้ง

เปรียบเทียบผลการทดสอบกับเป้าหมายความแข็งแกร่งตามเกรดเหล็กนั้นๆ ในคู่มือมาตรฐานช่างแม่พิมพ์โลหะเพื่อประเมินความสอดคล้อง

2. ครูและผู้เรียนสรุปร่วมกันโดยใช้คำถาม สรุปคำถาม: 'หากผลการทดสอบหลังชุบแข็งและอบคืนตัวมีค่าความแข็งแรงไม่สม่ำเสมอในแต่ละตำแหน่งที่ทำการทดสอบ เราสามารถระบุปัจจัยความผิดปกติในกระบวนการทางความร้อนได้อย่างไรบ้าง' แนวคำตอบตัวอย่าง: 'ค่าความแข็งแรงที่ไม่สม่ำเสมออาจบ่งชี้ถึงการกระจายอุณหภูมิในเตาอบชุบที่ไม่สม่ำเสมอ การแช่เวลาไม่เพียงพอ หรือการชุบระบายความร้อนที่ไม่ทั่วถึง รวมถึงการสูญเสียคาร์บอนที่ผิวบางบริเวณ' โดยครูร่วมสรุปเชื่อมโยงโครงสร้างเหล็กกับค่าความแข็งแรง

5. ประยุกต์ใช้และประเมินผล

1. ผู้เรียนจัดทำและบันทึกข้อมูลรายงานทดสอบคุณภาพวัสดุแบบฟอร์มให้สมบูรณ์ครบถ้วน จากนั้นปฏิบัติการทำความสะอาดโต๊ะทำงาน ทำความสะอาดหัวกด และชโลมน้ำมันกันสนิมเพื่อป้องกันการกัดกร่อนของอุปกรณ์วัดความละเอียดสูง
2. ครูประเมินผลทักษะการปฏิบัติงานของผู้เรียนตามใบงานและคู่มือมาตรฐาน พร้อมตรวจสอบเอกสารรายงานผลเปรียบเทียบค่าความแข็งแรงก่อน-หลังอบชุบของชิ้นงาน เพื่อประเมินสมรรถนะการเรียนรู้และให้ข้อเสนอแนะในการพัฒนาปรับปรุง

7. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. เครื่องทดสอบความแข็งโลหะแบบร็อกเวลล์ (Rockwell Hardness Tester)
2. ชิ้นส่วนโลหะตัวอย่าง (เกรดเหล็กแม่พิมพ์งานร้อน/งานเย็นก่อนและหลังผ่านการชุบแข็ง)
3. กระดาษทรายขัดเหล็กเบอร์ละเอียดและบล็อกมาตรฐานสำหรับสอบเทียบค่าความแข็ง (Standard Hardness Block)
4. ใบงานและแบบฟอร์มการบันทึกรายงานผลการทดสอบความแข็ง
5. สื่อนำเสนอสไลด์ข้อมูลและเอกสารอ้างอิงมาตรฐาน ASTM E18

8. หลักฐานการเรียนรู้

8.1 หลักฐานความรู้

1. ผลการประเมินแบบทดสอบความเข้าใจเกี่ยวกับอิทธิพลของการชุบแข็งต่อค่าความแข็งของชิ้นงาน
2. ข้อเขียนใบงานสรุปปัจจัยที่ทำให้เกิดผลคลาดเคลื่อนในการวัดค่าความแข็งของชิ้นงานโลหะ

8.2 หลักฐานการปฏิบัติงาน

1. ผลงานผิวหน้าชิ้นทดสอบที่ขัดเรียบสม่ำเสมอพร้อมใช้ทดสอบ
2. บันทึกผลการทดสอบความแข็งของชิ้นส่วนโลหะก่อนและหลังกรรมวิธีทางความร้อนลงในแบบฟอร์มรายงาน
3. พฤติกรรมการสวมใส่อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคลและการทำความสะอาดจัดเก็บเครื่องมือหลังการปฏิบัติงาน

9. การวัดและประเมินผล

9.1 เกณฑ์การปฏิบัติงาน

1. จัดเตรียมชิ้นส่วนโลหะตัวอย่าง เครื่องทดสอบความแข็ง และขัดเตรียมผิวหน้าชิ้นงานด้วยกระดาษทรายได้เรียบสม่ำเสมอและพร้อมใช้งานได้อย่างถูกต้อง
2. ทดสอบความแข็งของชิ้นส่วนโลหะก่อนผ่านกรรมวิธีทางความร้อนด้วยเครื่องทดสอบความแข็งตามมาตรฐานที่กำหนดและคู่มือปฏิบัติงานได้ถูกต้อง
3. ทดสอบความแข็งของชิ้นส่วนโลหะหลังผ่านกรรมวิธีทางความร้อนโดยเว้นระยะห่างของจุดกดตามมาตรฐานเทคนิคที่ระบุได้ถูกต้อง
4. ตรวจสอบและเปรียบเทียบค่าความแข็งก่อนและหลังการอบชุบโลหะเพื่อประเมินผลการปรับปรุงสมบัติของวัสดุได้สอดคล้องตามข้อกำหนด

5. บันทึกผลการทดสอบลงในแบบฟอร์มรายงาน ทำความสะอาดโต๊ะปฏิบัติงาน หักวัดความแข็ง และจัดเก็บอุปกรณ์เข้าที่เรียบร้อยเรียบร้อยตามมาตรฐาน 5 ส.

9.2 วิธีการประเมิน

1. การตรวจประเมินใบงานและรายงานผลการทดสอบความแข็ง
2. การสังเกตและประเมินพฤติกรรมการใช้อุปกรณ์และการบำรุงรักษาในพื้นที่ปฏิบัติงาน

9.3 เครื่องมือประเมิน

1. แบบประเมินผลการรายงานและใบงานบันทึกผลการทดสอบความแข็ง
2. แบบสังเกตทักษะการปฏิบัติงานและรายการประเมินพฤติกรรมความปลอดภัยและ 5 ส.

10. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

10.1 ข้อสรุปหลังการจัดการเรียนรู้

10.2 ปัญหาที่พบ

10.3 แนวทางแก้ปัญหา

(ครูผู้สอน)

ครูผู้สอน

(.....)

หัวหน้าแผนกวิชา

แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน

รหัสวิชา: 20102-2019 ชื่อวิชา: อบชุบโลหะ (Heat Treatment)

งานหลัก: MT3 ช่างทดสอบและประกันคุณภาพวัสดุ - ทดสอบความแข็งและตรวจสอบสมบัติของวัสดุ

งานย่อย: ST3.1 ทดสอบความแข็งของชิ้นส่วนโลหะก่อนและหลังกรรมวิธีทางความร้อน

วันที่ประเมิน:/...../..... ชื่อผู้เรียน:

ลำดับ	รายการประเมิน	5 ดีเยี่ยม	4 ดีมาก	3 ดี	2 พอใช้	1 ปรับปรุง
MT3	ช่างทดสอบและประกันคุณภาพวัสดุ - ทดสอบความแข็งและตรวจสอบสมบัติของวัสดุ					
ST3.1	☐ ทดสอบความแข็งของชิ้นส่วนโลหะก่อนและหลังกรรมวิธีทางความร้อน(1 แผน)					
ST3.1.1	จัด เตรียม ชิ้น ส่วน โลหะ ตัวอย่าง เครื่อง ทดสอบ ความ แข็ง และ ชัด เตรียม ผิว หน้าชิ้นงาน ด้วย กระดาษ ทราย ให้ เรียบ สม่ำเสมอ พร้อมใช้งาน	☐	☐	☐	☐	☐
ST3.1.2	ทดสอบ	☐	☐	☐	☐	☐

ลำดับ	รายการ ประเมิน	5 ดีเยี่ยม	4 ดีมาก	3 ดี	2 พอใช้	1 ปรับปรุง
	ความ แข็ง ของชิ้นส่วน โลหะ ก่อน ผ่านกรรมวิธี ทาง ความ ร้อน ด้วย เครื่อง ทดสอบ ความ แข็ง ตาม มาตรฐาน ที่ กำหนด					
ST3.1.3	ทดสอบ ความ แข็ง ของชิ้นส่วน โลหะ หลัง ผ่านกรรมวิธี ทาง ความ ร้อนโดยเว้น ระยะ ห่าง ของ จุด กด ตาม มาตรฐาน เทคนิค	☐	☐	☐	☐	☐
ST3.1.4	ตรวจ สอบ	☐	☐	☐	☐	☐

ลำดับ	รายการ ประเมิน	5 ดีเยี่ยม	4 ดีมาก	3 ดี	2 พอใช้	1 ปรับปรุง
	และ เปรียบ เทียบ ค่า ความ แข็ง ก่อน และ หลัง การอบ ชุบ โลหะ เพื่อประเมิน ผล การ ปรับปรุง สมบัติ ของ วัสดุ					
ST3.1.5	บันทึก ผล การ ทดสอบ ลง ใน แบบ ฟอร์ม รายงาน ทำความเข้าใจ สาเหตุ โต๊ะ ปฏิบัติ งาน และ หัว กด วัดความแข็ง พร้อม จัด เก็บ อุปกรณ์ เข้า ที่ ให้ เรียบร้อย	☐	☐	☐	☐	☐

เกณฑ์การให้คะแนน (5 ระดับ)

5 — ดีเยี่ยม

ปฏิบัติได้ถูกต้องครบถ้วน คล่องแคล่ว เป็นแบบอย่างที่ดีเยี่ยม

4 — ดีมาก

ปฏิบัติได้ถูกต้องครบถ้วน คล่องแคล่ว

3 — ดี

ปฏิบัติได้ถูกต้องส่วนใหญ่ มีข้อบกพร่องบ้างเล็กน้อย

2 — พอใช้

ปฏิบัติได้บางส่วน ต้องได้รับคำแนะนำ

1 — ปรับปรุง

ปฏิบัติได้น้อย ยังต้องปรับปรุง

ลงชื่อ ผู้ประเมิน

(ครูผู้สอน)

วันที่/...../.....

แบบประเมินจิตพิสัย (ด้านคุณธรรม จริยธรรม)

รหัสวิชา: 20102-2019 ชื่อวิชา: อบชุบโลหะ (Heat Treatment)

งานหลัก: MT3 ช่างทดสอบและประกันคุณภาพวัสดุ - ทดสอบความแข็งและตรวจสอบสมบัติของวัสดุ

งานย่อย: ST3.1 ทดสอบความแข็งของชิ้นส่วนโลหะก่อนและหลังกรรมวิธีทางความร้อน

วันที่ประเมิน:/...../..... ชื่อผู้เรียน:

ลำดับ	จุด ประสงค์ ด้านจิตพิสัย	ดีเยี่ยม (5)	ดีมาก (4)	ดี (3)	พอใช้ (2)	ปรับปรุง (1)
1	ตระหนัก ถึง ความ ปลอดภัยใน การ ปฏิบัติ งาน และ สวม ใส่ อุปกรณ์ ป้องกัน อันตราย ส่วน บุคคล ขณะ เตรียม และ ทดสอบ ชิ้นงานได้	☐	☐	☐	☐	☐

เกณฑ์ Rubric (5 ระดับ)

ดีเยี่ยม (5)

แสดงพฤติกรรมอย่างสม่ำเสมอ ริเริ่ม และเป็นแบบอย่างที่ดี

ดีมาก (4)

แสดงพฤติกรรมสม่ำเสมอ มีส่วนร่วมอย่างแข็งขัน

ดี (3)

แสดงพฤติกรรมได้ดีในส่วนใหญ่

พอใช้ (2)

แสดงพฤติกรรมได้บ้างแต่ต้องกระตุ้น

ปรับปรุง (1)

ยังไม่แสดงพฤติกรรมที่พึงประสงค์

ลงชื่อ ผู้ประเมิน

(ครูผู้สอน)

วันที่/...../.....

	แผนการจัดการเรียนรู้	หน่วยที่ 8
	รหัสวิชา 20102-2019 ชื่อวิชา อบชุบโลหะ (Heat Treatment)	สอนครั้งที่ 8
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ ตรวจสอบสมบัติทางกลทางกายภาพและโครงสร้างชิ้นงานก่อนส่งมอบ	ทฤษฎี 1 ชม. ปฏิบัติ 3 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน การตรวจสอบสมบัติทางกล ทางกายภาพ และโครงสร้างชิ้นงานก่อนส่งมอบหลังการอบชุบโลหะ		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจและสามารถตรวจสอบสมบัติทางกล สมบัติทางกายภาพ และโครงสร้างจุลภาคของชิ้นงานหลังการอบชุบโลหะได้อย่างถูกต้อง ปลอดภัย และเป็นไปตามข้อกำหนดมาตรฐานคุณภาพก่อนการส่งมอบ

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

2.1 มาตรฐานอาชีพ: มาตรฐานอาชีพ สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ (องค์การมหาชน) อาชีพช่างผลิตชิ้นส่วนแม่พิมพ์โลหะ ระดับ 2 อาชีพช่างออกแบบแม่พิมพ์ปั๊มโลหะ ระดับ 3 อาชีพช่างผลิตชิ้นส่วนแม่พิมพ์พลาสติก ระดับ 2 ประกอบด้วย หน่วยสมรรถนะดังนี้ อาชีพช่างผลิตชิ้นส่วนแม่พิมพ์โลหะ ระดับ 2 MLD-DMT-2-021ZB จำแนกวัสดุทำชิ้นส่วนแม่พิมพ์ปั๊มโลหะ อาชีพช่างออกแบบแม่พิมพ์ปั๊มโลหะ ระดับ 3 MLD-DMT-3-007ZB จำแนกวัสดุและการชุบแข็งของชิ้นส่วนแม่พิมพ์โลหะ อาชีพช่างผลิตชิ้นส่วนแม่พิมพ์พลาสติก ระดับ 2 MLD-MPT-2-018ZB จำแนกวัสดุทำชิ้นส่วนแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก สมรรถนะย่อย: ตรวจสอบสมบัติพื้นฐานและโครงสร้างเกรนภายนอกชิ้นงานอบชุบตามมาตรฐานการควบคุมคุณภาพ

1) เกณฑ์การปฏิบัติงาน: 1. จัดเตรียมชิ้นงานที่ผ่านการอบชุบโลหะ เครื่องมือทดสอบความแข็ง กล้องจุลทรรศน์โลหะวิทยา และเอกสารบันทึกผลการตรวจสอบได้ถูกต้องและสอดคล้องกับข้อกำหนดความปลอดภัยของโรงฝึกปฏิบัติงาน 2. ดำเนินการวัดค่าความแข็งของชิ้นงานอบชุบด้วยเครื่องทดสอบความแข็งร็อกเวลล์ (Rockwell Hardness Tester) ตามตำแหน่งที่กำหนดได้ค่าที่ถูกต้อง แม่นยำ และไม่มีการบิดเบี้ยวของค่าการวัด 3. เตรียมชิ้นงานด้วยการขัดผิวและกัดกรดเพื่อนำไปส่องกล้องจุลทรรศน์โลหะวิทยาในการตรวจสอบโครงสร้างผลึกจุลภาคได้ผิวงานที่เรียบ ไร้รอยขีดข่วน และแสดงรายละเอียดโครงสร้างได้อย่างชัดเจนตามแนวทาง ASTM E3 4. สรุปผลและบันทึกรายงานการตรวจสอบเปรียบเทียบกับข้อกำหนดในใบงานเพื่อการส่งมอบชิ้นงานได้สมบูรณ์และแสดงความน่าเชื่อถือทางเอกสารวิชาการ 5. ทำความสะอาดเครื่องมือวัด กล้องจุลทรรศน์ และจัดเก็บอุปกรณ์ทดสอบพร้อมพื้นที่ปฏิบัติงานได้เรียบร้อย สะอาด และถูกต้องตามหลักการบำรุงรักษาเครื่องมือวัดอุตสาหกรรม

2) วิธีประเมิน: 1. การประเมินใบงานและรายงานผลการทดสอบตรวจสอบสมบัติและโครงสร้างชิ้นงานก่อนส่ง

มอบ 2. การประเมินและสังเกตทักษะภาคปฏิบัติในขั้นตอนการทดสอบความแข็งแรงและการขัดโครงสร้างโลหะ 3. การสังเกตและประเมินพฤติกรรมการทำงานตามเกณฑ์ความปลอดภัยและ 5ส

3) หลักฐานการปฏิบัติงาน (Performance Evidence): 1. ใบรายงานผลการตรวจสอบคุณภาพชิ้นงานที่มีข้อมูลค่าความแข็งแรงและภาพโครงสร้างจุลภาคครบถ้วนตามเกณฑ์ 2. แบบประเมินทักษะการขัดผิว การวัดความแข็งแรง และการทำความสะอาดบำรุงรักษาอุปกรณ์ตามหลักความปลอดภัย

4) หลักฐานความรู้ (Knowledge Evidence): 1. แบบทดสอบความรู้และบันทึกการจัดขั้นตอนการตรวจสอบคุณสมบัติในใบงาน 2. คำตอบของผู้เรียนจากการอภิปรายและการอธิบายผลการทดสอบเชิงวิทยาศาสตร์โลหะวิทยา

2.2 บูรณาการกลุ่มอาชีพ: บูรณาการการปฏิบัติงานจริงในสถานประกอบการกลุ่มอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์และแม่พิมพ์โลหะ โดยเน้นการควบคุมคุณภาพ (QC) และการประกันคุณภาพ (QA) เพื่อให้ได้ชิ้นงานที่พร้อมใช้งานและมีความปลอดภัยตามมาตรฐานสากล

3. สมรรถนะประจำหน่วย

3.1 แสดงความรู้เกี่ยวกับการตรวจสอบสมบัติทางกล ทางกายภาพ และโครงสร้างของชิ้นงานหลังการอบชุบโลหะ

3.2 ตรวจสอบสมบัติทางกล ทางกายภาพ และโครงสร้างของชิ้นงานก่อนส่งมอบตามมาตรฐานอ้างอิงและเกณฑ์ในคู่มือปฏิบัติงานอย่างปลอดภัย

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

ด้านพุทธิพิสัย

4.1.1 อธิบายความสำคัญและขอบเขตของการตรวจสอบคุณสมบัติทางกล ทางกายภาพ และโครงสร้างชิ้นงานก่อนส่งมอบได้ถูกต้อง

4.1.2 วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างจุลภาคโลหะวิทยาและผลการวัดความแข็งแรงหลังการอบชุบได้ถูกต้อง

4.1.3 จัดระบบและเรียบเรียงลำดับขั้นตอนการตรวจสอบคุณสมบัติของชิ้นงานก่อนส่งมอบตามใบสั่งงานได้ถูกต้อง

ด้านทักษะพิสัย

4.2.1 ตรวจสอบโครงสร้างชิ้นงานก่อนส่งมอบ และ สมบัติทางกลทางกายภาพ ตามใบงานและมาตรฐานกำหนดได้ถูกต้อง

ด้านจิตพิสัย

4.3.1 ตระหนักถึงความปลอดภัยในการปฏิบัติงานและยอมรับกฎเกณฑ์ในการทำความสะอาดจัดเก็บดูแลรักษา

เครื่องมือวัดได้อย่างมีวินัยได้

5. สารการเรียนรู้

การตรวจสอบคุณสมบัติทางกล ทางกายภาพ และโครงสร้างชิ้นงานก่อนส่งมอบหลังกระบวนการอบชุบโลหะ ถือเป็นขั้นตอนสำคัญในการประกันคุณภาพของชิ้นส่วน (เช่น คอว์ คาวิตี ฟันซ์ และตาย) ก่อนส่งมอบให้ลูกค้าหรือนำไปประกอบใช้งาน ขอบเขตครอบคลุมการตรวจสอบสมบัติทางกลโดยการทดสอบความแข็ง Rockwell (HRC) ตามตำแหน่งที่กำหนด, การตรวจสอบสมบัติทางกายภาพและมิติ (ขนาด รูปทรง ความเรียบผิว) ตลอดจนการตรวจสอบโครงสร้างจุลภาคโดยผ่านกระบวนการเตรียมผิวชิ้นทดสอบโลหะวิทยา (การตัด การเจียรระไน การขัด และการกัดผิวตามมาตรฐาน ASTM E3) และการส่องกล้องจุลทรรศน์วิเคราะห์ผลตามมาตรฐาน ASTM E112 การตรวจสอบเหล่านี้ช่วยยืนยันและป้องกันไม่ให้เกิดการส่งมอบชิ้นงานที่มีโครงสร้างชุบแข็งไม่สมบูรณ์ หรือมีตำหนิบนผิวออกไปใช้งาน

6. กิจกรรมการเรียนรู้ (สอนด้วยวิธีการ: Active Learning (เน้นให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติจริง และคิดวิเคราะห์))

1. กระตุ้นความสนใจและเชื่อมโยงความรู้เดิม

1. ครูแสดงภาพชิ้นส่วนแม่พิมพ์สองชิ้นที่ผ่านกระบวนการอบชุบ โดยชิ้นหนึ่งใช้งานได้ปกติ อีกชิ้นหนึ่งเกิดความเสียหายจากรอยร้าวภายในที่ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่าในสายการผลิต เพื่อให้ผู้เรียนสังเกตและคิดวิเคราะห์ความแตกต่าง
2. ครูตั้งคำถามกระตุ้นความคิดผู้เรียน คำถาม: “หากส่งมอบชิ้นส่วนพ่นและตายที่มีความแข็งแรงคลาดเคลื่อนไปจากแบบสั่งงาน จะมีผลกระทบอย่างไรต่อประสิทธิภาพของแม่พิมพ์ปั๊มโลหะ” แนวคำตอบตัวอย่าง: “ถ้าความแข็งแรงเกินไปจะทำให้คมตัดแม่พิมพ์สึกหรอและทุเรื่อ แต่ถ้าความแข็งแรงสูงเกินไปและเปราะจะทำให้แม่พิมพ์บิ่นและแตกร้าวระหว่างปั๊มงาน” ยอมรับแนวคำตอบที่มีการวิเคราะห์เรื่องความทนต่อแรงสีกและความเปราะ
3. ผู้เรียนจับคู่สนทนาและทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับวิธีการทดสอบความแข็งและการใช้กล้องจุลทรรศน์โลหะวิทยาที่เคยเรียนมา โดยผลัดกันระบุชนิดความแข็งและสิ่งที่จำเป็นต้องตรวจสอบในการส่งมอบชิ้นงาน

2. ลงมือปฏิบัติหรือสำรวจสถานการณ์

1. ครูสาธิตและอธิบายขั้นตอนการจัดเตรียมชิ้นงาน การวัดค่าความแข็ง Rockwell (HRC) ด้วยเครื่องทดสอบ และขั้นตอนการเตรียมชิ้นงานโลหะวิทยาอย่างละเอียดตามมาตรฐาน ASTM E3 (การเจียรไน การขัด และการกัดผิวด้วยน้ำยา 2% Nital) เพื่อนำไปส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์โลหะวิทยา
2. ผู้เรียนปฏิบัติงานเป็นกลุ่มตามใบงาน โดยลงมือวัดความแข็งตามตำแหน่งที่กำหนด ตระเตรียมผิวชิ้นงาน ขัด และกัดผิวเพื่อนำไปส่องวิเคราะห์ภาพโครงสร้างผลึกภายใน และบันทึกผลการทดสอบลงในเอกสารอย่างเป็นระบบ
3. ครูควบคุมความปลอดภัยในการปฏิบัติงานอย่างใกล้ชิด โดยเน้นให้ผู้เรียนสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันภัยส่วนบุคคล (PPE) และสังเกตพฤติกรรมการณ์วินัยและการทำความสะอาดพื้นที่ตลอดกระบวนการ

3. แลกเปลี่ยนความคิดเห็นและสะท้อนผลการเรียนรู้

1. ผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันแลกเปลี่ยนภาพถ่ายโครงสร้างจุลภาคที่ได้จากกล้องและค่าความแข็งที่ได้จากการทดสอบ เพื่อวิเคราะห์ความสมบูรณ์ของโครงสร้างเฟสมาร์เทนไซต์และขนาดเกรนตามมาตรฐาน ASTM E112
2. ครูให้ผู้เรียนนำเสนอผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบ โดยใช้คำถามเพื่อเชื่อมโยงความรู้ คำถาม: “ความละเอียดของเกรนมาร์เทนไซต์ที่สังเกตพบจากภาพถ่าย มีความสัมพันธ์กับระดับความแข็ง HRC ที่วัดได้จริงอย่างไร” แนวคำตอบตัวอย่าง: “ชิ้นงานที่มีเกรนมาร์เทนไซต์ละเอียดและกระจายตัวสม่ำเสมอจะมีค่าความแข็งที่สูงและเหนียวแน่น แต่ถ้าสังเกตเห็นโครงสร้างอสเทนไนต์คงเหลือมากเกินไปจะทำให้ค่าความแข็งต่ำกว่าเกณฑ์ข้อกำหนด”

ยอมรับการเชื่อมโยงความรู้โลหะวิทยากับสมบัติทางกล

4. สรุปองค์ความรู้จากกิจกรรม

1. ครูสรุปประเด็นหลักเรื่องขอบเขตและขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพชิ้นงานก่อนส่งมอบ โดยให้นักเรียนร่วมตอบคำถามสรุปความสำคัญ คำถาม: “เพราะเหตุใดจึงจำเป็นต้องจัดทำเอกสารบันทึกรายงานผลการตรวจสอบเปรียบเทียบกับข้อกำหนดในใบงานก่อนการส่งมอบ” แนวคำตอบตัวอย่าง: “เพื่อเป็นหลักฐานยืนยันการประกันคุณภาพของผลิตภัณฑ์ สร้างความเชื่อมั่นและสามารถสอบกลับข้อมูลได้เมื่อมีปัญหาการชำรุดเสียหายเกิดขึ้นในภายหลัง” ยอมรับแนวคิดด้านการประกันคุณภาพและการสอบกลับได้
2. ผู้เรียนร่วมกันบันทึกสรุปความรู้ลงในแบบสรุปท้ายบทเรียน และเรียบเรียงลำดับขั้นตอนระบบการตรวจสอบให้ถูกต้องครบกระบวนการตั้งแต่ขั้นเตรียมชิ้นงาน ตรวจวัด สรุปรายงาน และดูแลเครื่องมือลงในใบงาน

5. ประยุกต์ใช้และประเมินผล

1. ครูมอบหมายโจทย์สถานการณ์จำลองให้ผู้เรียนตัดสินใจและเขียนรายงานการยอมรับคุณภาพของชิ้นส่วนแม่พิมพ์ที่ผ่านการทดสอบจริง เพื่อพิจารณาว่าชิ้นงานนั้น ‘ผ่าน’ หรือ ‘ไม่ผ่าน’ พร้อมระบุสาเหตุประกอบการตัดสินใจ
2. ผู้เรียนทุกคนทำความสะอาดเครื่องมือวัด กล้องจุลทรรศน์ และจัดเก็บอุปกรณ์ทดสอบพร้อมจัดพื้นที่ปฏิบัติงานให้เรียบร้อยตามมาตรฐานการบำรุงรักษาอย่างปลอดภัยและประเพณีความรับผิดชอบ
3. ครูประเมินผลทักษะการปฏิบัติงานของผู้เรียนและแบบรายงานการตรวจสอบตามเกณฑ์ประเมินที่กำหนด พร้อมให้ข้อมูลสะท้อนกลับเพื่อการพัฒนางานในลำดับต่อไป

7. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. เครื่องทดสอบความแข็งร็อคเวลล์ (Rockwell Hardness Tester) พร้อมหัวกดเพชรทรงกรวย
2. กล้องจุลทรรศน์โลหะวิทยาพร้อมชุดบันทึกภาพถ่ายระบบดิจิทัล
3. เครื่องเจียรไนและขัดผิวละเอียดโลหะวิทยา (Metallographic Polishing Machine) กระดาษทรายเบอร์ต่างๆ ผงขัดไดอะมอนด์ และน้ำยาเคมีกัดกรดโลหะ (2% Nital)
4. ใบงานที่ 1 เรื่อง การตรวจสอบสมบัติทางกลทางกายภาพและโครงสร้างชิ้นงานก่อนส่งมอบ
5. คู่มือการปฏิบัติงานความปลอดภัยสำหรับการเตรียมชิ้นทดสอบโลหะวิทยาตามมาตรฐาน ASTM E3

8. หลักฐานการเรียนรู้

8.1 หลักฐานความรู้

1. แบบทดสอบความรู้และบันทึกการจัดขั้นตอนการตรวจสอบคุณสมบัติในใบงาน
2. คำตอบของผู้เรียนจากการอภิปรายและการอธิบายผลการทดสอบเชิงวิทยาศาสตร์โลหะวิทยา

8.2 หลักฐานการปฏิบัติงาน

1. ใบรายงานผลการตรวจสอบคุณภาพชิ้นงานที่มีข้อมูลค่าความแข็งและภาพโครงสร้างจุลภาคครบถ้วนตามเกณฑ์
2. แบบประเมินทักษะ การขัดผิว การวัดความแข็ง และการทำความสะอาดบำรุงรักษาอุปกรณ์ตามหลักความปลอดภัย

9. การวัดและประเมินผล

9.1 เกณฑ์การปฏิบัติงาน

1. จัดเตรียมชิ้นงานที่ผ่านการอบชุบโลหะ เครื่องมือทดสอบความแข็ง กล้องจุลทรรศน์โลหะวิทยา และเอกสารบันทึกผลการตรวจสอบได้ถูกต้องและสอดคล้องกับข้อกำหนดความปลอดภัยของโรงฝึกปฏิบัติงาน
2. ดำเนินการวัดค่าความแข็งของชิ้นงานอบชุบด้วยเครื่องทดสอบความแข็งร็อคเวลล์ (Rockwell Hardness Tester) ตามตำแหน่งที่กำหนดได้ค่าที่ถูกต้อง แม่นยำ และไม่มีการบิดเบี้ยวของค่าการวัด
3. เตรียมชิ้นงานด้วยการขัดผิวและกัดกรดเพื่อนำไปส่องกล้องจุลทรรศน์โลหะวิทยาในการตรวจสอบโครงสร้างผลึกจุลภาคได้ผิวงานที่เรียบ ไร้รอยขีดข่วน และแสดงรายละเอียดโครงสร้างได้อย่างชัดเจนตามแนวทาง ASTM E3
4. สรุปผลและบันทึกรายงานการตรวจสอบเปรียบเทียบกับข้อกำหนดในใบงานเพื่อการส่งมอบชิ้นงานได้สมบูรณ์ และแสดงความน่าเชื่อถือทางเอกสารวิชาการ
5. ทำความสะอาดเครื่องมือวัด กล้องจุลทรรศน์ และจัดเก็บอุปกรณ์ทดสอบพร้อมพื้นที่ปฏิบัติงานได้เรียบร้อย

สะอาด และถูกต้องตามหลักการบำรุงรักษาเครื่องมือวัดอุตสาหกรรม

9.2 วิธีการประเมิน

1. การประเมินใบงานและรายงานผลการทดสอบตรวจสอบสมบัติและโครงสร้างชิ้นงานก่อนส่งมอบ
2. การประเมินและสังเกตทักษะภาคปฏิบัติในขั้นตอนการทดสอบความแข็งแรงและการขัดโครงสร้างโลหะ
3. การสังเกตและประเมินพฤติกรรมกรรมการปฏิบัติงานตามเกณฑ์ความปลอดภัยและ 5ส

9.3 เครื่องมือประเมิน

1. แบบประเมินใบงานและรายงานผลการทดสอบ (คะแนนรูปริก)
2. แบบประเมินทักษะการปฏิบัติงาน (Practical Rubrics)
3. แบบประเมินพฤติกรรมความปลอดภัยและวินัยการดูแลเครื่องมือและห้องปฏิบัติการ

10. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

10.1 ข้อสรุปหลังการจัดการเรียนรู้

10.2 ปัญหาที่พบ

10.3 แนวทางแก้ปัญหา

(ครูผู้สอน)

ครูผู้สอน

(.....)

หัวหน้าแผนกวิชา

แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน

รหัสวิชา: 20102-2019 ชื่อวิชา: อบชุบโลหะ (Heat Treatment)

งานหลัก: MT3 ช่างทดสอบและประกันคุณภาพวัสดุ - ทดสอบความแข็งและตรวจสอบสมบัติของวัสดุ

งานย่อย: ST3.2 ตรวจสอบสมบัติทางกลทางกายภาพและโครงสร้างชิ้นงานก่อนส่งมอบ

วันที่ประเมิน:/...../..... ชื่อผู้เรียน:

ลำดับ	รายการประเมิน	5 ดีเยี่ยม	4 ดีมาก	3 ดี	2 พอใช้	1 ปรับปรุง
MT3	ช่างทดสอบและประกันคุณภาพวัสดุ - ทดสอบความแข็งและตรวจสอบสมบัติของวัสดุ					
ST3.2	☐ ตรวจสอบสมบัติทางกลทางกายภาพและโครงสร้างชิ้นงานก่อนส่งมอบ(1 แผน)					
ST3.2.1	จัด เตรียม ชิ้น งาน ที่ ผ่านการอบ ชุบ โลหะ เครื่อง มือ ทดสอบ ความ แข็ง กล้องจุลทรรศน์ โลหะ วิทยา และ เอกสาร บันทึก ผล การ ตรวจสอบ	☐	☐	☐	☐	☐
ST3.2.2	ดำเนิน การ วัด ค่า ความ แข็ง ของ ชิ้น	☐	☐	☐	☐	☐

ลำดับ	รายการ ประเมิน	5 ดีเยี่ยม	4 ดีมาก	3 ดี	2 พอใช้	1 ปรับปรุง
	งาน อบ ชูบ ด้วย เครื่อง ทดสอบ ความ แข็ง ร็อคเวลล์ (Rockwell Hardness Tester) ตาม ตำแหน่ง ที่ กำหนด					
ST3.2.3	เตรียม ขึ้น งานด้วยการ ขัด ผิว และ กัด กรด เพื่อ นำ ไป ส่อง กล้องจุลทรรศน์ โลหะ วิทยาในการ ตรวจ สอบ โครงสร้าง ผลึกจุลภาค	☐	☐	☐	☐	☐
ST3.2.4	สรุปผลและ บันทึก รายงาน การ	☐	☐	☐	☐	☐

ลำดับ	รายการประเมิน	5 ดีเยี่ยม	4 ดีมาก	3 ดี	2 พอใช้	1 ปรับปรุง
	ตรวจ สอบ เปรียบเทียบ กับ ข้อ กำหนด ใน ใบ งาน เพื่อ การ ส่ง มอบ ชิ้นงาน					
ST3.2.5	ทำความเข้าใจ สละอาด เครื่องมือวัด กล้องจุลทรรศน์ และจัด เก็บ อุปกรณ์ ทดสอบ พร้อม พื้นที่ ปฏิบัติ งาน ให้เรียบร้อย	☐	☐	☐	☐	☐

เกณฑ์การให้คะแนน (5 ระดับ)

5 — ดีเยี่ยม

ปฏิบัติได้ถูกต้องครบถ้วน คล่องแคล่ว เป็นแบบอย่างที่ดีเยี่ยม

4 — ดีมาก

ปฏิบัติได้ถูกต้องครบถ้วน คล่องแคล่ว

3 — ดี

ปฏิบัติได้ถูกต้องส่วนใหญ่ มีข้อบกพร่องบ้างเล็กน้อย

2 — พอใช้

ปฏิบัติได้บางส่วน ต้องได้รับคำแนะนำ

1 — ปรับปรุง

ปฏิบัติได้น้อย ยังต้องปรับปรุง

ลงชื่อ ผู้ประเมิน

(ครูผู้สอน)

วันที่/...../.....

แบบประเมินจิตพิสัย (ด้านคุณธรรม จริยธรรม)

รหัสวิชา: 20102-2019 ชื่อวิชา: อบชุบโลหะ (Heat Treatment)

งานหลัก: MT3 ช่างทดสอบและประกันคุณภาพวัสดุ - ทดสอบความแข็งและตรวจสอบสมบัติของวัสดุ

งานย่อย: ST3.2 ตรวจสอบสมบัติทางกลทางกายภาพและโครงสร้างชิ้นงานก่อนส่งมอบ

วันที่ประเมิน:/...../..... ชื่อผู้เรียน:

ลำดับ	จุด ประสงค์ ด้านจิตพิสัย	ดีเยี่ยม (5)	ดีมาก (4)	ดี (3)	พอใช้ (2)	ปรับปรุง (1)
1	ตระหนัก ถึง ความ ปลอดภัยใน การ ปฏิบัติ งาน และ ยอมรับ กฎ เกณฑ์ ใน การทำความ สะอาด จัด เก็บ ดูแล รักษาเครื่อง มือ วัด ได้ อย่าง มีวินัย ได้	☐	☐	☐	☐	☐

เกณฑ์ Rubric (5 ระดับ)

ดีเยี่ยม (5)

แสดงพฤติกรรมอย่างสม่ำเสมอ ริเริ่ม และเป็นแบบอย่างที่ดี

ดีมาก (4)

แสดงพฤติกรรมสม่ำเสมอ มีส่วนร่วมอย่างแข็งขัน

ดี (3)

แสดงพฤติกรรมได้ดีในส่วนใหญ่

พอใช้ (2)

แสดงพฤติกรรมได้บ้างแต่ต้องกระตุ้น

ปรับปรุง (1)

ยังไม่แสดงพฤติกรรมที่พึงประสงค์

ลงชื่อ ผู้ประเมิน

(ครูผู้สอน)

วันที่/...../.....

	แผนการจัดการเรียนรู้	หน่วยที่ 9
	รหัสวิชา 20102-2019 ชื่อวิชา อบชุบโลหะ (Heat Treatment)	สอนครั้งที่ 9
	ชื่อ หน่วย การ เรียน รู้ บำรุง รักษา เต้า ชุบ และ อุปกรณ์ สำหรับ กรรมวิธีทางความร้อน	ทฤษฎี 1 ชม. ปฏิบัติ 3 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน บำรุงรักษาเต้าชุบและอุปกรณ์สำหรับกรรมวิธีทางความร้อน		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

ผู้เรียนสามารถบำรุงรักษาเต้าอบชุบและตรวจสอบระบบควบคุมอุณหภูมิรวมถึงอุปกรณ์ไฟฟ้าของเต้าอบชุบโลหะได้อย่างถูกต้องและปลอดภัยตามมาตรฐานการทำงาน

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

2.1 มาตรฐานอาชีพ: มาตรฐานอาชีพ สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ (องค์การมหาชน) อาชีพช่างผลิตชิ้นส่วนแม่พิมพ์โลหะ ระดับ 2 อาชีพช่างออกแบบแม่พิมพ์ปั๊มโลหะ ระดับ 3 อาชีพช่างผลิตชิ้นส่วนแม่พิมพ์พลาสติก ระดับ 2 ประกอบด้วย หน่วยสมรรถนะดังนี้ อาชีพช่างผลิตชิ้นส่วนแม่พิมพ์โลหะ ระดับ 2 MLD-DMT-2-021ZB จำแนกวัสดุทำชิ้นส่วนแม่พิมพ์ปั๊มโลหะ อาชีพช่างออกแบบแม่พิมพ์ปั๊มโลหะ ระดับ 3 MLD-DMT-3-007ZB จำแนกวัสดุและการชุบแข็งของชิ้นส่วนแม่พิมพ์โลหะ อาชีพช่างผลิตชิ้นส่วนแม่พิมพ์พลาสติก ระดับ 2 MLD-MPT-2-018ZB จำแนกวัสดุทำชิ้นส่วนแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก สมรรถนะย่อย: บำรุงรักษาเต้าไฟฟ้า เต้าชุบแข็ง และอุปกรณ์สนับสนุนทางวิศวกรรมตามรอบการใช้งานประจำวัน

1) เกณฑ์การปฏิบัติงาน: 1. เครื่องมือช่าง อุปกรณ์บำรุงรักษา และชุดป้องกันอันตรายส่วนบุคคล (PPE) ได้รับการจัดเตรียมอย่างครบถ้วนและถูกต้องตามข้อกำหนดความปลอดภัยก่อนการบำรุงรักษาเต้าชุบโลหะ 2. สภาพสายไฟ ขดลวดความร้อน และโครงสร้างฉนวนกันความร้อนของเต้าชุบโลหะได้รับการตรวจเช็คอย่างละเอียดและถูกต้องตามมาตรฐานคู่มือปฏิบัติงาน 3. หัววัดอุณหภูมิ (Thermocouple) ได้รับการทำความสะอาดและจุดต่อสายไฟของระบบควบคุมความร้อนเต้าชุบโลหะได้รับการขันแน่นอย่างแข็งแรงและปลอดภัย 4. ระบบทำความร้อนและระบบควบคุมอุณหภูมิของเต้าชุบโลหะได้รับการทดสอบการทำงานหลังการบำรุงรักษาและแสดงค่าอุณหภูมิได้ถูกต้องตามเกณฑ์การทดสอบ 5. พื้นที่ปฏิบัติงานได้รับการทำความสะอาด และเครื่องมือบำรุงรักษารวมถึงอุปกรณ์ความปลอดภัยได้รับการจัดเก็บเข้าที่อย่างเป็นระเบียบเรียบร้อยตามมาตรฐาน 5ส

2) วิธีประเมิน: 1. ตรวจสอบการทำแบบประเมินความรู้และใบงานวิเคราะห์ข้อมูล 2. สังเกตพฤติกรรมการทำงานตรวจสอบและบำรุงรักษาเต้าอบชุบ 3. ประเมินผลงานสรุปแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันตามระยะเวลา

3) หลักฐานการปฏิบัติงาน (Performance Evidence): 1. ใบงานการบำรุงรักษาเตาชุบโลหะและการตรวจสอบการทำงานหลังการบำรุงรักษาที่บันทึกข้อมูลครบถ้วน 2. แบบประเมินพฤติกรรมการทำงานทักษะการตรวจสอบสภาพเตาอบชุบและระบบควบคุมอุณหภูมิอย่างปลอดภัย

4) หลักฐานความรู้ (Knowledge Evidence): 1. ผลการประเมินจากแบบทดสอบเรื่องส่วนประกอบ หลักการทำงาน และแผนการบำรุงรักษาเตาอบชุบโลหะ 2. แผนภาพความคิด (Mind Map) เรื่องแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันตามระยะเวลา

2.2 บูรณาการกลุ่มอาชีพ: บูรณาการร่วมกับงานความปลอดภัยในโรงงานอุตสาหกรรม และทักษะการซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักรกลและระบบควบคุมไฟฟ้าเชิงป้องกันในงานช่างกลโรงงาน

3. สมรรถนะประจำหน่วย

3.1 แสดงความรู้เกี่ยวกับหลักการทำงาน ส่วนประกอบ ความสำคัญ และการบำรุงรักษาเตาอบชุบและอุปกรณ์สำหรับกรรมวิธีทางความร้อนตามคู่มือปฏิบัติงาน

3.2 ตรวจสอบสภาพสายไฟ ขดลวดความร้อน ฉนวนกันความร้อน และทดสอบการทำงานของระบบทำความร้อนและระบบควบคุมอุณหภูมิของเตาชุบโลหะตามคู่มือการใช้งานของผู้ผลิต

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

ด้านพุทธิพิสัย

4.1.1 อธิบายส่วนประกอบและหลักการทำงานของเตาอบชุบโลหะได้ถูกต้อง

4.1.2 สาธิตการตรวจสอบสภาพเตาอบชุบโลหะก่อนใช้งานประจำวันได้ถูกต้อง

4.1.3 ตรวจสอบหาสาเหตุของอาการผิดปกติและแนวทางการแก้ไขเตาอบชุบโลหะที่อุณหภูมิขึ้นช้าได้ถูกต้อง

4.1.4 วางแผนกำหนดรอบเวลาการบำรุงรักษาเตาอบชุบโลหะและอุปกรณ์ตามแผนการบำรุงรักษาตามระยะเวลาได้ถูกต้อง

ด้านทักษะพิสัย

4.2.1 ตรวจสอบสภาพสายไฟ ขดลวดความร้อน ฉนวนกันความร้อน และทดสอบการทำงานของระบบทำความร้อนและระบบควบคุมอุณหภูมิของเตาชุบโลหะหลังการบำรุงรักษาตามคู่มือปฏิบัติงานได้ถูกต้อง

ด้านจิตพิสัย

4.3.1 สังเกตความผิดปกติของเตาชุบโลหะและอุปกรณ์ปฏิบัติงานในระบบควบคุมความร้อนระหว่างปฏิบัติงานได้

5. สารการเรียนรู้

การบำรุงรักษาเตาอบชุบและอุปกรณ์สำหรับกรรมวิธีทางความร้อน

1. ความสำคัญของการบำรุงรักษาเตาอบชุบในการควบคุมอุณหภูมิและความสม่ำเสมอของความร้อน รวมถึงความปลอดภัย
2. ส่วนประกอบสำคัญของเตาอบชุบและการบำรุงรักษา ได้แก่ ห้องเตาและฉนวนทนไฟ, ฮีตเตอร์, เทอร์โมคัปเปิล, เครื่องควบคุมอุณหภูมิ, พัดลมหมุนเวียนอากาศ, ประตูเตาและซีล, ระบบบรรยากาศป้องกัน, ถังชุบน้ำมัน, และตู้ควบคุมไฟฟ้า
3. หลักการบำรุงรักษาเชิงป้องกันและการตรวจสอบสภาพจริงควบคู่กับแผนการบำรุงรักษาตามระยะเวลา
4. การตรวจสอบก่อนใช้งานประจำวันและการบำรุงรักษาตามรอบระยะเวลา (ทุกวัน, ทุกสัปดาห์, ทุกเดือน, ทุก 3-6 เดือน, และทุกปี)
5. การบำรุงรักษาระบบควบคุมอุณหภูมิ ห้องเตา ฮีตเตอร์ ฉนวน ระบบพัดลม ระบบบรรยากาศป้องกัน และถังชุบน้ำมัน
6. อาการผิดปกติที่พบบ่อยและแนวทางการแก้ไขเบื้องต้น เช่น อุณหภูมิขึ้นช้า อุณหภูมิแกว่ง ความแข็งชิ้นงานไม่สม่ำเสมอ
7. การจัดทำบันทึกประวัติการบำรุงรักษาเตาอบชุบ
8. ข้อกำหนดความปลอดภัยในการบำรุงรักษาและการสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล (PPE)

6. กิจกรรมการเรียนรู้ (สอนด้วยวิธีการ: Active Learning (เน้นให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติจริง และคิดวิเคราะห์))

1. กระตุ้นความสนใจและเชื่อมโยงความรู้เดิม

1. ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยเปิดภาพชิ้นงานอุปกรณ์ที่เสียหายอันเนื่องมาจากความชื้นไม่สม่ำเสมอและผิวเกิดออกไซด์หนาผิดปกติ จากนั้นตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นความคิด คำถาม: 'หากเตาอบชุบโลหะและระบบควบคุมอุณหภูมิไม่มีการตรวจสอบหรือบำรุงรักษาเลย จะส่งผลกระทบต่อคุณภาพชิ้นงานและความปลอดภัยในการทำงานอย่างไรบ้าง' แนวคำตอบตัวอย่าง: 'จะทำให้อุณหภูมิในเตาอบชุบไม่มีความสม่ำเสมอ ส่งผลให้ความชื้นงานไม่ได้ตามข้อกำหนด ผิวชิ้นงานไหม้หรือเกิดออกไซด์หนา และอาจเกิดอันตรายจากการลัดวงจรหรือ ความร้อนรั่วไหลได้' ยอมรับคำตอบที่มีเหตุผลอ้างอิงถึงความชำรุดของอุปกรณ์และชิ้นงาน

2. ผู้เรียนร่วมกันวิเคราะห์และตอบคำถามแสดงความคิดเห็นจากประสบการณ์เดิมเกี่ยวกับเตาความร้อนหรืออุปกรณ์ไฟฟ้าชำรุด โดยมีครูคอยรวบรวมประเด็นบนกระดานเพื่อเชื่อมโยงเข้าสู่เนื้อหาความสำคัญของการบำรุงรักษาเตาอบชุบโลหะ

2. ลงมือปฏิบัติหรือสำรวจสถานการณ์

1. ครูอธิบายหลักการและสาธิตวิธีการตรวจสอบสภาพสายไฟ ขดลวดความร้อน ฉนวนกันความร้อน หัววัดอุณหภูมิ (Thermocouple) ตลอดจน การทดสอบ การทำงาน ของ ระบบ ทำความร้อน ของ เตา ชุบ โลหะ อย่างปลอดภัย โดยเน้นย้ำการสวมอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล (PPE) และการปฏิบัติงานตามขั้นตอน Lockout/Tagout ของเตาอบชุบจริงในโรงฝึกงาน

2. ผู้เรียนปฏิบัติงานกลุ่มเพื่อลงมือตรวจสอบเตาอบชุบจริง โดยแบ่งหน้าที่จัดเตรียมอุปกรณ์ PPE และเครื่องมือช่าง จากนั้นเริ่มตรวจสอบสภาพโครงสร้าง ซีลประตูเตา สายไฟ ขดลวดความร้อน และทำความสะอาดหัววัดอุณหภูมิ (Thermocouple) ตามด้วยการทดสอบการทำงานของระบบทำความร้อนและระบบควบคุมอุณหภูมิ หลังการบำรุงรักษา พร้อมสังเกตพฤติกรรมการทำงานของแต่ละและบันทึกค่าลงในใบงานปฏิบัติงาน ภายใต้การดูแลและให้คำแนะนำอย่างใกล้ชิดจากครู

3. แลกเปลี่ยนความคิดเห็นและสะท้อนผลการเรียนรู้

1. ครูมอบหมายสถานการณ์ปัญหาจำลองเกี่ยวกับอาการผิดปกติที่พบบ่อยของเตาอบชุบโลหะ ได้แก่ ปัญหาอุณหภูมิขึ้นช้าหรือไม่ถึงค่าที่ตั้งไว้ และอุณหภูมิแกว่งมากผิดปกติ จากนั้นตั้งคำถามกระตุ้นการวิเคราะห์ คำถาม: 'ถ้าพบว่าเตาอบชุบของท่านมีอาการอุณหภูมิขึ้นช้าผิดปกติ สาเหตุที่เป็นไปได้น่าจะมาจากชิ้นส่วนใด และท่านจะมีขั้นตอนการตรวจสอบและดำเนินการแก้ไขเบื้องต้นอย่างไร' แนวคำตอบตัวอย่าง: 'สาเหตุอาจเกิดจากขดลวดความร้อน (ฮีตเตอร์) ขาดหรือเสื่อมสภาพ ขั้วต่อสายไฟหลวม หรือฉนวนกันความร้อนของเตารั่ว แนวทางแก้ไขคือต้อง

ปิดสวิตช์หลัก ตรวจสอบวัดค่าความต้านทานของฮีตเตอร์ และตรวจสอบความแน่นหนาของขั้วต่อขดลวดความร้อน' ยอมรับแนวคำตอบที่จำแนกสาเหตุและมีขั้นตอนแก้ไขที่เป็นระบบ

2. ผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปราย วิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาเพื่อหาข้อสรุปแนวทางการตรวจสอบเบื้องต้น และสะท้อนผลการตรวจสอบจากการปฏิบัติงานจริงว่าจุดใดในเตาชุบของวิทยาลัยที่มีความเสี่ยงชำรุดมากที่สุด เพื่อระบุแนวทางแจ้งซ่อมอย่างปลอดภัย

4. สรุปองค์ความรู้จากกิจกรรม

1. ครูเชื่อมโยงข้อคิดเห็นของผู้เรียนและใช้คำถามเพื่อนำไปสู่การวางแผนบำรุงรักษาเชิงป้องกัน คำถาม: 'เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดอุบัติเหตุการผิดปกติระหว่างใช้งาน การวางแผนการบำรุงรักษาตามระยะเวลาประจำวันและประจำสัปดาห์ควรเน้นที่อุปกรณ์ใดบ้าง เพราะเหตุใด' แนวคำตอบตัวอย่าง: 'ประจำวันควรเน้นตรวจสอบความสะอาด เตา ซิลประตูปิดเตา หน้าจอควบคุม และการทำงานของพัดลมเพื่อพร้อมใช้งาน ส่วนประจำสัปดาห์ควรทำความสะอาดเศษออกไซด์และตรวจสอบสภาพขดลวดความร้อนและสายไฟอย่างละเอียด เพื่อลดความเค้นสะสมและป้องกันความร้อนขัดข้อง' ยอมรับคำตอบที่จำแนกหมวดหมู่งานตามความเหมาะสมของเวลา

2. ผู้เรียนร่วมกันทำแผนภาพความคิด (Mind Map) เพื่อสรุปส่วนประกอบสำคัญ หลักการทำงานของเตาอบชุบโลหะ และกำหนดแผนบำรุงรักษาเชิงป้องกันตามระยะเวลา (ประจำวัน, รายสัปดาห์, รายเดือน) ลงบนกระดาน บรูฟ โดยแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนออกมาอธิบายและเปรียบเทียบแนวคิดกัน

5. ประยุกต์ใช้และประเมินผล

1. ครูตรวจสอบความถูกต้องของบันทึกการบำรุงรักษาและแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันที่ผู้เรียนจัดทำขึ้น จากนั้นให้ข้อเสนอแนะและประเมินผลทักษะการตรวจสอบและบำรุงรักษาเตาอบชุบโลหะเป็นรายบุคคล

2. ผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันทำความสะอาดพื้นที่ปฏิบัติงาน จัดเก็บเครื่องมือบำรุงรักษาและอุปกรณ์ความปลอดภัย เข้าที่ตามมาตรฐาน 5ส และทำแบบทดสอบหลังเรียนเพื่อประเมินระดับความเข้าใจส่วนบุคคลในเรื่องการบำรุงรักษาเตาชุบและอุปกรณ์

7. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. เตาอบชุบโลหะ (Muffle Furnace) ของห้องปฏิบัติการงานอบชุบโลหะ
2. ใบงานที่ 1 การบำรุงรักษาเตาอบชุบและตรวจสอบระบบควบคุมอุณหภูมิ
3. คู่มือการใช้งานและการบำรุงรักษาเตาอบชุบโลหะของผู้ผลิต
4. อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล (PPE) เช่น ถุงมือกันความร้อน แว่นตานิรภัย หน้ากากกันฝุ่น
5. เครื่องมือช่างทั่วไปสำหรับงานบำรุงรักษาและมัลติมิเตอร์วัดไฟฟ้า

8. หลักฐานการเรียนรู้

8.1 หลักฐานความรู้

1. ผลการประเมินจากแบบทดสอบเรื่องส่วนประกอบ หลักการทำงาน และแผนการบำรุงรักษาเตาอบชุบโลหะ
2. แผนภาพความคิด (Mind Map) เรื่องแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันตามระยะเวลา

8.2 หลักฐานการปฏิบัติงาน

1. ใบงานการบำรุงรักษาเตาอบชุบโลหะและการตรวจสอบการทำงานหลังการบำรุงรักษาที่บันทึกข้อมูลครบถ้วน
2. แบบประเมินพฤติกรรมกรปฏิบัติงานทักษะการตรวจสอบสภาพเตาอบชุบและระบบควบคุมอุณหภูมิอย่างปลอดภัย

9. การวัดและประเมินผล

9.1 เกณฑ์การปฏิบัติงาน

1. เครื่องมือช่าง อุปกรณ์บำรุงรักษา และชุดป้องกันอันตรายส่วนบุคคล (PPE) ได้รับการจัดเตรียมอย่างครบถ้วน และถูกต้องตามข้อกำหนดความปลอดภัยก่อนการบำรุงรักษาเตาอบชุบโลหะ
2. สภาพสายไฟ ขดลวดความร้อน และโครงสร้างฉนวนกันความร้อนของเตาอบชุบโลหะได้รับการตรวจเช็คอย่างละเอียดและถูกต้องตามมาตรฐานคู่มือปฏิบัติงาน
3. หัววัดอุณหภูมิ (Thermocouple) ได้รับการทำความสะอาดและจุดต่อสายไฟของระบบควบคุมความร้อนเตาอบชุบโลหะได้รับการขันแน่นอย่างแข็งแรงและปลอดภัย
4. ระบบทำความร้อนและระบบควบคุมอุณหภูมิของเตาอบชุบโลหะได้รับการทดสอบการทำงานหลังการบำรุงรักษา และแสดงค่าอุณหภูมิได้ถูกต้องตามเกณฑ์การทดสอบ
5. พื้นที่ปฏิบัติงานได้รับการทำความสะอาด และเครื่องมือบำรุงรักษารวมถึงอุปกรณ์ความปลอดภัยได้รับการจัดเก็บเข้าที่อย่างเป็นระเบียบเรียบร้อยตามมาตรฐาน 5ส

9.2 วิธีการประเมิน

1. ตรวจสอบการทำแบบประเมินความรู้และใบงานวิเคราะห์ข้อมูล
2. สังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานตรวจสอบและบำรุงรักษาเตาอบชุบ
3. ประเมินผลงานสรุปแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันตามระยะเวลา

9.3 เครื่องมือประเมิน

1. แบบทดสอบหลังเรียนและใบงานสรุปความรู้
2. แบบประเมินการปฏิบัติงาน (Rubric Scale) ด้านทักษะกระบวนการและความปลอดภัย
3. แบบสังเกตพฤติกรรมคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (จิตพิสัย)

10. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

10.1 ข้อสรุปหลังการจัดการเรียนรู้

10.2 ปัญหาที่พบ

10.3 แนวทางแก้ปัญหา

(ครูผู้สอน)

ครูผู้สอน

(.....)

หัวหน้าแผนกวิชา

แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน

รหัสวิชา: 20102-2019 ชื่อวิชา: อบชุบโลหะ (Heat Treatment)

งานหลัก: MT4 ช่างบำรุงรักษาและควบคุมความปลอดภัยงานอบชุบ - บำรุงรักษาอุปกรณ์และควบคุมความปลอดภัยในปฏิบัติการชุบโลหะ

งานย่อย: ST4.1 บำรุงรักษาเตาชุบและอุปกรณ์สำหรับกรรมวิธีทางความร้อน

วันที่ประเมิน:/...../..... ชื่อผู้เรียน:

ลำดับ	รายการประเมิน	5 ดีเยี่ยม	4 ดีมาก	3 ดี	2 พอใช้	1 ปรับปรุง
MT4	ช่างบำรุงรักษาและควบคุมความปลอดภัยงานอบชุบ - บำรุงรักษาอุปกรณ์และควบคุมความปลอดภัยในปฏิบัติการชุบโลหะ					
ST4.1	☐ บำรุงรักษาเตาชุบและอุปกรณ์สำหรับกรรมวิธีทางความร้อน(1 แผน)					
ST4.1.1	จัด เตรียม เครื่อง มือ ช่าง อุปกรณ์ บำรุงรักษา และ ชุบ ป้องกัน อันตราย ส่วนบุคคล (PPE) ที่ จำเป็น สำหรับ งาน บำรุง รักษา เตาชุบโลหะ	☐	☐	☐	☐	☐
ST4.1.2	ตรวจ เช็ค	☐	☐	☐	☐	☐

ลำดับ	รายการ ประเมิน	5 ดีเยี่ยม	4 ดีมาก	3 ดี	2 พอใช้	1 ปรับปรุง
	สภาพ สายไฟ ขดลวด ความร้อน (Heating Elements) และ โครงสร้าง ฉนวน กัน ความ ร้อน ของ เต้า ชุบ โลหะ					
ST4.1.3	ทำความ สะอาด หัว วัดอุณหภูมิ (Thermocouple) และ ชิ้น แน่น จุด ต่อ สาย ไฟ ของ ระบบ ควบคุม ความ ร้อน เต้าชุบโลหะ	☐	☐	☐	☐	☐
ST4.1.4	ทดสอบ การ ทำงาน ของ	☐	☐	☐	☐	☐

ลำดับ	รายการ ประเมิน	5 ดีเยี่ยม	4 ดีมาก	3 ดี	2 พอใช้	1 ปรับปรุง
	ระบบ ทำความ ร้อน และ ระบบ ควบคุม อุณหภูมิ ของ เต้า ชุบ โลหะ หลัง จาก การ บำรุงรักษา					
ST4.1.5	ทำความ สะอาดพื้นที่ ปฏิบัติ งาน และ จัด เก็บ เครื่อง มือ บำรุง รักษา รวม ถึง อุปกรณ์ ความ ปลอดภัย หลังเสร็จสิ้น การทำงาน	☐	☐	☐	☐	☐

เกณฑ์การให้คะแนน (5 ระดับ)

5 — ดีเยี่ยม

ปฏิบัติได้ถูกต้องครบถ้วน คล่องแคล่ว เป็นแบบอย่างที่ดีเยี่ยม

4 — ดีมาก

ปฏิบัติได้ถูกต้องครบถ้วน คล่องแคล่ว

3 — ดี

ปฏิบัติได้ถูกต้องส่วนใหญ่ มีข้อบกพร่องบ้างเล็กน้อย

2 — พอใช้

ปฏิบัติได้บางส่วน ต้องได้รับคำแนะนำ

1 — ปรับปรุง

ปฏิบัติได้น้อย ยังต้องปรับปรุง

ลงชื่อ ผู้ประเมิน

(ครูผู้สอน)

วันที่/...../.....

แบบประเมินจิตพิสัย (ด้านคุณธรรม จริยธรรม)

รหัสวิชา: 20102-2019 ชื่อวิชา: อบชุบโลหะ (Heat Treatment)

งานหลัก: MT4 ช่างบำรุงรักษาและควบคุมความปลอดภัยงานอบชุบ - บำรุงรักษาอุปกรณ์และควบคุมความปลอดภัยในปฏิบัติการชุบโลหะ

งานย่อย: ST4.1 บำรุงรักษาเตาชุบและอุปกรณ์สำหรับกรรมวิธีทางความร้อน

วันที่ประเมิน:/...../..... ชื่อผู้เรียน:

ลำดับ	จุด ประสงค์ ด้านจิตพิสัย	ดีเยี่ยม (5)	ดีมาก (4)	ดี (3)	พอใช้ (2)	ปรับปรุง (1)
1	สังเกตความ ผิดปกติของ เตาชุบโลหะ และอุปกรณ์ ปฏิบัติ งาน ใน ระบบ ควบคุม ความ ร้อน ระหว่าง ปฏิบัติ งาน ได้	☐	☐	☐	☐	☐

เกณฑ์ Rubric (5 ระดับ)

ดีเยี่ยม (5)

แสดงพฤติกรรมอย่างสม่ำเสมอ ริเริ่ม และเป็นแบบอย่างที่ดี

ดีมาก (4)

แสดงพฤติกรรมสม่ำเสมอ มีส่วนร่วมอย่างแข็งขัน

ดี (3)

แสดงพฤติกรรมได้ดีในส่วนใหญ่

พอใช้ (2)

แสดงพฤติกรรมได้บ้างแต่ต้องกระตุ้น

ปรับปรุง (1)

ยังไม่แสดงพฤติกรรมที่พึงประสงค์

ลงชื่อ ผู้ประเมิน

(ครูผู้สอน)

วันที่/...../.....

	แผนการจัดการเรียนรู้	หน่วยที่ 10
	รหัสวิชา 20102-2019 ชื่อวิชา อบชุบโลหะ (Heat Treatment)	สอนครั้งที่ 10
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ ควบคุมความปลอดภัยและสภาพแวดล้อมในกระบวนการอบชุบทางความร้อน	ทฤษฎี 2 ชม. ปฏิบัติ 6 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน บำรุงรักษาอุปกรณ์และควบคุมความปลอดภัยในปฏิบัติการชุบโลหะ		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

ผู้เรียนมีความรู้ ทักษะ และเจตคติที่ดีในการควบคุมความปลอดภัยและสภาพแวดล้อมในกระบวนการอบชุบทางความร้อน พร้อมทั้งสามารถประยุกต์ใช้มาตรการ ความปลอดภัย และ บำรุง รักษา อุปกรณ์ ตาม มาตรฐาน งานอุตสาหกรรมได้

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

2.1 มาตรฐานอาชีพ: มาตรฐานอาชีพ สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ (องค์การมหาชน) อาชีพช่างผลิตชิ้นส่วนแม่พิมพ์โลหะ ระดับ 2 อาชีพช่างออกแบบแม่พิมพ์ปั๊มโลหะ ระดับ 3 อาชีพช่างผลิตชิ้นส่วนแม่พิมพ์พลาสติก ระดับ 2 ประกอบด้วย หน่วยสมรรถนะดังนี้ อาชีพช่างผลิตชิ้นส่วนแม่พิมพ์โลหะ ระดับ 2 MLD-DMT-2-021ZB จำแนกวัสดุทำชิ้นส่วนแม่พิมพ์ปั๊มโลหะ อาชีพช่างออกแบบแม่พิมพ์ปั๊มโลหะ ระดับ 3 MLD-DMT-3-007ZB จำแนกวัสดุและการชุบแข็งของชิ้นส่วนแม่พิมพ์โลหะ อาชีพช่างผลิตชิ้นส่วนแม่พิมพ์พลาสติก ระดับ 2 MLD-MPT-2-018ZB จำแนกวัสดุทำชิ้นส่วนแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก สมรรถนะย่อย: ปฏิบัติการจัดการขยะพิษจากสารชุบเย็นและรักษาความปลอดภัยรอบเตาตามมาตรการสุขอนามัยและรักษาสภาพแวดล้อม

1) เกณฑ์การปฏิบัติงาน: 1. ตรวจสอบสภาพและจัดเตรียมอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล (PPE) พร้อมเครื่องวัดสภาพแวดล้อมสำหรับงานอบชุบทางความร้อนได้อย่างถูกต้องครบถ้วนตามข้อกำหนด 2. เปิดใช้งานและปรับตั้งระบบระบายอากาศ ท่อดูดควัน และระบบดักจับละอองน้ำมันเพื่อควบคุมสภาพแวดล้อมในห้องปฏิบัติการอบชุบได้ตามมาตรฐานความปลอดภัย 3. ตรวจสอบระดับก๊าซพิษ ความเข้มข้นของก๊าซป้องกัน และอุณหภูมิโดยรอบเตาอบชุบโลหะเพื่อควบคุมไม่ให้เกินค่ามาตรฐานความปลอดภัยได้อย่างถูกต้อง 4. ตรวจสอบประสิทธิภาพการทำงานของระบบหยุดการทำงานฉุกเฉินและอุปกรณ์ควบคุมความปลอดภัยส่วนกลางตามขั้นตอนที่กำหนด 5. ปิดระบบควบคุมการอบชุบ ทำความสะอาดเครื่องมือวัดและพื้นที่ปฏิบัติงาน พร้อมจัดเก็บอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลตามหลัก 5ส ได้อย่างเรียบร้อย

2) วิธีประเมิน: 1. การประเมินความรู้ด้วยแบบทดสอบและการซักถาม 2. การประเมินทักษะการปฏิบัติงานตรวจ

สอบและเตรียมอุปกรณ์ 3. การสังเกตพฤติกรรมความปลอดภัยระหว่างเรียน

3) หลักฐานการปฏิบัติงาน (Performance Evidence): 1. บันทึกผลการปฏิบัติงานตรวจสอบและจัดเตรียมอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล (PPE) 2. ชิ้นงานแผนผังการจัดการความเสี่ยงในกระบวนการอบชุบทางความร้อน

4) หลักฐานความรู้ (Knowledge Evidence): 1. แบบทดสอบวัดความรู้เรื่องความปลอดภัยและสภาพแวดล้อมในงานอบชุบ 2. รายงานสรุปผลการวิเคราะห์ความเสี่ยงและมาตรการควบคุม

2.2 บุคลากรกลุ่มอาชีพ: บุคลากรงานช่างกลโรงงาน ด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสิ่งแวดล้อมในการทำงาน

3. สมรรถนะประจำหน่วย

3.1 แสดงความรู้เกี่ยวกับการควบคุมความปลอดภัยและสภาพแวดล้อมในกระบวนการอบชุบทางความร้อน

3.2 ตรวจสอบสภาพและจัดเตรียมอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลพร้อมเครื่องมือวัดความปลอดภัยตามข้อกำหนด

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

ด้านพุทธิพิสัย

4.1.1 ระบุอันตรายหลักและมาตรการควบคุมความปลอดภัยเชิงเทคนิคในงานอบชุบได้

4.1.2 อธิบายความสำคัญของการจัดการความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อมในกระบวนการอบชุบทางความร้อนได้ถูกต้อง

4.1.3 ใช้มาตรการควบคุมความปลอดภัยและอุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลในสถานการณ์จำลองได้

4.1.4 วิเคราะห์ความเสี่ยงจากสภาพแวดล้อมและการจัดพื้นที่ทำงานในกระบวนการอบชุบทางความร้อนได้

4.1.5 วางแผนการจัดการความเสี่ยงจากน้ำมันชุบและการควบคุมมลภาวะสิ่งแวดล้อมได้

ด้านทักษะพิสัย

4.2.1 ตรวจสอบสภาพและจัดเตรียมอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลพร้อมเครื่องมือวัดความปลอดภัยสำหรับสภาพแวดล้อมในกระบวนการอบชุบทางความร้อนได้ถูกต้อง

ด้านจิตพิสัย

4.3.1 สนใจและรับฟังคำแนะนำด้านความปลอดภัยในกระบวนการอบชุบทางความร้อนได้

5. สารการเรียนรู้

สาระการเรียนรู้ประกอบด้วย ความสำคัญของความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม, อันตรายหลักในงานอบชุบ (ความร้อน, ไฟฟ้า, ก๊าซและสารเคมี, การบาดเจ็บทางกายภาพ, อัคคีภัยและการระเบิด), มาตรการควบคุมความปลอดภัยเชิงเทคนิค, สภาพแวดล้อมและการจัดพื้นที่ทำงานตามหลัก 5ส, อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล (PPE), การจัดการความเสี่ยงจากน้ำมันชุบ, การควบคุมมลภาวะและสิ่งแวดล้อม, ขั้นตอนปฏิบัติงานเพื่อความปลอดภัย (SOP), และการฝึกอบรมสร้างวัฒนธรรมความปลอดภัย

6. กิจกรรมการเรียนรู้ (สอนด้วยวิธีการ: Active Learning (เน้นให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติจริง และคิดวิเคราะห์))

1. กระตุ้นความสนใจและเชื่อมโยงความรู้เดิม

1. ครูนำเสนอภาพสถานการณ์อุบัติเหตุและสภาพแวดล้อมการทำงานในห้องปฏิบัติการอบชุบทางความร้อน พร้อมจัดเตรียมตัวอย่างอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล (PPE) และเครื่องวัดสภาพแวดล้อมให้ผู้เรียนสังเกต ลักษณะทางกายภาพและความพร้อมใช้งาน
2. ครูใช้คำถามกระตุ้นความคิด: “จากภาพสถานการณ์การปฏิบัติงานอบชุบทางความร้อนที่มีอุณหภูมิสูงและไอระเหยสารเคมี ปัจจัยใดบ้างที่อาจส่งผลกระทบต่อความปลอดภัยของผู้ปฏิบัติงาน และเหตุใดจึงต้องเตรียมอุปกรณ์วัดสภาพแวดล้อมก่อนเริ่มงาน” แนวคำตอบตัวอย่าง: “ความร้อนสูง ก๊าซอันตราย และน้ำมันชุปมีความเสี่ยงต่อการเกิดอัคคีภัยและอันตรายต่อสุขภาพ การเตรียมอุปกรณ์วัดสภาพแวดล้อมและ PPE ช่วยป้องกันความเสี่ยงและลดอุบัติเหตุจากการทำงาน” ผู้เรียนร่วมกันอภิปรายและแสดงความคิดเห็นจากประสบการณ์เดิมโดยยอมรับคำตอบที่มีเหตุผลสอดคล้องกับสภาพจริง

2. ลงมือปฏิบัติหรือสำรวจสถานการณ์

1. ครูสาธิตวิธีการตรวจสอบสภาพและการจัดเตรียมอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล (PPE) รวมถึงเครื่องวัดสภาพแวดล้อม เช่น เครื่องตรวจวัดก๊าซรั่วและเครื่องวัดอุณหภูมิ สำหรับงานอบชุบทางความร้อนตามขั้นตอนปฏิบัติงานเพื่อความปลอดภัย (SOP)
2. ผู้เรียนแบ่งกลุ่มปฏิบัติงานจริงในการตรวจสอบสภาพ ตรวจเช็คความพร้อม และจัดเตรียมอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลพร้อมเครื่องวัดสภาพแวดล้อมในกระบวนการอบชุบทางความร้อนตามเกณฑ์ที่กำหนด โดยครูคอยให้คำแนะนำและตรวจสอบความถูกต้องอย่างใกล้ชิด
3. ผู้เรียนร่วมกันวิเคราะห์ความเสี่ยงจากสภาพแวดล้อมและการจัดพื้นที่ทำงานรอบเตาอบชุบ พร้อมทั้งจำแนกอันตรายหลักจากความร้อน ไฟฟ้า และก๊าซพิษลงในแบบบันทึกการวิเคราะห์ความเสี่ยง

3. แลกเปลี่ยนความคิดเห็นและสะท้อนผลการเรียนรู้

1. ผู้เรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการตรวจสอบอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลและการจัดเตรียมเครื่องวัดสภาพแวดล้อม พร้อมแลกเปลี่ยนข้อสังเกตเกี่ยวกับปัญหาที่พบระหว่างการตรวจสอบสภาพอุปกรณ์
2. ครูใช้คำถามสะท้อนคิด: “หากพบว่าอุปกรณ์ตรวจวัดก๊าซรั่วหรืออุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลมีสภาพชำรุดก่อนเริ่มปฏิบัติงานอบชุบ ผู้ปฏิบัติงานควรดำเนินการอย่างไรและเพราะเหตุใด” แนวคำตอบตัวอย่าง: “ต้องหยุดใช้งานและเปลี่ยนอุปกรณ์ทันทีเพื่อป้องกันความล้มเหลวในการตรวจสอบความปลอดภัย ซึ่งอาจนำไปสู่เหตุอันตรายจากก๊าซรั่วหรือความร้อนสะสม” ผู้เรียนร่วมกันอภิปรายและรับฟังข้อเสนอแนะจากเพื่อนและครู

4. สรุปองค์ความรู้จากกิจกรรม

1. ผู้เรียนร่วมกันสรุปหลักการสำคัญเกี่ยวกับการควบคุมความปลอดภัยและสภาพแวดล้อมในกระบวนการอบชุบทางความร้อน รวมถึงขั้นตอนการตรวจสอบและเตรียมความพร้อมของอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล
2. ครูสรุปเชื่อมโยงองค์ความรู้เกี่ยวกับมาตรการควบคุมความปลอดภัยเชิงเทคนิค การจัดการความเสี่ยงจากน้ำมัน ชุบ และการสร้างวัฒนธรรมความปลอดภัยในสถานประกอบการ พร้อมตรวจสอบความถูกต้องของบันทึกผลการเรียนรู้ของผู้เรียน

5. ประยุกต์ใช้และประเมินผล

1. ผู้เรียนจัดทำแผนผังการจัดการความเสี่ยงและการควบคุมมลภาวะสิ่งแวดล้อมในกระบวนการอบชุบทางความร้อน พร้อมระบุแนวทางการเลือกใช้เครื่องมือวัดความปลอดภัยและ PPE ให้เหมาะสมกับสถานการณ์จำลองงานอบชุบ
2. ครูประเมินผลการปฏิบัติงานตรวจสอบและจัดเตรียมอุปกรณ์ของผู้เรียนตามแบบประเมินทักษะ และประเมินความรู้ความเข้าใจจากการสรุปสาระสำคัญ พร้อมให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อการพัฒนา

7. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. เอกสารประกอบการสอน หน่วยที่ 1 เรื่อง ควบคุมความปลอดภัยและสภาพแวดล้อมในกระบวนการอบชุบทางความร้อน
2. ชุดอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล (PPE) สำหรับงานความร้อนและสารเคมี
3. เครื่องมือวัดความปลอดภัย (เครื่องตรวจวัดก๊าซรั่ว และเครื่องวัดอุณหภูมิ)
4. ใบงานการตรวจสอบสภาพและจัดเตรียมอุปกรณ์ความปลอดภัยงานอบชุบ

8. หลักฐานการเรียนรู้

8.1 หลักฐานความรู้

1. แบบทดสอบวัดความรู้เรื่องความปลอดภัยและสภาพแวดล้อมในงานอบชุบ
2. รายงานสรุปผลการวิเคราะห์ความเสี่ยงและมาตรการควบคุม

8.2 หลักฐานการปฏิบัติงาน

1. บันทึกผลการปฏิบัติงานตรวจสอบและจัดเตรียมอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล (PPE)
2. ชิ้นงานแผนผังการจัดการความเสี่ยงในกระบวนการอบชุบทางความร้อน

9. การวัดและประเมินผล

9.1 เกณฑ์การปฏิบัติงาน

1. ตรวจสอบสภาพและจัดเตรียมอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล (PPE) พร้อมเครื่องวัดสภาพแวดล้อมสำหรับงานอบชุบทางความร้อนได้อย่างถูกต้องครบถ้วนตามข้อกำหนด
2. เปิดใช้งานและปรับตั้งระบบระบายอากาศ ท่อดูดควัน และระบบดักจับละอองน้ำมันเพื่อควบคุมสภาพแวดล้อมในห้องปฏิบัติการอบชุบได้ตามมาตรฐานความปลอดภัย
3. ตรวจวัดระดับก๊าซพิษ ความเข้มข้นของก๊าซป้องกัน และอุณหภูมิโดยรอบเตาอบชุบโลหะเพื่อควบคุมไม่ให้เกินค่ามาตรฐานความปลอดภัยได้อย่างถูกต้อง
4. ตรวจสอบประสิทธิภาพการทำงานของระบบหยุดการทำงานฉุกเฉินและอุปกรณ์ควบคุมความปลอดภัยส่วนกลางตามขั้นตอนที่กำหนด
5. ปิดระบบควบคุมการอบชุบ ทำความสะอาดเครื่องมือวัดและพื้นที่ปฏิบัติงาน พร้อมจัดเก็บอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลตามหลัก 5ส ได้อย่างเรียบร้อย

9.2 วิธีการประเมิน

1. การประเมินความรู้ด้วยแบบทดสอบและการซักถาม
2. การประเมินทักษะการปฏิบัติงานตรวจสอบและเตรียมอุปกรณ์
3. การสังเกตพฤติกรรมความปลอดภัยระหว่างเรียน

9.3 เครื่องมือประเมิน

1. แบบทดสอบย่อย
2. แบบประเมินผลงานปฏิบัติการ (Rubric)
3. แบบสังเกตพฤติกรรมและกิจวัตรพิเศษ

10. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

10.1 ข้อสรุปหลังการจัดการเรียนรู้

10.2 ปัญหาที่พบ

10.3 แนวทางแก้ปัญหา

(ครูผู้สอน)

ครูผู้สอน

(.....)

หัวหน้าแผนกวิชา

แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน

รหัสวิชา: 20102-2019 ชื่อวิชา: อบชุบโลหะ (Heat Treatment)

งานหลัก: MT4 ช่างบำรุงรักษาและควบคุมความปลอดภัยงานอบชุบ - บำรุงรักษาอุปกรณ์และควบคุมความปลอดภัยในปฏิบัติการชุบโลหะ

งานย่อย: ST4.2 ควบคุมความปลอดภัยและสภาพแวดล้อมในกระบวนการอบชุบทางความร้อน

วันที่ประเมิน:/...../..... ชื่อผู้เรียน:

ลำดับ	รายการประเมิน	5 ดีเยี่ยม	4 ดีมาก	3 ดี	2 พอใช้	1 ปรับปรุง
MT4	ช่างบำรุงรักษาและควบคุมความปลอดภัยงานอบชุบ - บำรุงรักษาอุปกรณ์และควบคุมความปลอดภัยในปฏิบัติการชุบโลหะ					
ST4.2	☐ ควบคุมความปลอดภัยและสภาพแวดล้อมในกระบวนการอบชุบทางความร้อน(1 แผน)					
ST4.2.1	ตรวจ จัดเตรียมอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล (PPE) และเครื่อง วัดสภาพแวดล้อม เช่น เครื่องตรวจวัดก๊าซรั่ว และเครื่อง วัดอุณหภูมิ	☐	☐	☐	☐	☐

ลำดับ	รายการ ประเมิน	5 ดีเยี่ยม	4 ดีมาก	3 ดี	2 พอใช้	1 ปรับปรุง
	สำหรับ งาน อบ ชุบ ทาง ความร้อน					
ST4.2.2	เปิด ใช้ งาน และ ปรับ ตั้ง ระบบ ระบาย อากาศ ท่อ ดูด ควีน และ ระบบ ดัก จับ ละออง น้ำมัน เพื่อ ควบคุม สภาพ แวดล้อม ใน ห้อง ปฏิบัติ การอบชุบ	☐	☐	☐	☐	☐
ST4.2.3	ตรวจ วัด ระดับ ก๊าซ พิษ ความ เข้มข้น ของ ก๊าซป้องกัน และ อุณหภูมิโดย	☐	☐	☐	☐	☐

ลำดับ	รายการ ประเมิน	5 ดีเยี่ยม	4 ดีมาก	3 ดี	2 พอใช้	1 ปรับปรุง
	รอบ เตา อบ ชุบ โลหะ เพื่อ ควบคุม ไม่ให้เกิน ค่า มาตรฐาน ความ ปลอดภัย					
ST4.2.4	ตรวจ สอบ ประสิทธิภาพ พ การ ทำงาน ของ ระบบ หยุด การ ทำงาน ฉุกเฉิน และ อุปกรณ์ ควบคุม ความ ปลอดภัย ส่วนกลาง	☐	☐	☐	☐	☐
ST4.2.5	ปิด ระบบ ควบคุม การ อบ ชุบ ทำความ สะอาด เครื่องมือวัด	☐	☐	☐	☐	☐

ลำดับ	รายการ ประเมิน	5 ดีเยี่ยม	4 ดีมาก	3 ดี	2 พอใช้	1 ปรับปรุง
	และ พื้นที่ ปฏิบัติงาน พร้อม จัด เก็บ อุปกรณ์ ป้องกัน อันตราย ส่วนบุคคล เข้า ที่ ให้ เรียบร้อย					

เกณฑ์การให้คะแนน (5 ระดับ)

5 — ดีเยี่ยม

ปฏิบัติได้ถูกต้องครบถ้วน คล่องแคล่ว เป็นแบบอย่างที่ดีเยี่ยม

4 — ดีมาก

ปฏิบัติได้ถูกต้องครบถ้วน คล่องแคล่ว

3 — ดี

ปฏิบัติได้ถูกต้องส่วนใหญ่ มีข้อบกพร่องบ้างเล็กน้อย

2 — พอใช้

ปฏิบัติได้บางส่วน ต้องได้รับคำแนะนำ

1 — ปรับปรุง

ปฏิบัติได้น้อย ยังต้องปรับปรุง

ลงชื่อ ผู้ประเมิน

(ครูผู้สอน)

วันที่/...../.....

แบบประเมินจิตพิสัย (ด้านคุณธรรม จริยธรรม)

รหัสวิชา: 20102-2019 ชื่อวิชา: อบชุบโลหะ (Heat Treatment)

งานหลัก: MT4 ช่างบำรุงรักษาและควบคุมความปลอดภัยงานอบชุบ - บำรุงรักษาอุปกรณ์และควบคุมความปลอดภัยในปฏิบัติการชุบโลหะ

งานย่อย: ST4.2 ควบคุมความปลอดภัยและสภาพแวดล้อมในกระบวนการอบชุบทางความร้อน

วันที่ประเมิน:/...../..... ชื่อผู้เรียน:

ลำดับ	จุด ประสงค์ ด้านจิตพิสัย	ดีเยี่ยม (5)	ดีมาก (4)	ดี (3)	พอใช้ (2)	ปรับปรุง (1)
1	สนใจ และ รับ ฟัง คำ แนะนำ ด้าน ความ ปลอดภัยใน กระบวนการ อบชุบทาง ความร้อนได้	☐	☐	☐	☐	☐

เกณฑ์ Rubric (5 ระดับ)

ดีเยี่ยม (5)

แสดงพฤติกรรมอย่างสม่ำเสมอ ริเริ่ม และเป็นแบบอย่างที่ดี

ดีมาก (4)

แสดงพฤติกรรมสม่ำเสมอ มีส่วนร่วมอย่างแข็งขัน

ดี (3)

แสดงพฤติกรรมได้ดีในส่วนใหญ่

พอใช้ (2)

แสดงพฤติกรรมได้บ้างแต่ต้องกระตุ้น

ปรับปรุง (1)

ยังไม่แสดงพฤติกรรมที่พึงประสงค์

ลงชื่อ ผู้ประเมิน

(ครูผู้สอน)

วันที่/...../.....