บทที่ 3
วิธีการดำเนินงาน

3.1 หลักการทำงานของตัวรองรับชิ้นงานแบบหัวบอล

หลักการทำงานของตัวรองรับชิ้นงานแบบหัวบอล

เดิมทีตัวรองรับชิ้นงานที่ใช้เป็นแบบหัวบอล เพราะฉะนั้นในการขึ้นรูปชิ้นงานจึงสามารถขึ้นรูปได้เฉพาะชิ้นงานที่มี Parallel ไม่บิดเบี้ยวเท่านั้น ซึ่งหลักการทำงานของตัวแบบชิ้นงานแบบหัวบอล มีดังต่อไปนี้

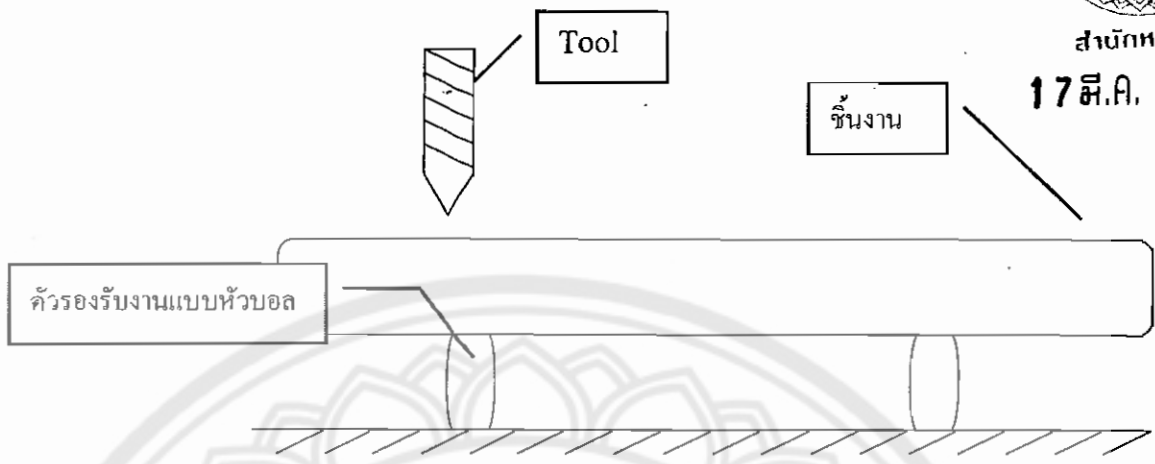
หลังจากติดตั้งตัวรองรับชิ้นงานแบบหัวบอลลงแท่นจับชิ้นงานแล้ว เมื่อใส่ชิ้นงานแล้วจะอยู่ในลักษณะดังรูปที่ 3.1

รูปที่ 3.1 แสดงตัวรองรับชิ้นงานแบบหัวบอล

สำหรับชิ้นงานที่ไม่บิดเบี้ยว ตัวรองรับชิ้นงานแบบหัวบอลจะรองรับชิ้นงานได้ตามปกติ ดังแสดงให้เห็นในรูปที่ 3.2

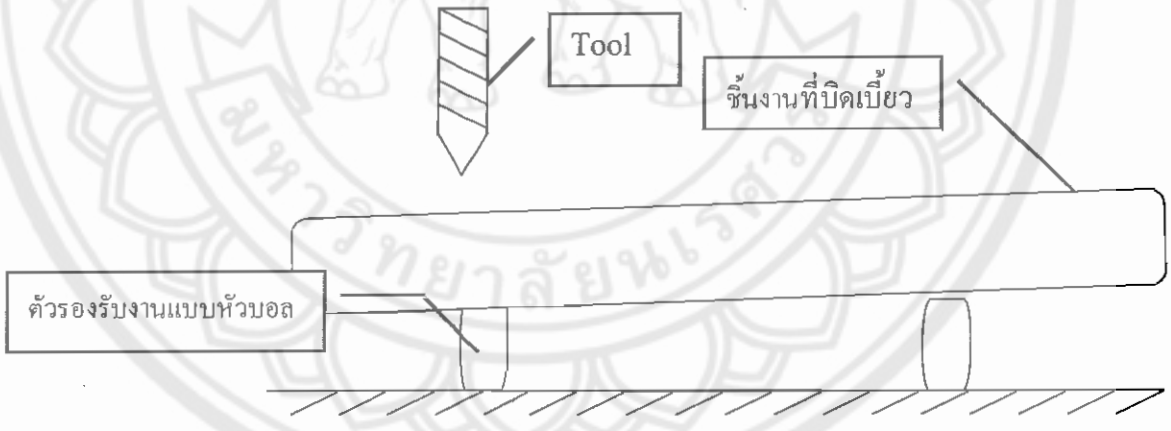
ม
.ว
230
ก๖๖๓
2548
1. 3862859

สำนักหอสมุด
17 มี.ค. 2551



รูปที่ 3.2 แสดงการรองรับชิ้นงานของตัวรองรับชิ้นงานแบบหัวบอล

แต่เมื่อมีงานที่มีลักษณะบิดเบี้ยวมาทำการขึ้นรูป ตัวรองรับชิ้นงานแบบหัวบอลจะไม่สามารถทำการขึ้นรูปให้เท่ากันได้ทั้ง 4 จุด ดังแสดงให้เห็นในรูปที่ 3.3

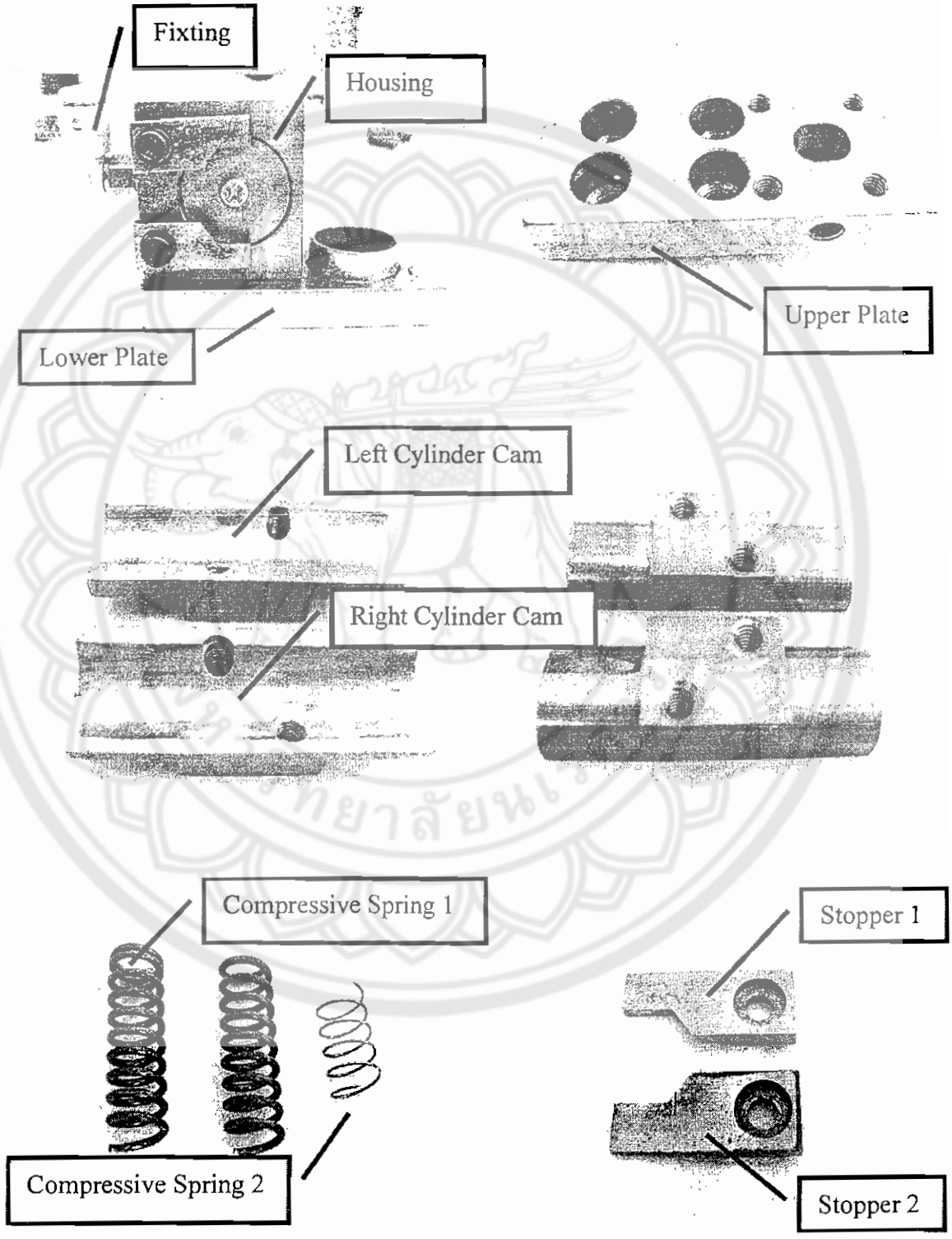


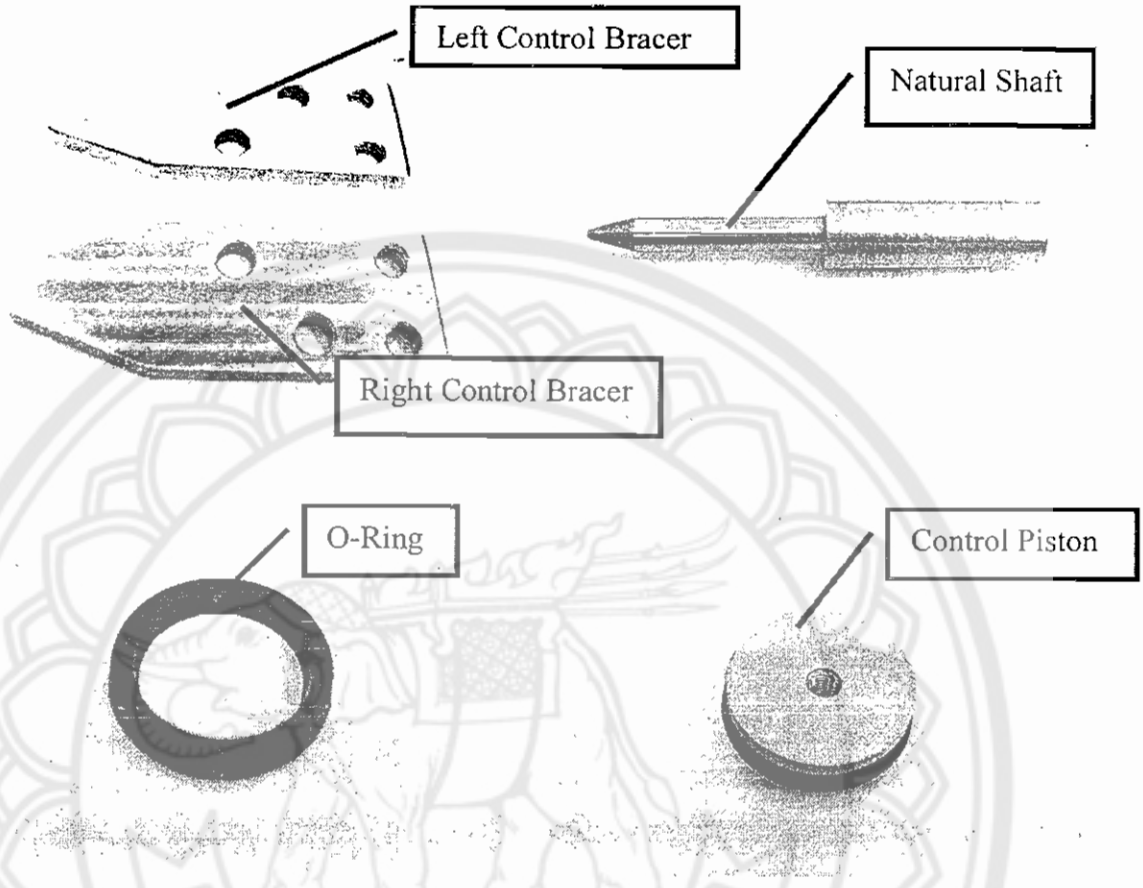
รูปที่ 3.3 แสดงการรองรับชิ้นงานที่บิดเบี้ยวของตัวรองรับชิ้นงานแบบหัวบอล

ดังนั้น จึงได้มีการออกแบบตัวรองรับชิ้นงานแบบอิสระขึ้น เพื่อใช้แก้ปัญหาดังกล่าว โดยมีหลักการทำงานดังนี้

หลักการทำงานของตัวรองรับชิ้นงานแบบอิสระ(Natural Clamp)

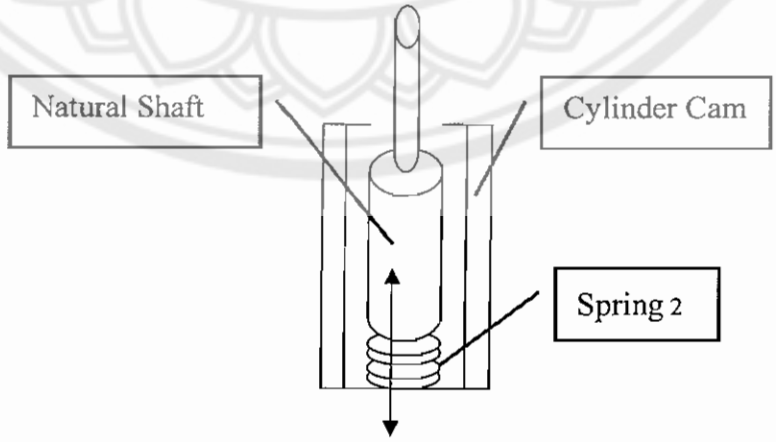
ตัวรองรับชิ้นงานแบบอิสระ (Natural Clamp) มีส่วนประกอบต่างๆ ดังนี้





รูปที่ 3.4 ส่วนประกอบของตัวรองรับชิ้นงานแบบอิสระ

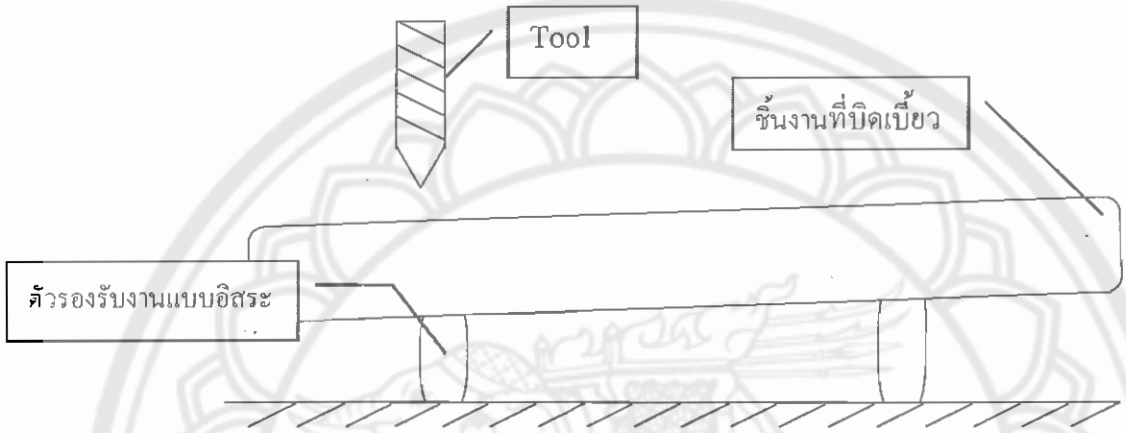
ในสภาพปกติของตัวรองรับชิ้นงานแบบอิสระนั้น ตัวNatural Shaft จะสามารถเคลื่อนที่ขึ้นลงได้อย่างอิสระ ดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 แสดงการเคลื่อนที่ของ Natural Shaft

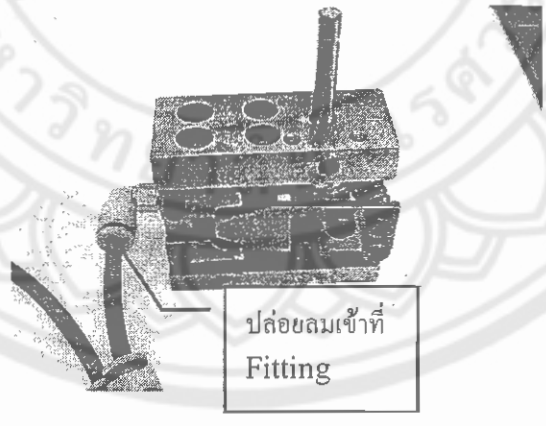
และ Natural Clamp จะสามารถเคลื่อนที่ขึ้นลงได้ด้วยแรงสปริงที่อยู่ใต้ Natural Shaft เนื่องมาจาก Natural Clamp ยังไม่ถูกล็อกโดย Cylinder Cam

เมื่อติดตั้งตัวรองรับชิ้นงานแบบอิสระ(Natural Clamp)ลงเครื่องแล้ว เมื่อเครื่องเริ่มทำงาน ชิ้นงานจะถูกวางลงบนแท่นจับชิ้นงาน(Fixture) ด้วยน้ำหนักและตัวกดชิ้นงาน จะทำให้ชิ้นงานสัมผัสกับตัวรองรับชิ้นงานแบบอิสระ(Natural Clamp) พอดี ดังรูปที่ 3.6

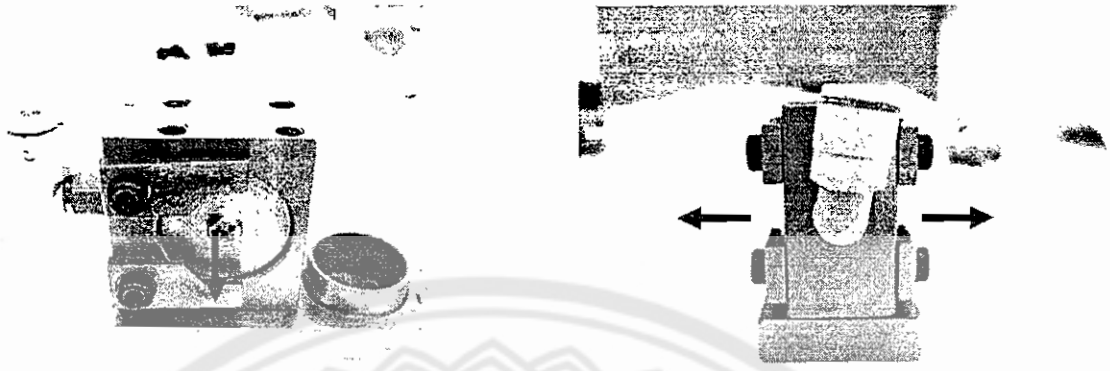


รูปที่ 3.6 แสดงการรองรับงานของตัวรองรับชิ้นงานแบบอิสระ(Natural Clamp)

เมื่อทำการปล่อยลมเข้าที่ Fitting ที่ท้ายของตัวรองรับชิ้นงานแบบอิสระ(Natural Clamp) ดังรูปที่ 3.6 จะทำให้ Control Pistol ถูกผลักออกมาจาก Housing ดังรูปที่ 3.7

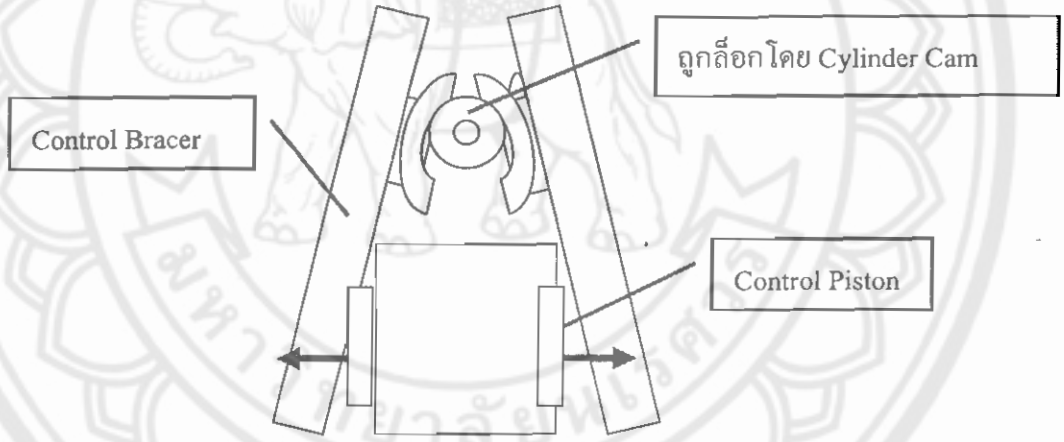


รูปที่ 3.7 แสดงการปล่อยลมเข้าที่ Fitting



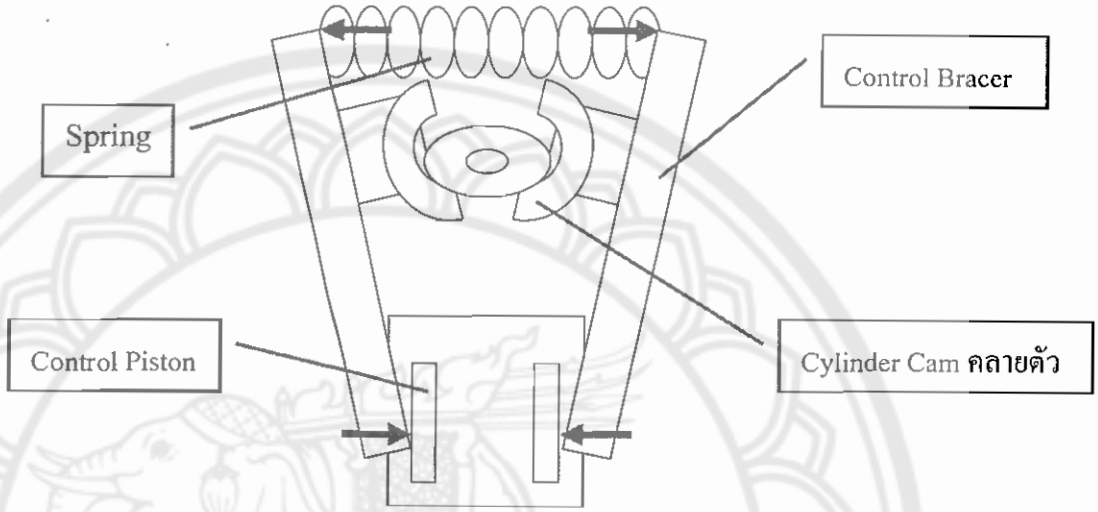
รูปที่ 3.8 แสดงการเคลื่อนที่ออกของ Control Pistol

หลังจากนั้น Control Pistol จะผลักให้ Control Bracer กางออกและทำให้ Natural Shaft ถูกล็อกโดย Cylinder Cam ดังรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.9 Natural Shaft ถูกล็อกโดย Cylinder Cam

หลังจากขึ้นรูปชิ้นงานเสร็จแล้ว เครื่องจะทำการปิดลม ซึ่งจะทำให้สปริงที่ปลาย Control Bracer ดัน Control Bracer กลับ และ Control Piston จะเคลื่อนที่กลับที่เดิม ทำให้ Cylinder Cam คลายตัว Natural Shaft จึงเคลื่อนที่ขึ้นลงได้อีกครั้ง ดังรูปที่ 3.9



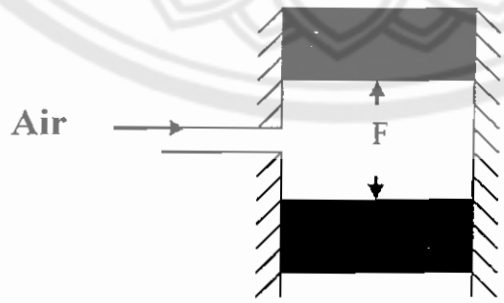
รูปที่ 3.10 แสดงการคลายตัวของสปริงที่ดัน Control Bracer กลับ

3.2 การออกแบบตัวรองรับชิ้นงานแบบอิสระ(Natural Clamp)

1. การคำนวณแรงที่กระทำต่อ Control Piston

ในการออกแบบจะหาแรงที่มากระทำกับ Control Piston ซึ่งสามารถหาได้ดังนี้ โดยเริ่มจากเมื่อลมเข้า Fitting ที่ด้านหลังของตัวรองรับชิ้นงานแบบอิสระ(Natural Clamp)

FBD



จาก $P = \frac{F}{A}$

P = 0.3 MPa [ความดันของเครื่อง]

A = (¶ x D^3) / 4 [พื้นที่ของ Control Pistol ทั้ง 2 ด้านที่มีแรงมากระทำ]

D = 20 mm [ออกแบบให้เท่ากับ 20 เพื่อให้ใช้เนื้อที่ในการติดตั้งน้อยที่สุด]

แทนค่า

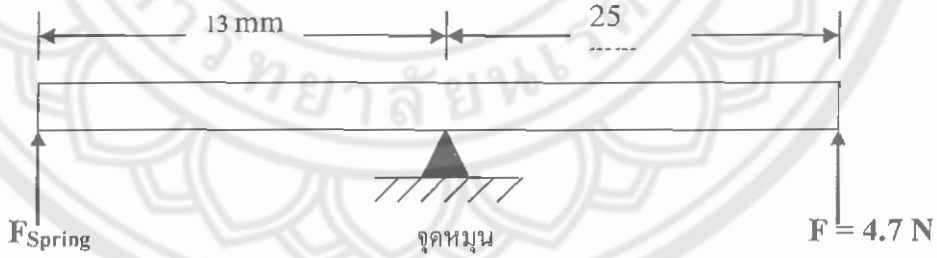
F = (0.3 x 10^6) x [¶ x (20 x 10^{-3})^2] / 4

F = 9.428 N

กำหนดให้ยางที่ขอบของ Control Pistol มีค่าแรงเสียดทานเป็น 0 เนื่องจากมีค่าน้อยมาก เพราะฉะนั้นแรงที่กระทำแต่ละข้างของ Control Pistol คือ 9.428 / 2 = 4.714 N

2. การคำนวณแรงที่ Control Bracer กระทำต่อ Spring

FBD



จาก $\sum M = 0$

กำหนดให้จุดหมุนอยู่ที่ที่มีการสัมผัสระหว่าง Control Bracer กับ Cylinder Cam

F = 4.7 N [แรงที่กระทำแต่ละข้างของ Control Piston]

แทนค่า

$(F_{spring} \times 13) = (F \times 25)$

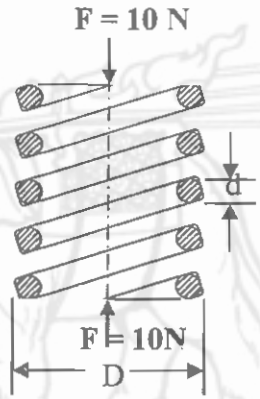
$(F_{spring} \times 13) = (4.7 \times 25)$

$F_{spring} = 9.038$ ประมาณ 10 N

เพราะฉะนั้นแรงที่ Control Bracer กระทำต่อ Spring เป็น 10 N

3. การออกแบบสปริงที่ถูกกระทำโดย Control Bracer

FBD



จาก $\tau = K\frac{8FC}{\pi D^3}$

F = 10 N[แรงที่ Control Bracer กระทำต่อ Spring]

C = 5 [ในการคำนวณขั้นแรกต้องสมมุติค่า K หรือ C ในที่นี้กำหนดให้ C = 5]

จากรูปที่ 10.2 ที่ค่า C = 5 จะได้ค่า K = 1.3

แทนค่า

$$\tau = \frac{1.3x8x20x5}{\pi x d^2}$$ สมการที่ 1

จาก $\tau = 0.263\,\sigma_u$ [กำหนดให้มีการใช้งานสปริงอย่างหนัก]

$\sigma_u = 2150 / d^{0.154}$ [จากตารางที่ 10.1 เลือกวัสดุเป็น Music wire(ASTM A228)ซึ่งมีค่า x = 0.154 , A = 2150]

แทนค่า

$$\sigma_u = \frac{565.45}{d^{0.154}}$$ สมการที่ 2

สมการที่ 1 = สมการที่ 2 จะได้เป็น

$$\frac{1.3x8x20x5}{\pi x d^2} = \frac{565.45}{d^{0.154}}$$

จะได้ค่าเส้นผ่านศูนย์กลางของลวดสปริง d = 0.7 mm ประมาณ 1 mm

หาอัตราสปริง(K)

จาก $K = \frac{F}{\delta}$

F = 20 N[แรงที่ Control Bracer ทั้ง 2 ข้างกระทำต่อ Spring]

δ = 4 mm [กำหนดให้เป็น 4 เพราะว่าเป็นระยะหดพอดีที่ทำให้ Cylinder Cam สามารถต้านแรง 10 กิโลกรัมได้ ถ้ากำหนดให้ระยะหดมากกว่า 4 mm Cylinder Cam จะต้านแรง 10 กิโลกรัมได้ดีขึ้น แต่สปริงจะไม่สามารถผลัก Control Bracer กลับได้เนื่องจากเอาชนะแรงเสียดทานที่เกิดจาก Upper Plate และ Lower Plate ไม่ได้ ถ้าระยะหดน้อยกว่า 4 mm จะทำให้ Cylinder Cam ต้านแรง 10 กิโลกรัมไม่ได้]

แทนค่า

$$K = \frac{20}{4}$$

K = 5 N/mm

เพราะฉะนั้นอัตราสปริง(K) มีค่าเป็น 5 N/mm

หาจำนวนขดของสปริง

จาก $n = \frac{Gd}{8kC^3}$

G = 80 KN/mm^2 [ค่าโมดูลัสเฉือนของวัสดุในตาราง 10.1]

d = 1 mm[เส้นผ่านศูนย์กลางของขดลวดสปริง]

K = 5 N/mm [อัตราสปริง]

C = 5

แทนค่า

$$n = \frac{80000x1}{8x5x5^3}$$

n = 16 ขด

เพราะฉะนั้นจำนวนขดของสปริงมีค่าเป็น 16 ขด

หาเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของขดสปริง

จาก D = d x C

d = 1 mm[เส้นผ่านศูนย์กลางของลวดสปริง]

C = 5

แทนค่า

D = 1 x 5

D = 5 mm

เพราะฉะนั้นเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของขอสปริง คือ 5 mm

สปริงที่ต้องการมีคุณสมบัติดังนี้

เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของขดสปริง = 5 mm

เส้นผ่านศูนย์กลางของลวดสปริง = 1 mm

ระยะหด = 4 mm

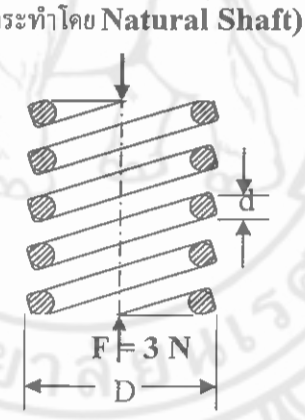
จำนวนขด = 16 ขด

อัตราสปริง = 5 N/mm

ความยาวของสปริง = 20 mm

4. การออกแบบสปริงที่ถูกกระทำโดย Natural Shaft

FBD



จาก $\tau = K\frac{8FC}{\pi D^3}$

F = 3 N[แรงที่ Natural Shaft กระทำต่อ Spring]

C = 16 [ในการคำนวณขั้นแรกต้องสมมุติค่า K หรือ C ในที่นี้กำหนดให้ C = 16]

จากรูปที่ 10.2 ที่ค่า C = 16 จะได้ค่า K = 1.09

แทนค่า

$$\tau = \frac{1.09x8x3x16}{\pi x d^2} \quad \text{สมการที่ 1}$$

จาก $\tau = 0.263\,\sigma_{tl}$ [กำหนดให้มีการใช้งานสปริงอย่างหนัก]

$\sigma_{tl} = 1780 / d^{0.19}$ [จากตารางที่ 10.1 เลือกวัสดุเป็น Hard drawn wire(ASTM A227)ซึ่งมีค่า x = 0.19 , A = 1780]

แทนค่า

$$\sigma_{tl} = \frac{468.14}{d^{0.19}} \quad \text{สมการที่ 2}$$

สมการที่ 1 = สมการที่ 2 จะได้เป็น

$$\frac{1.09x8x3x16}{\pi x d^2} = \frac{468.14}{d^{0.19}}$$

จะได้ค่าเส้นผ่านศูนย์กลางของลวดสปริง d = 0.5 mm

หาอัตราสปริง(K)

จาก $K = \frac{F}{\delta}$

F = 3 N[แรงที่ Natural Clamp กระทำต่อ Spring]

δ = 8 mm

แทนค่า

$$K = \frac{3}{8}$$

$$K = 0.375 \text{ N/mm}$$

เพราะฉะนั้นจะได้อัตราสปริง คือ 0.375 N/mm

หาจำนวนขดของสปริง

จาก $$n = \frac{Gd}{8kC^3}$$

G = 80 KN/mm^2 [ค่าโมดูลัสเฉือนของวัสดุในตาราง 10.1]

d = 0.5 mm[เส้นผ่านศูนย์กลางของขดลวดสปริง]

K = 0.375 N/mm [อัตราสปริง]

C = 16

แทนค่า

$$n = \frac{80000x0.5}{8x0.375x16^3}$$

n = 4 ขด

เพราะฉะนั้นจะได้จำนวนขอสปริง 4 ขด

หาเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของขดสปริง

จาก $$D = d \times C$$

d = 0.5 mm[เส้นผ่านศูนย์กลางของลวดสปริง]

C = 16

แทนค่า

$$D = 0.5 \times 16$$

$$D = 8 \text{ mm}$$

เพราะฉะนั้นเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของขดสปริง คือ 8 mm

สปริงที่ต้องการมีคุณสมบัติดังนี้

เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของขดสปริง = 8 mm

เส้นผ่านศูนย์กลางของลวดสปริง = 0.5 mm

ระยะหด = 8 mm

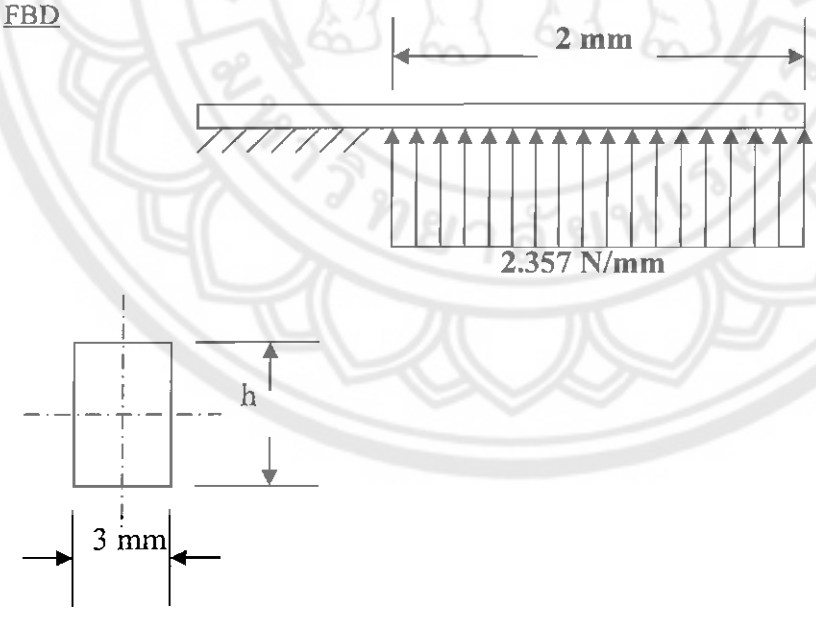
จำนวนขด = 4 ขด

อัตราสปริง = 0.375 N/mm

ความยาวของสปริง = 10 mm

5. การออกแบบ Stopper

FBD



จาก $M_{Max} = (W \times L^2) / 2$

W = 2.357 N/mm [แรงที่ Control Pistol กระทำต่อ Stopper]

L = 2 mm [ความยาวของ Stopper ที่ออกแบบไว้]

แทนค่า

$M_{Max} = (2.357 \times 2^2) / 2$

$M_{Max} = 4.714$ N.mm

เพราะฉะนั้น โมเมนต์ที่ได้ คือ 4.714 N.mm

จาก $I = (1 / 12) \times b \times h^3$

b = 3 mm [ความกว้างของ Stopper ที่ออกแบบไว้]

แทนค่า

$I = (1 / 12) \times 3 \times h^3$

$I = h^3 / 4$ mm^4

โดยที่ $c = h / 2$

จาก $\sigma = F / A$

$= 2.357 / (2 \times h)$

เพราะฉะนั้น σ เท่ากับ $2.357 / (2 \times h)$

จากนั้นแท่นค่าลงสมการ $\sigma = Mc / I$

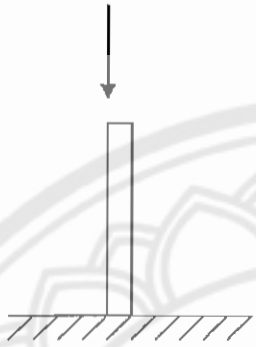
แทนค่า $2.357 / (2 \times h) = [4.714 \times (h / 2)] / (h^3 / 4)$

$h = 8$

เพราะฉะนั้นจะได้ค่า h เป็น 8 mm

6. การออกแบบ Natural Shaft

FBD F กระทำที่เกิดจาก Tool



รัศมีการหมุนสำหรับชิ้นงานส่วนที่มีหน้าตัดวงกลม คือ

$r_x = r_y$ = เส้นผ่านศูนย์กลาง / 4 = 2 / 4 = 0.5 mm

จาก $kl / r = (0.65 \times 35) / (0.5)$

$kl / r = 45.5$

สำหรับเสาเหล็กกล้า A 36 ที่มี F_y = 36 ksi = 248 MPa

จะได้ C_c = 126.1

เนื่องจาก $kl / r < C_c$ เสานี้ถูกกำหนดมาให้เป็นเสาสูงขนาดเล็กดังนั้น ค่าความเค้นอนุญาตตามแนวแกน เท่ากับ

$$F_a = [1- (kl / r)^2 / (2 C_c^2)] F_y / [5/3 + (3 kl / r)/(8 C_c) - (kl / r)^3 /(8 C_c^3)]$$

F_a = 129.095 MPa

โดยที่ $A = (\pi /4) d^2$

$= 3.1428 \text{ mm}^2$

จาก $P_a = F_g A$

$P_a = (129.095 \times 10^{6}) \times (3.1428 \times 10^{-6})$

$P_a = 0.405$ kN หรือ 40.5 kg

เพราะฉะนั้นจะสามารถรองรับแรงได้ 40.5 kg

เพราะฉะนั้นจะสามารถรองรับแรงได้ 40.5 kg

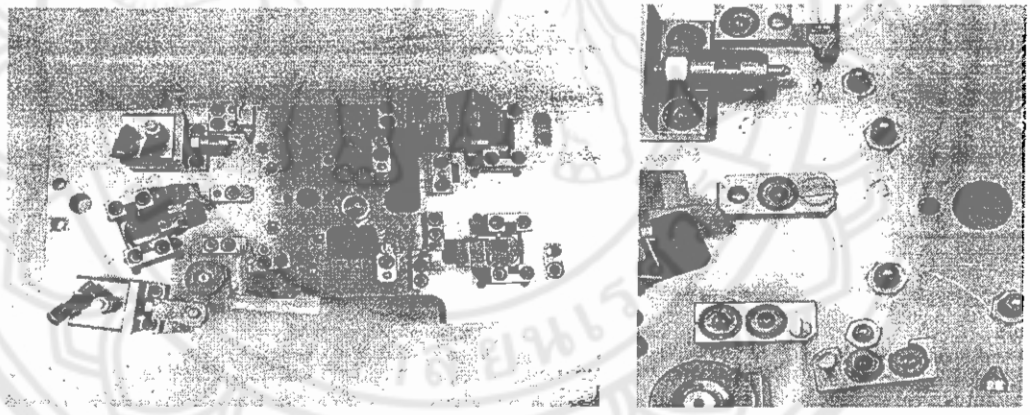
ค่าความปลอดภัยสำหรับแรงซ้ำทิศทางเดียวเท่ากับ 3

เพราะฉะนั้น แรงที่ใช้ในการออกแบบเท่ากับ 40.5 / 3 = 13.5 Kg

3.3 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. **การสำรวจข้อมูลและจัดทำทะเบียนประสิทธิภาพของชิ้นงานที่ใช้ตัวรองรับแบบหัวบอล**

การสำรวจข้อมูลและจัดทำทะเบียนประสิทธิภาพของชิ้นงานที่ใช้ตัวรองรับแบบหัวบอลนับว่าเป็นขั้นตอนสำคัญอย่างยิ่งเพราะจะช่วยให้สามารถเก็บข้อมูลได้อย่างสะดวก ถูกต้องและลดความผิดพลาด



รูปที่ 3.11 แท่งจับชิ้นงานที่ติดตั้งตัวรองรับแบบหัวบอล

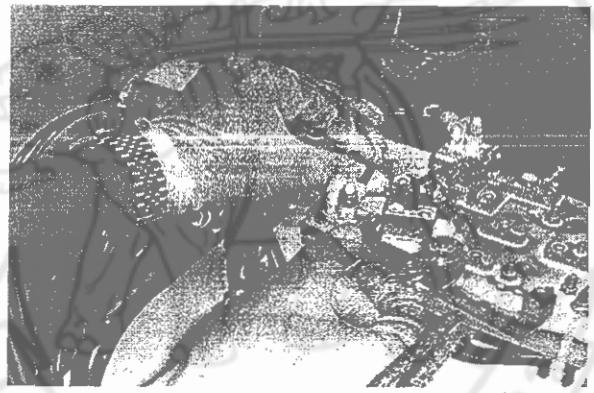
2. **ทำความสะอาดแท่นจับชิ้นงาน(Fixture)และถอดแท่นจับชิ้นงาน(Fixture)**

การทำความสะอาดทำโดยการใช้น้ำกลั่น(น้ำ DI) ล้างและเป่าออกด้วยปืนลม (Air gun) หลังจากนั้นทำการถอดแท่นจับชิ้นงาน(Fixture) ออกจากเครื่อง

1. ปิดลมบริเวณหลังเครื่อง

รูปที่ 3.12 แสดงการปิด Pressure Gauge ที่ด้านหลังเครื่อง

2. ถอดสายลมออกจากแท่นจับชิ้นงาน(Fixture)

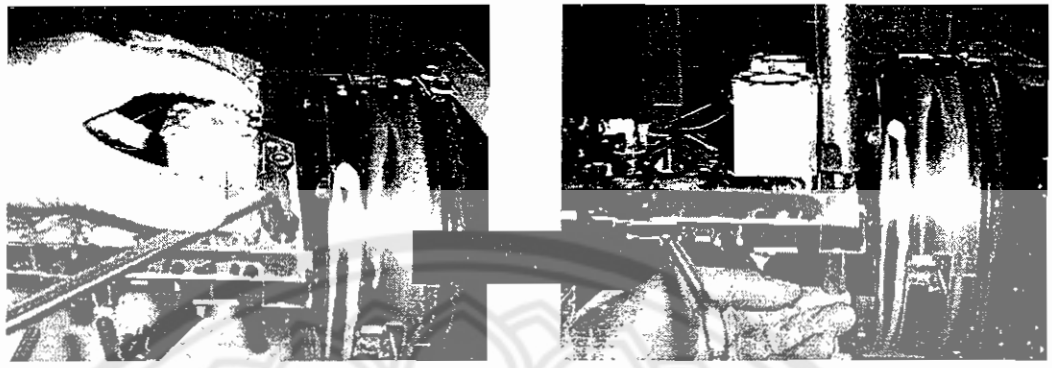


รูปที่ 3.13 แสดงการถอดสายลมออกจากแท่นจับชิ้นงาน(Fixture)

3. ขัน Socket Screw ที่ใช้ยึดแท่นจับชิ้นงาน(Fixture)ออก

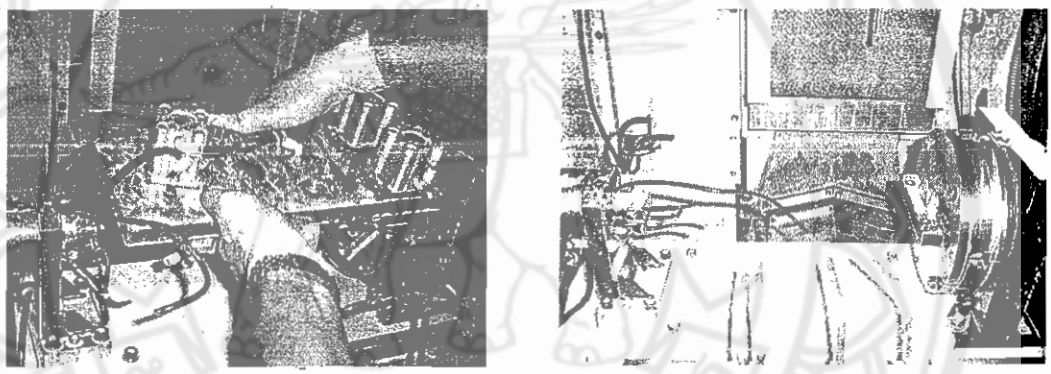
รูปที่ 3.14 แสดงการถอด Screw ออกจากแท่นจับชิ้นงาน

4. ขัน Nut ที่ใช้ยึด Pin พร้อมทั้งเอา Pin ออก



รูปที่ 3.15 แสดงการถอด Pin ออกจากแท่นจับชิ้นงาน

5. ยกแท่นจับชิ้นงาน(Fixture)ออก

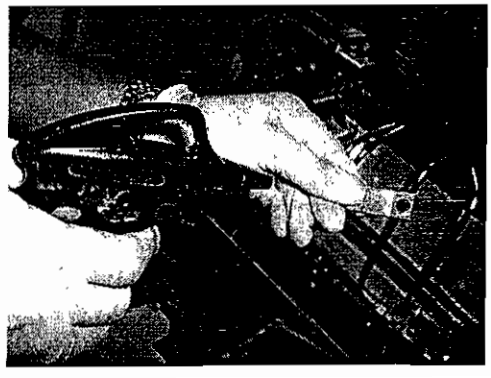


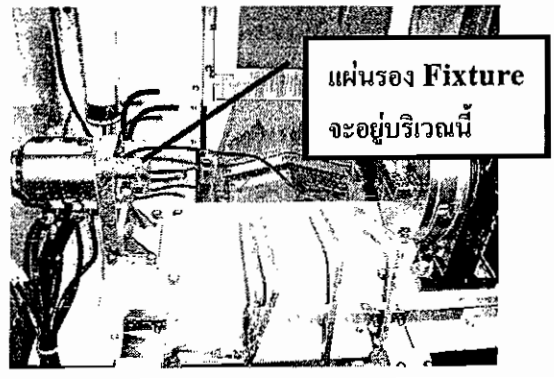
รูปที่ 3.16 แสดงการนำแท่นจับชิ้นงานออกจากเครื่อง

3. **ทำการปรับแต่งแท่นจับชิ้นงาน(Fixture)**

การปรับแต่งแท่นจับชิ้นงานเพื่อให้สามารถติดตั้งตัวรองรับงานแบบอิสระ (Natural Clamp)ได้

1. นำแท่นจับชิ้นงาน(fixture)เดิมมาถอดตัวรองรับแบบหัวบอลออกทั้งสองฝั่ง พร้อมทั้งทำเครื่องหมายไว้





รูปที่ 3.17 แสดงการถอดตัวรองรับงานแบบหัวตัดออกจากแท่นจับชิ้นงาน

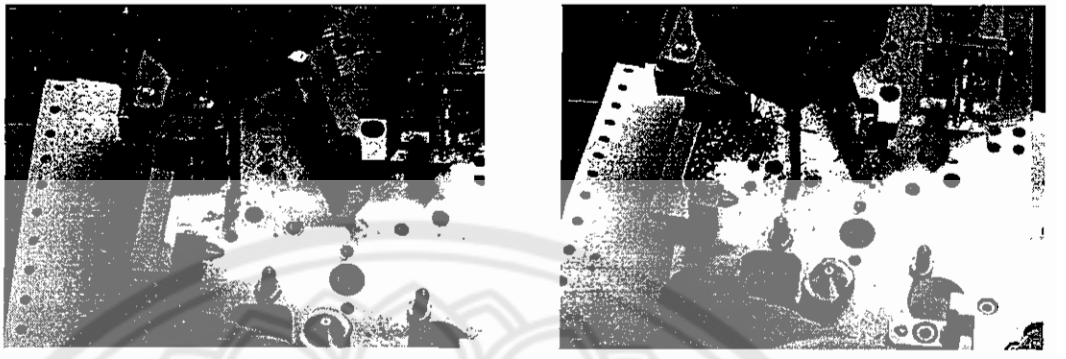
2. เจาะรูบริเวณที่ทำเครื่องหมายไว้ด้วยDrill Ø 5.5 มิลลิเมตร และตามด้วยDrill Ø 6 มิลลิเมตร

รูปที่ 3.18 แสดงการเจาะรูในบริเวณที่ทำเครื่องหมายไว้

3. นำกระบอกลมซึ่งมีระยะห่างของรูยึดเท่ากันกับรูยึดของตัวรองรับชิ้นงานแบบอิสระ (Natural Clamp) มาหาระยะที่จะต้องเจาะ โดยนำแกนกลางของกระบอกสูบสวมอัดเข้าไปในรูที่เจาะไว้ ซึ่งเส้นผ่านศูนย์กลางของรูและแกนกลางของกระบอกสูบมีขนาดเท่ากัน จากนั้นจึงทำเครื่องหมายไว้

รูปที่ 3.19 แสดงการทำระยะเจาะรูเพื่อติดตั้งตัวรองรับชิ้นงานแบบอิสระ(Natural Clamp)

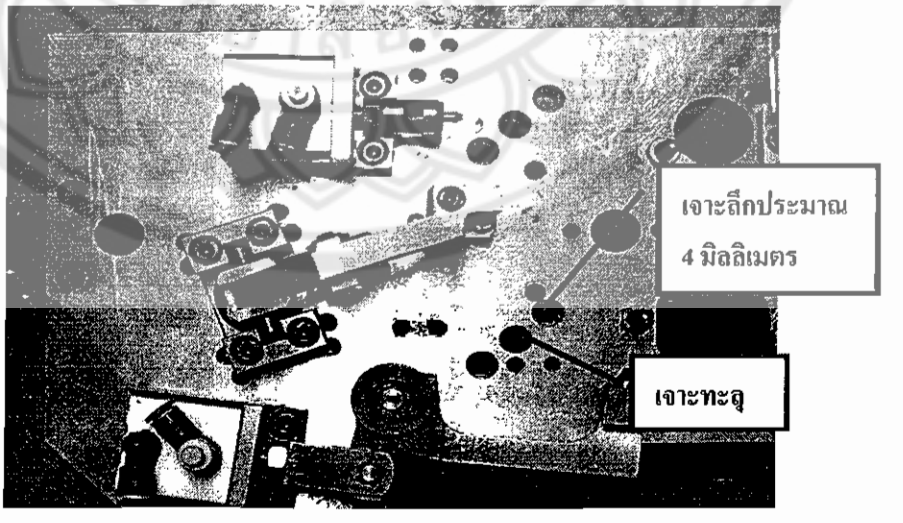
4. เจาะรูบริเวณที่ทำเครื่องหมายไว้ด้วย Drill Ø 5.5 มิลลิเมตร



รูปที่ 3.20 แสดงการเจาะรูด้วย Drill Ø 5.5 มิลลิเมตร

5. เจาะตามรูเดิมด้วย Drill Ø 8 มิลลิเมตร โดยรูกลางเจาะทะลุ ส่วนสองรูด้านข้างเจาะลึกประมาณ 4 มิลลิเมตรเพื่อฝังหัว Bolt

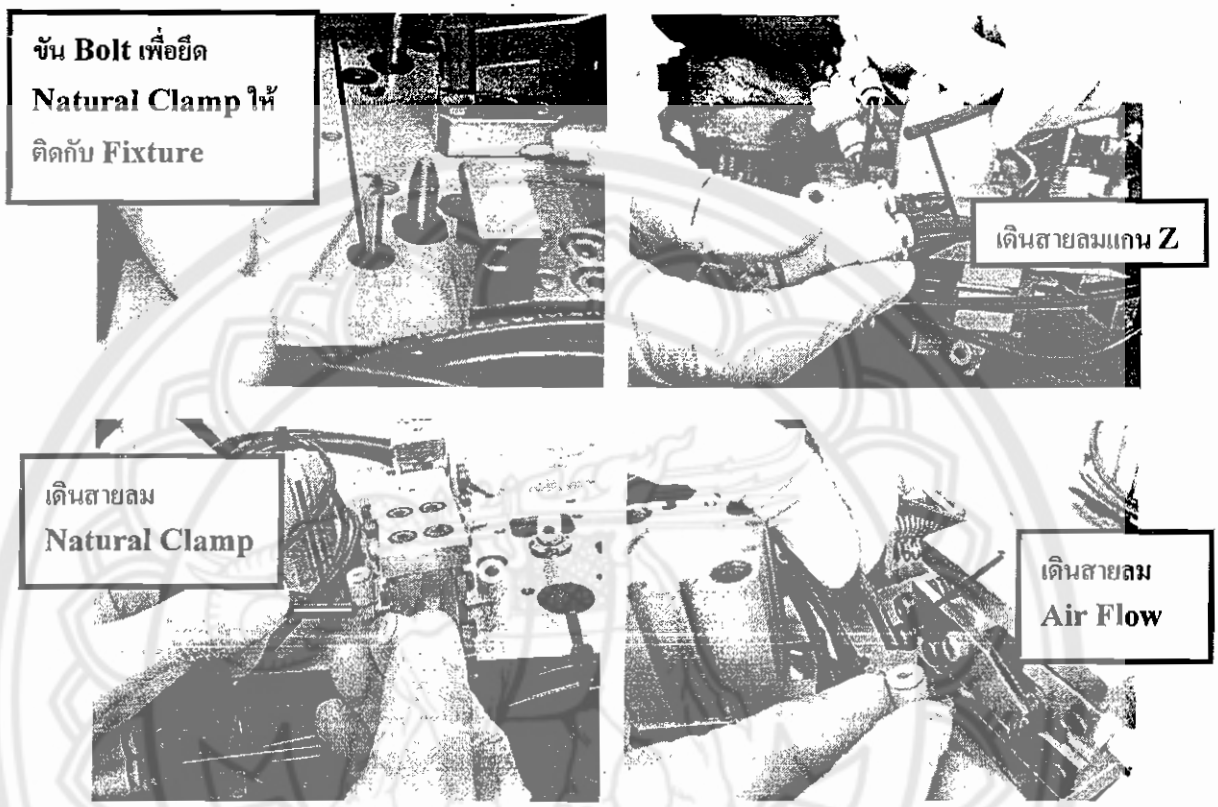
รูปที่ 3.21 แสดงการเจาะรูด้วย Drill Ø 8 มิลลิเมตร



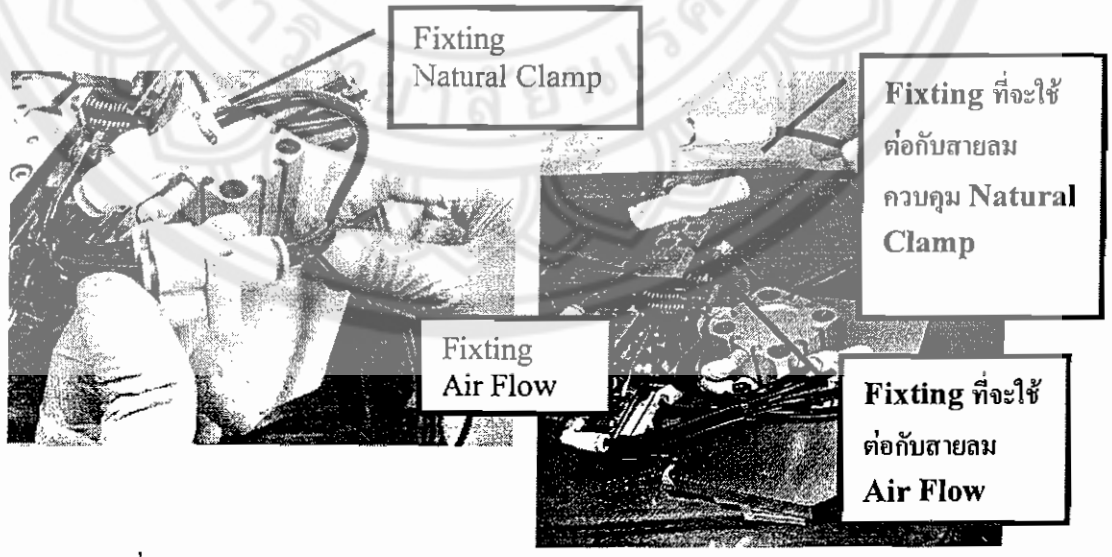
รูปที่ 3.22 แสดงแท่นจับชิ้นงานที่ทำการเจาะรูแล้ว

4. การติดตั้งตัวรองรับงานแบบอิสระ(Natural Clamp)ลงบนแท่นจับชิ้นงาน(Fixture)

นำ Natural Clamp ประกอบเข้ากับ Fixture พร้อมทั้งเดินสายลม



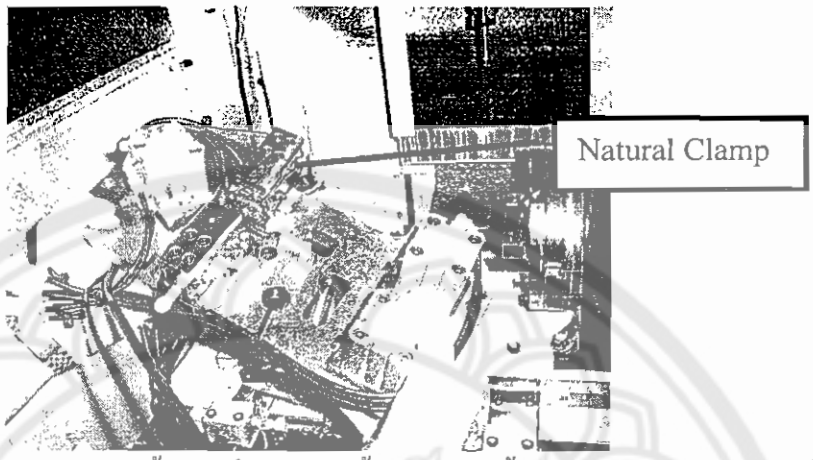
รูปที่ 3.23 แสดงการติดตั้งตัวรองรับชิ้นงานแบบอิสระ(Natural Clamp) ลงแท่นจับชิ้นงาน



รูปที่ 3.24 แสดงการต่อสายลมเข้ากับตัวรองรับงานแบบอิสระ(Natural Clamp)

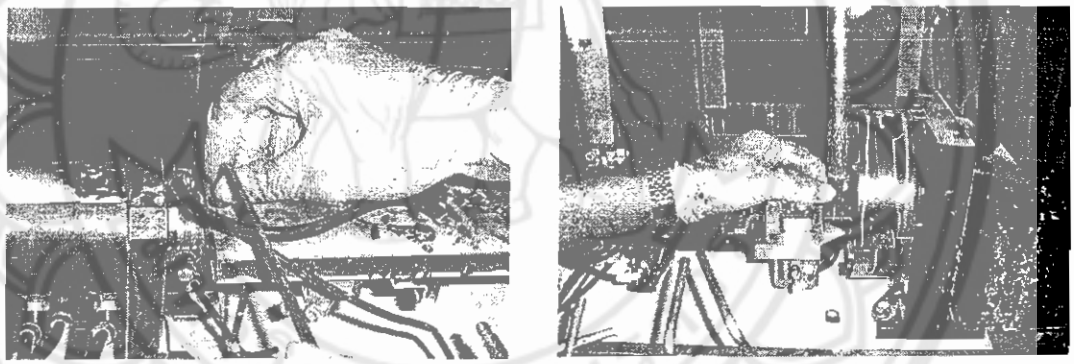
5. การติดตั้งแท่งจับชิ้นงาน(Fixture)ที่ติดตั้งตัวรองรับชิ้นงานแบบอิสระ(Natural Clamp)

1. ใส่แท่งจับชิ้นงาน(Fixture) ที่ติดตั้งตัวรองรับชิ้นงานแบบอิสระ(Natural Clamp) ลงไป



รูปที่ 3.25 แสดงการใส่แท่นจับชิ้นงานที่ทำการติดตั้งตัวรองรับชิ้นงานแบบอิสระแล้วลงเครื่อง

2. ขัน Bolt และตอก Pin เพื่อยึด Fixture



รูปที่ 3.26 แสดงการยึดแท่นจับชิ้นงานเข้ากับเครื่อง

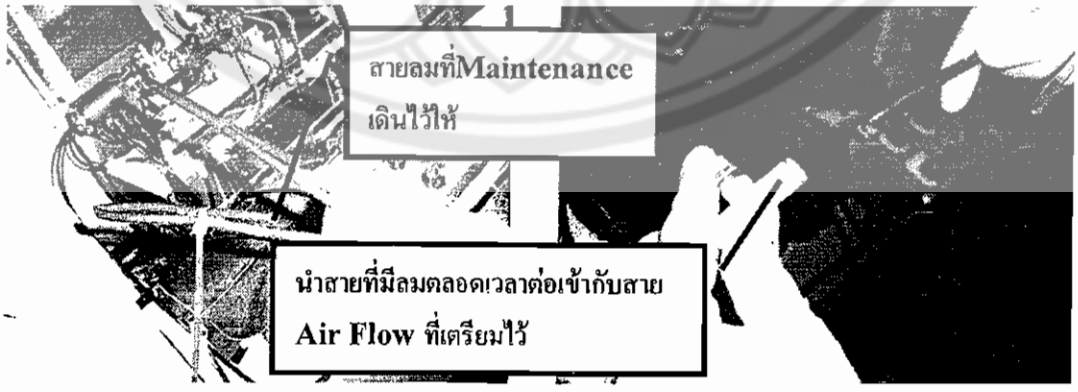
3. เดินสายลมตามเดิม

รูปที่ 3.27 แสดงการต่อสายลมจากเครื่องเข้ากับแท่นจับชิ้นงาน(Fixture)

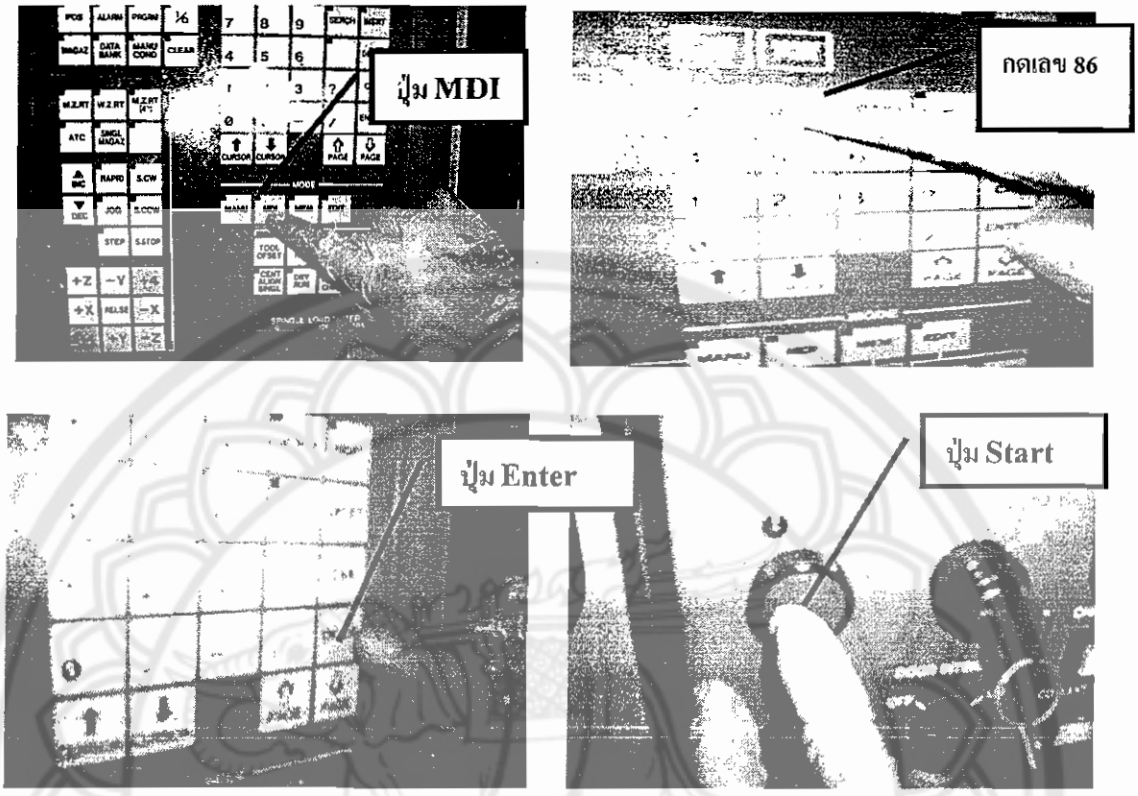
4. เปิดลมและทดสอบดูว่าต่อสายลมได้ถูกหรือไม่

รูปที่ 3.28 แสดงการทดสอบการต่อสายลมว่าถูกต้องหรือไม่

5. ทำการเลือกสายลมที่แผนก Maintenance ได้เดินเพิ่มไว้ให้สองสาย โดยสายหนึ่งจะมีลมไหลอยู่ตลอดเวลาให้ต่อเข้ากับสาย Air Flow ที่เตรียมไว้ ส่วนอีกสายหนึ่งใช้ในการควบคุมการทำงานของ Natural Clamp ต้องทำการทดสอบโดยใช้คำสั่งจากเครื่อง (กด MDI + ลูกศรลง + 86 + Enter + Start) หากมีลมไหลออกมาแสดงว่าใช้ได้ ให้ต่อเข้ากับสาย Natural Clamp ที่เตรียมไว้



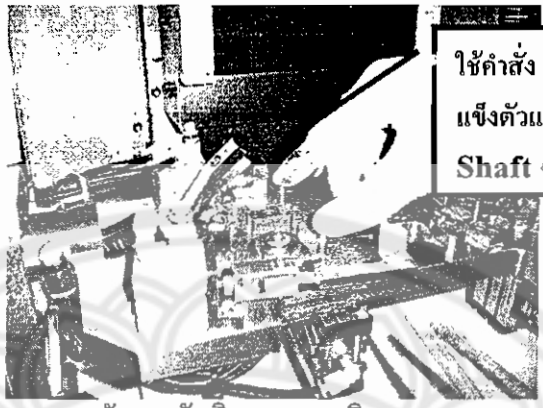
รูปที่ 3.29 แสดงการต่อสายลมAir Flow เข้ากับตัวรองรับชิ้นงานแบบอิสระ(Natural Clamp)



รูปที่ 3.30 แสดงการป้อนคำสั่งให้ตัวรองรับชิ้นงานทำงาน

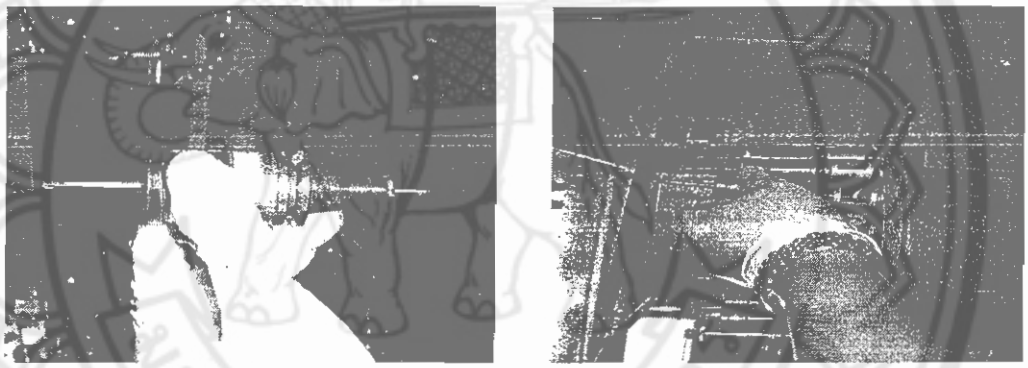
รูปที่ 3.31 แสดงการต่อสายลมจากเครื่องเข้ากับตัวรองรับชิ้นงานแบบอิสระ(Natural Clamp)

6. ใช้คำสั่งจากเครื่องทดสอบว่าตัวรองรับงานแบบอิสระ(Natural Clamp) ทำงานหรือไม่



รูปที่ 3.32 แสดงการทดสอบตัวรองรับชิ้นงานแบบอิสระ(Natural Clamp)หลังจากป้อนคำสั่ง

7. ใส่ Tool End mill Ø 3 มิลลิเมตร ลงเครื่อง

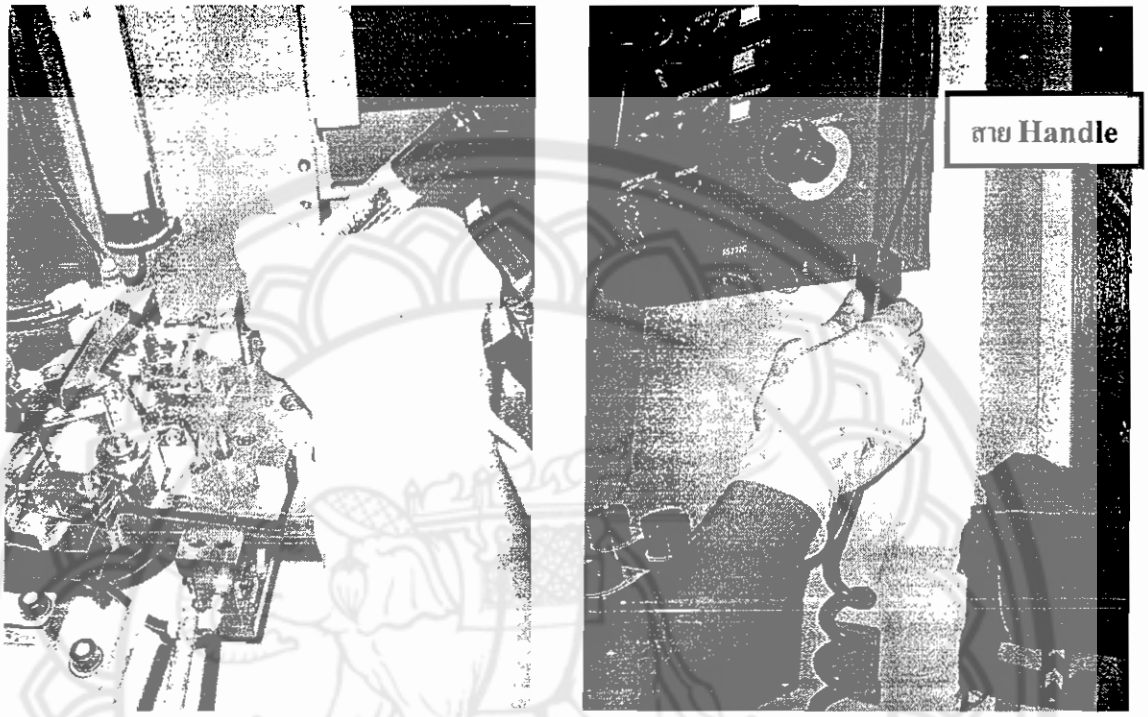


รูปที่ 3.33 แสดงการใส่ End mill Ø 3 มิลลิเมตร

8. ใช้ผ้าอุดเซนเซอร์ที่ประตูเครื่องเพื่อหลอกเครื่องว่าปิดประตูแล้ว

รูปที่ 3.34 แสดงการหลอกเครื่องว่าปิดประตูเครื่องแล้ว

9. ใช้ปากกาเมจิกทำเครื่องหมายบริเวณตัวรองรับแกน Z แกน Y และNatural Shaft และ นำ Handle มาต่อเข้าเครื่องเพื่อใช้ Handle Mode

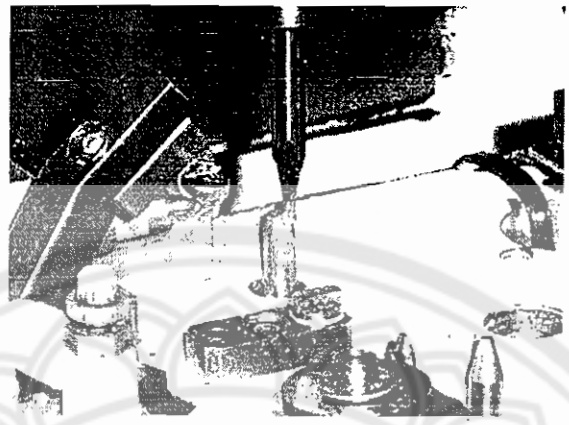


รูปที่ 3.35 แสดงการทำเครื่องหมายที่ตัวรองรับชิ้นงานแบบอิสระ(Natural Clamp) เพื่อทำการกัด

10. ตัดตัวรองรับแกน Z ให้ได้ระดับเดียวกันทั้งสามตัว

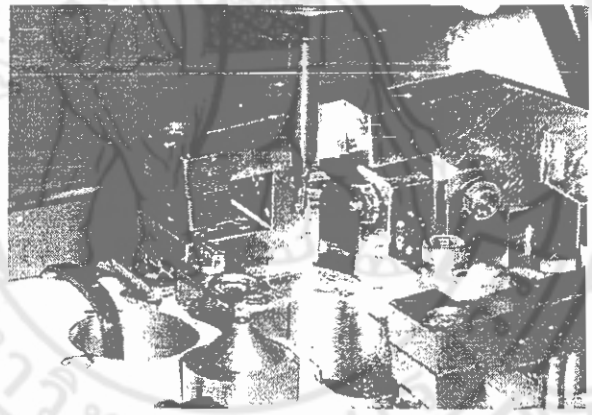
รูปที่ 3.36 แสดงการกัดตัวรอบรับแกน Z

11. ตัด Natural Shaft ให้สูงกว่าตัวรองรับแกน Z 200 ไมครอน



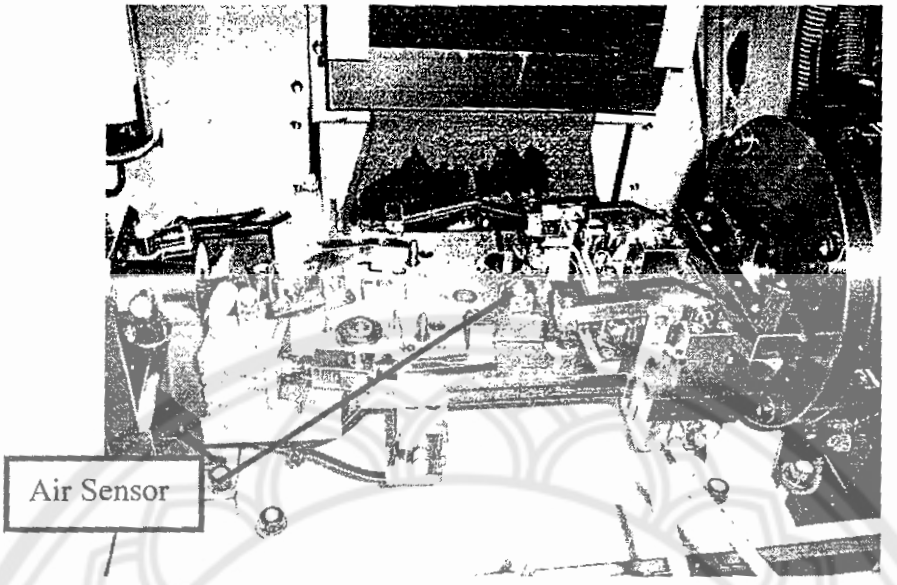
รูปที่ 3.37 แสดงการกัด Natural Shaft

12. ตัดตัวรองรับแกน Y ให้ได้ระดับเดียวกันทั้งสองตัว



รูปที่ 3.38 แสดงการกัดตัวรองรับแกน Y

13. หากเป็นเครื่องอัตโนมัติให้ทดสอบ Air sensor โดยนำชิ้นงานวางบนแท่นจับชิ้นงาน (Fixture) เพื่อทดสอบ Air Sensor โดยสังเกต Pressure Gauge บริเวณข้างเครื่อง ก่อนวางงานต้องอยู่ที่ 20 bar และเมื่อวางงานแล้วต้องอยู่ที่ 50 bar ขึ้นไป



รูปที่ 3.39 แสดงการทดสอบ Air sensor

14. หากไม่เป็นไปตามค่าข้างต้น สามารถทำได้ดังนี้

14.1 หากวางงานแล้วค่าต่ำกว่า 50 bar ให้ทำการเสริม Filler Gage

14.2 หากวางงานแล้วค่าสูงกว่า 50 bar ให้ตัดบริเวณปลายของ Air Sensor ออก

15. นำชิ้นงานทดสอบ 1 ตัว แล้วนำไปให้แผนก QC. ตรวจสอบจุดอ้างอิงทั้ง 4 จุด(Datum M) แล้วส่งงานต่อให้ Technician ทำการปรับเครื่องต่อไป

6. เก็บข้อมูลหลังจากติดตั้งตัวรองรับงานแบบอิสระ

การเก็บข้อมูลเพื่อสร้างกราฟเปรียบเทียบค่าความราบเรียบ(Flatness)และความขนาน (Parallel) ของชิ้นงาน ว่าเป็นไปตามมาตรฐานที่ได้กำหนดไว้หรือไม่

7. การศึกษาความสามารถด้านสมรรถนะ

เป็นการศึกษาภายใต้การควบคุมเชิงสถิติ ซึ่งในที่นี้จะเป็นการศึกษาในเรื่องของ C_{pk} ซึ่งเป็นค่าที่บอกคุณภาพของการขึ้นรูปชิ้นงานบริเวณจุดอ้างอิงทั้ง 4 จุด ซึ่งค่า C_{pk} ที่ต้องการอยู่ที่ 1.33 (คุณภาพระดับโลกอยู่ที่ $C_{pk} = 2$)

ในการหาค่า C_{pk} จะนำชิ้นงาน 32 ชิ้น ที่ทำการขึ้นรูปแล้วมาทำการบันทึกค่าและคำนวณค่าต่างๆ ดังต่อไปนี้

- ค่า USL

  คือ ค่าที่หาจากค่าความสูงที่ต้องการ คือ 7.85 บวกกับค่าความคลาดเคลื่อน 0.05 เท่ากับ 7.90

- ค่า LSL

  คือ ค่าที่หาจากค่าความสูงที่ต้องการ คือ 7.85 ลบด้วยค่าความคลาดเคลื่อน 0.05 เท่ากับ 7.80

- ค่า Max

  คือ ค่าที่สูงที่สุดของจุดอ้างอิงแต่ละจุดในชิ้นงาน 32 ชิ้น

- ค่า Min

  คือ ค่าที่ต่ำที่สุดของจุดอ้างอิงแต่ละจุดในชิ้นงาน 32 ชิ้น

- ค่า Rang

  คือ ค่าที่หาจากค่า Max ลบด้วย ค่า Min

- ค่า Avg

  คือ ค่าเฉลี่ยของจุดอ้างอิงแต่ละจุดในชิ้นงาน 32 ชิ้น

- ค่า Std

  คือ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

- ค่า CPU

  คือ ค่าที่หาจาก (USL - Avg) / (3 x Std)

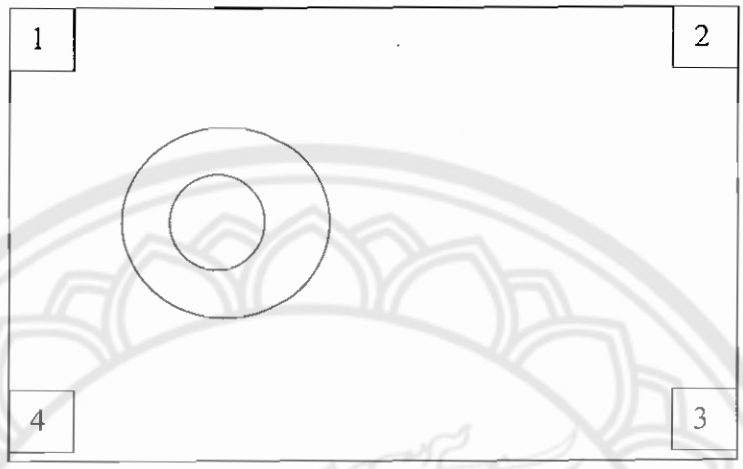
- ค่า CPL

  คือ ค่าที่หาจาก (Avg - LSL) / (3 x Std)

- ค่า C_{pk}

  คือ ค่าที่หาจากการเปรียบเทียบระหว่างค่า CPU และค่า CPL หากค่าไหนน้อยกว่า ค่านั้นคือค่า C_{pk}

8. การขึ้นรูปชิ้นงานจุดอ้างอิง



รูปที่ 3.40 แสดงตำแหน่งจุดอ้างอิงของชิ้นงาน