



มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
การสอบกลางภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552

วิชา PTE 322 Welding Technology
สอบวันพฤหัสบดี ที่ 24 ธันวาคม 2552

นักศึกษาภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ปีที่ 3
เวลา 13.00 – 16.00 น.

คำชี้แจง

1. ข้อสอบวิชานี้มีจำนวน 8 หน้า (รวมใบปะหน้า)
2. ข้อสอบมีทั้งหมด 2 หมวด
3. ให้ทำทุกข้อลงในข้อสอบ
4. ไม่อนุญาตให้นำตำราและเอกสารทุกชนิดเข้าห้องสอบได้
5. อนุญาตให้ใช้เครื่องคำนวณตามระเบียบมหาวิทยาลัยฯ ได้

เมื่อนักศึกษาทำข้อสอบเสร็จ ต้องยกมือบอกกรรมการคุมสอบ

เพื่อขออนุญาตออกนอกห้องสอบ

ห้ามนักศึกษานำข้อสอบและกระดาษคำตอบออกนอกห้องสอบ

นักศึกษาซึ่งทุจริตในการสอบ อาจถูกพิจารณาโทษสูงสุดให้พ้นสภาพการเป็นนักศึกษา

อาจารย์ปรัชญา เพ็ญสุระ

ผู้ออกข้อสอบ

โทร. 8554

ข้อสอบชุดนี้ได้ผ่านกรรมการวิชาการภาควิชาฯ เป็นที่เรียบร้อยแล้ว

(ผศ.ดร.สิทธิชัย แก้วเกื้อกุล)

หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

หมวดที่ 1 จงตอบคำถามต่อไปนี้ (30 คะแนน)

1. กระบวนการเชื่อมแบบ Pressure welding กับ Fusion Welding ต่างกันอย่างไร.....

2. จากสมการและตัวแปรกระบวนการเชื่อมใดมีปริมาณความร้อนมากที่สุด

$$Q = \frac{U \cdot I \cdot 60}{V \cdot 1000} \cdot \text{Efficiency}$$

Efficiency*:
MMA: 0.75
MIG/MAG: 0.90
SAW: 0.90
TIG: 0.80

3. ข้อจำกัดของกระบวนการเชื่อม GTAW มีอะไรบ้าง.....

4. Globular Transfer และ Spray Transfer ต่างกันอย่างไร.....

5. จงบอกปัจจัยที่ทำให้เกิดโหมคการถ่านน้ำโลหะมา 2 ปัจจัย.....

6. “แกนกลางลวดเชื่อมจะบรรจุสารที่ทำให้เกิดสแลก สารทำให้เกิดการอาร์คราบเรียบ และตัวลดออกซิเจน” เป็นคุณลักษณะกระบวนการเชื่อมใด.....

7. ลวดเชื่อม Submerge Arc Welding (SAW) ตามมาตรฐาน AWS A5.17-76 สามารถแบ่งได้ตามส่วนผสมทางเคมีของธาตุอะไร.....

8. ฟลักซ์สำหรับการเชื่อมแบบ Submerge Arc Welding (SAW) แบ่งออกเป็นกี่ชนิดอะไรบ้าง.....

9. กระบวนการเชื่อม PAW และ GTAW เหมือน และต่างกันอย่างไร.....

10. การเชื่อมด้วยความดันทานชนิดจุดจะมีองค์ประกอบหลักร่วมกันก็อย่างอะไรบ้าง.....

11. โครงสร้างมาร์เทนไซต์เป็นโครงสร้างที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงจากโครงสร้างใด.....

12. บริเวณใดในชิ้นงานเชื่อมที่เกิดการโตของผลึกใหม่(Grain Growth).....

13. ประโยชน์ของ แผนภูมิการเย็นตัวและเปลี่ยนแปลงแบบต่อเนื่อง (Continuous Cooling Transformation- CCT diagram) คืออะไร.....

14. เพราะเหตุใดเราจึงต้องมีการทำนายเวลาที่ใช้ในการเย็นตัวสำหรับงานเชื่อมเหล็กที่อุณหภูมิจาก 800 ถึง 500 องศาเซลเซียส.....

15. การแข็งตัวของบ่อหลอมละลายรอยเชื่อม แตกต่างจากการหล่อโลหะอย่างไร.....
.....
16. กลไกการเกิดเกรนในแนวเชื่อมแบบ Surface Nucleation เกิดขึ้นได้อย่างไร.....
.....
17. ชนิดของการเย็นตัวของน้ำโลหะ (Solidification Modes) แบบ Equiaxed dendritic เกิดขึ้นได้อย่างไร.....
.....
18. ปัจจัยใดบ้างที่จะเป็นตัวช่วยการควบคุมการเย็นตัวของน้ำโลหะ
.....
19. ชีงงานเชื่อมที่มีอัตราการเย็นตัวสูง(High Cooling Rate) จะมีลักษณะของโครงสร้างที่ได้จะเป็นอย่างไร.....
.....
20. ลักษณะของแนวเชื่อมที่ได้จากการเดินลวดเชื่อมที่เร็วเกินไปมีลักษณะอย่างไร.....
21. Macro Segregation มีลักษณะเป็นอย่างไร.....
.....
22. การลดออกซิเจน (Deoxidation) ในงานเชื่อมทำได้อย่างไร.....
.....
23. ธาตุใดที่ผสมลงไปโลหะแล้วทำแนวโน้มนของโครงสร้างที่ได้เป็น Ferrite บอกรมา 2 ชนิด.....
.....
24. Ni, Cr, Mn, Ni ที่ผสมลงในเหล็กจะส่งผลกระทบต่อจุด Eutectoid.....
.....
25. ธาตุใดที่มีความสามารถรวมตัวกับคาร์บอนเป็นคาร์ไบด์มากที่สุด.....
26. Carbide อยู่ตามขอบเกรน จะส่งผลกระทบต่อสมบัติทางกลอย่างไรกับโลหะ.....
27. จงบอกปัจจัยที่มีผลต่อความสามารถในการชุบแข็งของเหล็กกล้ามา 1 อย่าง.....
.....
28. โครงสร้างต่างๆไปของเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำจะได้เป็นโครงสร้างอะไร.....
29. การแตกแบบ Liquidus Crack มีสาเหตุการแตกมาจากอะไร เพราะอะไร.....
.....
30. การแตกแบบ Liquidus Crack ส่วนมากจะแตกที่บริเวณใดของชิ้นงานเชื่อม.....

สูตร

$$Q = \eta \frac{VI}{v}$$

$$\lambda = h \sqrt{\frac{\rho C (550^\circ\text{C} - T_0)}{Q}}$$

หากได้ค่า $\lambda > 0.75$ ถือว่าเป็นงานหนา และ
 $\lambda < 0.75$ ถือว่าเป็นงานบาง

กรณีงานบาง

$$\Delta T_{8/5} = \frac{(Q/h)^2}{4\pi k \rho C} \left[\left(\frac{1}{(500^\circ\text{C} - T_0)} \right)^2 - \left(\frac{1}{(800^\circ\text{C} - T_0)} \right)^2 \right]$$

กรณีงานหนา

$$\Delta T_{8/5} = \frac{Q}{2\pi k} \left[\frac{1}{(500^\circ\text{C} - T_0)} - \frac{1}{(800^\circ\text{C} - T_0)} \right]$$

- การคำนวณหาค่าความแข็ง

$$\Delta T_{8/5]_M} = 2.5 C_{eq} - 1.27$$

โดยให้

$$C_{eq} = C + \frac{Mn}{3} + \frac{Cu}{4} + \frac{Ni}{8} + \frac{Cr}{10} + \frac{Mo}{3} + 5B$$

หาก $\Delta T_{8/5]_M}$ มีค่ามากกว่า $\Delta T_{8/5}$ จากสมการ ก็สามารถคำนวณหาความแข็งได้ คือ

$$VPN_M = 812C + 293$$

โดย VPN_M คือ Vicker Pyramid Number ของโครงสร้าง

หาก $\Delta T_{8/5]_M}$ มีค่าน้อยกว่า $\Delta T_{8/5}$ จากสมการ ก็สามารถคำนวณหาความแข็งได้ คือ

$$VPN_{HAZ} = VPN_O + (VPN_M - VPN_O) \exp \left[-0.2 \left(\frac{\Delta T_{8/5}}{\Delta T_{8/5]_M}} - 1 \right) \right]$$

กระบวนการเชื่อม	η
Shield (Manual) metal arc	0.7-0.85
Tungsten Inert Gas (TIG)	0.22-0.48
Metal Inert Gas (MIG)	0.66-0.75
Submerged arc	0.90-0.99

โลหะ	k ค่าการนำความร้อน (W/cm. °C)	ρ ความหนาแน่น (g/cm ³)	C สัมประสิทธิ์ทางความร้อน (kJ/kg. °C)
Aluminum บริสุทธิ์	2.37	2.7	0.9
Aluminum ในงานหล่อ	1.2-2.1	2.6-2.8	
Aluminum รีด	1.2-1.8	2.6-3.0	
เหล็ก	0.81	7.87	0.44
เหล็กกล้าผสมต่ำ	0.32-0.66	7.8-8.0	0.50
Martensitic Stainless	0.25	7.6-7.7	0.50
Steel	0.15	7.8-8.0	0.50
Austenitic Stainless			
Steel			