

	<b>แผนการสอน</b>	รหัสรายวิชา 01-440-308		
		บทเรียนที่ 54		
	การชุบแข็งพื้นผิวแบบต่าง ๆ	เวลา	100	นาที

- จุดประสงค์** 541 บรรยายขั้นตอนการชุบแข็งผิวแบบ Carburizing  
 542 อธิบายหลักการของ Nitriding  
 543 แยกลำดับขั้นตอนของการชุบผิวแบบ Cyaniding  
 544 อธิบายการอบชุบแบบ Flame Hardening

### การชุบแข็งพื้นผิว

เป็นวิธีการที่ทำให้ผิวของวัสดุมีความแข็ง, ความแข็งแรง และสามารถทนการสึกหรอได้เป็นอย่างดี

วิธีการทำการชุบแข็งพื้นผิวแบ่งออกเป็น 2 แบบ

**แบบที่ 1** เพิ่มธาตุบางชนิดเข้าไปในบริเวณผิว ซึ่งจะช่วยให้เพิ่มความแข็ง ได้แก่ Carburising Nitriding และ Cyaniding เป็นต้น

**แบบที่ 2** ให้ความร้อนกับผิว และปล่อยให้เย็นตัวอย่างรวดเร็ว วิธีนี้ได้แก่ Flame hardening เป็นต้น

### Caburizing

เป็นวิธีเพิ่มคาร์บอนเข้าไปในผิวของเหล็ก มี 2 วิธี คือ การใช้ของแข็ง (Pack Carburizing) และการใช้ของเหลว หรือ (fluid and gas Carburizing) วิธีนี้จะทำให้เหล็กกล้าที่มีคาร์บอนระดับ 0.15 ถึง 0.25 โดยการเผาอบกับสารหรือแก๊สที่มีคาร์บอนเพื่อให้คาร์บอนซึมเข้าไปในผิวเหล็กเป็นชั้นบาง ๆ

#### การใช้ของแข็ง Pack Carburizing

วิธีนี้จะให้ความร้อนกับเหล็กจนมีอุณหภูมิสูงถึง 1600° -1800° F แล้วนำชิ้นงานใส่ลงไปในกลุ่มที่บรรจุผงคาร์บอน เหล็กจะทำปฏิกิริยากับคาร์บอนเกิดแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ขึ้น ซึ่งแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์นี้จะทำปฏิกิริยากับเหล็กที่บริเวณผิวเป็นเหล็กคาร์ไบด์ หรือ Fe<sub>3</sub>C ที่มีความแข็งมาก ดังสมการ

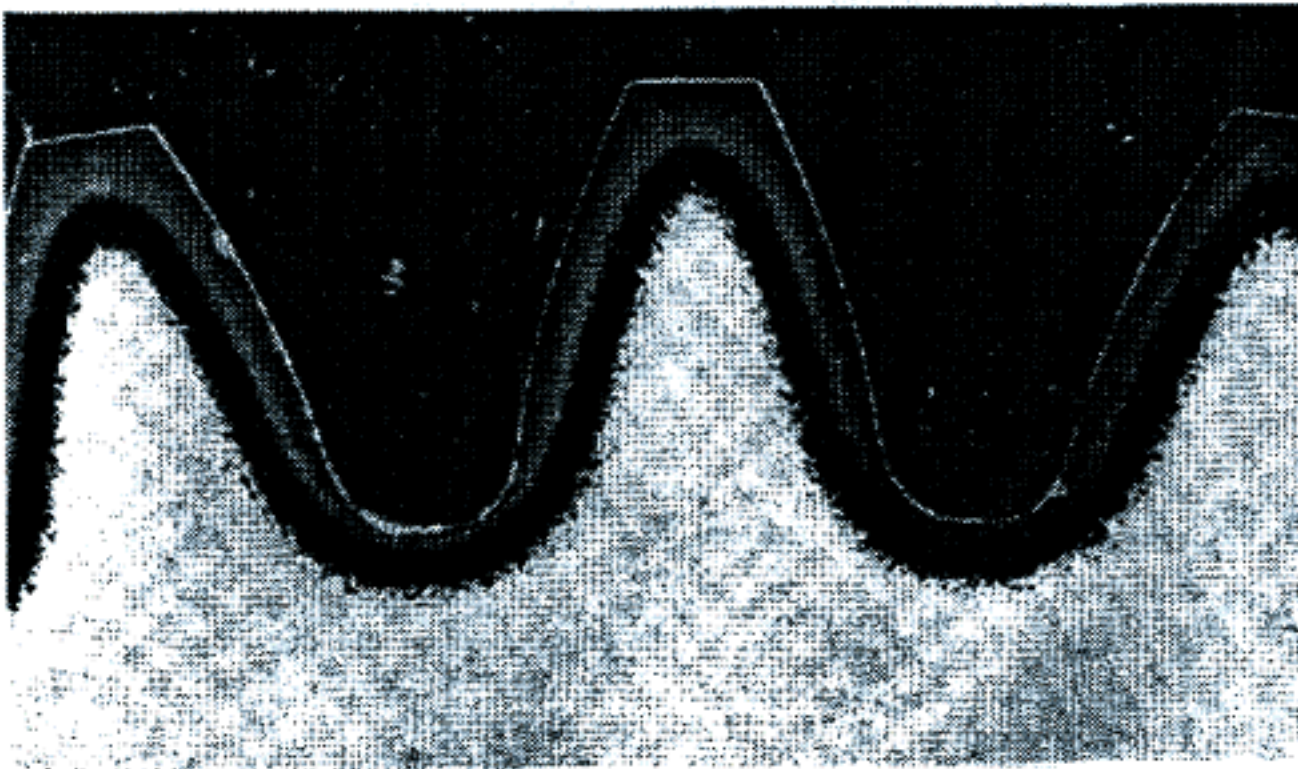
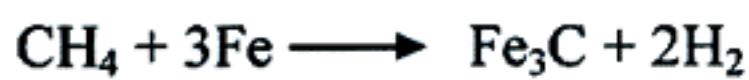




อย่างไรก็ดีคาร์บอนไดออกไซด์อาจจะทำปฏิกิริยากับคาร์บอนในเหล็ก ทำให้คาร์บอนในเหล็กลดลง และไม่สามารถชุบผิวแข็งได้ ปฏิกิริยานี้เรียกว่า คีคาร์บูไรเซชัน ซึ่งไม่เป็นที่ต้องการ

### การใช้ของเหลวหรือแก๊ส

วิธีนี้จะให้ความร้อนกับเหล็กจนมีอุณหภูมิสูงถึง 1600° - 1800° F นำไปบรรจุอยู่ในกล่องที่บรรจุแก๊สพวกไฮโดรคาร์บอน เช่น อีเทน มีเทน โพรเพน หรือแก๊สธรรมชาติ คาร์บอนจากแก๊สเหล่านี้จะซึมเข้าผิวของเหล็ก เช่นเดียวกับวิธีแรก เป็นไปดังสมการ

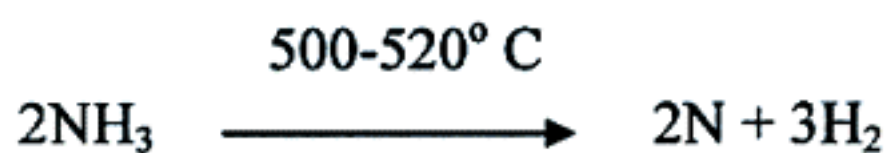


ภาพ รูปตัดของฟันเกียร์ที่ผ่านการ Caburizing

### Nitriding

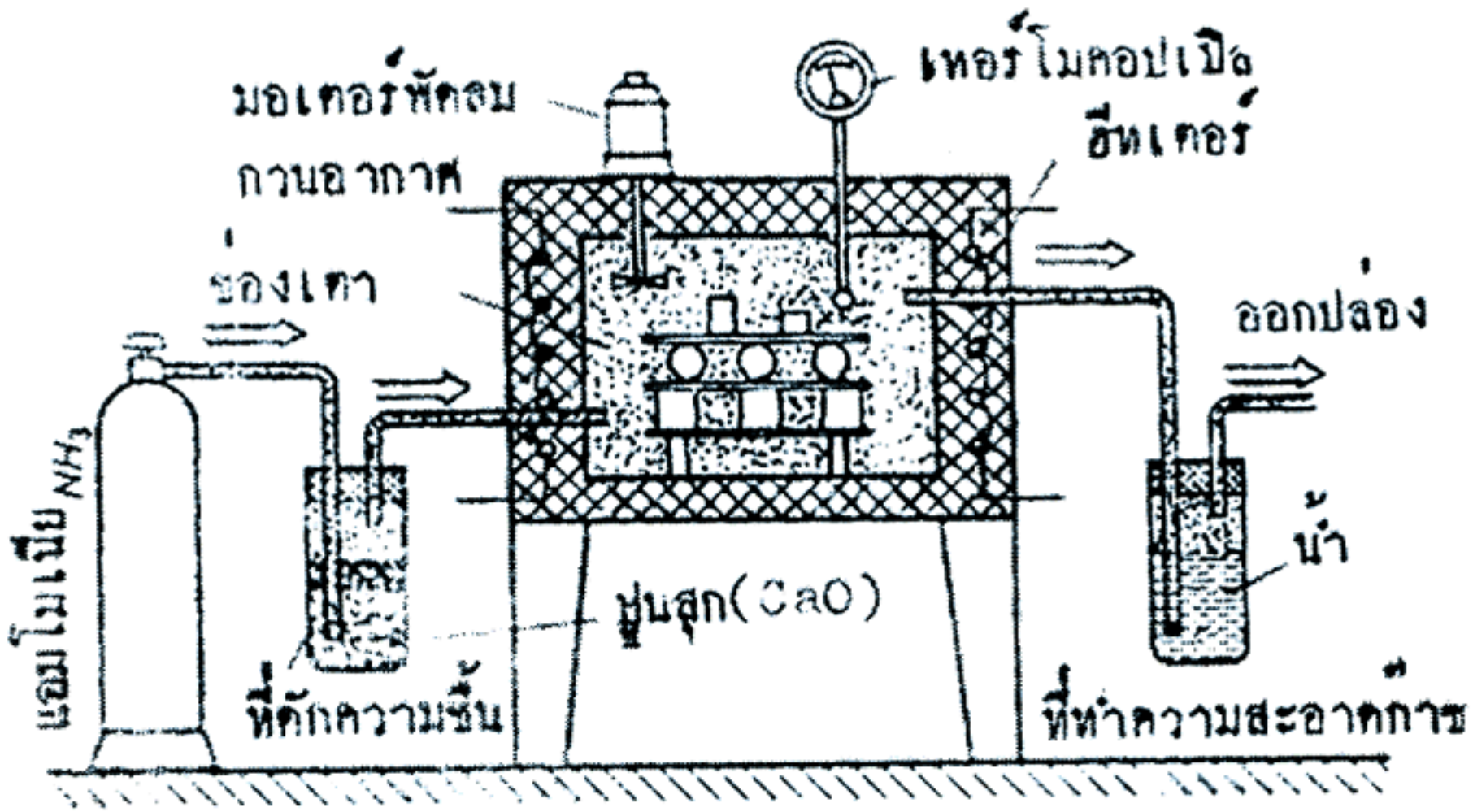
ใช้แก๊สแอมโมเนียในการปลดปล่อยธาตุไนโตรเจนเพื่อซึมเข้าผิวเหล็กที่อุณหภูมิสูง สำหรับเหล็กกล้าคาร์บอนธรรมดาผิวจะแข็งและเปราะ มีโครงสร้างเป็นรูปเข็มของคอมเพล็กซ์ไนไตรด์ ในกรณีที่ใช้เหล็กกล้าผสมที่มีธาตุผสมของอลูมิเนียม โครเมียม นิกเกิล และโมลิบดีนัมรวมกันเกิน 3% หลังทำ Nitriding เมื่อนำมาชุบแข็งและเทมเปอร์ที่ประมาณ 500° C ในบรรยากาศของแอมโมเนียประมาณ 50 ชั่วโมง ผิวของเหล็กกล้าจะแข็งเป็นพิเศษ

วิธีทำ ใช้เตาอบที่ปิดสนิทแล้วผ่านแก๊สแอมโมเนียเข้าไป เมื่อก๊าซแอมโมเนียได้รับความร้อนจะแยกตัวเป็นไนโตรเจนและไฮโดรเจน ไปทำปฏิกิริยากับธาตุที่ผสมอยู่ในโลหะ เช่น โครเมียม อลูมิเนียม โมลิบดีนัม วานาเดียม และจะเกิดเป็นสารใหม่แทรกอยู่ที่ผิวเหล็ก ทำให้ผิวที่ถูกทำปฏิกิริยานั้นแข็ง เวลาที่ใช้ประมาณ 5-25 ชั่วโมง อุณหภูมิที่ใช้ 500-520° ดังสมการ

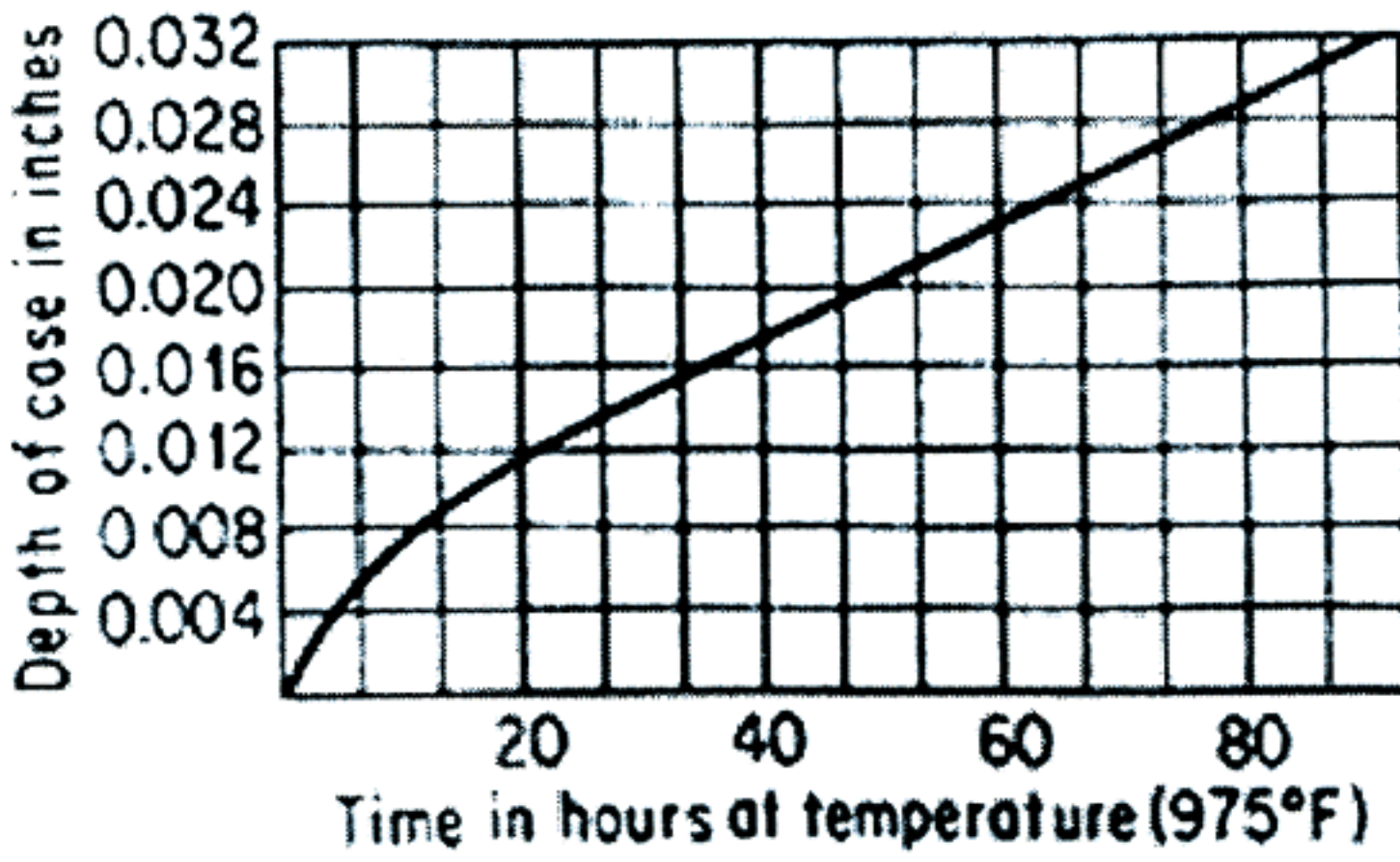




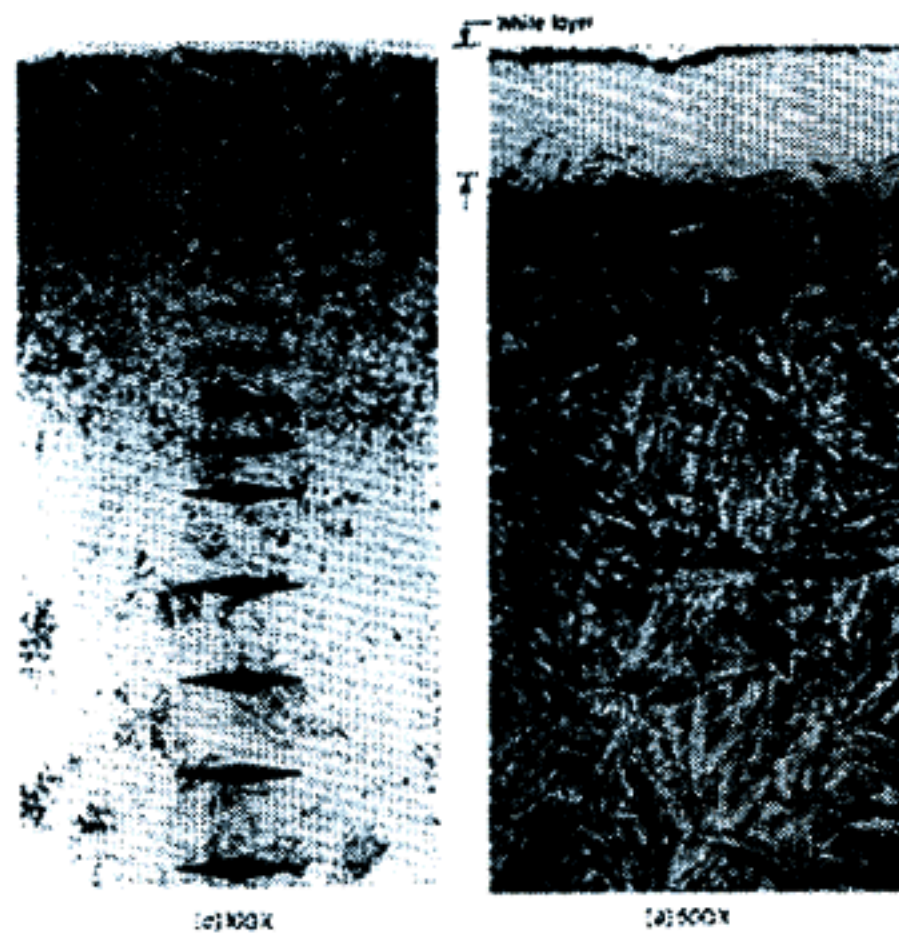
อัตราการซึมลึกประมาณ 1  $\mu\text{m}$  ต่อชั่วโมง



ภาพ เตาแก๊สไนโตรดิ่ง



ภาพ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความลึกของผิวแบบเต็มไนโตรเจน กับเวลาที่อบเหล็กที่อุณหภูมิ 975° F

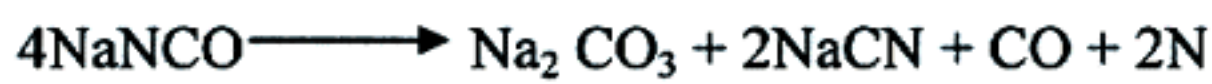


ภาพ โครงสร้างที่ผ่าน Nitriding เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ที่ 975° F 30% ของแอมโมเนีย dissociation



## Cyaniding

ทำได้โดยการจุ่มแช่เหล็กกล้าคาร์บอนปานกลางลงในอ่างที่มีโซเดียมไซยาไนด์ 30% อุณหภูมิประมาณ  $850^{\circ}\text{C}$  เป็นเวลาครึ่งชั่วโมงถึงหนึ่งชั่วโมง แล้วชุบน้ำหรือน้ำมันก็จะทำให้เหล็กกล้านั้นมีผิวแข็งลึกประมาณ 0.02 นิ้ว โดยวิธีนี้นอกจากจะทำให้บริเวณผิวมีคาร์บอนเพิ่มขึ้นแล้วยังมีไนโตรเจนในรูปของไนไตรด์ซึ่งมีส่วนทำให้ผิวแข็งขึ้น โดยทั่วไปมักเลือกน้ำยาชุบแบบไซยาไนด์จะมีส่วนผสมดังนี้ โซเดียมไซยาไนด์ 30% โซเดียมคาร์บอเนต 40% โซเดียมคลอไรด์ 30% ตัวเร่งปฏิกิริยาและเพิ่มความแข็งในน้ำยานี้คือ คาร์บอน และไนโตรเจน ซึ่งได้จากปฏิกิริยาดังสมการ

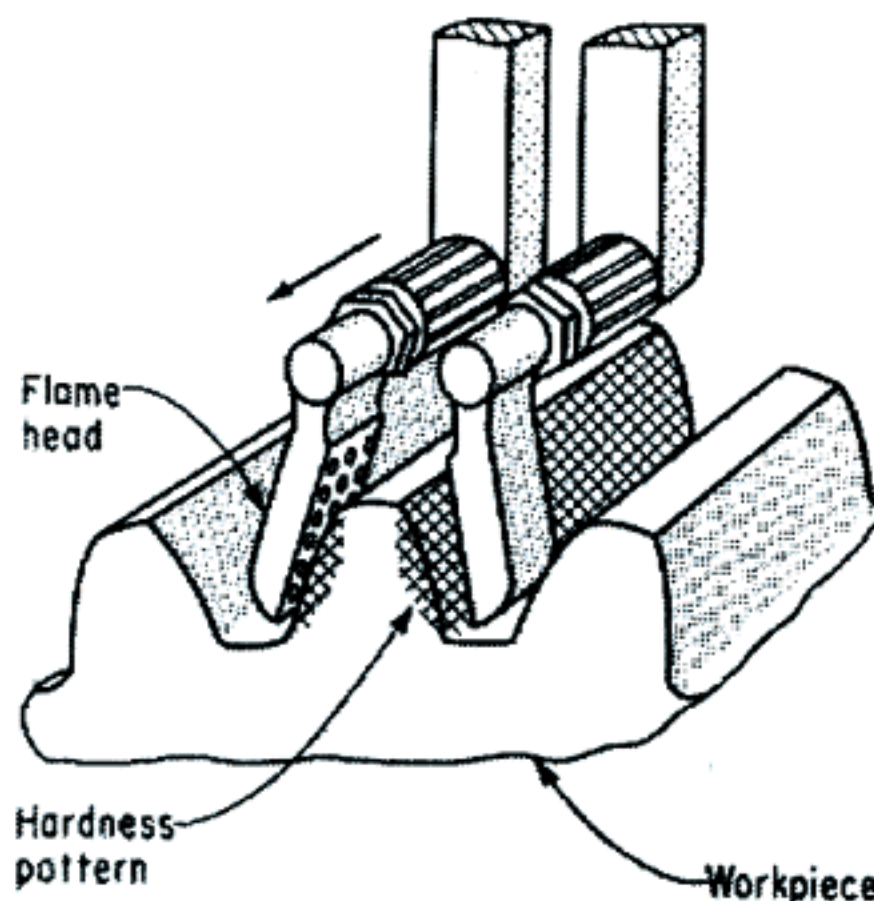


สำหรับอ่างที่มีไซยาไนด์ 30% อุณหภูมิ  $1550^{\circ}\text{F}$  สามารถสร้างผิวแข็งหนา 0.005 นิ้ว ได้ภายในเวลา 45 นาที สำหรับเหล็กกล้า 0.65% C

## การชุบแข็งด้วยเปลวไฟ (Flame Hardening)

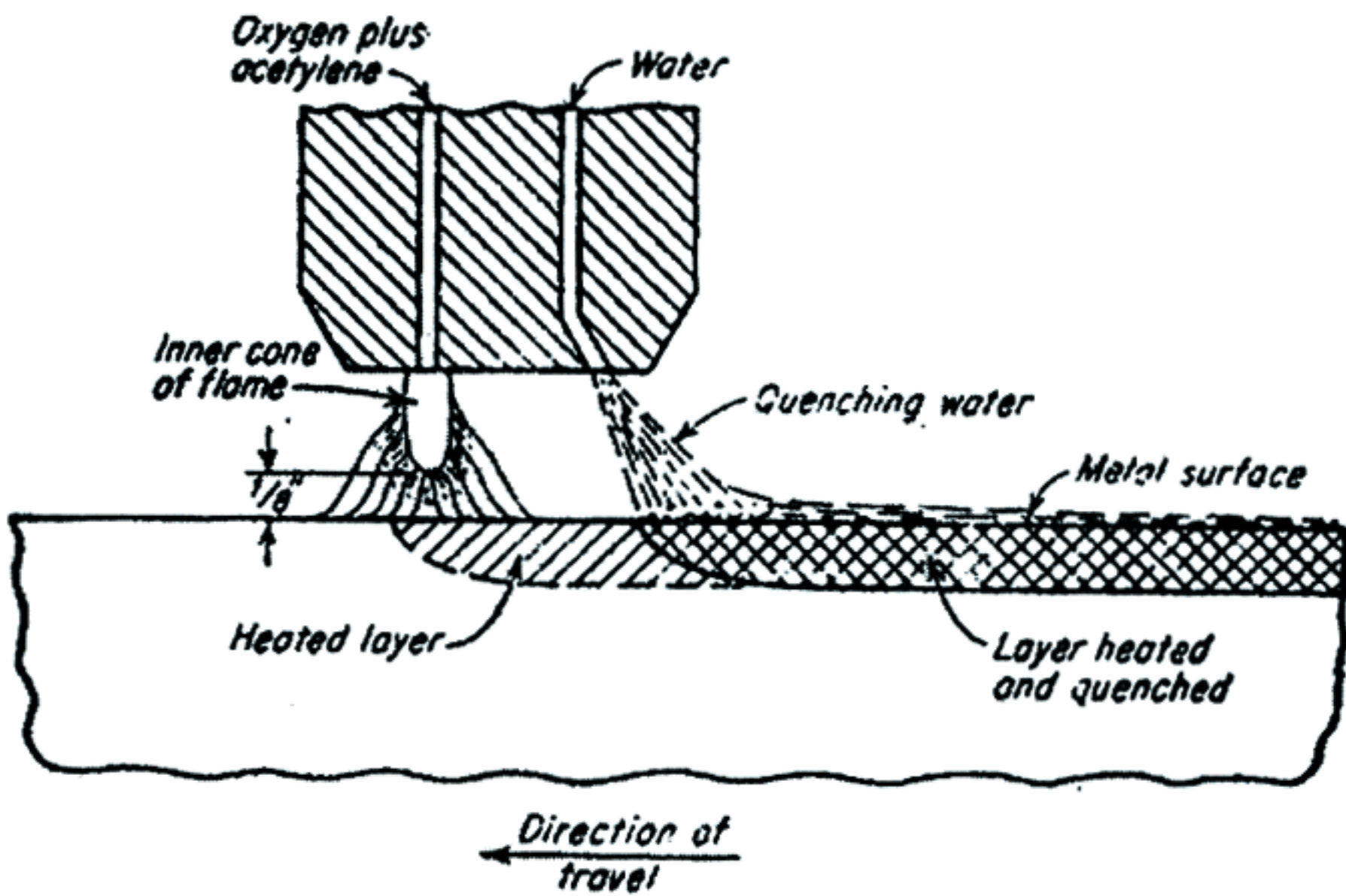
เป็นกรรมวิธีการชุบแข็งที่สองโดยไม่ต้องเพิ่มสารบางชนิดเข้าไปในผิว โดยใช้เปลว Oxy-acetylene เผาชิ้นงานจนอุณหภูมิเหนือจุดวิกฤตบน แล้วพ่นละอองน้ำลงไปให้ชิ้นงานเย็นตัวทันที เพื่อให้เกิดโครงสร้างมาเทนไซต์ เหล็กกล้าที่จะนำมาทำการชุบแข็งด้วยเปลวไฟควรมีปริมาณคาร์บอน 0.4-0.6% เหล็กกล้าที่มีปริมาณคาร์บอน 0.45% หลังจากทำการชุบแข็งด้วยเปลวไฟจะได้ความลึกของผิวแข็งนี้ประมาณ 3.0-3.8 มม.

ก่อนจะนำชิ้นงานมาชุบแข็งควรจะลดความเครียดภายในออกเสียก่อน หลังจากทำการชุบผิวแข็งแล้วจึงทำการอบอ่อนที่อุณหภูมิต่ำ ๆ เพื่อลดความเครียดอีกทีหนึ่ง

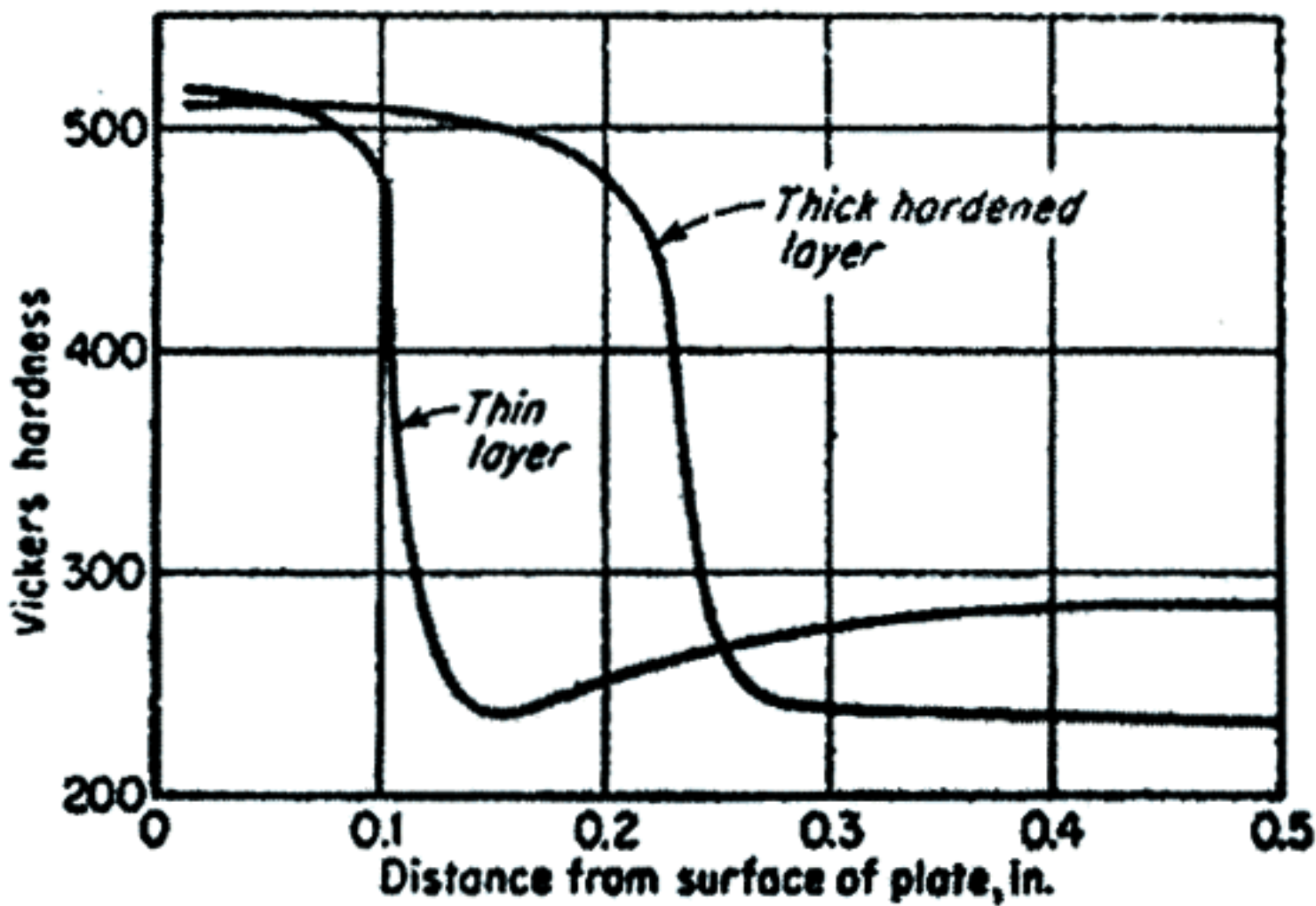


ภาพ แสดงหัวพ่นไฟแบบ single Oxy-acetylene Torch





ภาพ แสดงหลักการชุบแข็งด้วยเปลวไฟ โดยทำให้เหล็กร้อนด้วยเปลวไฟ แล้วหล่อเย็นด้วยการพ่นน้ำ



ภาพ ความแข็งกับความลึกของผิวเหล็กกล้า 0.4% C ที่ได้จากการชุบแข็งด้วยเปลวไฟ

วิธีสอนและกิจกรรม	บรรยายและซักถาม	
สื่อการสอน	หนังสืออ้างอิง	2, 6, 18
	เอกสารประกอบ	เอกสาร โรเนียว
	วัสดุโสตทัศน	แผ่นใส และแบบจำลองการชุบแข็งแบบต่าง ๆ
งานที่มอบหมาย	ทดลองการทำ Flame Hardening และตรวจสอบความแข็ง	
การวัดผล	ตรวจชิ้นงานและความถูกต้อง	

หนังสืออิเล็กทรอนิกส์	
ฟิสิกส์ 1(ภาคกลศาสตร์(	ฟิสิกส์ 1 (ความร้อน)
ฟิสิกส์ 2	กลศาสตร์เวกเตอร์
โลหะวิทยาฟิสิกส์	เอกสารคำสอนฟิสิกส์ 1
ฟิสิกส์ 2 (บรรยาย(	แก้ปัญหาฟิสิกส์ด้วยภาษา C
ฟิสิกส์พิศวง	สอนฟิสิกส์ผ่านทางอินเทอร์เน็ต
ทดสอบออนไลน์	วิดีโอการเรียนการสอน
หน้าแรกในอดีต	แผ่นใสการเรียนการสอน
เอกสารการสอน PDF	กิจกรรมการทดลองทางวิทยาศาสตร์
แบบฝึกหัดออนไลน์	สุดยอดสิ่งประดิษฐ์
การทดลองเสมือน	
บทความพิเศษ	ตารางธาตุไทย1) 2 (Eng)
พจนานุกรมฟิสิกส์	ลับสมองกับปัญหาฟิสิกส์
ธรรมชาติมหัศจรรย์	สูตรพื้นฐานฟิสิกส์
การทดลองมหัศจรรย์	ดาราศาสตร์ราชมงคล
แบบฝึกหัดกลาง	
แบบฝึกหัดโลหะวิทยา	แบบทดสอบ
ความรู้รอบตัวทั่วไป	อะไรเอ่ย ?
ทดสอบ)เกมเศรษฐี(	คติปริศนา
ข้อสอบเอนทรานซ์	เฉลยกลศาสตร์เวกเตอร์
คำศัพท์ประจำสัปดาห์	
ความรู้รอบตัว	
การประดิษฐ์ของโลก	ผู้ได้รับโนเบลสาขาฟิสิกส์
นักวิทยาศาสตร์เทศ	นักวิทยาศาสตร์ไทย
ดาราศาสตร์พิศวง	การทำงานของอุปกรณ์ทางฟิสิกส์
การทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ	

 <b>การเรียนรู้การสอนฟิสิกส์ 1</b> <span style="float: right;"></span>	
1. การวัด	2. เวกเตอร์
3. การเคลื่อนที่แบบหนึ่งมิติ	4. การเคลื่อนที่บนระนาบ
5. กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน	6. การประยุกต์กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน
7. งานและพลังงาน	8. การดลและโมเมนตัม
9. การหมุน	10. สมดุลของวัตถุแข็งเกร็ง
11. การเคลื่อนที่แบบคาบ	12. ความยืดหยุ่น
13. กลศาสตร์ของไหล	14. ปริมาณความร้อน และ กลไกการถ่ายโอนความร้อน
15. กฎข้อที่หนึ่งและสองของเทอร์โมไดนามิก	16. คุณสมบัติเชิงโมเลกุลของสสาร
17. คลื่น	18. การสั่น และคลื่นเสียง
 <b>การเรียนรู้การสอนฟิสิกส์ 2</b> <span style="float: right;"></span>	
1. ไฟฟ้าสถิต	2. สนามไฟฟ้า
3. ความกว้างของสายฟ้า	4. ตัวเก็บประจุและการต่อตัวต้านทาน
5. ศักย์ไฟฟ้า	6. กระแสไฟฟ้า
7. สนามแม่เหล็ก	8. การเหนี่ยวนำ
9. ไฟฟ้ากระแสสลับ	10. ทรานซิสเตอร์
11. สนามแม่เหล็กไฟฟ้าและเสาอากาศ	12. แสงและการมองเห็น
13. ทฤษฎีสัมพัทธภาพ	14. กลศาสตร์ควอนตัม
15. โครงสร้างของอะตอม	16. นิวเคลียร์
 <b>การเรียนรู้การสอนฟิสิกส์ทั่วไป</b> <span style="float: right;"></span>	
1. จลศาสตร์ (kinematic)	2. จลพลศาสตร์ (kinetics)
3. งานและโมเมนตัม	4. ซิมเปิลฮาร์โมนิก คลื่น และเสียง
5. ของไหลกับความร้อน	6. ไฟฟ้าสถิตกับกระแสไฟฟ้า
7. แม่เหล็กไฟฟ้า	8. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ากับแสง
9. ทฤษฎีสัมพัทธภาพ อะตอม และนิวเคลียร์	

