บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากร

1. เซลฟ์ไลเกตติ้งแบร็กเกตแบบไร้แรงสำหรับฟันเขี้ยวขนาด 0.022 นิ้ว x 0.028 นิ้ว ดามอนทรีเอ็มเอ็กซ์ (Damon 3 MX, bracket with passive slide, Accord Corporation Limited /Ormco)
2. เซลฟ์ไลเกตติ้งแบร็กเกตแบบไร้แรงสำหรับฟันเขี้ยวสมาร์ทคลิปขนาด 0.022 นิ้ว x 0.028 นิ้ว (SmartClip® , bracket with passive clip, 3M Unitek)
3. แบร็กเกตเหล็กกล้าไร้สนิมธรรมดาสำหรับฟันเขี้ยว ขนาด 0.022 นิ้ว x 0.028 นิ้ว เจมินี่ (Gemini brackets, Roth prescription brackets, 3M Unitek)
4. ลวดเหล็กกล้าไร้สนิมขนาด 0.019 x 0.025 นิ้ว (Stainless steel, 3M Unitek)

กลุ่มตัวอย่าง

จากการศึกษานำร่อง (pilot study) เพื่อหาขนาดของกลุ่มตัวอย่างเนื่องจากการศึกษาเป็นการทดสอบค่าเฉลี่ยของแบร็กเกต 3 ชนิด จึงคำนวณหากลุ่มตัวอย่างโดยใช้สูตรเพื่อทดสอบค่าเฉลี่ยสำหรับประชากร 2 กลุ่ม ด้วยการทดสอบ 2 ทาง คือ

$$N = \frac{2\sigma^2 (Z_{1-\alpha/2} + Z_{1-\beta})^2}{(\mu_1 - \mu_2)^2}$$

$$\sigma^2 = S_p^2 = (S_1^2 + S_2^2)/2$$

ในการวิจัยครั้งนี้กำหนดให้ $\alpha = 0.05$ และ $\beta = 0.01$ จะได้ค่า $Z_{1-\alpha/2} = 1.96$ และ $Z_{1-\beta} = 1.282$

μ_1= ค่าเฉลี่ยแรงเสียดทานสถิตของดามอนทรีเอ็มเอ็กซ์เท่ากับ 0.270

μ_2= ค่าเฉลี่ยแรงเสียดทานสถิตของสมาร์ทคลิปเท่ากับ 0.388

μ_0= ค่าเฉลี่ยแรงเสียดทานสถิตของแบร็กเกตธรรมดาเท่ากับ 0.785

S_1= ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของดามอนทรีเอ็มเอ็กซ์เท่ากับ 0.134

S_2= ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของสมาร์ทคลิปเท่ากับ 0.112

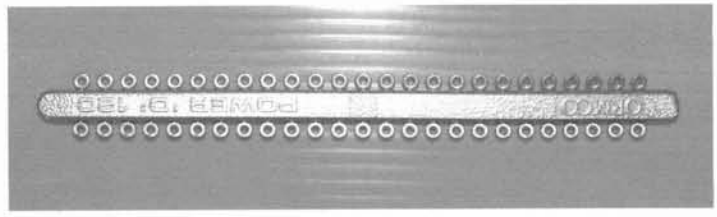
S_0= ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบร็กเกตธรรมดาเท่ากับ 0.159

จากสูตร $$N= \frac{2\sigma^2 (Z_{1-\alpha/2} + Z_{1-\beta})^2}{(\mu_1-\mu_2)^2}$$

แทนค่าได้ $$N= \frac{(0.31)(10.51)}{(0.0138)} = 236.09$$

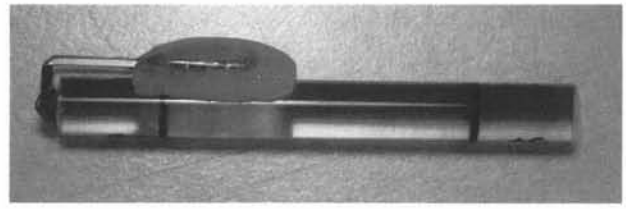
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. เซลฟ์ไลเกตติ้งแบร็กเกตแบบไร้แรง ดามอนทรี เอ็มเอ็กซ์ สำหรับฟันเขี้ยวขนาด 0.022 x 0.028 นิ้ว จำนวน 30 ตัว
2. เซลฟ์ไลเกตติ้งแบร็กเกตแบบไร้แรง สมาร์ทคลิป สำหรับฟันเขี้ยวขนาด 0.022 x 0.028 นิ้ว จำนวน 30 ตัว
3. แบร็กเกตธรรมดาสำหรับฟันเขี้ยวขนาด 0.022 นิ้ว x 0.028 นิ้ว จำนวน 30 ตัว
4. ลวดเหล็กกล้าไร้สนิมขนาด 0.019 x 0.025 นิ้ว
5. แท่งอะคริลิกใสขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร ยาว 50 มิลลิเมตรสำหรับยึดแบร็กเกต
6. ยางโพลียูรีเทนสีเทา



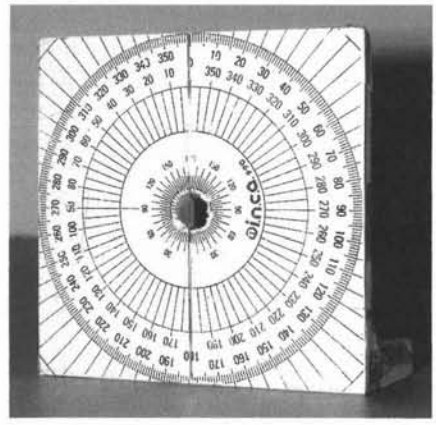
รูปที่ 34 ยางโพลียูรีเทนสีเทา

7. แมทธิวโฮลเดอร์ (Mathieu holder) สำหรับมัดยางเข้ากับแบร็กเกต
8. เอ็กซ์พลอเรอร์ (explorer) สำหรับถอดวงแหวนยางออกจากแบ็รกเกต
9. กาวไซยาโนอะคริเลตสำหรับยึดแบร็กเกตกับแท่งอะคริลิก
10. เครื่องมือสำหรับยึดร่องแบร็กเกตให้ได้ตำแหน่งกึ่งกลางแท่งอะคริลิกเท่ากันทุกครั้ง



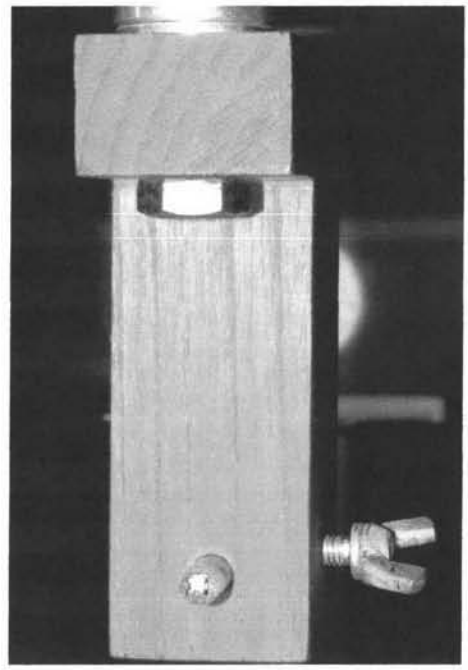
รูปที่ 15 เครื่องมือยึดแบร็กเกต

11. เครื่องมือสำหรับปรับร่องแบร็กเกตให้ได้มุมกระทำ



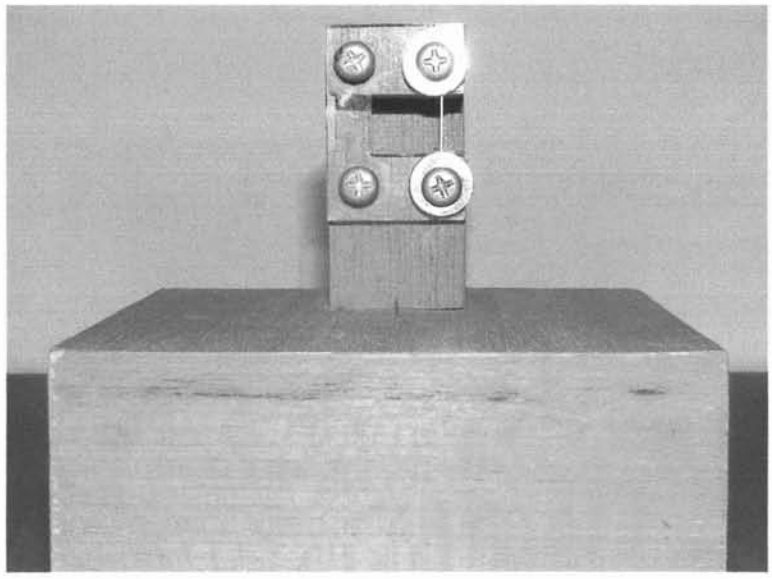
รูปที่ 16 เครื่องมือกำหนดมุมที่กระทำ

12. เครื่องมือสำหรับยึดแท่งอะคริลิกกับครอสเฮดของเครื่องลอยด์ยูนิเวอร์เซลเทสติ้งมาชีนให้อยู่ในแนวดิ่ง



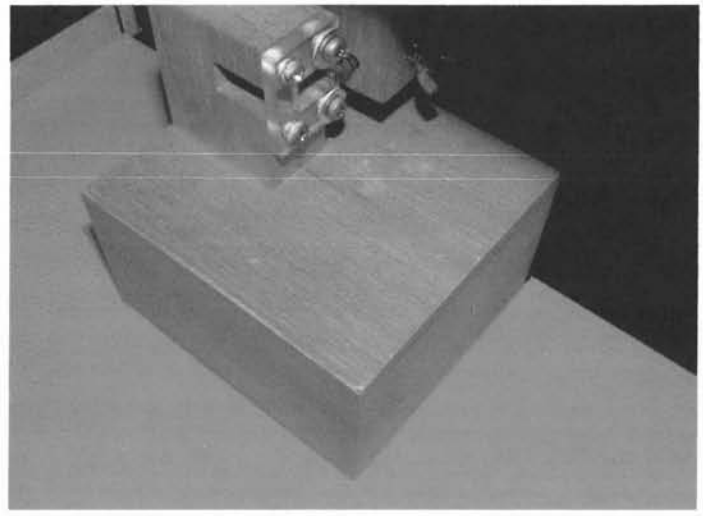
รูปที่ 17 เครื่องมือสำหรับยึดแท่งอะคริลิกกับครอสเฮด

13. เครื่องมือสำหรับยึดลวด



รูปที่ 18 เครื่องมือสำหรับยึดลวด

14. แผ่นพลาสติกแข็ง (future board) สำหรับกำหนดฐานของเครื่องมือสำหรับยึดลวดให้อยู่ในตำแหน่งเดียวกันทุกครั้ง



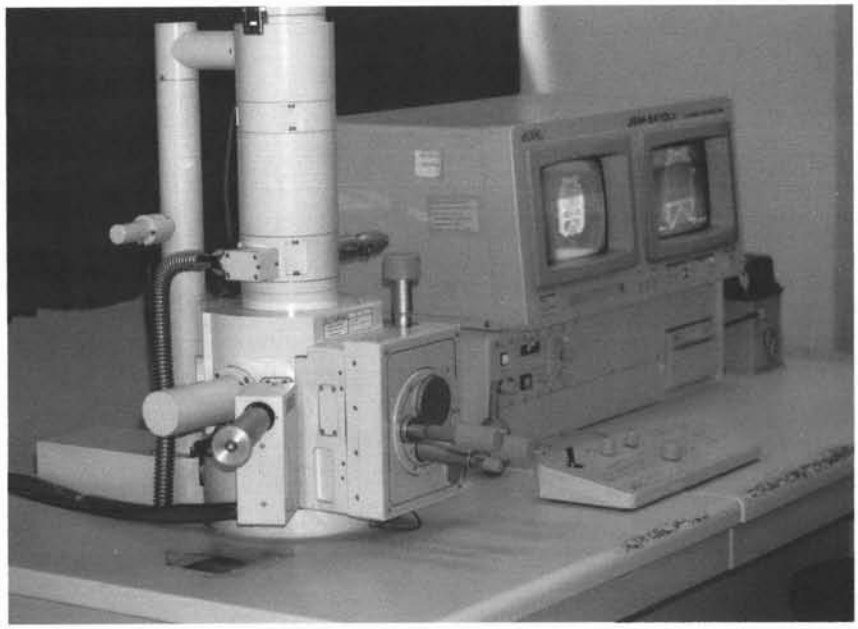
รูปที่ 19 การแผ่นพลาสติกแข็ง (future board) สำหรับกำหนดฐานของเครื่องมือ

15. เครื่องลอยด์ยูนิเวอซัลเทสติ้งมาชีนเป็นเครื่องมือสำหรับวัดแรงที่ใช้ในการดึงแบร็กเกตผ่านลวด ซึ่งส่วนประกอบของเครื่องมือมีดังนี้

- ฟิกซ์เฮด (fixed head) คือส่วนของเครื่องมือที่อยู่กับที่
- ครอสเฮด (cross head) คือส่วนของเครื่องมือที่เคลื่อนที่ ซึ่งทำให้เกิดแรงดึงและเชื่อมต่อกับจอแสดงผล ทำให้สามารถอ่านค่าแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นได้ ในการทดลองนี้จะทำหน้าที่ยึดเครื่องมือที่ยึดแบร็กเกต โดยตั้งค่าให้ครอสเฮดวิ่งด้วยความเร็ว 1 มิลลิเมตรต่อนาที เป็นเวลา 1 นาที
- ตุ้มน้ำหนัก (load cell) ขนาด 5 นิวตัน

รูปที่ 20 เครื่องลอยด์ยูนิเวอซัลเทสติ้งมาชีน

16. กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (scanning electron microscopy) สำหรับวัดขนาดที่ถูกต้องของแบร์กเกตและลวด



รูปที่ 21 กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด

การเก็บรวบรวมข้อมูล

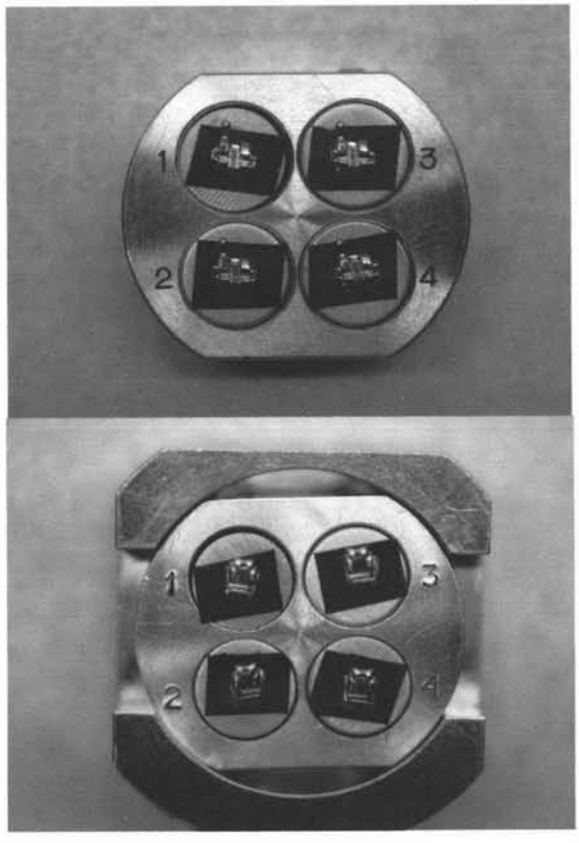
หาค่าแรงเสียดทานสถิตจากเครื่องลอยด์ยูนิเวอร์เลเทสติ้งมาชีน (Lloyd Universal Testing Machine, Model LR10 K)

ตัวแปรของการวิจัย

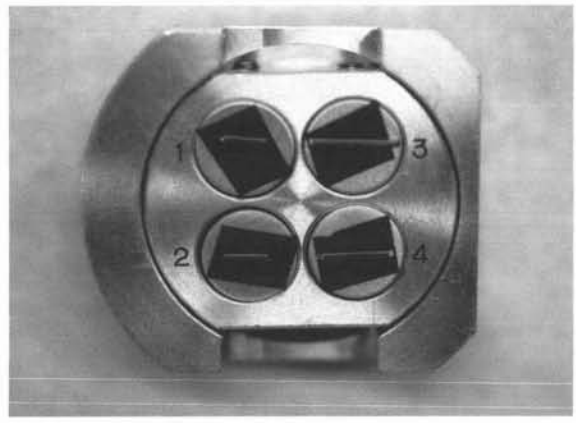
1. ตัวแปรอิสระ คือ ชนิดของแบร็กเกตทั้ง 3 ชนิด
2. ตัวแปรตาม คือ ค่าแรงเสียดทานสถิต

วิธีการทดลอง

1. วัดความกว้างของแบร็กเกต ขนาดของร่องแบร็กเกตและขนาดของลวดโค้งทางทันต กรรมจัดฟันด้วยเครื่อง กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดเพื่อนำมาหาค่ามุมวิกฤต

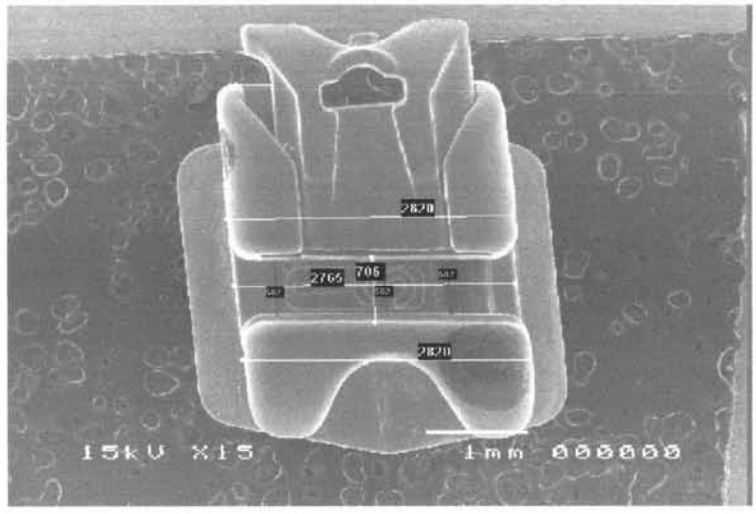


รูปที่ 22 แบร็กเกตขณะเตรียมใส่เข้าเครื่อง



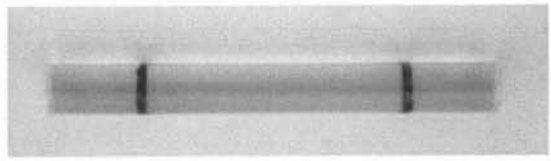
รูปที่ 23 ลวดโค้งทางทันตกรรมจัดฟันขณะเตรียม

2. ภาพถ่ายที่ได้จากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดจะถูกนำมาวัดที่ตำแหน่งต่างๆกันด้วยโปรแกรม Semafore แล้วจึงนำมาหาค่าเฉลี่ย



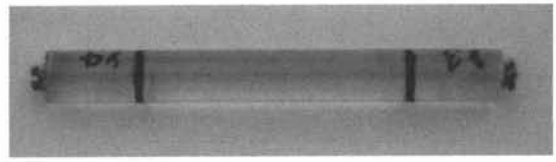
รูปที่ 24 ภาพถ่ายจากการวัดระยะด้วยโปรแกรมเซมาฟอร์ (Semafore)

3. นำขนาดที่วัดได้มาคำนวนหาค่ามุมวิกฤต แล้วกำหนดมุมกระทำที่สามองศา
4. กำหนดระยะทางที่ให้แท่งอะคริลิกยื่นออกมาจากเครื่องมือที่ติดกับส่วนครอสเฮดโดยใช้ปากกาเขียนแก้วกันน้ำขีดเส้นบนแท่งอะคริลิกด้านละ 10 มิลลิเมตร



รูปที่ 25 การขีดเส้นบนแท่งอะคริลิกด้านละ 10 มิลลิเมตร

5. นำแบรกเกตมายึดติดกับแท่งอะคริลิกด้วยกาวโดยใช้เครื่องมือสำหรับยึดแบรกเกต เพื่อให้แบรกเกตอยู่ในตำแหน่งเดิมทุกครั้ง



รูปที่ 26 แท่งอะคริลิกที่ติดแบรกเกตแล้ว

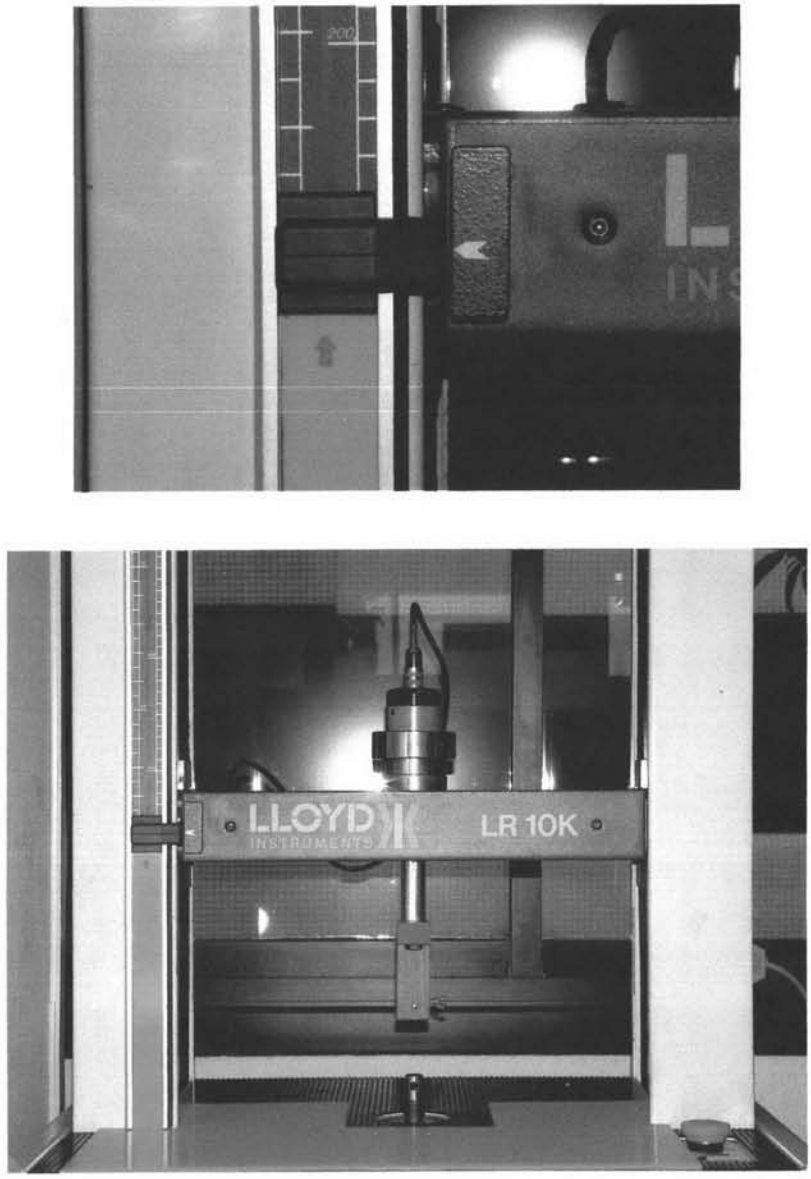
6. ตัดลวดเพื่อใช้ในการทดลอง
7. ทำความสะอาดลวดและแบร็กเกตด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ เพื่อกำจัดสิ่งสกปรกที่อาจเกาะที่ผิวก่อนทำการทดลอง
8. ในการทดลองแต่ละครั้งจะเปลี่ยนลวดและแบร็กเกตใหม่เพื่อป้องกันการเกิดการเปลี่ยนรูปหรือการสึกกร่อนของลวดและแบร็กเกต
9. ทำการศึกษาเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของแรงเสียดทานสถิตระหว่างเซลฟ์ไลเกตติ้งแบร็กเกตทั้ง 2 ชนิดรวมทั้งแบร็กเกตธรรมดา โดยมีขั้นตอนดังนี้

   ขั้นตอนที่ 1 ยึดเครื่องมือสำหรับยึดแท่งอะคริลิกกับครอสเฮด

   ขั้นตอนที่ 2 วางแผ่นฟิวเจอร์บอร์ดสำหรับกำหนดฐานของเครื่องที่ใช้ยึดลวด

   ขั้นตอนที่ 3 วางแผ่นฟิวเจอร์บอร์ดแผ่นเล็กที่ร่องด้านขวาของเครื่องลอยด์ยูนิเวอร์เซลเทสติงที่มีเซนเซอร์ (sensor) ป้องกันไม่ให้ส่วนครอสเฮดเคลื่อนต่ำจากตำแหน่งของเซนเซอร์

   ขั้นตอนที่ 4 เลื่อนเซนเซอร์ลงมาจนถึงขอบบนของแผ่นฟิวเจอร์บอร์ดแผ่นเล็ก จากนั้นเคลื่อนครอสเฮดลงมาเรื่อยๆ จนกระทั่งถึงตำแหน่งเซนเซอร์ ซึ่งเครื่องจะส่งสัญญานเตือนและตัดการทำงาน



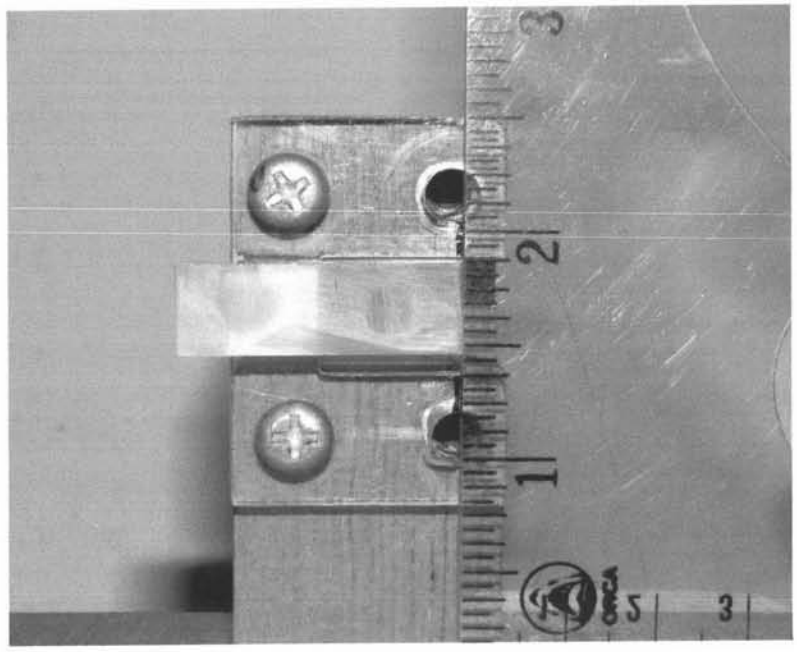
รูปที่ 27 แผ่นฟิวเจอร์บอร์ดแผ่นเล็กที่ใช้ในการกำหนดตำแหน่งเซนเซอร์เพื่อให้ได้ตำแหน่งเริ่มแรกเหมือนเดิมทุกครั้งที่ทดลอง

ขั้นตอนที่ 5 เอาแผ่นฟิวเจอร์บอร์ดแผ่นเล็กออก แล้วเลื่อนเซนเซอร์ให้ต่ำลง จากนั้นเครื่องจะกลับมาทำงานใหม่แล้วเริ่มนับระยะทางที่ศูนย์มิลลิเมตร

ขั้นตอนที่ 6 เคลื่อนครอสเฮดขึ้นจนเครื่องอ่านได้ระยะทาง 18.3 มิลลิเมตร และกดตั้งค่าให้เครื่องนับศูนย์ใหม่ ซึ่งจะใช้เป็นตำแหน่งเริ่มแรกทุกครั้งขณะทดลอง ดังนั้นทุกครั้งที่ทดลองจะได้ตำแหน่งของแบร็กเกตในแนวดิ่งที่ตำแหน่งเดิมทุกครั้ง

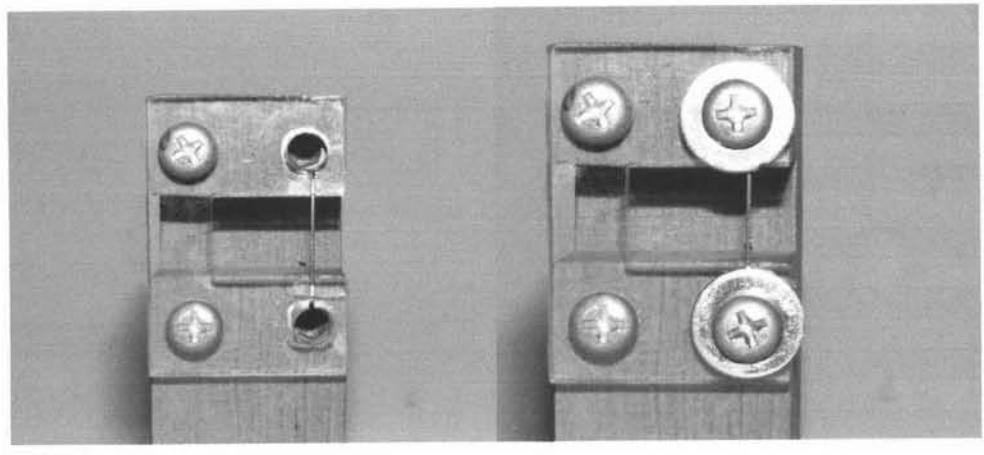
ขั้นตอนที่ 7 กำหนดตำแหน่งที่จะยึดลวดให้ได้ตำแหน่งเดิมทุกครั้งโดยวางแท่งอะคริลิกทรงเหลี่ยมให้แนบกับแท่งอะคริลิกรูปตัวซี และใช้ไม้สามเหลี่ยมมุมฉาก

วางแนบกับแท่งอะคริลิกทรงเหลี่ยม หลังจากนั้นใช้ปากกาเขียนแก้วชนิดกันน้ำขีดตำแหน่งที่จะยึดลวด



รูปที่ 28 การกำหนดตำแหน่งที่ใช้ยึดลวด

ขั้นตอนที่ 8 ยึดลวดกับเครื่องมือสำหรับยึดลวดโดยติดเทปกาวใส หลังจากนั้นไขวงแหวนโลหะยึดลวดให้แน่น



รูปที่ 29 การยึดลวดกับเครื่องมือสำหรับยึดลวดโดยติดเทปกาวใส และไขวงแหวนโลหะ

ขั้นตอนที่ *9* วางเครื่องมือสำหรับยึดลวดที่แผ่นฟิวเจอร์บอร์ดซึ่งใช้กำหนดฐานของเครื่องมือ

ขั้นตอนที่ *10* ใส่แท่งอะคริลิกที่ติดแบรกเกตแล้วเข้ากับเครื่องมือที่ต่อกับส่วนครอสเฮด

ขั้นตอนที่ *11* ปรับมุมแบร็กเกตให้เป็น3องศาโดยเครื่องมือสำหรับตั้งมุม

ขั้นตอนที่ *12* ทดสอบแรงดึงโดยให้ครอสเฮดเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 1 มิลิเมตรต่อนาที เป็นเวลา 1 นาที

ขั้นตอนที่ *13* บันทึกค่าแรงเสียดทานสถิต โดยดูจากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงที่ใช้ในการดึงกับระยะทางที่แบรกเกตเคลื่อนผ่านลวดไป โดยเลือกตำแหน่งที่สูงสุดของกราฟจุดแรกก่อนที่จะมีการลดลงหรือคงที่ โดยวัดเป็นหน่วยนิวตัน

ขั้นตอนที่ *14* ทำเช่นนี้จนครบตามจำนวนสำหรับแบร็กเกตแต่ละชนิด

ขั้นตอนที่ *15* หลังจากการอ่านค่าครั้งแรกอีก 1 เดือน จึงมาอ่านค่าที่ได้จากกราฟอีกครั้งนึงเพื่อนำไปทดสอบว่าผู้อ่านค่ามีความแม่นยำและน่าเชื่อถือในการอ่านค่า

การวิเคราะห์ข้อมูล

ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแรงเสียดทานสถิตระหว่าง เซลฟ์ไลเกตติ้งแบร็กเกต ดามอนทรีเอ็มเอ็กซ์และสมาร์ทคลิป รวมทั้งแบร็กเกตธรรมดา เมื่อมีมุมกระทำที่สามองศา โดยใช้สถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทิศทางเดียว (One-way ANOVA) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 และถ้าผลการวิเคราะห์มีความแตกต่างกัน จึงทำการวิเคราะห์ต่อว่าคู่ไหนที่แตกต่างกันโดยทำการทดสอบเปรียบเทียบแบบพหุคูณ (multiple comparison) ทำการวิเคราะห์ผลทางสถิติโดยโปรแกรมสำเร็จรูปเอสพีเอสเอสรุ่น 11.5 สำหรับวินโดว์ (SPSS 11.5 for Windows)