

	แผนการจัดการเรียนรู้	หน่วยที่ 3
	วิชา งานวัดละเอียดช่างยนต์	สอนครั้งที่ 7-11
	ชื่อหน่วย ไมโครมิเตอร์	
เรื่อง ไมโครมิเตอร์		จำนวนชั่วโมง 15 ชั่วโมง
หัวข้อเรื่อง (หัวข้อย่อยหรือความรู้และทักษะที่จะได้จากการปฏิบัติ) <u>ด้านความรู้</u> 3.1 ไมโครมิเตอร์ 3.2 หลักการทำงานของไมโครมิเตอร์ 3.3 ส่วนประกอบของไมโครมิเตอร์ 3.4 ส่วนประกอบภายนอกและภายในของไมโครมิเตอร์วัดนอก 3.5 การสร้างไมโครมิเตอร์ความละเอียด 0.01 มม. 3.6 ไมโครมิเตอร์วัดนอกและอุปกรณ์ประกอบของไมโครมิเตอร์ 3.7 การปรับและการตรวจสอบความเที่ยงตรง 3.8 ข้อควรระวังในการใช้ไมโครมิเตอร์วัดนอก 3.9 ชนิดและการใช้งานของไมโครมิเตอร์วัดนอกในลักษณะต่าง ๆ 3.10 ข้อควรระวังและการดูแลรักษาไมโครมิเตอร์ <u>สาระสำคัญ</u> 1. ไมโครมิเตอร์เป็นเครื่องวัดละเอียดที่สามารถวัดได้ละเอียดกว่าเวอร์เนียสคาลิปเปอร์ 2. การทำงานของไมโครมิเตอร์โดยการหมุนเคลื่อนที่ไปหนึ่งรอบของเกลียวปากเดียว การเคลื่อนที่ของเส้นขอบเกลียว 1 รอบ EAD) จะเท่ากับ 1 ระยะพิทช์ ของเกลียว (PITCH) 3. ไมโครมิเตอร์ประกอบด้วยแกนรับ แกนวัด แหวนล็อกแกนวัด ปลอกสเกลหลัก ปลอกสเกลหมุนวัด ปลอกหมุนกระแทกเลื่อน โคร่งตัวยู		

4. ส่วนประกอบภายนอกและภายในของไมโครมิเตอร์วัดนอกมีทั้งหมด 13 ส่วนประกอบล้วนแต่เป็นส่วนประกอบที่สำคัญในการอ่านไมโครมิเตอร์ได้อย่างแม่นยำและเที่ยงตรง
5. ถ้าหมุนเกลียวไป 1 รอบ (50 ซิด) = 0.50 มม. นี่ถ้าหมุนเกลียวไป 1/2 รอบ (25 ซิด) = $0.5/2 = 0.25$ มม. ถ้าหมุนเกลียวไป 1/50 รอบ (1 ซิด) = $0.5/50 = 0.01$ มม. เมื่อหมุนปลอกวัดไป 1 ซิดแกนวัดจะเคลื่อนที่ 0.01 มม.
6. ไมโครมิเตอร์วัดนอกและอุปกรณ์ประกอบของไมโครมิเตอร์วัดขนาดต่าง ๆ เช่น ขนาด 0-25 มม. ความละเอียด 0.01 มม. ขนาด 0-1 นิ้ว ความละเอียด 0.001 นิ้ว ขนาด 0-25 มม. ความละเอียด 0.001 มม. ขนาด 0-1 นิ้ว ค่าความละเอียด 0.0001 มม.
7. การปรับและการตรวจสอบความเที่ยงตรง เมื่อต้องการเลื่อนแกนวัดเร็วไม่ควรจับไมโครมิเตอร์หมุน การปรับตำแหน่งไมโครมิเตอร์ให้ตรงศูนย์กลางของงานก่อนแล้วจึงปรับตั้ง
8. เมื่อใช้ไมโครมิเตอร์วัดและอ่านค่าที่ชิ้นงานทันที ไม่ควรยกไมโครมิเตอร์ ออกจากชิ้นงาน เพื่ออ่านค่า เพราะจะทำให้ค่าที่ได้จากการวัดผิดพลาด
9. ชนิดและการใช้งานไมโครมิเตอร์วัดนอกในลักษณะต่าง ๆ ประกอบด้วย ไมโครมิเตอร์วัดท่อและงานทรงกระบอก ไมโครมิเตอร์วัดนอกแบบขาสปริง ไมโครมิเตอร์วัดนอกแบบขาหนี ไมโครมิเตอร์วัดนอกแบบมีเข็มบอกขนาดหรือพิคัด
10. เมื่อเลิกใช้งานควรใช้น้ำมันชโลมแบบเบาบางถ้าตรงที่ใช้งานบ่อย ๆ แต่ถ้าต้องเก็บไว้นาน ๆ ก็ควรใช้น้ำมันที่มีความเข้มข้นสูง หรือใช้วาสลินทาเคลือบไว้

ด้านทักษะ

1. สามารถบอกส่วนประกอบของไมโครมิเตอร์ชนิดต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง
2. สามารถอธิบายหลักการสร้างไมโครมิเตอร์แบบต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง
3. สามารถบอกชนิดการใช้งานของไมโครมิเตอร์ได้อย่างถูกต้อง
4. สามารถบอกวิธีการตรวจสอบไมโครมิเตอร์ก่อนใช้งานได้อย่างถูกต้อง
5. สามารถอธิบายลักษณะการใช้งานวัด ใช้งานด้วยไมโครมิเตอร์วัดนอก ไมโครมิเตอร์วัดใน, ไมโครมิเตอร์วัดลึกได้อย่างถูกต้อง
6. สามารถอธิบายหลักการอ่านค่าของ ไมโครมิเตอร์ ขนาด 0.01 มม. 0.001 มม. และ 0.001 นิ้ว, 0.0001 นิ้ว ได้อย่างถูกต้อง
7. สามารถเรียกชื่อชนิดต่าง ๆ ของไมโครมิเตอร์ ที่ใช้งานเฉพาะอย่างได้อย่างถูกต้อง
8. สามารถอธิบายเทคนิคการใช้งานของไมโครมิเตอร์ที่ใช้งานเฉพาะอย่างได้อย่างถูกต้อง

9. สามารถเลือกใช้ไมโครมิเตอร์ได้เหมาะสมถูกต้องกับงานได้อย่างถูกต้อง
10. สามารถบอกข้อควรระวังในการใช้ของไมโครมิเตอร์แบบต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง

ด้านคุณธรรมจริยธรรม/บูรณาการเศรษฐกิจพอเพียง

11. เตรียมความพร้อมด้านเครื่องมืออุปกรณ์ได้อย่างถูกต้องและใช้วัสดุอุปกรณ์อย่างคุ้มค่า ประหยัด ตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงและคุณลักษณะ3D (ความรับผิดชอบ ความประหยัด ความขยัน ความอดทน แบ่งปัน)
12. ปฏิบัติงานตามลำดับขั้นตอนได้อย่างถูกต้องและเสร็จภายในเวลาที่กำหนดอย่างมีเหตุผลตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงและคุณลักษณะ3D (ความสนใจใฝ่รู้ ความรอบรู้ รอบคอบ ระมัดระวัง)

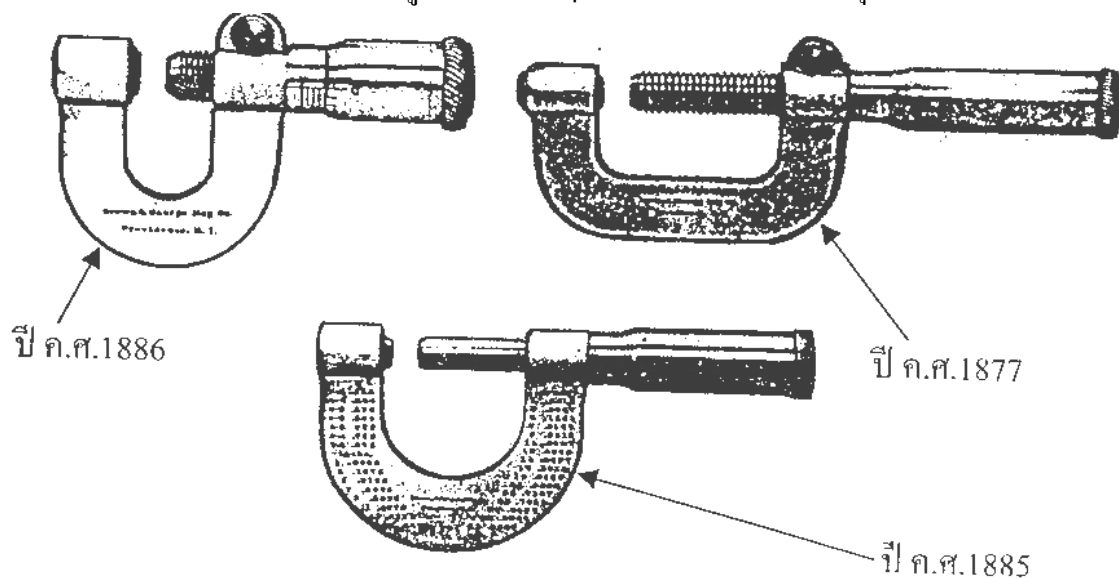
เนื้อหาสาระ

ด้านความรู้

เรื่องไมโครมิเตอร์ (MICRONETER)

3.1 ไมโครมิเตอร์

เป็นเครื่องมือวัดละเอียดชนิดหนึ่ง ที่ได้ประดิษฐ์ขึ้นมาเพื่อ ให้สามารถวัดงานได้ละเอียด ซึ่งเรียกเครื่องมือนี้ว่า ไมโครมิเตอร์ คาลิปเปอร์ โดยได้คิดค้นขึ้นมา ในปี ค.ศ. 1848 โดยนักวิทยาศาสตร์ ชาวฝรั่งเศส และได้มีการ พัฒนา ให้มีประสิทธิภาพในการใช้งานให้สูงขึ้นมาเรื่อย ๆ โดยต่อเนื่องจนมาถึงปัจจุบัน



รูปที่ 3.1 ไมโครมิเตอร์ในปี ค.ศ. ต่าง ๆ

และได้มีการเปลี่ยนชื่อจากไมโครมิเตอร์คาลิปเปอร์ เป็นไมโครมิเตอร์ในปัจจุบัน เป็นเครื่องมือวัดละเอียด ซึ่งสามารถอ่านค่าได้จากการวัด ได้อย่างเที่ยงตรง มีทั้งระบบเมตริกและระบบอังกฤษ

ความละเอียดของระบบเมตริก (0.01 มม.) (0.001 มม.)

ความละเอียดของระบบอังกฤษ (0.001 นิ้ว) , (0.0001 นิ้ว)

ขนาดของไมโครมิเตอร์ในระบบเมตริก จะมีขนาดเพิ่มขึ้น ขนาดละ 25 มม. เช่น ขนาด 0-25 มม. 25-50 มม. 50-75 มม 75-100 มม. ถึงขนาด 475 -500 มม.

ขนาดของไมโครมิเตอร์ในระบบอังกฤษ จะมีขนาดเพิ่มขึ้น ขนาดละ 1 นิ้ว เช่น ขนาด 0-1 นิ้ว 1-2 นิ้ว 2-3 นิ้ว 3-4 นิ้ว ถึงขนาด 19-20 นิ้ว



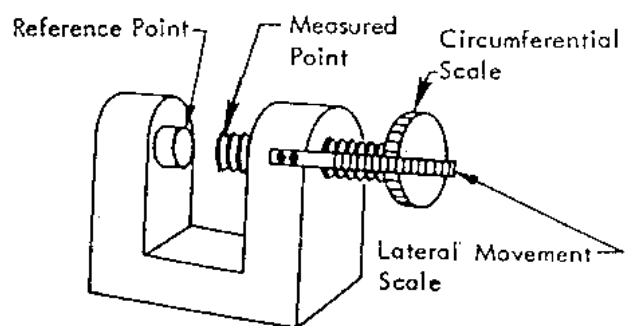
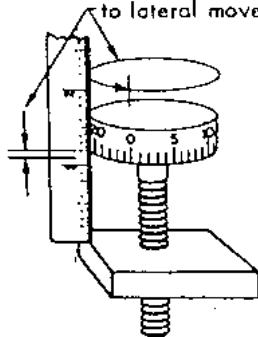
รูปที่ 3.2 ไมโครมิเตอร์ชนิดต่าง ๆ ที่มีใช้ในปัจจุบัน

3.2 หลักการทำงานของไมโครมิเตอร์

การทำงานของไมโครมิเตอร์ ได้พัฒนามาจากการหมุนเคลื่อนที่ ของชุดเกลิยวซึ่งประกอบด้วยสกรู และนัต เหมือนหลักการเคลื่อนที่ของแคลมป์ โดยเอาหลักการ ของการเคลื่อนที่ของเกลิยวที่ถูกหมุนเคลื่อนที่ไปหนึ่ง รอบของเกลิยวปากเดียว การเคลื่อนที่ของเส้นขอบเกลิยว 1 รอบ EAD)

จะเท่ากับ 1 ระยะพิทช์ ของเกลิยว (PITCH)

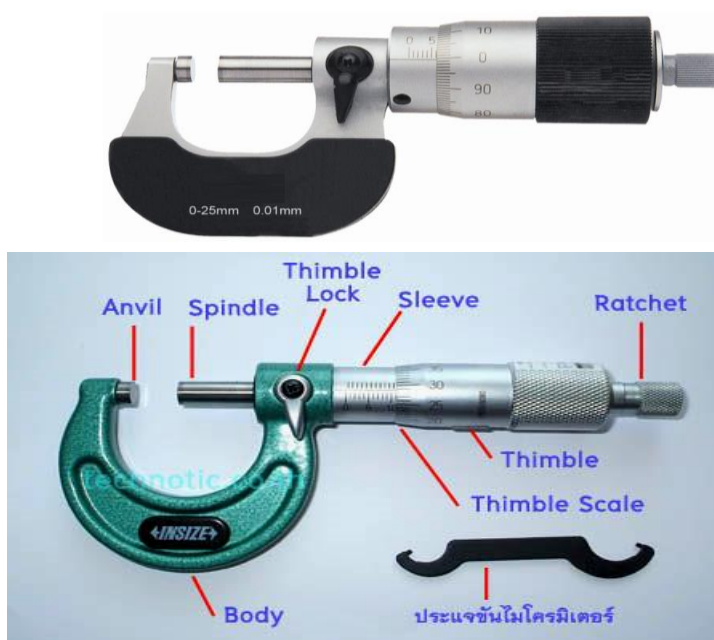
Amplification is ratio of circumference to lateral movement.



รูปที่ 3.3 หลักการสร้างไมโครมิเตอร์

เช่นเกลียวของไมโครมิเตอร์ ระบบเมตริก มีระยะพิทช์ เท่ากับ 0.5 มม. เมื่อหมุนเกลียวตามเข็มนาฬิกาแกนของไมโครมิเตอร์ ระบบเมตริก มีระยะพิทช์ เท่ากับ 0.5 มม. เมื่อหมุนเกลียวตามเข็มนาฬิกาแกนของไมโครมิเตอร์ (Spindle) จะเคลื่อนที่ออกไปเท่ากับ 0.5 มม. เท่ากับระยะพิทช์ การเคลื่อนที่ของเส้นรอบเกลียวก็จะเคลื่อนที่ 0.5 มม. ด้วย ทั้งนี้เพราะเกลียวเป็นเกลียวปากเดียว ระยะพิทช์ของเกลียวจะเท่ากับระยะเส้นรอบเกลียว

ระบบอังกฤษ แกนเกลียวเลื่อนของไมโครมิเตอร์ จะมีความยาว 40 เกลียว ดังนั้น เมื่อหมุนแกนเลื่อนไปจนครบ 1 รอบ แกนของไมโครมิเตอร์ จะเคลื่อนที่เท่ากับ นิ้ว หรือเท่ากับ 0.025 นิ้ว

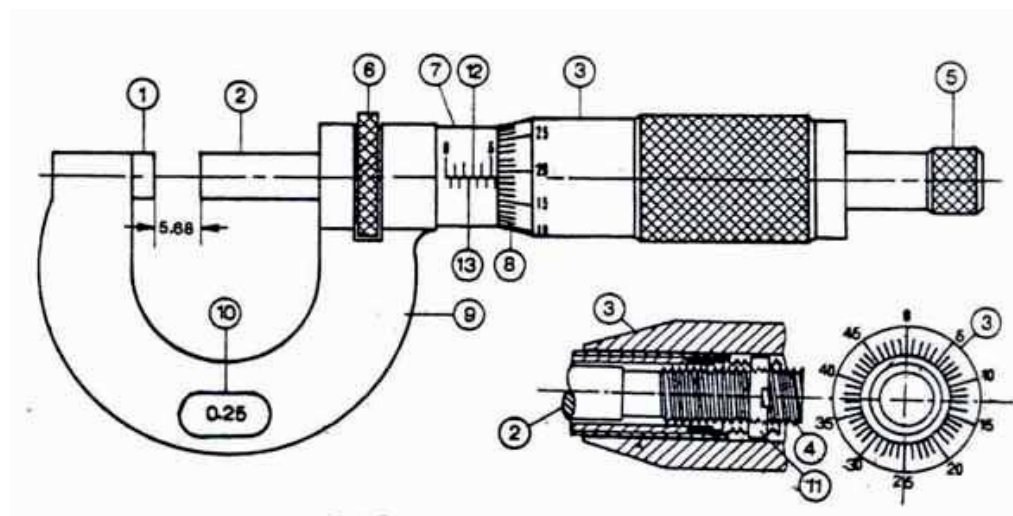


รูปที่ 3.4 ส่วนประกอบภายในของไมโครมิเตอร์วัดขนาด 0-25 มม. (0.01 มม.)

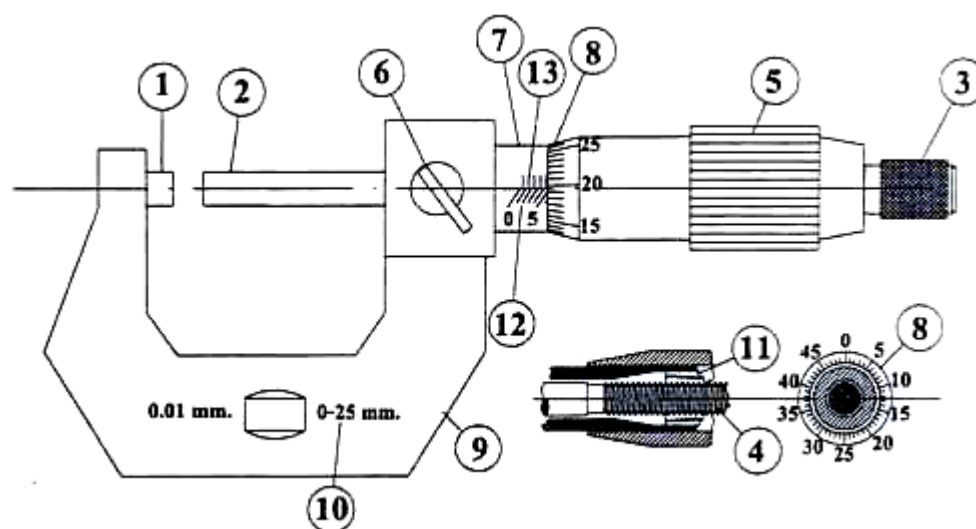
3.3 ส่วนประกอบภายนอกของไมโครมิเตอร์

- 1.) แกนรับ (ANVIL)
- 2.) แกนวัด (SPINDLE)
- 3.) แหวนล็อกแกนวัด (LOCK NUT)
- 4.) ปลอกสเกลหลัก (SLEEVE OR BARREL)
- 5.) ปลอกสเกล หมุนวัด (THIMBLE)
- 6.) ปลอกหมุน กระทบเลื่อน (RATCHET STOP)
- 7.) โครงตัวยู (FRAME)

3.4 ส่วนประกอบภายนอกและภายในของไมโครมิเตอร์วัดนอก



ภาพที่ 3.5 แสดงไมโครมิเตอร์วัดนอก

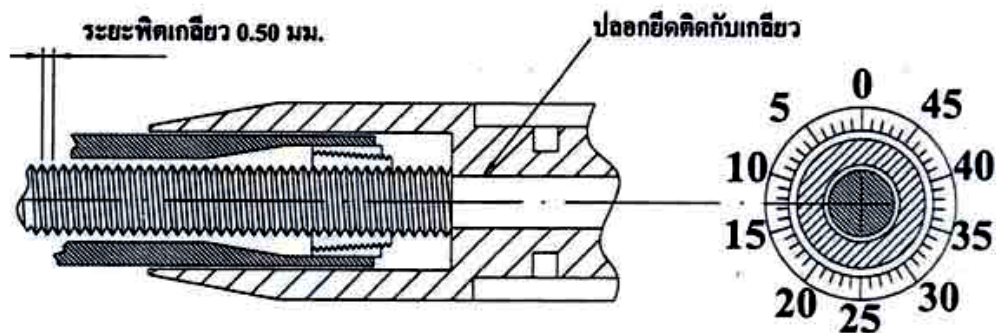


ภาพที่ 3.6 แสดงส่วนประกอบของไมโครมิเตอร์

ชื่อส่วนประกอบ	หน้าที่
1. แกนรับ	• หน้าที่รองรับการวัดที่ผิวสัมผัสของแกนรับจะชุบผิวแข็งเพื่อป้องกันการสึกหรอ
2. แกนวัด	• เลื่อนสัมผัสวัดขนาดของชิ้นงานผิวสัมผัสจะชุบผิวแข็งเหมือนกับแกนรับและขนาดของแกนวัดเท่ากับแกนรับ
3. ปลอกหมุนวัด	• หมุนเลื่อนให้แกนวัดสัมผัสชิ้นงานในทิศทางตามเข็มนาฬิกา ส่วนที่ลายสำหรับมือจับ
4. เกลียว	• เป็นส่วนเดียวกับแกนวัดมีระยะพิทช์เท่ากับ 0.5 มม.
5. ปลอกหมุนกระทบเลื่อน	• ป้องกันแกนวัดในการเลื่อนสัมผัสผิวงานวัดเพื่อให้ได้ค่าวัดที่ถูกต้อง
6. กลไกล็อกแกนวัด	• ล็อกหรือบีบแกนวัดไม่ให้เคลื่อนที่ และคลายเมื่อต้องการให้แกนวัดเคลื่อนที่
7. ก้านสเกล	• ปลอกขีดสเกลแบ่งตามแนวยาว
8. ขีดสเกล 0.01 มม.	• อยู่บนปลอกหมุนวัด แต่ละช่องสเกลมีค่าความละเอียด 0.01 มม.
9. โครง	• เป็นตัวรองรับส่วนประกอบต่าง ๆ ของไมโครมิเตอร์
10. ขนาดวัด	• เป็นตัวเลขที่บอกขนาดของไมโครมิเตอร์ เช่น 0-25 มม. หมายถึง ไมโครมิเตอร์สามารถวัดขนาดได้ตั้งแต่ 0-25 มม.
11. แหวนเกลียว	• ใช้ปรับความผิดของปลอกหมุนวัด
12. ขีดสเกล 1 มม.	• บอกค่าความละเอียดขีดละ 1 มม.
13. ขีดสเกล 0.5 มม.	• บอกค่าความละเอียดขีดละ 0.5 มม. โดยมองประกอบกับสเกลที่ใช้ละเอียด 1 มม.

3.5 การสร้างไมโครมิเตอร์ ความละเอียด = 0.01 มม.

จะต้องใช้แกนวัด (Spindle) ซึ่งมีชุดเกลียวระยะพิทช์ 0.5 มม. ถ้าหมุนแกนวัดไป 1 รอบ แกนวัดจะเคลื่อนที่ไปเท่ากับ 0.5 มม.



รูปที่ 3.7 การแบ่งสเกลที่ปลอกหมุนวัดออกเป็น 50 ช่อง

เมื่อหมุนเกลียวไป 1 รอบ = 1 ระยะพิตช์เกลียว (0.50 มม.)

จากภาพที่ 3.7 ถ้าปลอกหมุนวัดแบ่งช่องสเกลออกเป็น 50 ช่อง (50 จีด) การเคลื่อนที่ในแต่ละช่วงจะหาค่าความละเอียดได้ดังนี้

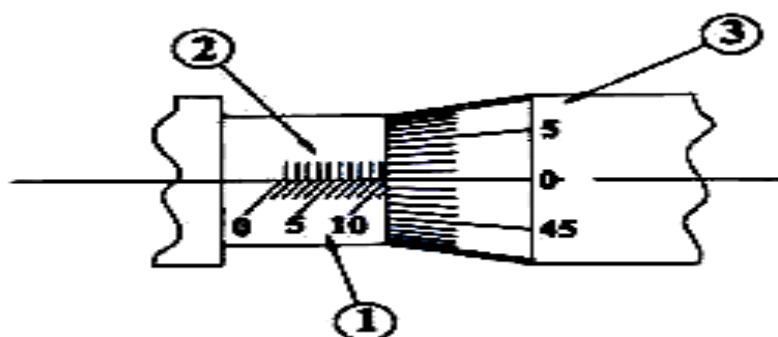
ถ้าหมุนเกลียวไป 1 รอบ (50 จีด) = 0.50 มม.นี้

ถ้าหมุนเกลียวไป 1/2 รอบ (25 จีด) = $0.50/2 = 0.25$ มม.

ถ้าหมุนเกลียวไป 1/50 รอบ (1 จีด) = $0.50/50 = 0.01$ มม.

เมื่อหมุนปลอกวัดไป 1 จีด แกนวัดจะเคลื่อนที่ 0.01 มม.

การอ่านค่าวัดจากไมโครมิเตอร์ (1/100 มม.)



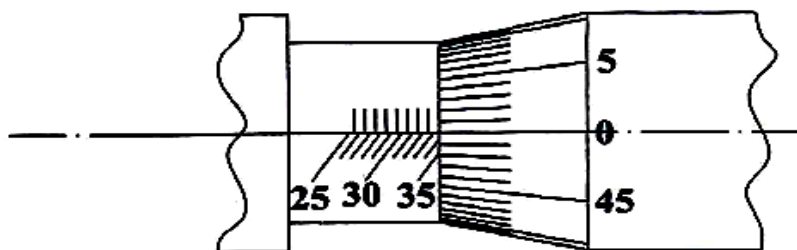
ภาพที่ 3.8 สเกลของไมโครมิเตอร์ กันมีความละเอียด 0.01 มม.

จากภาพที่ 3.8 อ่านค่าจากจีดสเกล 1 มม. = 10.00 มม.

อ่านค่าจากจีดสเกล 0.5 มม. = 0.00 มม.

อ่านค่าจากจีดสเกล 0.01 มม. = +0.00 มม.

อ่านค่ารวม = 10.00 มม.



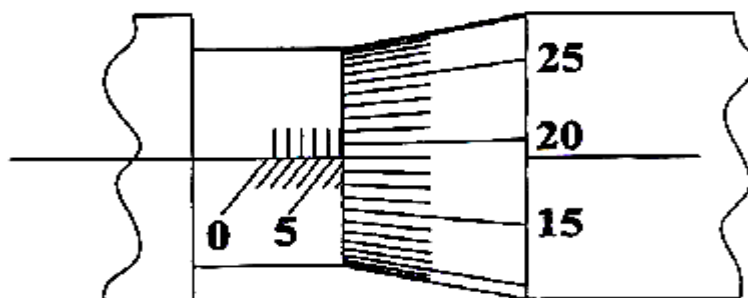
ภาพที่ 3.9 อ่านค่าสเกลจากการวัดด้วยไมโครมิเตอร์

จากภาพที่ 3.9 อ่านค่าจากขีดสเกล 1 มม. = 33.00 มม.

อ่านค่าจากขีดสเกล 0.5 มม. = 0.50 มม.

อ่านค่าจากขีดสเกล 0.01 มม. = +0.00 มม.

อ่านค่ารวม = 33.50 มม.



ภาพที่ 3.10 อ่านค่าสเกลจากการวัดด้วยไมโครมิเตอร์

จากภาพที่ 3.10 อ่านค่าจากขีดสเกล 1 มม. = 5.00 มม.

อ่านค่าจากขีดสเกล 0.5 มม. = 0.50 มม.

อ่านค่าจากขีดสเกล 0.01 มม. = +0.19 มม.

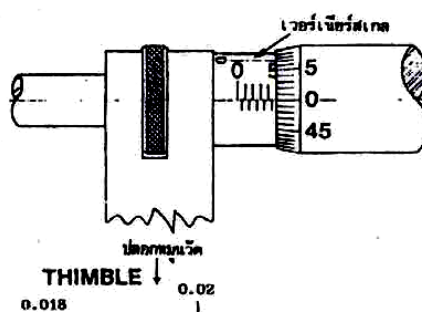
อ่านค่ารวม = 5.69 มม.

การอ่านไมโครมิเตอร์วัดละเอียด 2/1000 มม. (0.002 มม.)

ไมโครมิเตอร์ชนิดนี้ เหมือนกับไมโครมิเตอร์ชนิด 1/100 มม. ทุกประการแต่มีสเกลที่เพิ่มเข้ามาคือ เวอร์เนียสเกล โดยขีดแบ่งสเกลไว้ที่ปลอกสเกลหลักเป็นขีดไปแนวนอน 5 ส่วน หรือ 5 ช่อง ขีดขนาดกับเส้นอ่าน (Reading Line)

วิธีแบ่งเป็นเวอร์เนียสเกลของไมโครมิเตอร์วัดละเอียด 2/1000 มม. ทำได้ดังนี้

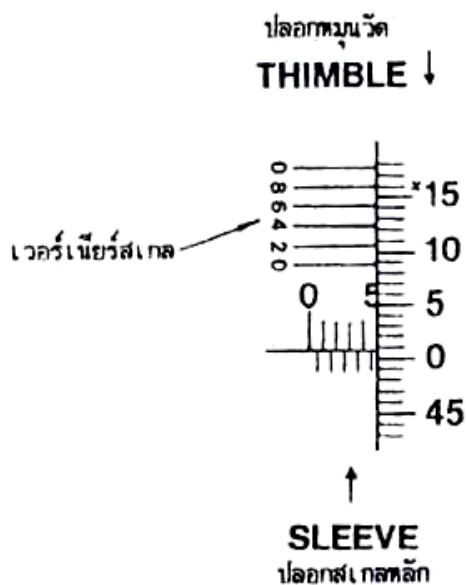
1. นำระยะ 9 ช่องของสเกลปลอกหมุนวัด ($9 \times 0.01 = 0.09$ มม.) นำแบ่งออกเป็นเวอร์เนียสเกล 5 ส่วนเท่า ๆ กัน ดังนั้นแต่ละส่วนเท่ากับ $0.9/5 = 0.018$ มม.
2. ผลต่าง 2 ส่วนของปลอกสเกลหลัก (0.02 มม.) กับ 1 ส่วนของเวอร์เนียสเกล (0.018 มม.) มีค่าเท่ากับ $0.02 - 0.018 = 0.002$ มม. ซึ่งเป็นความละเอียดที่ไมโครมิเตอร์วัดได้นั่นเอง



ภาพที่ 3.11 เวอร์เนียสเกลไมโครมิเตอร์ 2/1000 มม.

วิธีอ่าน จากภาพที่ 3.11 อ่านตามลำดับได้ดังนี้

1. ที่ปลอกสเกลหลัก อ่านได้ = 5.00 มม.
2. ชีด 0 บนปลอกหมุนวัดตรงกับเส้นอ่าน = 0.00 มม.
3. ชีด 0 ของเวอร์เนียสเกลตรงกับชีดสเกลของปลอกหมุนวัด จึงมีค่า = 0.00 มม.
4. รวมค่าวัดที่อ่านได้ $5.00 + 0.00 + 0.00 = 5.00$ มม.

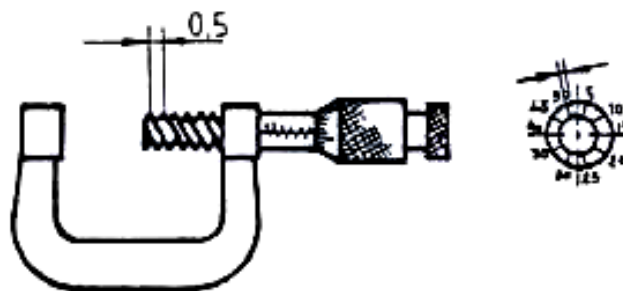


วิธีอ่าน ภาพที่ 3.4 อ่านค่าวัดตามลำดับได้ดังนี้

1. ที่ปลอกสเกลหลัก อ่านได้ = 5.00 มม.
2. ชีด 0 ปลอกหมุนวัดอยู่ต่ำกว่าเส้นอ่าน (แสดงว่าจะต้องอ่านหรือรวมกับค่าที่อ่านได้จากชีดเวอร์เนียสเกล) ได้ค่าอ่าน = 0.00 มม.
3. เวอร์เนียสเกลชีดที่ 8 ตรงกับชีดของปลอกหมุนวัด = 0.008 มม.
4. รวมค่าวัดที่อ่านได้ $5.00 + 0.00 + 0.008 = 5.008$ มม.

ภาพที่ 3.12 ค่าวัดไมโครมิเตอร์ชนิด 2/1000 มม.

การแบ่งสเกลละเอียด 1/1000 มม. (0.001 มม.)



แบ่งละเอียด 10001 มม. เพิ่มสเกลแบ่งค่าบนสเกลหลักให้ละเอียด เป็น 0.001 มม. 1 ช่อง บนปลอกหมุนวัด 1/50 รอบ $= 1/50 \times 0.51 = 0.01$ มม.

ภาพที่ 3.13 การแบ่งสเกลละเอียดแบบ 1/1000 มม.

ค่าที่วัดได้ = ค่าบนสเกลหลัก + สเกลบนปลอกหมุนวัด $= 2.500 + 0.360 + 0.008 = 2.868$ มม.

อ่านไมโครมิเตอร์วัดละเอียด 1/1000 นิ้ว (0.001 นิ้ว) แบ่งละเอียด 1/1000 นิ้ว แบ่งละเอียด 1/1000 นิ้ว
จากภาพที่ 5.12 1 ช่อง บนปลอกหมุนวัด 1/25 รอบ 1/25 คูณ 1/40

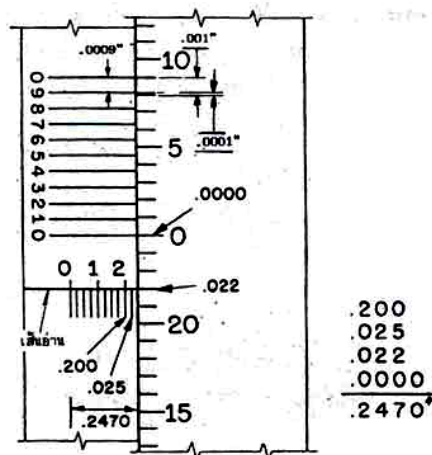
ค่าที่วัดได้ = ค่าบนสเกลหลัก + ค่าบนปลอกหมุนวัด
 $1/1000 = 0.001$ นิ้ว $= 0.7 + 0.075 + 0.023 = 0.798$ นิ้ว

อ่านไมโครมิเตอร์วัดละเอียด 1/10000 นิ้ว (0.0001 นิ้ว)

ไมโครมิเตอร์ชนิดนี้ เหมือนกับไมโครมิเตอร์ชนิด 1/1000 นิ้ว ทุกประการแต่มีสเกลที่เพิ่มเข้ามาคือเวอร์เนียสสเกล โดยขีดแบ่งสเกลไว้ที่ปลอกสเกลหลักเป็นขีดในแนวนอน 10 ส่วนหรือ 10 ช่อง ขีดขนาดกึ่งเส้นอ่าน (Reading Line)

วิธีแบ่งเป็นเวอร์เนียสสเกลของไมโครมิเตอร์วัดละเอียด 1/10000 นิ้ว ทำได้ดังนี้

- นำระยะ 9 ช่องของสเกลปลอกหมุนวัด ($9 \times 0.001 = 0.009$ นิ้ว) มาแบ่งออกเป็น เวอร์เนียสสเกล 10 ส่วนเท่า ๆ กัน ดังนั้นแต่ละส่วนเท่ากับ $0.009/10 = 0.0009$ นิ้ว
- ผลต่าง 1 ส่วนของปลอกสเกลหลัก (0.001 นิ้ว) กับ 1 ส่วนของเวอร์เนียสสเกล (0.0009 นิ้ว) มีค่าเท่ากับ $0.001 - 0.0009 = 0.0001$ นิ้ว ซึ่งเป็นความละเอียดที่ไมโครมิเตอร์วัดได้นั่นเอง

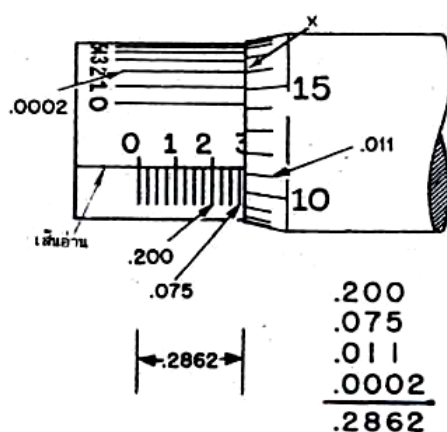


ภาพที่ 3.14 เวอร์เนียสเกลไมโครมิเตอร์ 1/10000 นิ้ว

วิธีอ่าน จากภาพที่ 3.14 อ่านค่าวัดตามลำดับ ดังนี้

1. ที่ปลอกสเกลหลัก อ่านได้ = 0.225 นิ้ว
2. ชีค 22 บนปลอกหมุนวัดตรงกับเส้นอ่าน = 22 (.001) = 0.022 นิ้ว
3. ชีค 0 ของเวอร์เนียสเกลตรงกับชีคสเกลของปลอกหมุนวัด จึงมีค่า = 0.0000 นิ้ว
4. รวมค่าวัดที่อ่านได้ $0.225 + 0.022 + 0.000 = 0.2470$ นิ้ว

ตัวอย่างที่ 2 การอ่านไมโครมิเตอร์วัดละเอียด 1/10000 นิ้ว



ภาพที่ 3.15 ค่าวัดไมโครมิเตอร์ชนิด 1/10000 นิ้ว

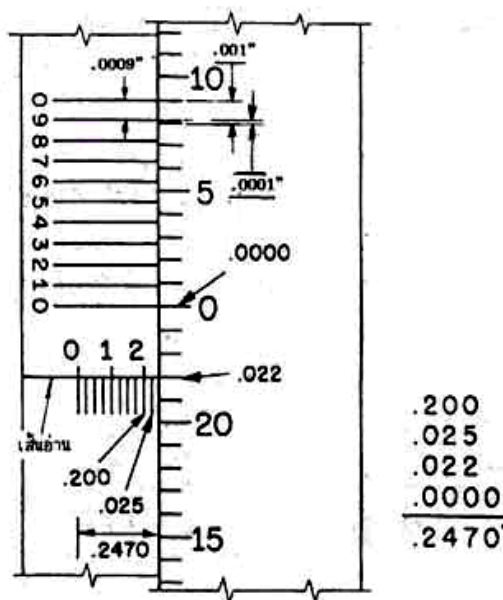
วิธีอ่าน จากภาพที่ 5.13 อ่านค่าวัดตามลำดับได้ดังนี้

1. ที่ปลอกสเกลหลัก อ่านได้ $0.200 + 0.075 = 0.275$ นิ้ว
2. จี๊ดเส้นอ่านบนปลอกสเกลหลัก อยู่ระหว่างเลข 11 กับ 12 ของปลอกหมุนวัด (แสดงว่าจะรวมกับค่าที่อ่านได้จากจี๊ดเวอร์เนียร์สเกล) ได้ $= 0.011$ นิ้ว
3. เวอร์เนียร์สเกลเลขที่ 2 ตรงกับจี๊ดของปลอกหมุนวัด $= 2 (0.0001)$ นิ้ว $= 0.0002$ นิ้ว
4. รวมค่าวัดที่อ่านได้ $0.275 + 0.011 + 0.0002 = 0.2862$ นิ้ว
- 5.3.6 การอ่านไมโครมิเตอร์วัดละเอียด $1/10000$ นิ้ว (0.0001 นิ้ว)

ไมโครมิเตอร์ชนิดนี้ เหมือนกับไมโครมิเตอร์ชนิด $1/1000$ นิ้ว ทุกประการ แต่มีสเกลที่เพิ่มเข้ามาคือเวอร์เนียร์สเกล โดยจี๊ดแบ่งสเกลไว้ที่ปลอกสเกลหลักเป็นจี๊ดในแนวนอน 10 ส่วน หรือ 10 ช่อง จี๊ดขนาดกึ่งเส้นอ่าน (Reading Line)

วิธีแบ่งเป็นเวอร์เนียร์สเกลของไมโครมิเตอร์วัดละเอียด $1/10000$ นิ้ว ทำได้ดังนี้

1. นำระยะ 9 ช่องของสเกลปลอกหมุนวัด ($9 \times 0.001 = 0.009$ นิ้ว) มาแบ่งออกเป็นเวอร์เนียร์สเกล 10 ส่วนเท่า ๆ กัน ดังนั้นแต่ละส่วนเท่ากับ $0.009/10 = 0.0009$ นิ้ว
2. ผลต่าง 1 ส่วนของปลอกสเกลหลัก (0.001 นิ้ว) กับ 1 ส่วนของเวอร์เนียร์สเกล (0.0009 นิ้ว) มีค่าเท่ากับ $0.001 - 0.0009 = 0.0001$ นิ้ว ซึ่งเป็นความละเอียดที่ไมโครมิเตอร์วัดได้นั่นเอง

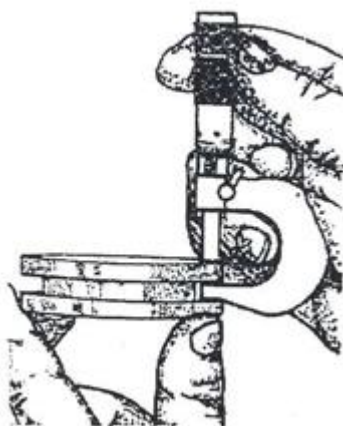


ภาพที่ 3.16 เวอร์เนียร์สเกลไมโครมิเตอร์ $1/10000$ นิ้ว

ด้านทักษะ

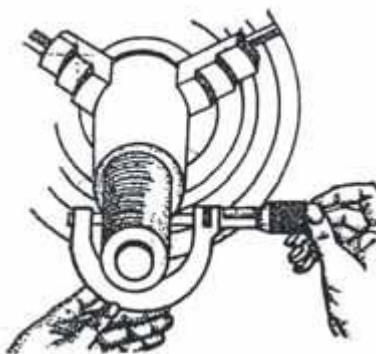
การใช้ไมโครมิเตอร์

วิธีที่ 1 เมื่อชิ้นงานและไมโครมิเตอร์มีขนาดเล็กสามารถจับขึ้นมาได้ให้จับชิ้นงานด้วยมือซ้ายและมือขวาจับไมโครมิเตอร์ (ดังภาพที่ 3.17) โดยใช้นิ้วหัวแม่มือและนิ้วหมุนปลดกหมุนวัด



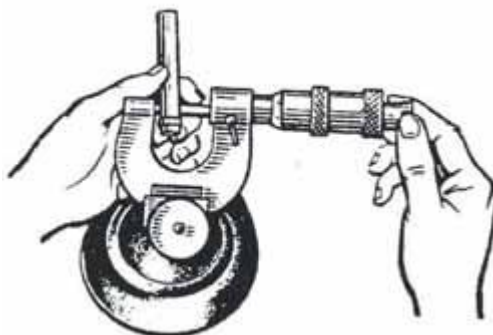
ภาพที่ 3.17 การวัดชิ้นงานขนาดเล็กใช้มือจับได้

วิธีที่ 2 เมื่อชิ้นงานอยู่กับที่ (ดังภาพที่ 3.18) เช่น จับยึดอยู่กับหน้างานของเครื่องกลึงมือซ้ายจับโครงและมือขวาหมุนปลดกหมุนวัด



ภาพที่ 3.18 การวัดชิ้นงานที่อยู่กับที่

วิธีที่ 3 จากภาพที่ 3.19 ยึดไมโครมิเตอร์ด้วยปากกาตั้งมือซ้ายจับชิ้นงาน มือขวาหมุนปlockหมุนวัด (ดังภาพที่ 5.24) วิธีนี้ส่วนใหญ่จะใช้ในห้องประลองงานวัดละเอียดเพื่อให้ได้ค่าวัดที่ถูกต้องและป้องกันเครื่องมือวัดเสียหาย



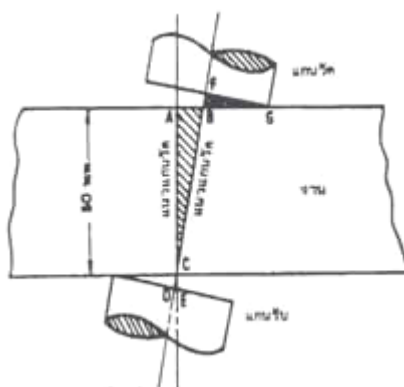
ภาพที่ 3.19 การวัดชิ้นงานโดยยึดไมโครมิเตอร์ด้วยขาตั้ง

เทคนิคในการใช้ไมโครมิเตอร์

1. ขณะวัดชิ้นงานที่ผิวขนานกันจะต้องให้แนวแกนวัดและแกนรับตั้งฉากกับผิวของชิ้นงาน (ดังภาพที่ 5.25)

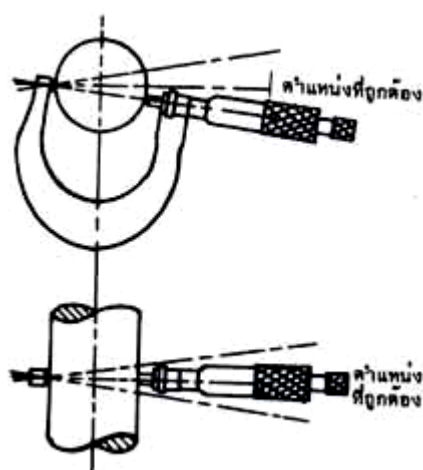
ภาพที่ 5.25 การสัมผัสชิ้นงานของแกนรับและแกนวัด

2. ขณะวัดชิ้นงานจะต้องให้แนวแกนของไมโครมิเตอร์ อยู่ในแนวเดียวกับแนวแกนวัดมิฉะนั้นแล้วค่าวัดที่ได้จะมากกว่าขนาดจริงของชิ้นงาน (ดังภาพที่ 3.20)



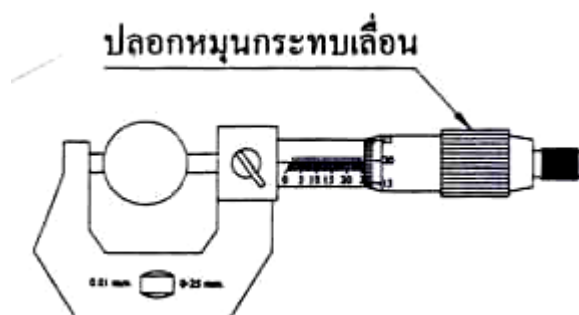
ภาพที่ 3.20 แนวแกนวัดของไมโครมิเตอร์

3. งานกลมทรงกระบอกกลม ผิวงานกลมไม่สามารถบังคับผิวสัมผัสของแกนวัดและแกนรับให้ตั้งฉากกับผิวของชิ้นงานได้ (ดังภาพที่ 3.21) ดังนั้นผู้วัดจะต้องปรับแนวแกนของไมโครมิเตอร์เพื่อให้ได้ค่าวัดที่ถูกต้อง



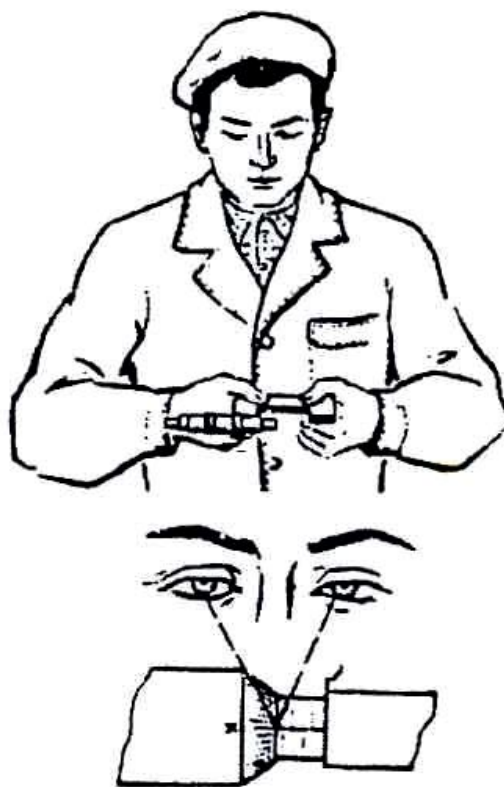
ภาพที่ 3.21 การวัดทรงกระบอกกลม

4. ในการวัดชิ้นงานทุกครั้ง ควรใช้ปลอกหมุนกระแทก-เลื่อนวัดชิ้นงานแทนปลอกหมุนวัด เพราะการหมุนปลอกวัด อาจทำให้ผิวของชิ้นงานขูดทำให้ค่าวัดที่ได้ผิดไป (ดังภาพที่ 3.21)



ภาพที่ 3.22 การวัดชิ้นงานที่มีเนื้ออ่อน

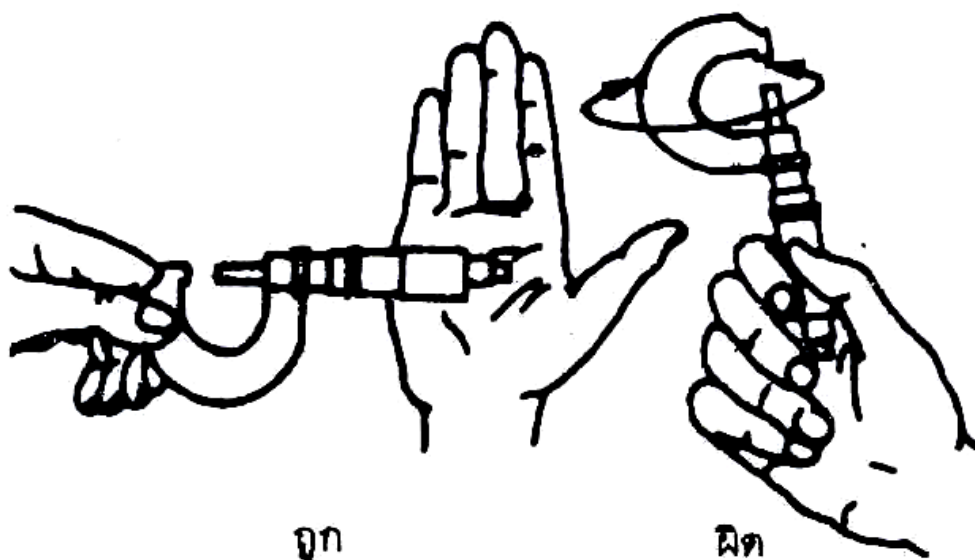
5. การอ่านตัวเลขบนสเกลจะต้องถือไมโครมิเตอร์ให้อยู่ในแนวตั้งฉากกับแนวสายตาทางด้านหน้า (ดังภาพที่ 3.22) เพื่อป้องกันความคลาดเคลื่อนในการอ่าน



ภาพที่ 3.23 การอ่านตัวเลขบนสเกล

วิธีการบำรุงรักษาไมโครมิเตอร์

1. ทำความสะอาดผิวแกนรับและแกนวัดทุกครั้ง ก่อนและหลังการวัด
2. เมื่อต้องการให้แกนวัดเลื่อนเข้าออกอย่างรวดเร็วให้เลื่อนกับฝ่ามือ (ดังภาพที่ 3.24) เพื่อป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้นกับไมโครมิเตอร์
3. ใช้ปลอกหมุนกระแทกเลื่อนขณะวัดชิ้นงานทุกครั้ง
4. อย่างใช้ไมโครมิเตอร์วัดชิ้นงานผิวคืบหรือหยาบเกินไป



ภาพที่ 3.24 การเลื่อนแวนัดเข้าอย่างรวดเร็ว

5. อย่าปล่อยให้ไมโครมิเตอร์สกรกปรกขาดการหล่อลื่น ขาดการปรับแต่งและปล่อยให้หมุนวัดฝืดหรือหลวมเกินไป
6. อย่าเก็บหรือวางไมโครมิเตอร์ร่วมกับเครื่องมืออื่น ๆ
7. ควรวางไมโครมิเตอร์ในกล่องไม้ หรือวางบนผ้านุ่ม
8. ควรตรวจสอบผิวสัมผัสของแกนรับและแกนวัดอยู่เสมอ
9. อย่าวัดชิ้นงานที่กำลังเคลื่อนที่
10. อย่าวัดชิ้นงานร้อน

เนื้อหาสาระ

3.6 ไมโครมิเตอร์วัดนอก และอุปกรณ์ประกอบของไมโครมิเตอร์

3.6.1 ไมโครมิเตอร์วัดนอก (OUTSIDE MICROMETERS) ขนาดต่าง ๆ



รูปที่ 3.25 ไมโครมิเตอร์วัดนอกวัดงานได้ ขนาด 0-25 มม. ความละเอียด 0.01 มม.



รูปที่ 3.26 ไมโครมิเตอร์วัดนอกวัดงานได้ ขนาด 0-1 นิ้ว ความละเอียด 0.001 นิ้ว



รูปที่ 3.27 ไมโครมิเตอร์ ขนาด 0-25 มม.
ความละเอียด 0.001 มม.



รูปที่ 3.28 ไมโครมิเตอร์ขนาด 0-1 นิ้ว
ค่าความละเอียด 0.0001



3.6.2 ไมโครมิเตอร์วัดนอกแบบเปลี่ยนแกน

(OUTSIDE MICROMETERS WITH INTERCHAMGEABLE ANVILS)

ไมโครมิเตอร์แบบเปลี่ยนแกนวัด จะมีประโยชน์มากเนื่องจากไมโครมิเตอร์ตัวเดียวแต่สามารถวัดได้หลายขนาด เช่น มีแกน 25, 50, 75, 100, 125 มม. เป็นต้น



รูปที่ 3.29 ไมโครมิเตอร์แบบเปลี่ยนแกนวัดได้



รูปที่ 3.30 การใช้ไมโครมิเตอร์ขนาดใหญ่วัดงาน

3.6.3 แท่งทดสอบความยาวและเพลามาตรฐาน (MICROMETER STANDARDS)



รูปที่ 3.31 แท่งทดสอบความเที่ยงตรงของไมโครมิเตอร์ขนาดต่าง ๆ

3.6.4 แท่งทดสอบเกลียวมาตรฐาน

(STANDARDS FOR SCREW THREAD MICROMETERS)



รูปที่ 3.32 แท่งทดสอบความเที่ยงตรงของไมโครมิเตอร์วัดเกลียว

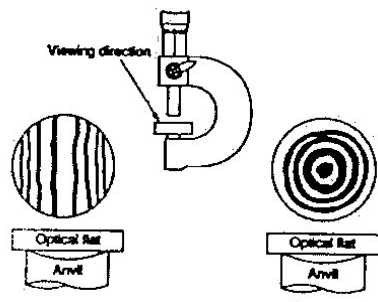
3.6.5 แหวนทดสอบขนาดรูใน (SETTING RINGS)



รูปที่ 3.33 แหวนตรวจสอบมาตรฐานรูใน

3.6.6 แผ่นแก้วตรวจสอบความราบเรียบ (OPTICAL FLATS)

วิธีตรวจสอบจะวางแผ่นแก้วบนพื้นเรียบที่ผ่านการขัดเงา แล้วมองผ่านแผ่นแก้ว หาแสงสะท้อนตรงด้านหน้า จึงจะมองเห็นเป็นเส้นสีรุ้ง 1 รุ้ง จะมีค่าประมาณ 0.30 ไมครอนเมตร



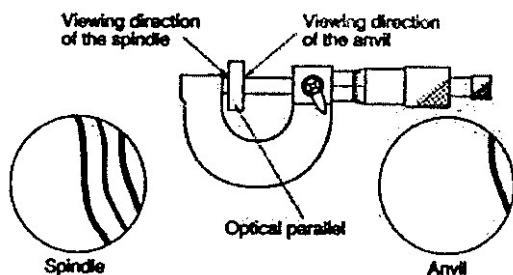
รูปที่ 3.34 แผ่นแก้วตรวจสอบความราบเรียบของหน้าสัมผัสของแกนวัดไมโครมิเตอร์

3.6.7 แผ่นแก้วตรวจสอบความขนาน (OPTICAL PARALLELS) จะต่างกับ optical flats ตรงด้านความหนา และขนาดความโต แต่หลักการใช้งานก็เช่นเดียวกัน จากรูป 3.27 แกนวัดและแกนรับมีความเรียบ ความขนานผิดพลาด $4 \times 0.36 = 1.44 \text{ uM}$



รูปที่ 3.35 แผ่นแก้วตรวจสอบความขนานของหน้าสัมผัสของแกนวัดไมโครมิเตอร์

รูปที่ 3.36 การใช้แผ่นแก้วตรวจสอบความขนานของแกนวัดและแกนรับไมโครมิเตอร์



3.6.8 แท่นจับยึดไมโครมิเตอร์ MICROMETERS STAND

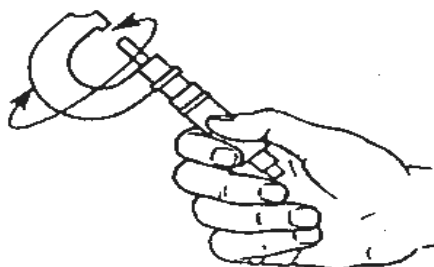


รูปที่ 3.37 แท่นจับยึดไมโครมิเตอร์สำหรับวัดงานลักษณะต่าง ๆ

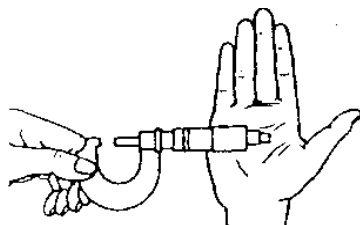
ขั้นตอนการวัดงาน

1. เช็ดทำความสะอาดไมโครมิเตอร์ก่อนวัดงาน
2. หมุนคลายไมโครมิเตอร์ให้ปากวัดใหญ่กว่าขนาดงาน
3. หมุนเลื่อนสเกลเลื่อน ให้แกนวัดหมุนเข้าใกล้งานเสียก่อน หลังจากนั้นหมุนที่ปลอกกระทบเลื่อน (Ratchet stop)
4. ขณะวัดแกนวัดจะต้องตั้งฉากกับงาน
5. การอ่านค่าควรอ่านค่าขณะทำการวัด ถ้าไม่สามารถอ่านค่าได้ให้ลืดอกตำแหน่งแล้วค่อยนำไมโครมิเตอร์ออกมาอ่านค่าข้างนอก

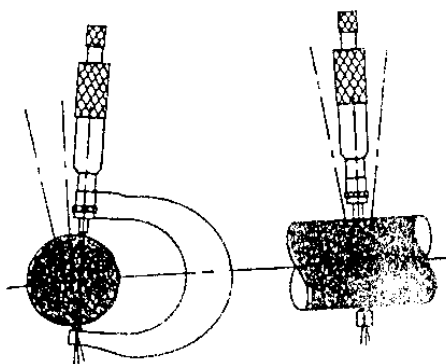
3.7 การปรับและการตรวจสอบความเที่ยงตรง



รูปที่ 3.38 เมื่อต้องการเลื่อนแกนวัดเร็วไม่ควรจับไมโครมิเตอร์หมุนดังรูป

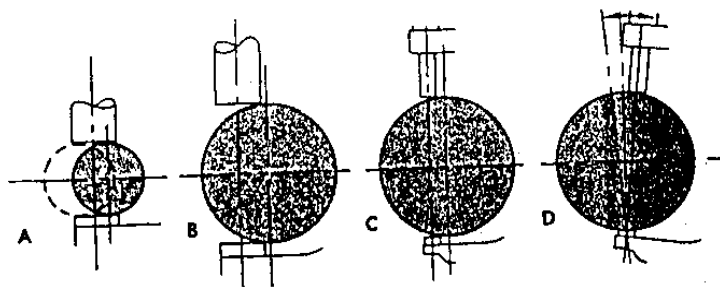


รูปที่ 3.39 เมื่อต้องการเลื่อนแกนวัดให้เคลื่อนที่เร็วควรทำดังรูป



ตำแหน่งถูกต้อง ตำแหน่งไม่ถูกต้อง

รูปที่ 3.40 การปรับตำแหน่งไมโครมิเตอร์ให้ตรงศูนย์กลางของงาน



รูปที่ 3.41 ขนาดที่ได้จากการวัดงานได้ไม่ถูกต้อง



รูปที่ 3.42 การปรับให้เกลียวฟิต



รูปที่ 3.43 การปรับขีดสเกลให้ตรงศูนย์

3.8 ข้อควรระวังในการใช้ไมโครมิเตอร์วัดนอก

1. ใช้วัดงานที่ผ่านการขึ้นรูปแล้วไม่ควรใช้วัดผิวงานดิบ
2. งานที่ใช้ไมโครมิเตอร์วัดขนาดงานควรมีผิวเรียบ
3. ขณะทำการวัดงานไม่ควรเลื่อนไมโครมิเตอร์ไป – มาเพราะจะทำให้แกนวัดลึก
4. ใช้ไมโครมิเตอร์วัดและอ่านค่าที่ชิ้นงานทันที ไม่ควรยกไมโครมิเตอร์ ออกจากชิ้นงาน เพื่ออ่านค่าเพราะจะทำให้ค่าที่ได้จากการวัดผิดพลาด
5. ห้ามวัดงานในขณะที่กำลังหมุนหรือเคลื่อนที่
6. ควรตรวจสอบความเที่ยงตรงของไมโครมิเตอร์ก่อนใช้งาน
7. ไมโครมิเตอร์เป็นเครื่องมือวัดที่มีความเที่ยงตรงสูง ไม่ควรทำให้ตกลงพื้น
8. ควรวางไมโครมิเตอร์บนผ้านุ่ม และแยกออกจากเครื่องตัด
9. การตรวจสอบไมโครมิเตอร์ควรศึกษารายละเอียดจากคู่มือให้ชัดเจนก่อน
10. ภายหลังการใช้งานแล้ว ควรทำความสะอาดขีปนน้ำมันหรือถ้าเก็บไว้เป็นเวลานาน ๆ ควรใช้วาสลีนแทนวัดทาแกนวัดทั้งสองด้าน

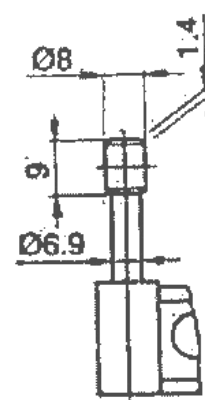
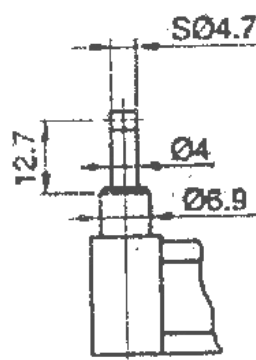
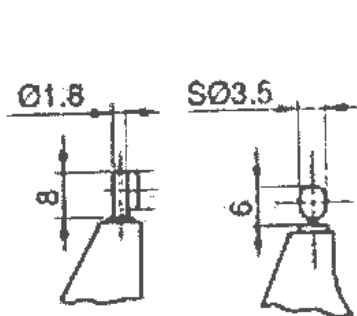
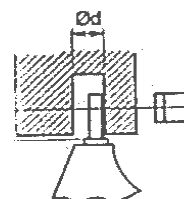
3.9 ชนิดและการใช้งานไมโครมิเตอร์วัดนอกในลักษณะต่าง ๆ

3.9.1 ไมโครมิเตอร์วัดท่อและงานทรงกระบอก (TUBE MICROMETER)



รูปที่ 3.44 ไมโครมิเตอร์ วัดความหนาของท่อ

รูปที่ 3.45 ไมโครมิเตอร์วัดงานที่เป็นส่วนโค้ง

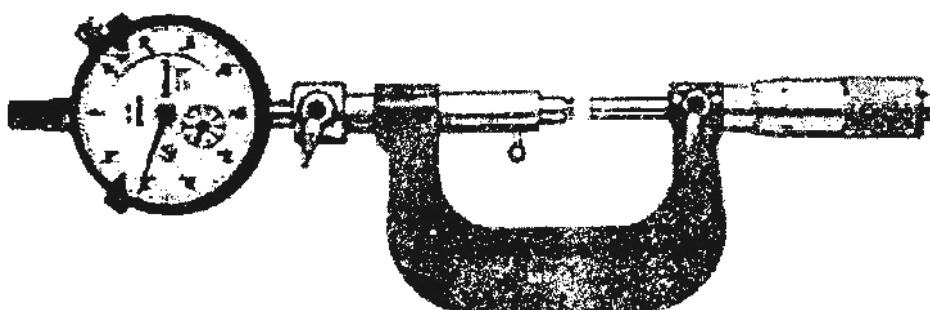


รูปที่ 3.46 แกนวัดรูปทรงกระบอกจะมีหน้าสัมผัสเข้ากับส่วนโค้งของชิ้นงาน



รูปที่ 3.47 การใช้ไมโครมิเตอร์ และความหนาของท่อ

3.9.2 ไมโครมิเตอร์ วัดนอก (OUTSIDE MICROMETER) แบบขาสปริง



รูปที่ 3.48 ไมโครมิเตอร์ วัดนอก แบบขาสปริงและนาฬิกาอ่านค่า

3.9.3 ไมโครมิเตอร์ วัดนอก แบบขาหนีบ (SNAP MICROMETER)



รูปที่ 3.49 ไมโครมิเตอร์ วัดนอก แบบขาหนีบสปริงและนาฬิกาอ่านค่า

3.9.4 ไมโครมิเตอร์ วัดนอกแบบมีเข็มบอกขนาดหรือฟักัด (INDICATING MICROMETER)



รูปที่ 3.50 ไมโครมิเตอร์ วัดนอกแบบมีเข็มบอกขนาดหรือฟักัด

3.9.5 ไมโครมิเตอร์ วัดนอกแบบขาหนีบและมีเข็มหน้าปัดบอกขนาด



รูปที่ 3.51 ไมโครมิเตอร์ วัดนอกแบบขาหนีบและมีเข็มหน้าปัดบอกขนาด

3.9.6 ไมโครมิเตอร์ วัดเป็นจุด (POINT MICROMETERS)



รูปที่ 3.52 ไมโครมิเตอร์ มีปลายแหลม 15 และ 30 องศา

ใช้วัดงานที่เป็นร่องลึกเล็กๆ ซึ่งไมโครมิเตอร์ธรรมดาไม่สามารถวัดได้ เช่นการวัดความลึกของร่องโค้งของดอกตลับ เป็นต้น

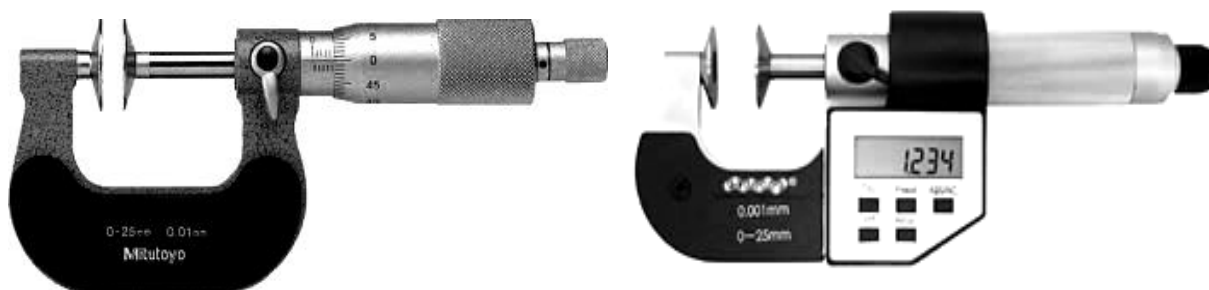
3.9.7 ไมโครมิเตอร์วัดโลหะแผ่น (SHEET METAL MICROMETERS)

ใช้วัดความหนาโลหะ กระดาษ แผ่นพลาสติก แผ่นยาง



รูปที่ 3.53 ไมโครมิเตอร์ วัดโลหะแผ่น

3.9.8 ไมโครมิเตอร์แบบปากวัดแบบหน้างาน (DISK MICROMETERS)



รูปที่ 3.54 ไมโครมิเตอร์แบบปากวัด แบบหน้างาน ใช้วัดเฟือง

3.9.9 ไมโครมิเตอร์ แบบหน้าจาวัดความหนากระดาษ (PAPER THICKNESS MICROMETERS)



รูปที่ 3.55 ไมโครมิเตอร์แบบหน้าจาวัดความหนาของกระดาษ

3.9.10 ไมโครมิเตอร์แกนวัดรูปตัววี (V-ANVIL MICROMETERS 3 FLUTES AND 5 FLUTES)

ใช้วัดขนาดดอกตัดปี่ รีมเมอร์ ดอกกัด (End mill) ใช้วัดพื้นที่หน้าตัด 3 ร่อง 5 ร่อง



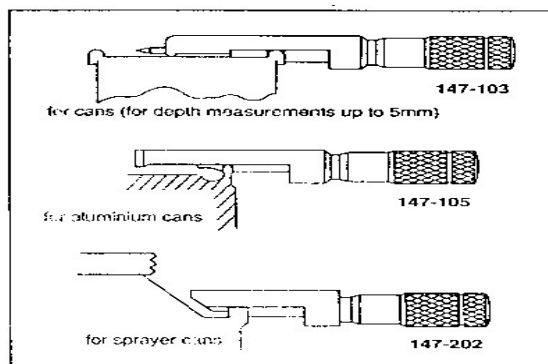
รูปที่ 3.56 ไมโครมิเตอร์แบบตัววีใช้งานวัดงานประเภทเครื่องมือตัด

3.9.11 ไมโครมิเตอร์ วัดเส้นลวด (WIRE MICROMETERS)



รูปที่ 3.57 ไมโครมิเตอร์วัดเส้นลวด

3.9.12 ไมโครมิเตอร์วัดมุมขอบ (CAN SEAM MICROMETERS)



รูปที่ 3.58 ไมโครมิเตอร์วัดมุมขอบ

3.9.13 สไปลน์ไมโครมิเตอร์ (SPLINE MICROMETERS)



รูปที่ 3.59 สไปลน์ไมโครมิเตอร์



รูปที่ 3.60 งานวัดเพลาสไปลน์

3.9.14 ลิมิทไมโครมิเตอร์ (LIMET MICROMETERS)



รูปที่ 3.61 ลิมิทไมโครมิเตอร์

ไมโครมิเตอร์ชนิดนี้ จะมีแกนวัดอยู่ 2 แกน อยู่ในโครงเดียวกัน ทำให้สามารถเป็นเกจวัด GO / NO GO อ่านค่าละเอียดได้ 0.01 มม.

3.9.15 ไมโครมิเตอร์สอดวัดแกนใน (HUB MICROMETERS)



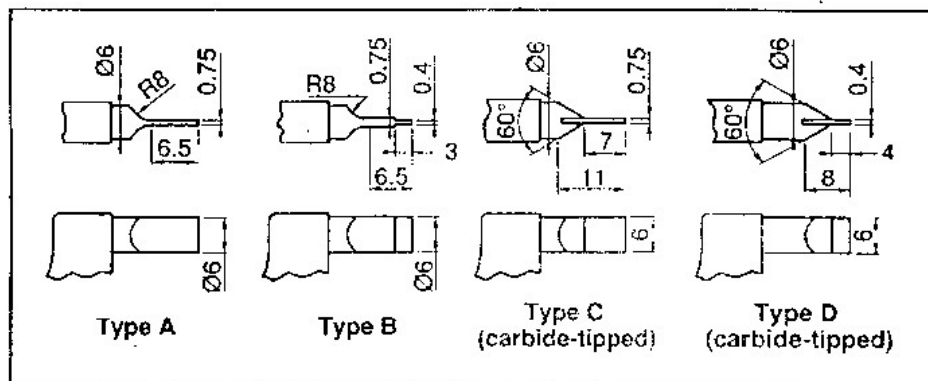
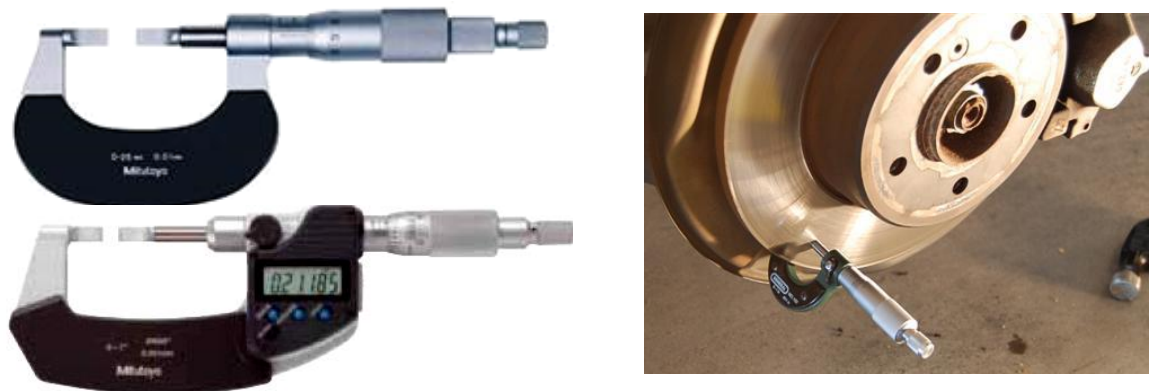
รูปที่ 3.62 ไมโครมิเตอร์สอดวัดแกนใน และลักษณะการวัดงานคุมเฟือง

3.9.16 ไมโครมิเตอร์วัดร่องใน (GROOVE MICROMETERS)



รูปที่ 3.63 ไมโครมิเตอร์วัดร่องในขนาดเล็ก

3.9.17 ไมโครมิเตอร์แกนวัดบาง (BLADE MICROMETERS)



รูปที่ 3.64 ไมโครมิเตอร์ วัดงานเซาะร่องลึก และขนาดของปากวัด

3.9.18 ยูนิ-ไมค์ไมโครมิเตอร์ (UNI-MIKE MICROMETER)



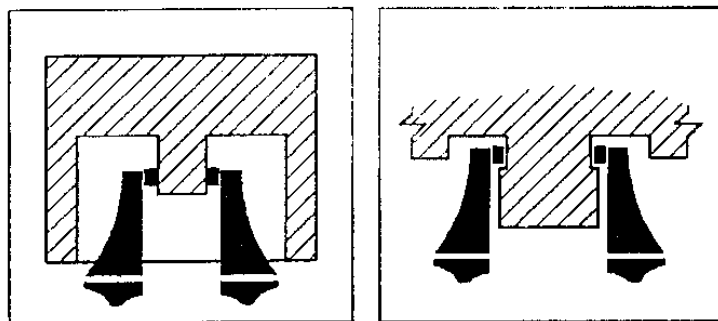
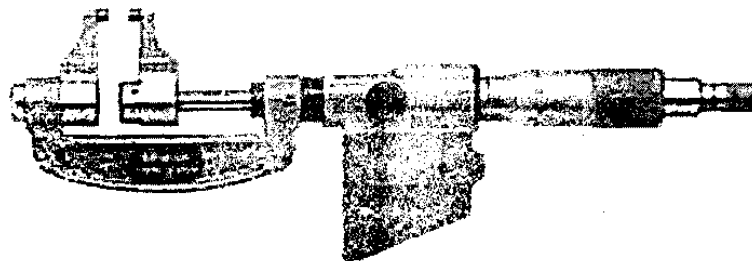
รูปที่ 3.65 ยูนิ-ไมค์ ไมโครมิเตอร์ ใช้วัดเฉพาะงาน

3.9.19 ไมโครมิเตอร์แบบตั้งโต๊ะ (DIGIMATIC BENCH MICROMETERS)



รูปที่ 3.66 ไมโครมิเตอร์ ดิจิตอล แบบตั้งโต๊ะ

3.9.20 ไมโครมิเตอร์วัดนอก (OUTSIDE MICROMETER)

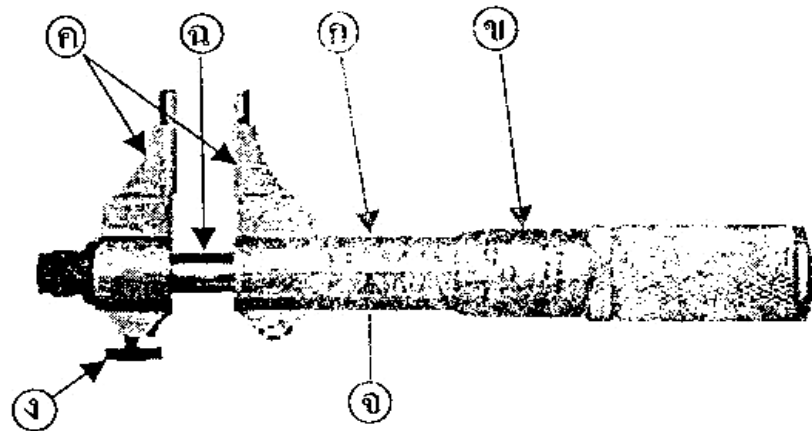


รูปที่ 3.67 ไมโครมิเตอร์วัดนอกความละเอียด 0.01 มม. และ 0.001 มม.

3.9.21 ไมโครมิเตอร์วัดใน (INSIDE MICROMETER)



รูปที่ 3.68 ลักษณะไมโครมิเตอร์วัดในที่มีแกนวัดแตกต่างกัน



รูปที่ 3.69 ส่วนประกอบไมโครมิเตอร์วัดใน (The inside micrometer caliper)

- ก. ปลอกสเกลหลัก (Barrel Sleeve)
- ข. ปลอกสเกลหมุนวัด (Thimble)
- ค. ปากวัด (Jaws)
- ง. สกรูล็อก (Clamp Screw)
- จ. สเกลหลัก (Barrel Scale)
- ฉ. แกนวัด (Spindle)

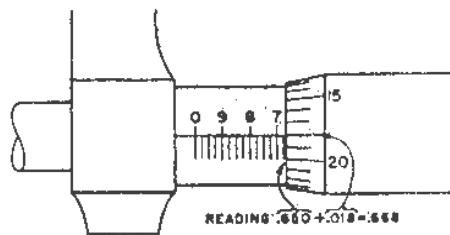
3.9.21.1 ลักษณะโดยทั่วไปของไมโครมิเตอร์วัดใน

ลักษณะของไมโครมิเตอร์วัดใน จะมีปากวัดหลักกับปากวัดเลื่อน หมุนปลอกสเกลวัดทำให้ปากวัดขยายกว้างขึ้นสัมผัสกับผิวงานที่วัด ลักษณะของปากวัดจะออกแบบให้มีลักษณะที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ของการวัดงาน เช่นถ้าจะวัดขนาดงานตั้งแต่ 5-25 มม. หรือ 25-50 มม. ที่ปากวัดส่วนปลายจะทำให้มีส่วนโค้ง เพื่อช่วยให้หน้าสัมผัสของปากวัด เข้ากับส่วนโค้งของรู ในการแบ่งสเกล ก็เช่นเดียวกับไมโครมิเตอร์ทั่วไป ขนาดของไมโครมิเตอร์ระบบอังกฤษ เช่น 0.2-1.2 นิ้ว 1-2 นิ้ว เป็นต้น

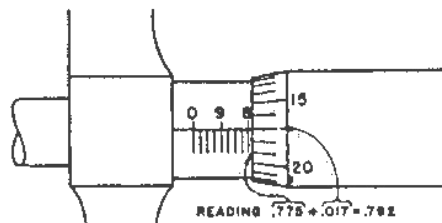
ไมโครมิเตอร์วัดรูในและการใช้วัดงาน



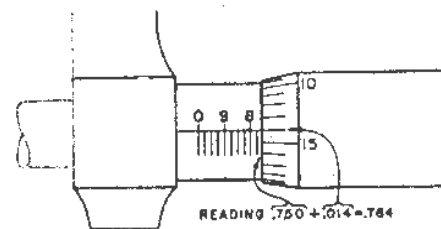
รูปที่ 3.70 ไมโครมิเตอร์วัดรูในและการใช้งาน



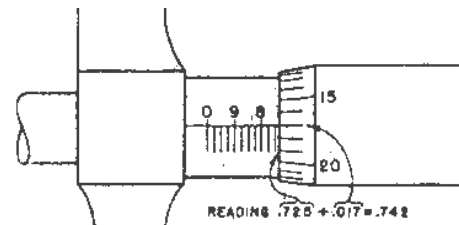
รูปที่ 3.71 ค่าที่อ่านได้ 0.668 นิ้ว



รูปที่ 3.73 ค่าที่อ่านได้ 0.792 นิ้ว

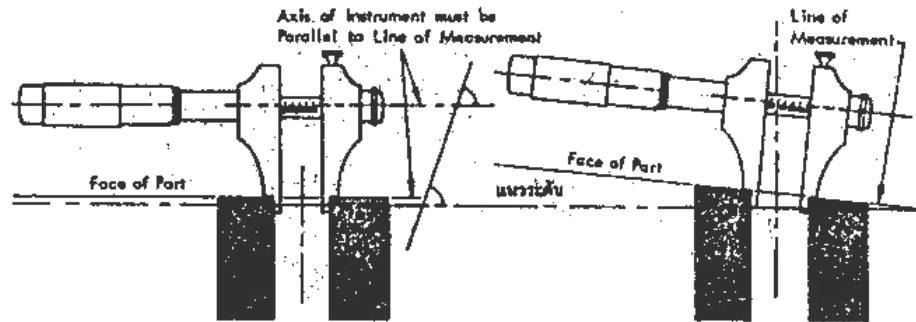


รูปที่ 3.72 ค่าที่อ่านได้ 0.764 นิ้ว



รูปที่ 3.74 ค่าที่อ่านได้ 0.742 นิ้ว

3.9.21.2 ข้อควรระวังการใช้ไมโครมิเตอร์วัดใน



รูปที่ 3.75 แสดงวิธีการใช้ไมโครมิเตอร์วัดใน วัดงานได้ผลแตกต่างกัน

หลักการวัดที่ถูกต้องวางไมโครมิเตอร์ให้ขนานและตั้งฉากกับงานที่ต้องการวัด

จากรูปซ้ายมือ เป็นการใช้ไมโครมิเตอร์วัดงาน จะสังเกตได้ว่า ไมโครมิเตอร์ จะถูกวางขนานกับแนวระดับ และปากวัดตั้งฉากกับขนาดของรูวัด วิธีการวัดนี้เป็นการวัดที่ถูกต้อง

จากรูปขวามือ จะสังเกตเห็นได้ว่า ปากของชิ้นงาน บริเวณที่วัดไม่ตั้งฉาก ทำให้ไมโครมิเตอร์ ไม่ตั้งฉากกับรูที่ต้องการวัด และไม่ขนานกับแนวระดับ ทำให้ขนาดที่ได้จากการวัด ได้ผลไม่ถูกต้อง

3.9.22 ไมโครมิเตอร์วัดเกลียว (SCREW THREAD MICROMETERS)

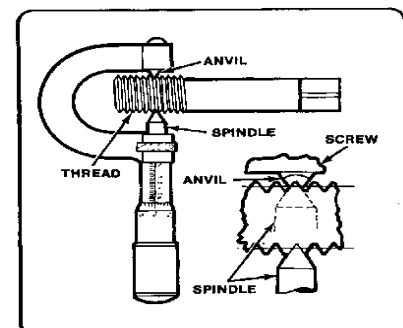
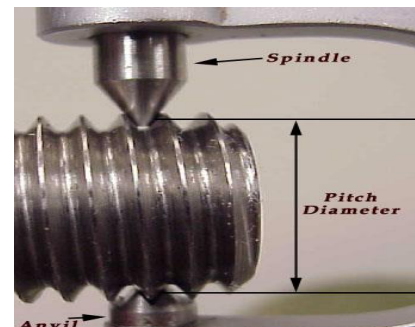


Figure 7-85. Thread micrometer.

รูปที่ 3.76 ไมโครมิเตอร์วัดเกลียว และการวัดเส้นผ่าศูนย์กลางโคนเกลียว

3.9.23 ไมโครมิเตอร์วัดใน แบบใช้แกนวัดยื่น (inside Micrometer)

ไมโครมิเตอร์วัดใน ใช้วัดรูใน ของชิ้นงานทรงกระบอกที่มีขนาดใหญ่ที่มีแกนวัดขนาดต่างกัน แกนวัดและแท่งจะมีขนาดความยาวเพิ่มขึ้น แกนละ 25 มม. จะสามารถวัดขนาดงานที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง ตั้งแต่ 25-1,000 มม. หรือในระบบอังกฤษขนาดตั้งแต่ 1 นิ้วขึ้นไป จนถึงขนาด 8-40 นิ้ว



รูปที่ 3.77 ไมโครมิเตอร์วัดในลักษณะต่าง ๆ



รูปที่ 3.78 ไมโครมิเตอร์วัดใน และขาต่อแบบต่าง ๆ



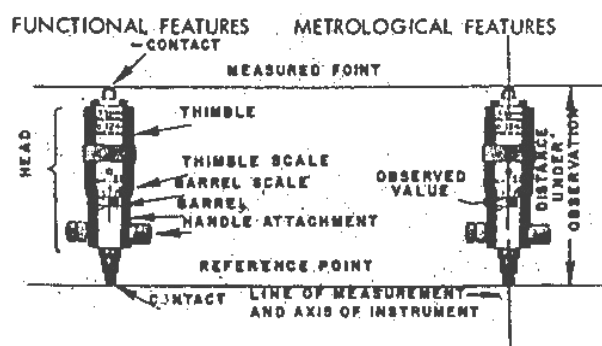
รูปที่ 3.79 ไมโครมิเตอร์วัดเกลียวใน



รูปที่ 3.80 ไมโครมิเตอร์วัดในแบบปลายแหลม



รูปที่ 3.81 ไมโครมิเตอร์วัดในแบบมีค้ำจับ

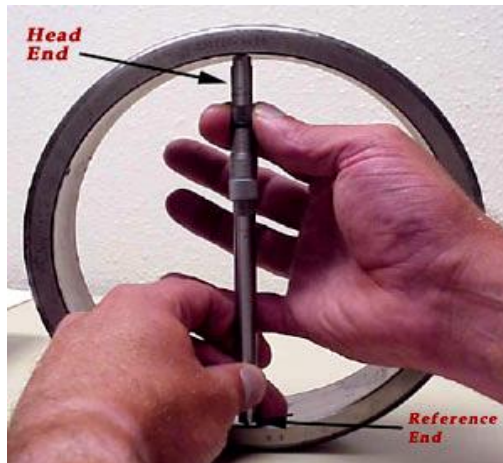


รูปที่ 3.82 ส่วนประกอบต่างๆ ของ ไมโครมิเตอร์วัดใน

3.9.23.1 ขั้นตอนการใช้ไมโครมิเตอร์วัดในไมโครมิเตอร์วัดใน

ขั้นตอนที่ 1 อ่านเช่นเดียวกับไมโครมิเตอร์ทั่วไป

ขั้นตอนที่ 2 นำชุดไมโครมิเตอร์มาใช้เพื่อวัดขนาดงาน ใช้ไมโครมิเตอร์ที่มีขนาดใกล้เคียงกับขนาดที่วัดได้จากบรรทัดวัด



รูปที่ 3.83 การใช้มือปรับขนาดไมโครมิเตอร์

รูปที่ 3.84 การต่อแขนขีดไมโครมิเตอร์

ขั้นตอนที่ 3 ขณะที่ปรับวัดไมโครมิเตอร์ ถ้าสามารถอ่าน ขณะที่ทำการวัดได้เลยขนาดที่ได้จะถูกต้อง

ขั้นตอนที่ 4 ถ้าไม่สามารถอ่านค่า ขณะที่วัดได้ ก็ควรสลับไมโครมิเตอร์ก่อนนำออกมา อาจใช้ไมโครมิเตอร์วัดนอกตรวจสอบขนาดจากไมโครมิเตอร์วัดใน แล้วอ่านค่าก็ได้



รูปที่ 3.85 การเก็บรักษาไมโครมิเตอร์วัดนอก

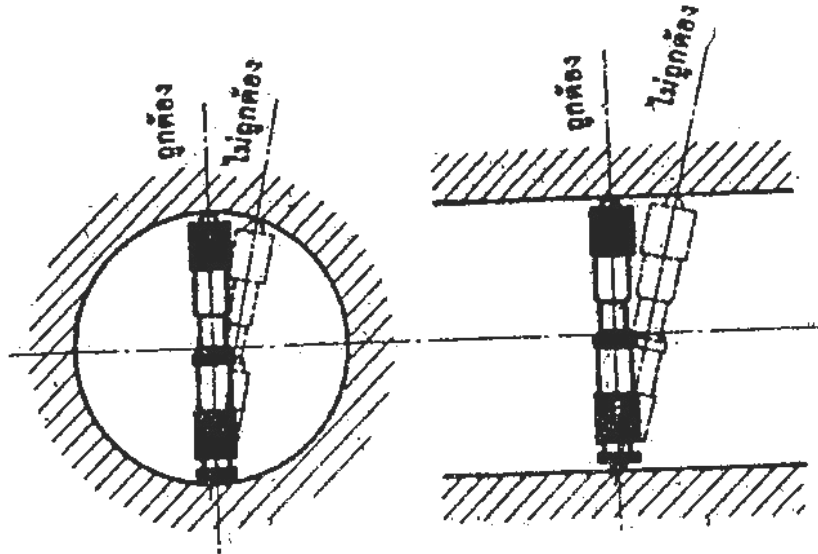
3.9.23.2 การใช้ไมโครมิเตอร์วัดขนาดรูใน



รูปที่ 3.86 การใช้ไมโครมิเตอร์วัดใน วัดงานแบบต่างๆ

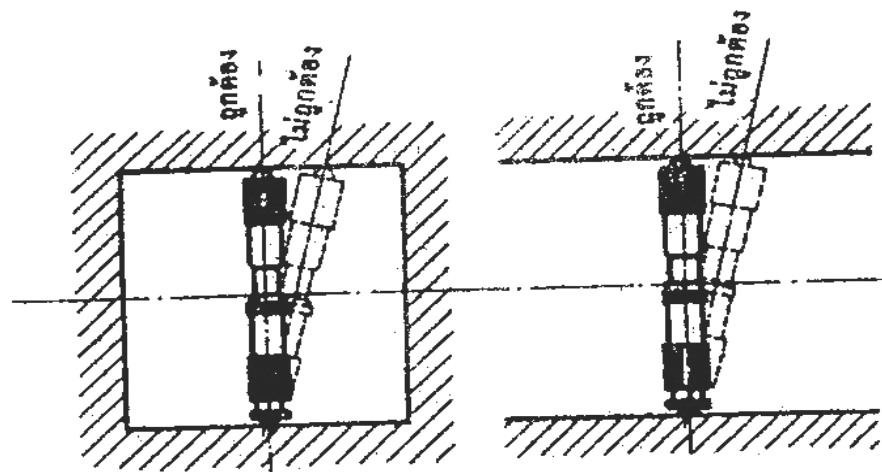
3.9.23.3 ข้อควรระวังในการวัด

ตั้งไมโครมิเตอร์วัดใน ให้มีขนาดเล็กกว่าขนาดของรู ใส่ไมโครมิเตอร์ และขยายไมโครมิเตอร์ให้ใหญ่ขึ้นพอดีกับขนาดของรู และตั้งฉากกับผิวงานที่ต้องการวัด แล้วจึงอ่านค่า



รูปที่ 3.87 การใช้ไมโครมิเตอร์วัดรูกลม

วิธีวัดรูกลม จะต้องพยายามโยกไมโครมิเตอร์ในแนวขวางให้ได้ค่าวัดสูงสุดและจะต้องพยายามโยกแนวยาวเพื่อให้ได้ค่าวัดเล็กสุด



รูปที่ 3.88 การใช้ไมโครมิเตอร์วัดรูสี่เหลี่ยม

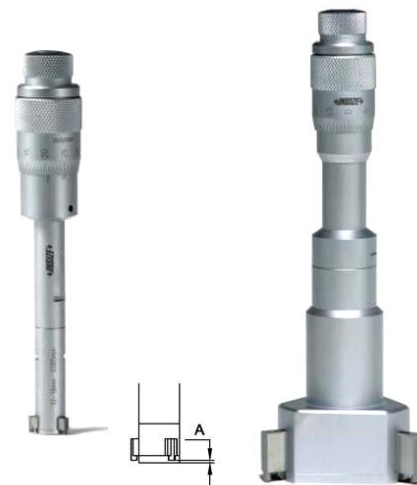
วิธีวัดรูสี่เหลี่ยม จะต้องปรับตำแหน่ง ไมโครมิเตอร์ ทั้งในแนวยาวและแนวขวางจนวัดได้ค่าเล็กที่สุด

3.9.24 ไมโครมิเตอร์วัดรู 3 จุด หรือ 3 ขา (THREE POINT INTERNAL MICROMETERS)

เหมาะสำหรับการวัดและตรวจสอบรูคว้าน ที่มีความละเอียดสูง เช่นงานคว้านรูที่สวมแบร็ลงงานเจียรไนรู ที่ต้องการความเที่ยงตรงสูง ที่ไมโครมิเตอร์วัดในแบบธรรมดาไม่สามารถวัดได้ และการผิดพลาดของการวัด ก็จะมีโอกาสผิดพลาดน้อยกว่าไมโครมิเตอร์วัดใน แบบอื่น เพราะขาวัดทั้ง 3 ของไมโครมิเตอร์ จะบังคับการวัดให้อยู่ในจุดศูนย์กลางความผิดพลาดจึงเกิดขึ้นได้น้อย สามารถวัดขนาดรูได้ 2 มม.ขึ้นไป



ไมโครมิเตอร์ 3 ขาความละเอียด 0.005 มม.



ไมโครมิเตอร์ 3 ขาความละเอียด 0.0001 มม.

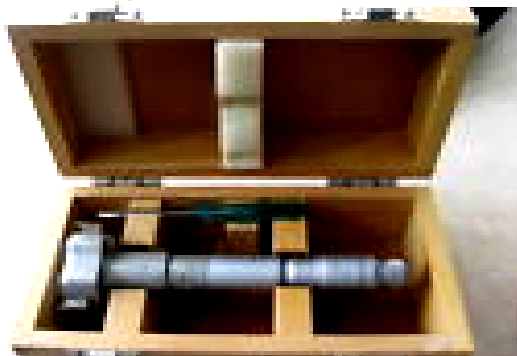


ไมโครมิเตอร์ 3 ขา แบบดิจิตอลอ่านค่าความละเอียดได้ทั้งระบบเมตริก 0.001 มม. และระบบอังกฤษ 0.00005 นิ้ว

รูปที่ 3.89 ไมโครมิเตอร์ 3 ขาแบบต่าง ๆ

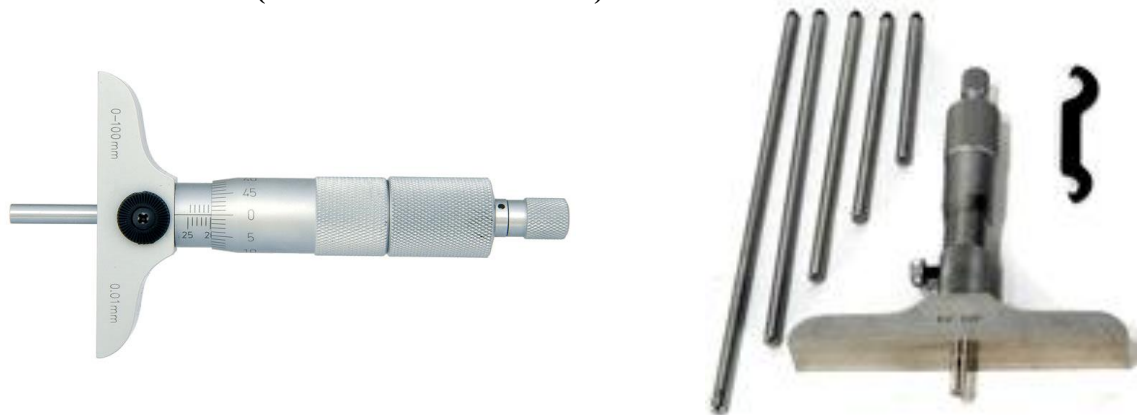
การใช้งานและการเก็บรักษาไมโครมิเตอร์ 3 ขา

ในการใช้งานของไมโครมิเตอร์ 3 ขานี้ ในกล่องจะมีเกจรูใน (Ring Gauge) ที่ใช้สำหรับตรวจสอบความคลาดเคลื่อน หรือปรับขนาดมาตรฐานก่อนที่จะนำไปใช้งานวัดซึ่งไมโครมิเตอร์ 3 ขานี้ จะมีขีดจำกัดในการวัดของไมโครมิเตอร์ แต่ละตัว เช่นตัวเล็กจะวัดขนาดได้ 3-4 มม. แต่ตัวใหญ่ จะวัดขนาดได้ 100-125 มม. ดังนั้นในชุดของไมโครมิเตอร์ 3 ขาจะต้องมีเกจรูในหลายตัว



รูปที่ 3.90 การใช้งานและการเก็บรักษาไมโครมิเตอร์ 3 ขา

3.9.25 ไมโครมิเตอร์วัดลึก (DEPTH MICROMETERS)



รูปที่ 3.91 รูปไมโครมิเตอร์วัดลึก

3.9.25.1 ขนาดของไมโครมิเตอร์วัดลึก

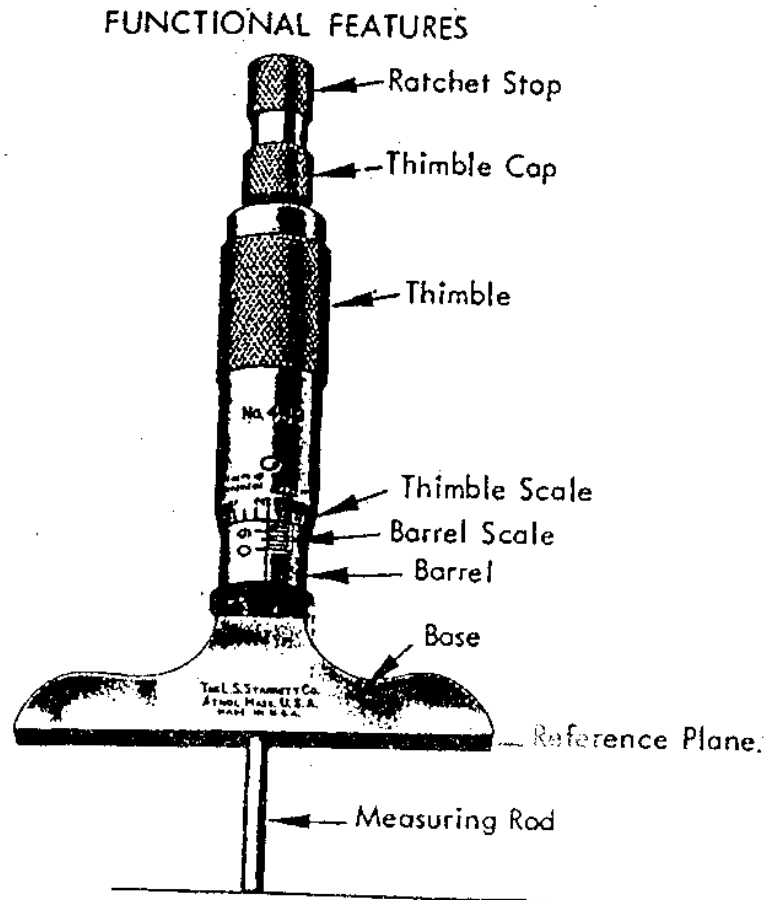
ระบบเมตริก วัดความลึก 0-25 มม. ความละเอียด 0.01 มม.

ระบบอังกฤษ 0-1 นิ้ว ความละเอียด 0.001 นิ้ว

ขนาดที่ใช้จะเพิ่มขึ้นทีละ 25 มม. หรือ 1 นิ้ว โดยการเปลี่ยนแกน



รูปที่ 3.92 ไมโครมิเตอร์วัดลึก และแกนเปลี่ยนขนาดวัด



รูปที่ 3.93 ส่วนประกอบของไมโครมิเตอร์วัดเล็ก

3.9.25.2 ส่วนประกอบต่างๆ ของไมโครมิเตอร์วัดเล็ก

1. สะพานยื่น (Base Bridge body)
2. แกนวัด (Measuring Rod, Spindle)
3. ปลอกสเกลหลัก (Sleeve Barrel)
4. สเกลหลัก (Sleeve Scale, Barrel Scale)
5. ปลอกสเกลหมุนวัด (Thimble)
6. สเกลหมุนวัด (Thimble Scale)
7. หัวล็อกน็อต (Thimble Cap)
8. ปลอกหมุนกระทบเลื่อน (Ratchet Stop)

ไมโครมิเตอร์วัดลึกเปลี่ยนแกนวัดลึก (Depth micrometers interchangeable rod type)

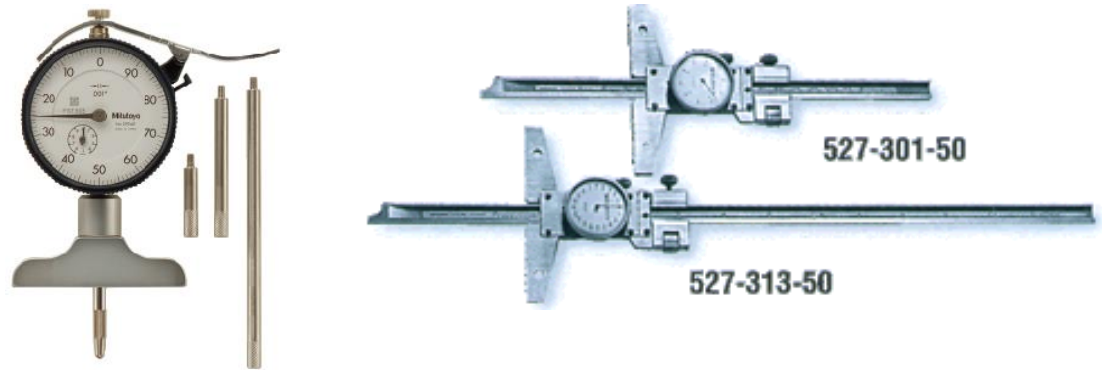


รูปที่ 3.94 ไมโครมิเตอร์วัดลึกแบบอ่านค่าบนสเกล



รูปที่ 3.95 ไมโครมิเตอร์วัดลึกแบบเปลี่ยนแกนได้แสดงตัวเลขบนจอ LCD
ไมโครมิเตอร์ที่แสดงด้วยตัวเลขบนจอ L.C.D. ความละเอียดที่วัดได้ 0.001 มม.
แกนวัดจะมีความยาวเพิ่มขึ้น แท่งละ 25 มม. เช่น 25, 50, 100, 125 มม.

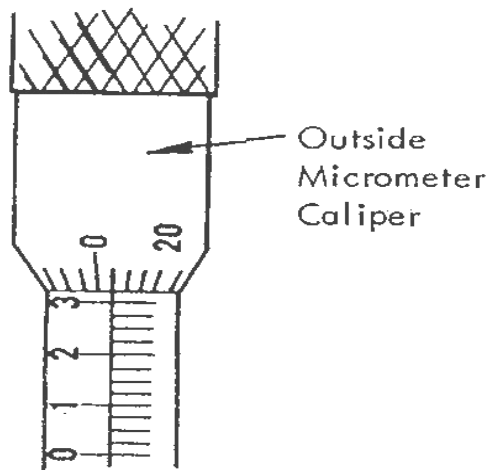
ไมโครมิเตอร์วัดลิ้อ่านค่าแบบเข็มนาฬิกา



รูปที่ 3.96 ไมโครมิเตอร์วัดลิ้อ่านค่าแบบเข็มนาฬิกา



รูปที่ 3.97 การใช้ไมโครมิเตอร์วัดลิ้อ่านค่าแบบเข็มนาฬิกา



รูปที่ 3.98 สเกลของไมโครมิเตอร์วัดนอกเริ่มจาก 0



รูปที่ 3.99 สเกลของไมโครมิเตอร์วัดลึกจะเริ่มที่ขนาดใหญ่ที่สุด

ไมโครมิเตอร์วัดนอกจะมีขีดสเกลเริ่มต้นจาก 0 และเมื่อหมุนคลายออกก็จะมีค่ามากขึ้น ซึ่งตรงกันข้ามไมโครมิเตอร์วัดลึก เมื่อเริ่มต้นจะมีค่าเป็น 0 หรือเท่ากับ 1 นิ้ว และแกนวัดจะยาวออกสุด แต่เมื่อหมุนคลายออกแกนวัดก็จะสั้นลง ค่าที่วัดก็น้อยลงมา จนถึงจุดเริ่มต้นใหม่ที่ขีด 0 ของท้ายปลอกขีดสเกล

3.9.25.3 ขั้นตอนการใช้ไมโครมิเตอร์วัดลิศตรวจสอบความเที่ยงตรงของไมโครมิเตอร์วัดลิศ



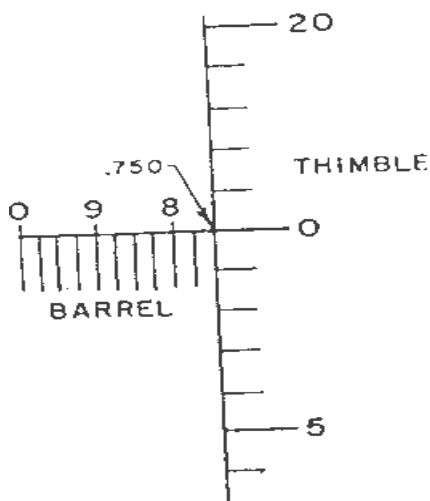
1. โดยคลายไมโครมิเตอร์ถอยหลังสุด
2. วางไมโครมิเตอร์ลงกับแท่นระดับ
3. ให้สะพานยันเสมอกับแท่นระดับ
4. หมุนปลอกหมุนกระทบเลื่อนให้แกนวัดชนแท่นระดับพอดี
5. สังเกตว่าสเกลที่ปลอกสเกลหมุนวัดจะตรงกับขีด 0 บนสเกลหลักหรือไม่ถ้าไม่ตรงใช้ประแจปรับที่ปลอกสเกลหลัก

รูปที่ 3.100 การตรวจสอบความเที่ยงตรงของไมโครมิเตอร์วัดลิศ

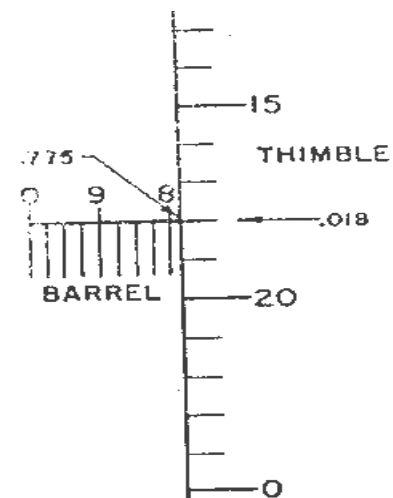
ขั้นตอนการวัด

1. ใช้มือซ้ายกดสะพานยันให้แนบแน่นกับหน้างาน
2. ค่อยหมุนปลอกสเกลหมุนวัด (Thimble) ให้แกนวัดเคลื่อนที่ลงมา
3. เมื่อใกล้ระยะความลึกให้หมุนปลอกกระทบเลื่อนจนกระทั่งแกนวัดสัมผัสงาน

การอ่านค่าที่ได้จากการวัด



รูปที่ 3.101 ค่าที่อ่านได้ 0.750 นิ้ว



รูปที่ 3.102 ค่าที่อ่านได้ $0.775 + 0.018 = 0.793$ นิ้ว

3.10 ข้อควรระวังและการดูแลรักษาไมโครมิเตอร์

1. ทำความสะอาดไมโครมิเตอร์ และชิ้นงาน ก่อนทำการวัดทุกครั้ง
2. ควรใช้ไมโครมิเตอร์ วัดชิ้นงานที่มีผิวเรียบ
3. หลังจากเสร็จการใช้งานต้องคลายนัตหรือแหวนล็อกทุกครั้ง
4. ไม่ควรใช้ไมโครมิเตอร์ตรวจสอบขนาดชิ้นงานแทนเกจก้ามปู
5. เมื่อเลิกใช้งาน ควรใช้น้ำมันชโลมแบบเบาบาง ถ้าต้องใช้งานบ่อย ๆ แต่ถ้าต้องเก็บไว้นาน ๆ ก็ควรใช้น้ำมันที่มีความเข้มข้นสูง หรือใช้วาสลีนทาเคลือบไว้
6. ก่อนใช้งานต้องตรวจสอบความเที่ยงตรงของศูนย์ไมโครมิเตอร์ ทุกครั้ง
7. ปลายแกนวัด และแกนรับต้องได้รับการตรวจสอบอย่างน้อยปีละครั้ง
8. การวัดงานที่ต้องการความเที่ยงตรงสูงต้องสวมถุงมือ เพื่อป้องกันความร้อน
9. ควรอ่านค่าไมโครมิเตอร์ ในขณะที่วัดงานอยู่ ไม่ควรดึงไมโครมิเตอร์ ออกมาจากชิ้นงานแล้วอ่านค่า ข้างนอก เพราะอาจทำให้เกิดการคลาดเคลื่อนได้
10. ใช้หัวหมุนปลดกกระหนบเลื่อนทุกครั้งในการวัดชิ้นงาน เพื่อความเที่ยงตรง
11. เลือกใช้ไมโครมิเตอร์ให้ถูกต้องกับประเภทของชิ้นงาน
12. ไม่ควรใช้ไมโครมิเตอร์วัดงาน ในขณะที่ร้อนและอุณหภูมิห้องควรเป็น 20 C
13. ควรเก็บหรือวางไมโครมิเตอร์ ในกล่อง ไม่ควรเก็บรวมกับเครื่องมืออื่น ๆ
14. ก่อนเก็บไมโครมิเตอร์ ควรหมุนเก็บแกนวัด และแกนรับ ให้ใกล้หรือชนกันเบา ๆ เพื่อรักษาหน้าสัมผัสของไมโครมิเตอร์
15. ปฏิบัติตามกฎหมาย ระเบียบ ของการใช้เครื่องมือวัดอย่างเคร่งครัด

แบบฝึกหัด 3.1

1. หลักการทำงานของไมโครมิเตอร์

ตอบ.....

2. จงบอกส่วนประกอบของไมโครมิเตอร์เป็นภาษาไทย

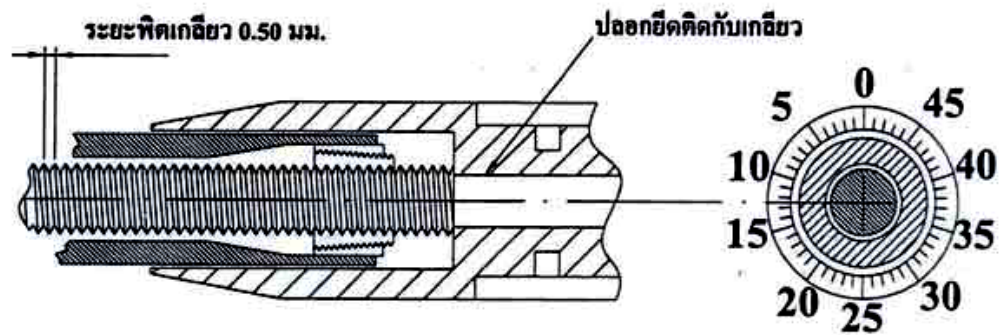
- | | |
|------------------------|--------------|
| 1.) (ANVIL) | ภาษาไทย..... |
| 2.) (SPINELE) | ภาษาไทย..... |
| 3.) (LOCK NUT) | ภาษาไทย..... |
| 4.) (SLEEVE OR BARREL) | ภาษาไทย..... |
| 5.) (THIMBLE) | ภาษาไทย..... |
| 6.) (RATCHET STOP) | ภาษาไทย..... |
| 7.) (FRAME) | ภาษาไทย..... |

3. จงบอกหน้าที่ของส่วนประกอบดังต่อไปนี้

หน้าที่การทำงาน

1. แกนรับ
2. แกนวัด
3. ปลอกหมุนวัด
4. เกลียว
5. ปลอกหมุนกระทบเลื่อน
6. กลไกล็อกแกนวัด
7. ก้านสเกล
8. จีดสเกล 0.01 มม
9. โครง
10. ขนาดวัด
11. แหวนเกลียว
12. จีดสเกล 1 มม
13. จีดสเกล 0.5 มม.

4. จงบอกหลักการการแบ่งสเกลที่ปลอกหมุนวัดออกเป็น 50 ช่อง



5. จงบอกวิธีการบำรุงรักษาไมโครมิเตอร์ อย่างน้อย 3 ข้อ

1.
2.
3.

งานที่มอบหมายหรือกิจกรรม

1. ครูแจกใบความรู้ เรื่อง ไดอัลเกจ ให้ไปศึกษาและนำใบความรู้มาในครั้งต่อไป

เฉลยแบบฝึกหัดที่ 3.1

1. หลักการทำงานของไมโครมิเตอร์

ตอบ การทำงานของไมโครมิเตอร์ ได้พัฒนามาจากการหมุนเคลื่อนที่ ของชุดเกลียวซึ่งประกอบด้วยสกรู และนัตเหมือนหลักการเคลื่อนที่ของแคลิเปอร์ โดยเอาหลักการ ของการเคลื่อนที่ของเกลียวที่ถูกหมุนเคลื่อนที่ไป หนึ่งรอบของเกลียวปากเดียว การเคลื่อนที่ของเส้นขอบเกลียว 1 รอบ EAD) จะเท่ากับ 1 ระยะพิทช์ ของเกลียว (PITCH)

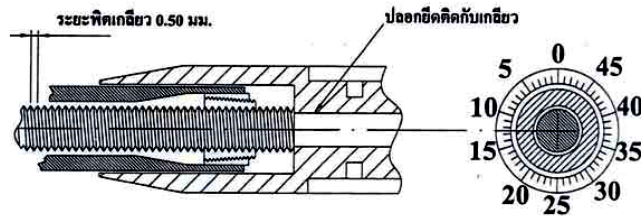
2. จงบอกส่วนประกอบของไมโครมิเตอร์เป็นภาษาไทย

- 1.) แกนรับ (ANVIL)
- 2.) แกนวัด (SPINELE)
- 3.) แหวนล็อกแกนวัด (LOCK NUT)
- 4.) ปลอกสเกลหลัก (SLEEVE OR BARREL)
- 5.) ปลอกสเกล หมุนวัด (THIMBLE)
- 6.) ปลอกหมุน กระทบเลื่อน (RATCHET STOP)
- 7.) โครงตัวยู (FRAME)

3. จงบอกหน้าที่ของส่วนประกอบดังต่อไปนี้

ชื่อส่วนประกอบ	หน้าที่
1. แกนรับ	• หน้าที่รองรับการวัดที่ผิวสัมผัสของแกนรับจะชุบผิวแข็งเพื่อป้องกันการสึกหรอ
2. แกนวัด	• เลื่อนสัมผัสวัดขนาดของชิ้นงานผิวสัมผัสจะชุบผิวแข็งเหมือนกับแกนรับและขนาดของแกนวัดเท่ากับแกนรับ
3. ปลอกหมุนวัด	• หมุนเลื่อนให้แกนวัดสัมผัสชิ้นงานในทิศทางตามเข็มนาฬิกา ส่วนที่ลายสำหรับมือจับ
4. เกลียว	• เป็นส่วนเดียวกับแกนวัดมีระยะพิตช์เท่ากับ 0.5 มม.
5. ปลอกหมุน กระทบเลื่อน	• ป้องกันแกนวัดในการเลื่อนสัมผัสผิวงานวัดเพื่อให้ได้ค่าวัดที่ถูกต้อง
6. กลไกล็อกแกนวัด	• ล็อกหรือบีบแกนวัดไม่ให้เคลื่อนที่ และคลายเมื่อต้องการให้แกนวัดเคลื่อนที่
7. ก้านสเกล	• ปลอกขีดสเกลแบ่งตามแนวยาว
8. ขีดสเกล 0.01 มม.	• อยู่บนปลอกหมุนวัด แต่ละช่องสเกลมีค่าความละเอียด 0.01 มม.
9. โครง	• เป็นตัวรองรับส่วนประกอบต่าง ๆ ของไมโครมิเตอร์
10. ขนาดวัด	• เป็นตัวเลขที่บอกขนาดของไมโครมิเตอร์ เช่น 0-25 มม. หมายถึง ไมโครมิเตอร์สามารถวัดขนาดได้ตั้งแต่ 0-25 มม.
11. แหวนเกลียว	• ใช้ปรับความฝืดของปลอกหมุนวัด
12. ขีดสเกล 1 มม.	• บอกค่าความละเอียดขีดละ 1 มม.
13. ขีดสเกล 0.5 มม.	• บอกค่าความละเอียดขีดละ 0.5 มม. โดยมองประกอบกับสเกลที่ใช้ละเอียด 1 มม.

4. จงบอกหลักการการแบ่งสเกลที่ปลอกหมุนวัดออกเป็น 50 ช่อง



เมื่อหมุนเกลียวไป 1 รอบ = 1 ระยะพิทช์เกลียว (0.50 มม.)

ถ้าหมุนเกลียวไป 1 รอบ (50 ซิด) = 0.50 มม.นี้

ถ้าหมุนเกลียวไป 1/2 รอบ (25 ซิด) = $0.5/2 = 0.25$ มม.

ถ้าหมุนเกลียวไป 1/50 รอบ (1 ซิด) = $0.5/50 = 0.01$ มม.

เมื่อหมุนปลอกวัดไป 1 ซิดแกนวัดจะเคลื่อนที่ 0.01 มม.

การอ่านค่าวัดจากไมโครมิเตอร์ (1/100 มม.)

5. จงบอกวิธีการบำรุงรักษาไมโครมิเตอร์ อย่างน้อย 3 ข้อ

1. ทำความสะอาดผิวแกนรับและแกนวัดทุกครั้ง ก่อนและหลังการวัด
2. เมื่อต้องการให้แกนวัดเลื่อนเข้าออกอย่างรวดเร็วให้เลื่อนกับฝ่ามือ (ดังภาพที่ 5.30) เพื่อป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้นกับไมโครมิเตอร์
3. ใช้ปลอกหมุนกระแทกเลื่อนขณะวัดชิ้นงานทุกครั้ง

กิจกรรมการเรียนรู้ การสอน

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ทบทวนหัวข้อที่เรียนเกี่ยวกับเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์
2. แจ้งจุดประสงค์ของการเรียนไมโครมิเตอร์ถึงจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
3. ถามนักเรียนว่าเคยรู้จักไมโครมิเตอร์บ้างแล้วหรือยัง

ขั้นสอนหรือให้ความรู้

กิจกรรมครู

1. ให้นักศึกษา ศึกษาเอกสารประกอบการเรียน หน่วยที่ 3 ในหัวข้อที่ 1-2 แล้วตอบคำถาม เช่น
 - ประเทศผู้ประดิษฐ์ ไมโครมิเตอร์
 - ปี ค.ศ. ที่ประดิษฐ์คิดค้น
 - ระบบต่าง ๆ ของ ไมโครมิเตอร์
 - ค่าความละเอียดของไมโครมิเตอร์
 - ขนาดที่เพิ่มขึ้นของ ไมโครมิเตอร์ในระบบเมตริกและระบบอังกฤษ
 - ระยะพิทช์เกลียวของ ไมโครมิเตอร์
2. สุ่มถามหลักการทำงานของไมโครฯ
3. ฉายจอโปรเจกเตอร์ส่วนประกอบภายนอกของไมโครมิเตอร์ แล้วชี้จุดให้นักศึกษาอ่านชื่อเรียกส่วนประกอบต่าง ๆ
4. ฉายจอโปรเจกเตอร์ส่วนประกอบภายนอกและภายในของไมโครมิเตอร์วัดนอก แล้วอธิบายในส่วนที่สำคัญเพิ่มเติม
5. ให้นักศึกษาทดลองอ่านไมโครมิเตอร์ที่เป็นของจริงในระบบต่าง ๆ
6. ให้นักศึกษา ศึกษาเอกสารประกอบการสอนในหัวข้อที่ 3.9 แล้วถามในจุดที่สำคัญ เช่น
 - ขนาดแกนเปลี่ยนของไมโครมิเตอร์วัดนอกแบบเปลี่ยนแกน
 - ชนิดต่าง ๆ ของแท่งตรวจสอบ
 - วิธีการตรวจสอบความผิดพลาดของปากวัดไมโครมิเตอร์
 - ลักษณะการวัดงานที่ถูกต้องประกอบการอธิบายเพิ่มเติม
7. ฉายจอโปรเจกเตอร์การปรับ และการตรวจสอบความเที่ยงตรงของไมโครฯ แล้วให้นักศึกษาออกมาแสดงวิธีการปรับศูนย์ของไมโครมิเตอร์ของจริง

กิจกรรมการเรียนรู้ การสอน

8. ให้นักศึกษาอ่านข้อควรระวังในการใช้ไมโครมิเตอร์ วัดนอกแล้วอธิบายเพิ่มเติมในข้อที่มีเทคนิคสำคัญ
9. แบ่งกลุ่มนักศึกษาออกเป็น 5 กลุ่มเลือกประธานกลุ่มและเลขากลุ่ม
10. จัดเครื่องมืออุปกรณ์การฝึก จัดเป็น 5 สถานที่และชิ้นงานฝึกวัด 5 ชิ้น เบอร์ 1-5 สถานที่ 1-3 ฝึก วัด ไมโครมิเตอร์ ความละเอียด 0.01 มม. สถานที่ 4-5 ฝึกวัดไมโครมิเตอร์ ความละเอียด 0.001 นิ้ว นักศึกษาจะเข้า ฝึกทั้ง 5 สถานที่โดยหมุนเวียนกันไปเมื่อเสร็จ 1 สถานที่ที่อนุญาตให้ไปฝึกสถานที่ต่อไปล่วงหน้าได้และจะใช้ เครื่องมืออุปกรณ์การวัดเพียง 1 ชุดต่อสถานที่แต่จะต้องวัดงานครบทั้ง 5 ชิ้นงานเพื่อลงขนาดที่วัดได้ในช่วงจุดวัด แต่ละจุดของแต่ละหมายเลขจนครบ 5 ชิ้นของใบงานให้เสร็จก่อนหมดเวลา 30 นาที
11. ให้นักศึกษาปิดคู่มือการทดลองก่อนเข้าปฏิบัติการฝึกวัด
12. ให้ประธานกลุ่มจัดนักศึกษาเข้าปฏิบัติงานตามจำนวนเครื่องมือ
13. ให้นักศึกษาทำตามใบงานเป็นการ ฝึกวัดไมโครมิเตอร์ในระบบเมตริก ค่าความละเอียด 0.01 มม และระบบ อังกฤษค่าความละเอียด 0.001 นิ้ว
14. ให้นักศึกษาทำความสะอาดเครื่องมืออุปกรณ์ 5 นาที
15. ให้นักศึกษาแลกเปลี่ยนใบงานกันเพื่อตรวจสอบคำตอบ
16. ให้นักศึกษาดูแนวเฉลยคำตอบจากใบงานของครู ใช้เวลาประมาณ 20 นาที
17. ให้นักศึกษาคืนใบงานเจ้าของเดิมเพื่อประเมินข้อผิดพลาดของตนเอง
18. ให้นักศึกษาส่งใบงานให้ครูตรวจเพื่อเป็นคะแนนเก็บ
19. ให้นักศึกษาทำแบบฝึกหัดที่ 3.1

ขั้นสรุป

1. ครูซักถามข้อข้องใจในการอ่านค่าที่ผิดพลาดของนักศึกษา
2. ครูแนะนำวิธีการบำรุงรักษาไมโครมิเตอร์
3. ข้อควรระวังในการใช้ไมโครมิเตอร์

สื่อการเรียนการสอน

1. ใบงาน / ชิ้นงาน
2. ไมโครมิเตอร์

ขั้นประเมินผล

1. ครูให้นักศึกษาปฏิบัติตามใบงานแล้วนำเสนอ
2. ความรับผิดชอบต่องานที่มอบหมาย
3. การตรงต่อเวลา
4. ทดสอบ

วิธีการวัดและประเมินผล	เครื่องมือวัดผล	เกณฑ์การวัดและประเมินผล	
1. สังเกตพฤติกรรม	แบบสังเกตพฤติกรรม	ดีมาก ดี พอใช้ ผ่านเกณฑ์	4 3 2 1
2. วัดผลจากใบงาน	ใบงาน	ดีมาก (10คะแนน) ดี (8 คะแนน) พอใช้ (6 คะแนน) ผ่านเกณฑ์ (5 คะแนน)	80-100% 70-79% 60-69% 50-59%

เอกสารอ้างอิง

ประธานพงษ์ หาเรือนชัย. งานวัดละเอียดช่างยนต์. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น, 2546.

ชิตี ชาติรินรานนท์ และปิยชาติ ชาติรินรานนท์. งานปรับแต่งเครื่องยนต์. กรุงเทพฯ : -

ศูนย์ส่งเสริม อาชีวะ, 2549.

วิเชียร อารมย์สุข. เครื่องยนต์เบื้องต้น. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมอาชีวะ , 2545.

Martin W. Stockel and Martin T. Stockel. Auto Service and Repair. South Holland, Illinois : -

The Good Heart – Willcox Company, Inc. 1984.

บันทึกหลังการสอน

ผลการสอน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ/ แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

()

ลงชื่อ.....ผู้ช่วยฝ่ายวิชาการ

()