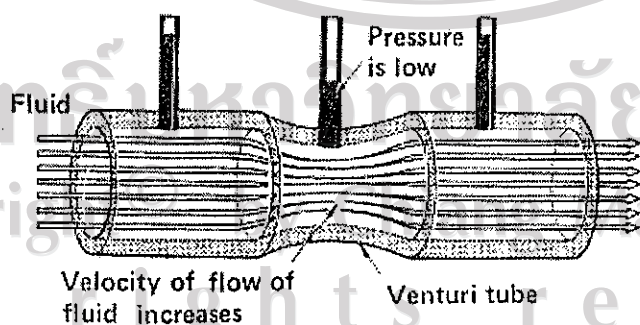


บทที่ 3

การออกแบบคาร์บูเรเตอร์

3.1 หลักการของคาร์บูเรเตอร์

คาร์บูเรเตอร์เป็นอุปกรณ์ที่สำคัญในการทำหน้าที่ผสมเชื้อเพลิงกับอากาศให้ได้สัดส่วนที่พอดีในการส่งเข้าห้องเผาไหม้ เพื่อให้การเผาไหม้เชื้อเพลิงเป็นไปอย่างสมบูรณ์ที่สุด โดยองค์ประกอบที่สำคัญของคาร์บูเรเตอร์ ได้แก่ คอคอด (Venturi) และลิ้นเร่ง (Throttle Valve) เพื่อเปิดปิดให้ส่วนผสมอากาศกับเชื้อเพลิงเข้าห้องเผาไหม้ได้มากหรือน้อย คอคอดคาร์บูเรเตอร์ทำหน้าที่ให้อากาศที่ไหลผ่านเกิดสูญญากาศขึ้น ซึ่งสูญญากาศนี้ทำให้หัวฉีดเชื้อเพลิง (Fuel nozzle) ฉายเชื้อเพลิงออกมาผสมกับอากาศเป็นฝอยละออง (Spray) [19] เมื่อนำคาร์บูเรเตอร์ไปติดตั้งเข้ากับเครื่องยนต์สันดาปภายใน และเมื่อเครื่องยนต์เริ่มทำงานโดยที่ลูกสูบเคลื่อนลงจะเกิดสูญญากาศขึ้นภายในกระบอกสูบ ความแตกต่างระหว่างความกดดันภายในกระบอกสูบซึ่งน้อยกว่าความกดดันภายนอก จึงทำให้เชื้อเพลิงและอากาศ ถูกดูดเข้าไปในกระบอกสูบ และส่วนคอคอดนี้เองที่ทำให้อากาศที่ไหลผ่านคอคอดนี้มีความเร็วเพิ่มขึ้น ดังรูปที่ 3.1 ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่า ถ้าคอคอดยิ่งเล็กลง ปริมาณของเชื้อเพลิงและอากาศที่ไหลผ่านก็ยิ่งมีความเร็วเพิ่มขึ้น เมื่อความเร็วของอากาศเพิ่มขึ้น ความกดดันรอบๆปลายหัวฉีด ก็ลดลงเป็นอัตราส่วนกับความเร็วของอากาศ (ตามทฤษฎีของ Bernoulli) ดังนั้นสูญญากาศที่เกิดขึ้นที่ปลายหัวฉีด จึงเกิดการดูดเชื้อเพลิงออกมาผสมกับอากาศ การผสมกันในลักษณะของการเป็นฝอยละอองซึ่งจะทำให้การคลุกเคล้าระหว่างอากาศกับเชื้อเพลิงดีขึ้น [22]

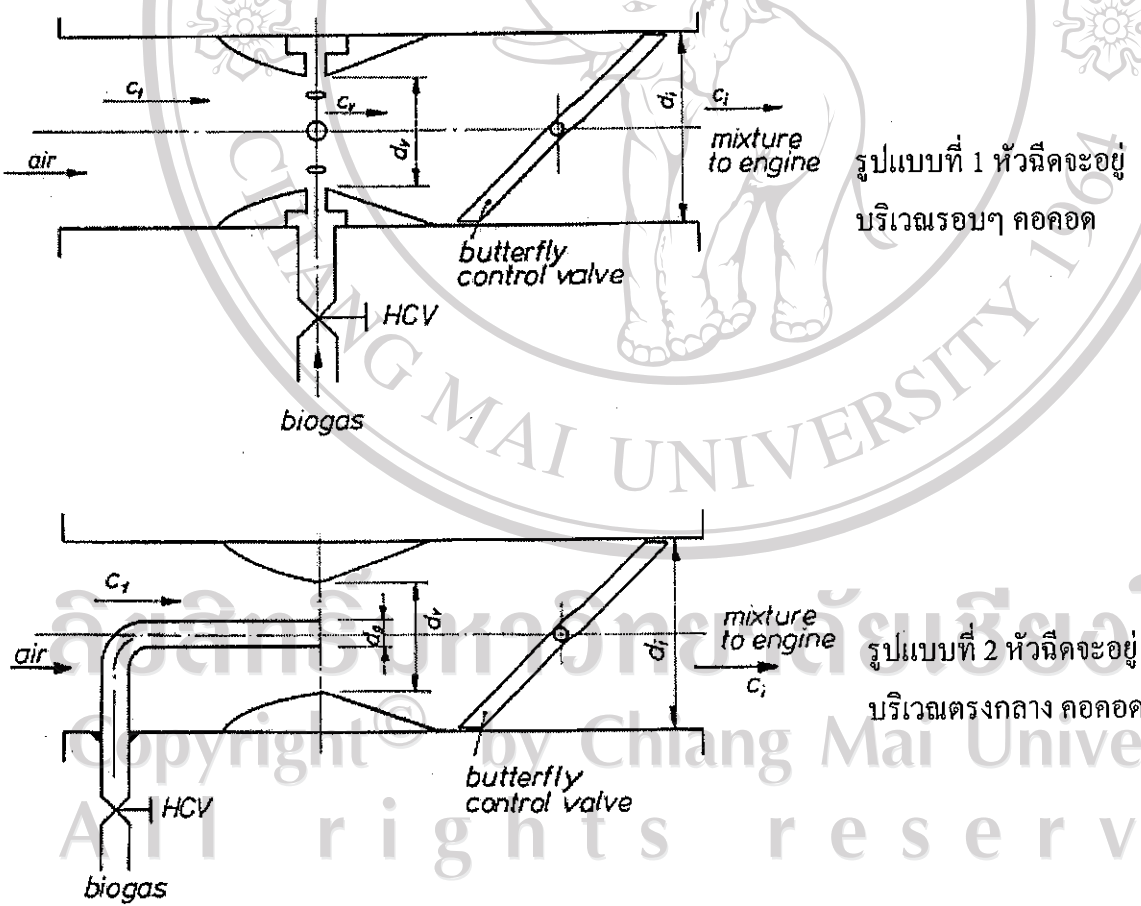


รูปที่ 3.1 ความดันของอากาศที่ไหลผ่านคอคอด [22]

ในกรณีที่เครื่องยนต์ทำงานที่ความเร็วรอบคงที่ สูญญากาศที่คอคอดก็จะคงที่ด้วย ฉะนั้น การทำงานของเครื่องยนต์ที่สูญญากาศคงที่นี้ แรงดูดของอากาศก็เป็นสัดส่วนโดยตรงกับจำนวนรอบของเครื่องยนต์ ขณะที่เครื่องยนต์ทำงานด้วยความเร็วคงที่ อัตราการไหลของอากาศ ที่ถูกดูด เป็นสัดส่วน โดยตรงกับแรงดูดที่ท่อ [22]

3.2 การออกแบบคาร์บูเรเตอร์สำหรับเครื่องยนต์สันดาปภายในที่ใช้ก๊าซชีวภาพ

ในการออกแบบคาร์บูเรเตอร์ที่ใช้กับเชื้อเพลิงที่เป็นของเหลวหรือก๊าซ โดยส่วนใหญ่หัวฉีดเชื้อเพลิงซึ่งติดตั้งอยู่บริเวณคอคอดของคาร์บูเรเตอร์ ทั้งนี้เพื่อให้เชื้อเพลิงถูกดูดออกมาได้ง่ายที่สุด เนื่องจากในขณะที่อากาศวิ่งผ่านคอคอดความกดดันรอบๆปลายหัวฉีดก็จะลดลงจนเป็นสูญญากาศขึ้นที่ปลายหัวฉีด จึงเกิดการดูดเชื้อเพลิงออกมาผสมกับอากาศในลักษณะเป็นฝอยละอองซึ่งจะทำให้การคลุกเคล้าระหว่างอากาศกับเชื้อเพลิงดีขึ้น สำหรับเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิง นิยมออกแบบลักษณะการติดตั้งหัวฉีดคาร์บูเรเตอร์อยู่ 2 รูปแบบ ดังรูปที่ 3.2 [16]



รูปที่ 3.2 รูปแบบหัวฉีดเชื้อเพลิงซึ่งติดตั้งอยู่บริเวณคอคอดของคาร์บูเรเตอร์สำหรับเครื่องยนต์ก๊าซชีวภาพ [16]

3.3 วัตถุประสงค์ในการออกแบบคาร์บูเรเตอร์

ในการปรับปรุงคาร์บูเรเตอร์สำหรับเครื่องยนต์สันดาปภายในที่ใช้ก๊าซชีวภาพ สำหรับงานวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายที่จะปรับปรุงคาร์บูเรเตอร์เพื่อแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นกับชุดผลิตกระแสไฟฟ้าจากเครื่องยนต์ก๊าซชีวภาพที่ใช้งานอยู่เดิม ซึ่งมีขนาดของคอคอดที่ไม่เหมาะสมกับขนาดความจุและความเร็วรอบทำงานของเครื่องยนต์ (ใช้เครื่องยนต์สันดาปภายในแบบ 4 สูบ 4 จังหวะ ขนาดความจุ 1,812 cc ทำงานที่ความเร็วรอบ 1,500 rpm) และใช้บอลลวล์ในการควบคุมปริมาณก๊าซชีวภาพ โดยมีช่วงในการหมุนปรับ 4.44 % ของระยะการเปิดวาล์วทั้งหมด ซึ่งช่วงการหมุนปรับนี้ถือว่าแคบมาก ส่งผลให้การปรับส่วนผสมอากาศกับก๊าซชีวภาพเพื่อให้เกิดการเผาไหม้ที่สมบูรณ์และทำให้เครื่องยนต์มีประสิทธิภาพสูงสุดทำได้ยาก อีกทั้งลักษณะของบอลลวล์ยังมีความฝืดมากในการหมุนปรับ

ด้วยเหตุนี้จึงต้องทำการปรับปรุงคาร์บูเรเตอร์โดยการออกแบบและสร้างคาร์บูเรเตอร์ขึ้นใหม่โดยให้ขนาดคอคอดเหมาะสมกับขนาดความจุและความเร็วรอบทำงานของเครื่องยนต์ โดยใช้เครื่องยนต์สันดาปภายในแบบ 4 สูบ 4 จังหวะ ขนาดความจุ 1,171 cc ทำงานที่ความเร็วรอบคงที่ 3,000 rpm และ 1,500 rpm เป็นชุดทดสอบโดยต่อกำลังเพลาดตรงเข้ากับมอเตอร์เหนี่ยวนำเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า และทดสอบเพื่อเปรียบเทียบหาสภาวะการทำงานที่ให้ประสิทธิภาพสูงสุด โดยออกแบบให้สามารถปรับปริมาณก๊าซชีวภาพโดยการหมุนปรับด้วยมือให้มีความยืดหยุ่นและง่ายต่อการปรับหรือมีช่วงในการหมุนปรับที่กว้างขึ้นกว่าเดิม โดยใช้วิธีการเปลี่ยนพื้นที่หน้าตัดของนมหนูก๊าซ โดยเพิ่มควบคุมปริมาณก๊าซ มีช่วงในการหมุนปรับไม่ต่ำกว่า 20% ของระยะการเปิดทั้งหมดของเข็ม ซึ่งช่วงการหมุนปรับนี้ถือว่ากว้างมากพอที่จะส่งผลให้การปรับส่วนผสมอากาศกับก๊าซชีวภาพให้เข้าสู่สภาวะการเผาไหม้ที่สมบูรณ์และทำให้เครื่องยนต์มีประสิทธิภาพสูงสุดทำได้โดยง่าย

3.4 สมมุติฐานที่ใช้ในการออกแบบ

ในการออกแบบคาร์บูเรเตอร์สำหรับงานวิจัยนี้เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ในการออกแบบ จำเป็นจะต้องอ้างอิงหลักการออกแบบทางทฤษฎีและสมมุติฐานต่างๆที่ได้จากการทดสอบและสภาพการณ์ต่างๆที่ต้องการทดสอบ ได้แก่ อุณหภูมิบรรยากาศและก๊าซ, ความชื้น, ความดัน ตลอดจนขนาดความจุและความเร็วรอบการทำงาน of เครื่องยนต์ ฉะนั้นคาร์บูเรเตอร์สำหรับงานวิจัยนี้จึงมีความเหมาะสมและทำงานได้ดีที่สภาวะใดสภาวะหนึ่งเท่านั้นตามการอ้างอิงหลักการออกแบบทางทฤษฎีและสมมุติฐานดังนี้

ก. ออกแบบคาร์บูเรเตอร์สำหรับเครื่องยนต์สันดาปภายในแบบ 4 สูบ 4 จังหวะ จุกระเปิดด้วยประกายไฟ ขนาดความจุกระบอกสูบ 1,171 cc ทำงานที่ความเร็วคงที่ 3,000 rpm และ 1,500 rpm โดยต่อกำลังเพลาดตรงจากเครื่องยนต์เข้ากับมอเตอร์เหนี่ยวนำเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า

ข. ออกแบบคาร์บูเรเตอร์สำหรับเครื่องยนต์ที่แต่เดิมเป็นก๊าซโซลีน ฉะนั้น $\eta = 0.25$ [16]

ค. ประสิทธิภาพเชิงคูดของเครื่องยนต์สันดาปภายใน มีค่าอยู่ระหว่าง 0.8-0.9 [16] ฉะนั้น จึงกำหนดให้ประสิทธิภาพเชิงคูดมีค่าเป็น 0.85

ง. ความเร็วอากาศ ณ จุดคอขวดควรอยู่ในช่วง 100 m/s ถึง 150 m/s ทั้งนี้เพื่อให้ความดันอากาศ ณ จุดคอขวดต่ำลงอันจะเป็นผลทำให้เกิดการดึงเชื้อเพลิงมาผสมกับอากาศได้ดี [16] ฉะนั้นจึงกำหนดให้ความเร็วอากาศที่คอขวดมีค่าเป็น 125 m/s

จ. ความแตกต่างระหว่างความดันอากาศและเชื้อเพลิง ณ จุดคอขวดควรอยู่ในช่วง 20 ถึง 50 mbar ทั้งนี้เพื่อให้การดึงเชื้อเพลิงมาผสมกับอากาศในปริมาณที่ถูกต้องเป็นไปตามการออกแบบ [16] ฉะนั้นจึงกำหนดให้ค่าความแตกต่างนี้มีค่าเป็น 35 mbar

ฉ. ใช้สมมุติฐานอากาศและก๊าซชีวภาพที่ได้จากการทดสอบ ได้แก่ อุณหภูมิ, ความชื้นสัมพัทธ์ และความดัน เป็นตัวแปรในการคำนวณออกแบบชิ้นส่วนคาร์บูเรเตอร์

ช. ใช้รูปแบบการติดตั้งหัวฉีดทั้งสิ้น 8 รู บริเวณรอบๆคอขวด (ตามรูปที่ 3.2 รูปแบบที่ 1) เนื่องจากมีลักษณะการสร้างที่ง่ายและขนาดความโตของหัวฉีดก๊าซแต่ละรูจะมีขนาดเล็กลงจึงทำให้ขนาดคอขวดเล็กลงได้ เป็นผลให้ขนาดของคาร์บูเรเตอร์เล็กลงไปด้วย

ซ. ไม่มีลิ้นเร่ง (Throttle Valve) เพื่อเปิดปิดให้ส่วนผสมอากาศกับก๊าซชีวภาพเข้าห้องเผาไหม้ได้มากหรือน้อย เนื่องจากระบบผลิตกระแสไฟฟ้าจากเครื่องยนต์นี้ทำงานที่ความเร็วรอบคงที่

ณ. ความลาดเอียงจากตำแหน่งที่แคบสุดของคอขวดสู่ฐานคาร์บูเรเตอร์ควรทำมุมไม่เกิน 10° ทั้งนี้เพื่อเป็นการลดการสูญเสียให้น้อยลง [16] ฉะนั้นจึงกำหนดให้ความลาดเอียงนี้มีค่าเป็น 10°

ด. ออกแบบลักษณะเข็มควบคุมปริมาณก๊าซชีวภาพเป็นรูปพาราโบลา และขีดมันบริเวณผิวทั้งหมดจึงถือว่าไม่มีความฝืดเนื่องจากก๊าซสัมผัสกับผิวของเข็ม ทั้งนี้เพื่อให้ในขณะที่เข็มเคลื่อนที่ขึ้น - ลง ในระยะเท่าๆกัน จะทำให้อัตราการเปลี่ยนแปลงพื้นที่หน้าตัดคงที่ เป็นผลทำให้อัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาณก๊าซคงที่ไปด้วย ดังนั้นจึงทำให้การควบคุมปริมาณก๊าซทำได้โดยง่าย และให้มีระยะการหมุนเข็มขึ้น - ลง ตั้งแต่ปิดสนิทถึงเปิดสุดเป็นจำนวน 15 รอบ โดยมีระยะพิทเกลียวเป็น 1.75 mm ดังนั้นจะได้ระยะการเคลื่อนที่ของเข็มตั้งแต่ปิดสนิทถึงเปิดสุดเป็นระยะ 26.26 mm ซึ่งระยะการเคลื่อนที่ของเข็มทั้งหมดนี้จะยังคงทำให้การกลิ้งขึ้นรูปกระทำได้โดยไม่ยากเกินไป และระยะพิทเกลียวที่กำหนดนี้มีความโตเพียงพอที่จะทำให้เกิดความแข็งแรงทนทานต่อการใช้งานและหากมีการปรับแต่งบ่อยๆ

ฉ. ใช้วัสดุที่มีความทนทานต่อความร้อนที่เกิดจากการแผ่รังสีความร้อนจากเครื่องยนต์มายังบริเวณที่ติดตั้งคาร์บูเรเตอร์ และทนทานต่อการกัดกร่อนของไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) ที่ปะปนมากับก๊าซชีวภาพ โดยวัสดุที่ใช้ในการสร้างคาร์บูเรเตอร์นี้ ได้แก่ อลูมิเนียม, สแตนเลส และ PVC

3.5 ขั้นตอนในการออกแบบคาร์บูเรเตอร์ก๊าซชีวภาพ

สำหรับการการออกแบบคาร์บูเรเตอร์ก๊าซชีวภาพจะต้องคำนวณหาขนาดคอคอดและหัวฉีดคาร์บูเรเตอร์ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้ [16]

ก. หาปริมาณอากาศทั้งหมดที่เครื่องยนต์ต้องการขณะนั้นๆ (\dot{V}_i) จากสมการที่ 3.1

$$\begin{aligned}\dot{V}_i &= \frac{V_b \times n}{2000 \times 60} \times \eta_{vol} \quad (\text{สำหรับเครื่องยนต์ 4 จังหวะ}) \\ &= \frac{V_b \times n}{1000 \times 60} \times \eta_{vol} \quad (\text{สำหรับเครื่องยนต์ 2 จังหวะ})\end{aligned} \quad (3.1)$$

โดยที่ \dot{V}_i คือ ปริมาณอากาศทั้งหมดที่เครื่องยนต์ต้องการ, (m^3/s)
 V_b คือ ปริมาตรความจุทั้งหมดของเครื่องยนต์, (lite)
 n คือ ความเร็วรอบของเครื่องยนต์, (rpm)
 η_{vol} คือ $\frac{\text{ปริมาณอากาศที่เข้าสู่เครื่องยนต์}}{\text{ปริมาตรช่วงชักของเครื่องยนต์}} = \text{ประสิทธิภาพเชิงคูดของเครื่องยนต์สันดาป}$
 ภายใน มีค่าอยู่ระหว่าง 0.8-0.9

ข. หาความเร็วอากาศที่ไหลเข้าห้องเผาไหม้เฉลี่ย (C_i) จากสมการที่ 3.2

$$C_i = \frac{\dot{V}_i}{A_i} \quad (3.2)$$

โดยที่ C_i คือ ความเร็วอากาศที่ไหลเข้าห้องเผาไหม้เฉลี่ย, (m/s)
 \dot{V}_i คือ ปริมาณอากาศทั้งหมดที่เครื่องยนต์ต้องการ, (m^3/s) = \dot{V}_i
 A_i คือ พื้นที่หน้าตัดภายในของฐานคอคอดก่อนเข้าเครื่องยนต์ = $\frac{1}{4} \times d_i^2 \times \pi$, (m^2)
 d_i คือ เส้นผ่านศูนย์กลางภายในของฐานคอคอดก่อนเข้าเครื่องยนต์, (m)

ค. หาพื้นที่หน้าตัด (Cross - section area) ของคอคอดส่วนที่แคบที่สุด (A_v) จากสมการที่ 3.3

$$A_v = A_i \times \frac{C_i}{C_v} \quad (3.3)$$

โดยที่ A_v คือ พื้นที่หน้าตัด (Cross - section area) ของคอคอด, (m^2)
 A_i คือ พื้นที่หน้าตัดในส่วนของฐานคอคอดก่อนเข้าเครื่องยนต์ = $\frac{1}{4} \times d_i^2 \times \pi$, (m^2)
 C_i คือ ความเร็วอากาศที่ไหลเข้าห้องเผาไหม้เฉลี่ย, (m/s)
 C_v คือ ความเร็วอากาศที่คอคอด โดยที่ $100 \text{ m}/\text{s} \leq C_v \leq 150 \text{ m}/\text{s}$

ง. หาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของคอคอดส่วนที่แคบที่สุด(d_v) จากสมการที่ 3.4

$$d_v = \sqrt{\frac{4A_v}{\pi}} = \sqrt{\frac{4A_i C_i}{\pi C_v}} \quad (3.4)$$

โดยที่ d_v คือ เส้นผ่านศูนย์กลางของคอคอด , (m)

A_v คือ พื้นที่หน้าตัด (Cross – section area) ของคอคอด , (m²)

ในกรณีที่ออกแบบใช้หัวฉีดเพียงตัวเดียวจะต้องหาพื้นที่หน้าตัดของคอคอดส่วนที่แคบที่สุดใหม่คือ (A_v^*) จากสมการที่ 3.5

$$A_v^* = A_v - A_g \quad (3.5)$$

โดยที่ A_v^* คือ พื้นที่หน้าตัด (Cross – section area) ของคอคอดใหม่ , (m²)

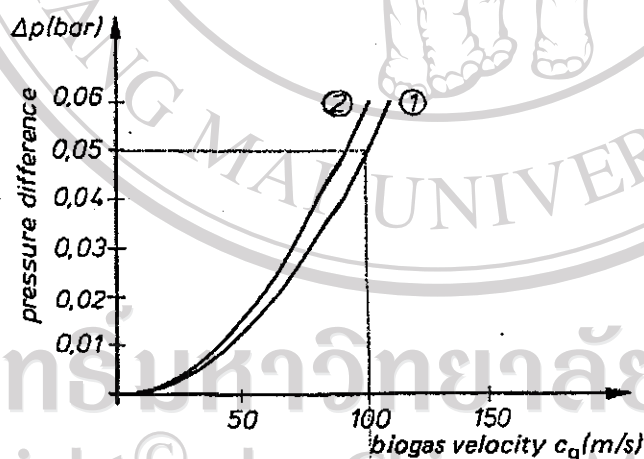
A_v คือ พื้นที่หน้าตัด (Cross – section area) ของคอคอดเดิม , (m²)

A_g คือ พื้นที่หน้าตัด (Cross – section area) ของหัวฉีดก๊าซ , (m²) หาจาก

$$A_g = \frac{f_c}{C_g} \quad (3.6)$$

โดยที่ f_c คือ อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง , (m³/hr) (หาจากสมการที่ 2.12)

C_g คือ ความเร็วของก๊าซที่ผ่านหัวฉีดก๊าซ , (m/s) (หาจากรูปที่ 3.3)



รูปที่ 3.3 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วของก๊าซชีวภาพที่ผ่านหัวฉีด(c_g) กับความแตกต่างของ

ความดันก๊าซชีวภาพในท่อและที่หัวฉีด โดย ① gas density $\rho = 1.0 \text{ kg/m}^3$,

② gas density $\rho = 1.2 \text{ kg/m}^3$ [16]

จากรูปที่ 3.3 เมื่อ ΔP = ความแตกต่างของความดันก๊าซชีวภาพในท่อและที่หัวฉีด (bar)

และ ΔP จะอยู่ในช่วง 20 – 50 mbar = 0.02 – 0.05 bar [16]

เลขหมู่.....

สำนักหอสมุด มหาว. เชียงใหม่

จ. หาขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางหัวฉีดก๊าซ (d_g) จากสมการที่ 3.7

$$d_g = \sqrt{\frac{4A_g}{\pi}} \quad (3.7)$$

โดยที่ d_g คือ เส้นผ่านศูนย์กลางหัวฉีดก๊าซ, (m)

A_g คือ พื้นที่หน้าตัด (Cross – section area) ของหัวฉีดก๊าซ, (m^2)

3.6 การคำนวณหาขนาดส่วนประกอบของคาร์บูเรเตอร์ก๊าซชีวภาพ

ส่วนประกอบหลักของคาร์บูเรเตอร์ก๊าซชีวภาพที่ต้องคำนวณหาขนาดสัดส่วนที่ถูกต้องสำหรับงานวิจัยนี้มีด้วยกัน 3 ส่วนหลัก คือ ส่วนที่เป็นคอขวด (Venturi), นมหนูหรือหัวฉีดจ่ายก๊าซชีวภาพ (Main jet) และเข็มควบคุมปริมาณก๊าซชีวภาพ (Needle) ส่วนประกอบอื่นๆจะออกแบบเพื่อให้สอดคล้องกับลักษณะการติดตั้งเข้ากับท่อร่วมไอดีของเครื่องยนต์ โดยคำนึงถึงสภาพการณ์ในการใช้งาน, ความสะดวกในการติดตั้งและถอดประกอบ, การบำรุงรักษา, น้ำหนัก ตลอดจนต้นทุนในการสร้างด้วย โดยส่วนประกอบ 3 ส่วนหลักของคาร์บูเรเตอร์ก๊าซชีวภาพมีวิธีการคำนวณดังนี้

3.6.1 การคำนวณหาขนาดคอขวดคาร์บูเรเตอร์

ในการหาขนาดคอขวดของคาร์บูเรเตอร์ เพื่อให้เหมาะสมแก่การทำงานที่ความเร็วรอบคงที่นั้น สามารถทำได้โดยการคำนวณดังต่อไปนี้

ก. หาปริมาณอากาศที่เครื่องยนต์ต้องการจากสมการที่ 3.1

$$V_i = \left(\frac{V_h \times n}{2000 \times 60} \right) \times \eta_{vol}$$

โดยที่ เครื่องยนต์ขนาด $V_h = 1,171 \text{ cc} = 1.171 \text{ lite}$

ที่ความเร็วรอบ $n = 3,000 \text{ rpm}$

ประสิทธิภาพจุด $\eta_{vol} = 0.85 = 85\% [16]$

$$\therefore V_i = \left(\frac{1.171 \times 3000}{2000 \times 60} \right) \times 0.85 = 0.025 \text{ m}^3/\text{s}$$

ข. หาความเร็วอากาศที่เข้าห้องเผาไหม้เฉลี่ยจากสมการที่ 3.2

$$C_i = \frac{V_i}{A_i}$$

$$\text{และ } A_i = \frac{\pi d_i^2}{4}$$

เครื่องยนต์มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางฐานคาร์บูเรเตอร์ $d_i = 0.052 \text{ m}$

$$\therefore A_1 = \frac{\pi \times 0.052^2}{4} = 0.0021 \text{ m}^2$$

$$\therefore \text{จะได้ } C_1 = \frac{0.025}{0.0021} = 11.9 \text{ m/s}$$

ค. หาขนาดพื้นที่หน้าตัดของคอคอดคาร์บูเรเตอร์จากสมการที่ 3.3

$$A_v = \frac{A_1 C_1}{C_v}$$

ความเร็วอากาศที่ไหลผ่านคอคอด (C_v) ควรจะอยู่ในช่วง 100 – 150 m/s [16]

\therefore จึงกำหนดให้ C_v เป็น 125 m/s

$$\therefore A_v = \frac{0.0021 \times 11.9}{125} = 0.0002 \text{ m}^2$$

ง. หาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางคอคอดคาร์บูเรเตอร์จากสมการที่ 3.4

$$d_v = \sqrt{\frac{4A_v}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 0.0002}{\pi}} = 0.016 \text{ m} = 16 \text{ mm}$$

3.6.2 การคำนวณหาขนาดหัวฉีดหรือนมหนูก๊าซชีวภาพ

ในการคำนวณหาขนาดหัวฉีดหรือนมหนูก๊าซชีวภาพเพื่อให้สามารถกำหนดปริมาณก๊าซชีวภาพที่เหมาะสมแก่ความต้องการของเครื่องยนต์ที่สภาวะการทำงานใดๆนั้น จำเป็นจะต้องคำนึงถึงรูปแบบและวิธีการ โดยสามารถทำได้โดยการคำนวณดังต่อไปนี้

ก. หาค่าความถ่วงจำเพาะของมีเทนในก๊าซชีวภาพจากสมการที่ 2.3

$$\rho_{\text{CH}_4, \text{act}} = \rho_{\text{CH}_4, \text{std}} \times \left(\frac{P_{\text{act}} \times T_{\text{std}}}{P_{\text{std}} \times T_{\text{act}}} \right)$$

โดยที่ ความถ่วงจำเพาะของมีเทนที่สภาวะมาตรฐาน ($\rho_{\text{CH}_4, \text{std}}$) = 0.72 kg/m³ [16]

อุณหภูมิของมีเทนที่สภาวะมาตรฐาน (T_{std}) = 0^oC = 273 K [16]

ความดันบรรยากาศเฉลี่ยที่สภาวะมาตรฐาน (P_{std}) = 1013 mbar [16]

อุณหภูมิบรรยากาศเฉลี่ย (T_{act}) = 29.34^oC = 302.34 K (จากข้อมูลการทดสอบ)

อุณหภูมิก๊าซชีวภาพเฉลี่ย (T_{bg}) = 32.34^oC = 305.34 K (จากข้อมูลการทดสอบ)

ความชื้นสัมพัทธ์ของก๊าซชีวภาพ (% RH_{bg}) = 84% (จากการทดสอบ)

ความดันของก๊าซชีวภาพ (P_{bg}) = 0.4 mbar (จากการทดสอบ)

และจากรูปที่ 2.6 ที่ $T_{\text{bg}} = 32.34$ ^oC และ RH = 84% จะได้ $P' = 44$ mbar

\therefore หาความดันรวมของก๊าซชีวภาพจากสมการที่ 2.2

$$P_{\text{t,act}} = P_{\text{std}} + P_{\text{bg}} - P' = 1013 + 0.4 - 44 = 969.4 \text{ mbar}$$

$$\therefore \rho_{\text{CH}_4, \text{act}} = 0.72 \times \left(\frac{969.4 \times 273}{1013 \times 302.34} \right) = 0.622 \text{ kg/m}^3$$

ข. หาค่าความร้อนของก๊าซชีวภาพจากสมการที่ 2.4

$$H_{u, \text{act}} = \frac{V_{\text{CH}_4}}{V_{\text{tot}}} \times \rho_{\text{CH}_4, \text{act}} \times H_{u, \text{n}}$$

ก๊าซชีวภาพที่ใช้ในการทดลองมีปริมาณก๊าซมีเทน (CH_4) อยู่ 74% โดยปริมาตร (จากการทดสอบ) และค่าความร้อนของก๊าซชีวภาพที่สภาวะมาตรฐาน ($H_{u, \text{n}}$) = 50,000 kJ/kg [16]

$$\therefore H_{u, \text{act}} = 0.74 \times 0.622 \times 50,000 = 23,014 \text{ kJ/m}^3$$

ค. หาอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจากสมการที่ 2.12

$$f_c = \frac{1}{\eta} \times P_{\text{match}} \times \frac{1}{H_{u, \text{act}}} \times 3600$$

เครื่องยนต์ที่ใช้ดัดแปลงมาจากเครื่องยนต์ก๊าซโซลีน จึงให้ $\eta = 0.25$ [16]

เครื่องยนต์ถูกนำไปต่อตรงเข้ากับมอเตอร์เหนี่ยวนำขนาด 18 kW $\therefore P_{\text{match}} = 18$

$$\therefore f_c = \frac{1}{0.25} \times 18 \times \frac{1}{23014} \times 3600 = 11.26 \text{ m}^3/\text{hr}$$

ง. หาค่าความเร็วก๊าซชีวภาพที่วิ่งผ่านนมหนู ดังต่อไปนี้

ความดันแตกต่าง (ΔP) ควรจะอยู่ในช่วง 20 – 50 mbar [16]

$$\therefore \text{จึงให้ } \Delta P = 35 \text{ mbar} = 0.035 \text{ bar}$$

จากรูปที่ 3.3 ที่ $\Delta P = 0.035 \text{ bar}$, $\rho_{\text{CH}_4, \text{act}} = 0.622 \text{ kg/m}^3$ จะได้ $C_g = 100 \text{ m/s}$

จ. หาพื้นที่หน้าตัดนมหนูจ่ายก๊าซชีวภาพจากสมการที่ 3.6

$$A_g = \frac{f_c}{3600 C_g} = \frac{11.26}{3600 \times 100} = 0.000031 \text{ m}^2$$

ฉ. หาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางนมหนูจ่ายก๊าซชีวภาพจากสมการที่ 3.7

$$d_g = \sqrt{\frac{4A_g}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 0.000031}{\pi}} = 0.0063 \text{ m} = 6.3 \text{ mm}$$

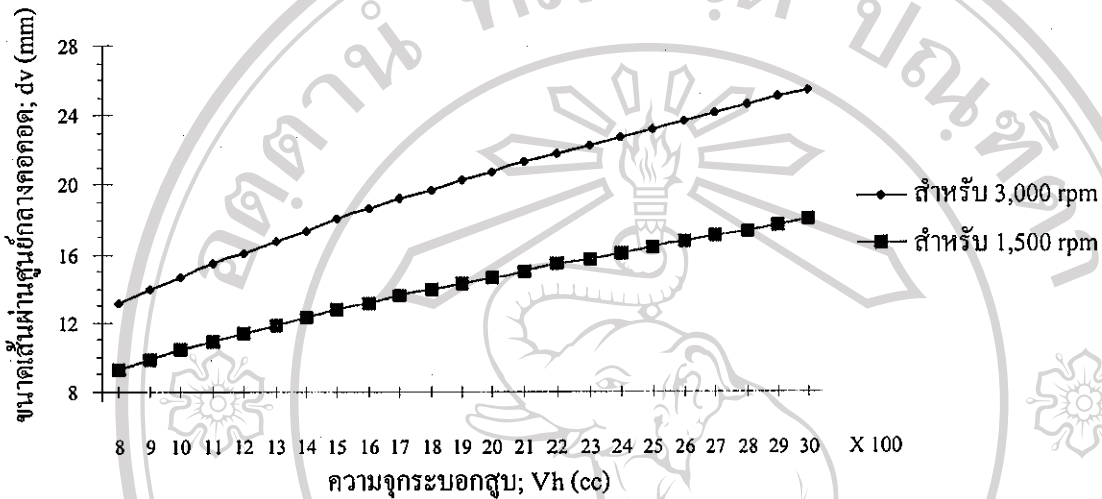
ช. หาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางนมหนูจ่ายก๊าซชีวภาพทั้ง 8 รู รอบๆคอคอดจากการแปลงสมการที่ 3.7 ดังนี้

$$d_g = \sqrt{\frac{A_g}{2\pi}} = \sqrt{\frac{0.000031}{2\pi}} = 0.0022 \text{ m} = 2.2 \text{ mm}$$

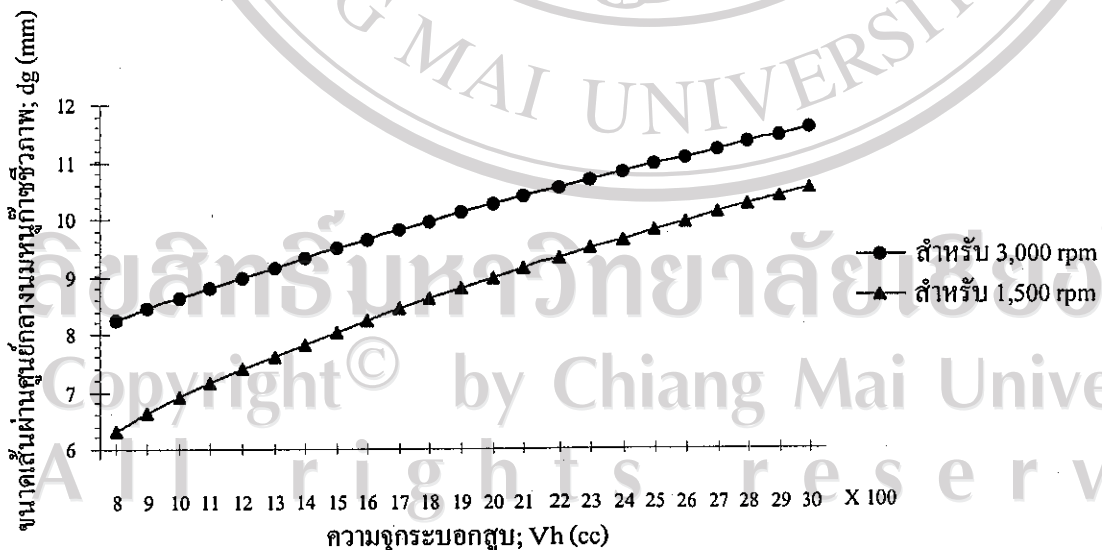
ทั้งนี้เนื่องจากคอคอดส่วนในการเจาะที่ใกล้เคียงที่สุดที่เป็นไปได้ คือขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 mm

\therefore ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางนมหนูจ่ายก๊าซชีวภาพทั้ง 8 รู รอบๆคอคอดจึงควรเป็น 3 mm

และในการออกแบบเพื่อหาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางคอคอดและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางนมหนูหรือหัวฉีดก๊าซชีวภาพ ผู้วิจัยได้จัดทำกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางคอคอดและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางนมหนูหรือหัวฉีดก๊าซชีวภาพกับขนาดความจุระบอบอกสูบของเครื่องยนต์ตั้งแต่ขนาด 800 cc ถึง 3,000 cc โดยทำงานที่ความเร็วรอบคงที่ 3,000 rpm และ 1,500 rpm เพื่อให้เกิดอรรถประโยชน์ในการพิจารณาเลือกใช้งาน ดังแสดงในรูปที่ 3.4 และ 3.5



รูปที่ 3.4 ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางคอคอดกับความจุระบอบอกสูบที่สภาวะการทำงาน 3,000 rpm และ 1,500 rpm



รูปที่ 3.5 ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางนมหนูหรือหัวฉีดก๊าซชีวภาพกับความจุระบอบอกสูบที่สภาวะการทำงาน 3,000 rpm และ 1,500 rpm

3.6.3 การออกแบบลักษณะเข็มควบคุมปริมาณก๊าซชีวภาพ

ในการออกแบบลักษณะของเข็มควบคุมปริมาณก๊าซชีวภาพในการวิจัยนี้จะใช้สมมุติฐานที่ว่า ถ้าหากทำการออกแบบเข็มเป็นรูปทรงกรวย เมื่อทำการปรับสกรูควบคุมเข็มโดยการหมุน ในแต่ละรอบของการหมุน จะทำให้เข็มถูกยกขึ้นหรือลงเป็นระยะเท่าๆกัน ซึ่งถ้าเข็มเป็นรูปทรงกรวยแล้ว ในขณะที่เข็มถูกยกขึ้นหรือลงในแต่ละครั้งที่เป็นระยะเท่าๆกันนั้น พื้นที่หน้าตัดของเข็มจะมีอัตราการเปลี่ยนแปลงที่ไม่เท่ากัน กล่าวคือ หากเข็มถูกยกสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง พื้นที่หน้าตัดของเข็มจะลดลงในอัตราที่มากขึ้น ซึ่งก็คือจะทำให้อัตราการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่หน้าตัดมากขึ้นตามไปด้วย เหตุนี้จะทำให้การควบคุมปริมาณก๊าซยากขึ้นตามไปด้วย เนื่องจากมีการเปลี่ยนแปลงที่ไม่คงที่ ดังนั้นจึงต้องควบคุมพื้นที่หน้าตัดของเข็มให้มีอัตราการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ที่คงที่ตลอดเวลา เมื่อมีการปรับเข็มให้ขึ้นหรือลงในแต่ละครั้งที่ระยะเท่าๆกัน โดยเมื่อสมมติให้ไม่มีความฝืดเนื่องจากก๊าซสัมผัสกับผิวของเข็ม จะสามารถคำนวณได้ดังนี้

ต้องการให้มีระยะการหมุนเข็มขึ้น - ลง ตั้งแต่ปิดสนิทถึงเปิดสุดเป็นจำนวน 15 รอบ และกำหนดระยะพิดเกิลของการหมุน = 1.75 mm

$$\therefore \text{ระยะการหมุนเข็มขึ้น - ลงตั้งแต่ปิดสนิทถึงเปิดสุด (L}_{\max}) = 1.75 \times 15 = 26.25 \text{ mm}$$

$$\therefore \text{กำหนดให้ } \varnothing \text{ จุดโคนเข็มเป็นจุดเริ่มต้นและห่างจากปลายเข็มเป็นระยะ } L_0 = 26.25 \text{ mm}$$

$$\therefore \varnothing \text{ จุดห่างจากโคนเข็ม 1 รอบเกลียว จะเป็นระยะห่างจากปลายเข็ม } L_1 = 26.25 - 1.75 = 24.5 \text{ mm}$$

$$\therefore \varnothing \text{ จุดห่างจากโคนเข็ม 2 รอบเกลียว จะเป็นระยะห่างจากปลายเข็ม } L_2 = 24.5 - 1.75 = 22.75 \text{ mm}$$

จากขนาดรูก๊าซรอบๆคอคอดทั้ง 8 รู มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 mm

$$\therefore \text{พื้นที่หน้าตัดรวมของรูก๊าซทั้ง 8 (A}_1) = \frac{\pi D^2}{4} \times 8 = \frac{\pi \times 3^2}{4} \times 8 = 56.55 \text{ mm}^2$$

$$\therefore \text{ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง (D}_1) = \sqrt{\frac{4A_1}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 56.55}{\pi}} = 9 \text{ mm}$$

ดังนั้นจึงให้เข็มมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ในสุด (โคนเข็ม) $D_0 = 9 \text{ mm}$

$$\therefore \text{พื้นที่หน้าตัด } \varnothing \text{ จุดโคนเข็ม (A}_0) = \frac{\pi D_0^2}{4} = \frac{\pi \times 9^2}{4} = 63.6172512 \text{ mm}^2$$

และพื้นที่วงกลมจะต้องลดลงเท่าๆกันในทุกๆรอบเกลียว

$$\therefore \text{พื้นที่หน้าตัด } \varnothing \text{ จุดห่างจากโคนเข็ม 1 รอบเกลียว (A}_1) = 63.6172512 - \left(\frac{63.6172512}{15} \right) = 59.3761012 \text{ mm}^2$$

∴ พื้นที่หน้าตัด ณ จุดห่างจากโคนเข็ม 2 รอบเกลียว (A_2) = $59.3761012 - \left(\frac{63.6172515}{15}\right)$
 = 55.1349511 mm²

จะเห็นว่าพื้นที่หน้าตัด A_0 ต่างจาก $A_1 = 63.6172512 - 59.3761012 = 4.24115008$ mm²

และพื้นที่หน้าตัด A_1 ต่างจาก $A_2 = 59.3761012 - 55.1349511 = 4.24115008$ mm²

ซึ่งมีระยะความแตกต่างของพื้นที่ที่เท่าๆกันในทุกๆรอบของการหมุน

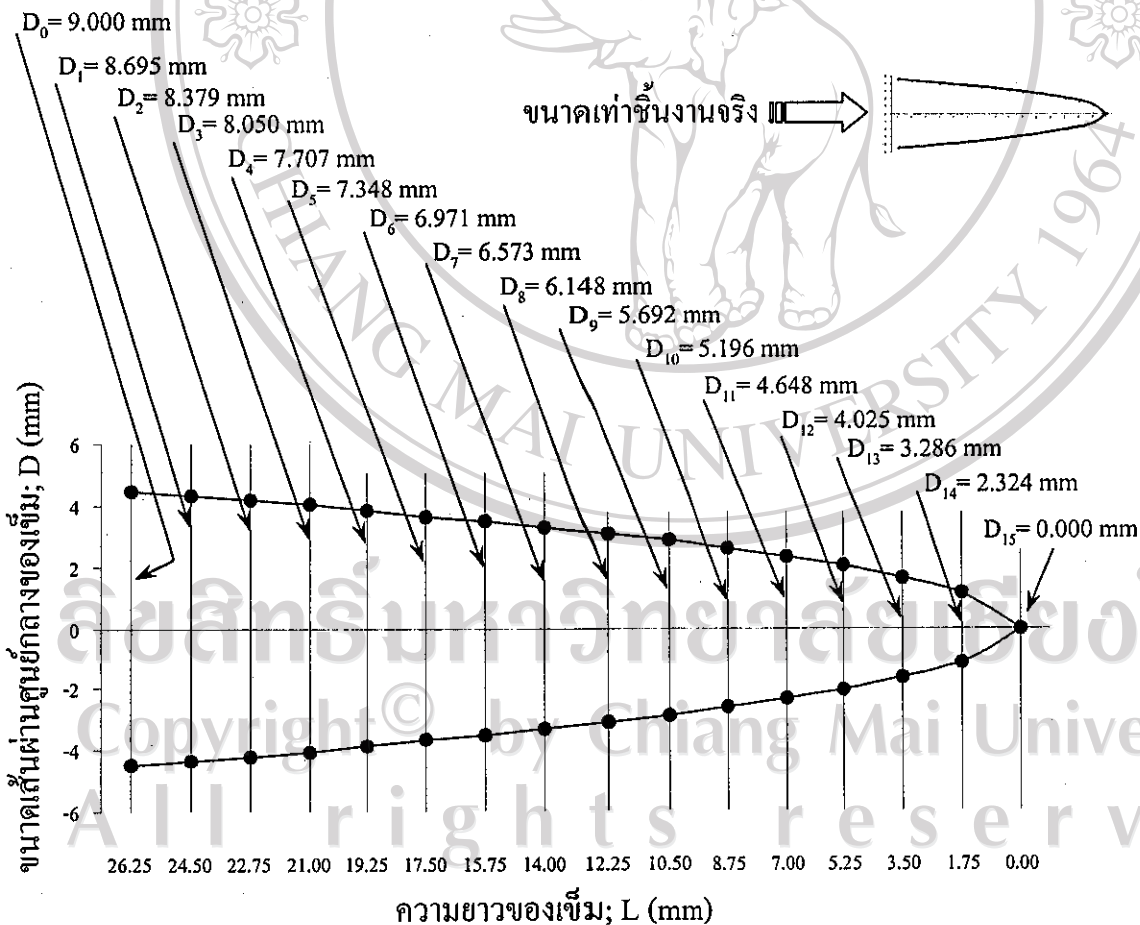
∴ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเข็ม ณ จุดห่างจากโคนเข็ม 1 รอบเกลียว (D_1) ดังนี้

$$D_1 = \sqrt{\frac{4A_1}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 59.3761012}{\pi}} = 8.694826 \text{ mm}$$

∴ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเข็ม ณ จุดห่างจากโคนเข็ม 2 รอบเกลียว (D_2) ดังนี้

$$D_2 = \sqrt{\frac{4A_2}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 55.1349511}{\pi}} = 8.378544 \text{ mm}$$

ทำการคำนวณในลักษณะเดียวกันนี้จนถึงปลายเข็ม L_{15} จะได้สัดส่วนดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 สัดส่วนของเข็มควบคุมปริมาณก๊าซชีวภาพ

3.7 การเขียนและสร้างแบบคาร์บูเรเตอร์

เมื่อคำนวณขนาดของชิ้นส่วนหลักของคาร์บูเรเตอร์ได้แล้ว จึงทำการเขียนแบบเพื่อสร้างเป็นชิ้นงานต่อไป สำหรับการออกแบบคาร์บูเรเตอร์ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบและสร้างคาร์บูเรเตอร์ขึ้นตามแบบไว้ทั้งสิ้น 2 ชุด โดยใช้การเขียนแบบลายเส้น ใช้หลักการเขียนแบบและการระบายละเอียดต่างๆในแบบ อ้างอิงจาก [33,34] สำหรับในขั้นตอนการสร้างชิ้นตามแบบจะใช้วิธีการกลึงขึ้นรูปเป็นส่วนใหญ่ โดยพื้นผิวชิ้นงานที่ต้องการลดความผิดอันเนื่องจากการสัมผัสโดยตรงของก๊าซชีวภาพกับผิววัสดุจะใช้วิธีการขัดมัน โดยแสดงค่าความเป็นมันในลักษณะของค่าความหยาบ โดยแสดงสัญลักษณ์เป็นชั้นความหยาบ (N) ซึ่งชั้นความหยาบยิ่งน้อยเท่าใดความเป็นมันของพื้นผิวก็ยิ่งมากขึ้นเท่านั้น ดังแสดงในตารางที่ 3.1 [33]

ตารางที่ 3.1 สัญลักษณ์แสดงค่าความเป็นมันในลักษณะของค่าความหยาบและชั้นความหยาบ [33]

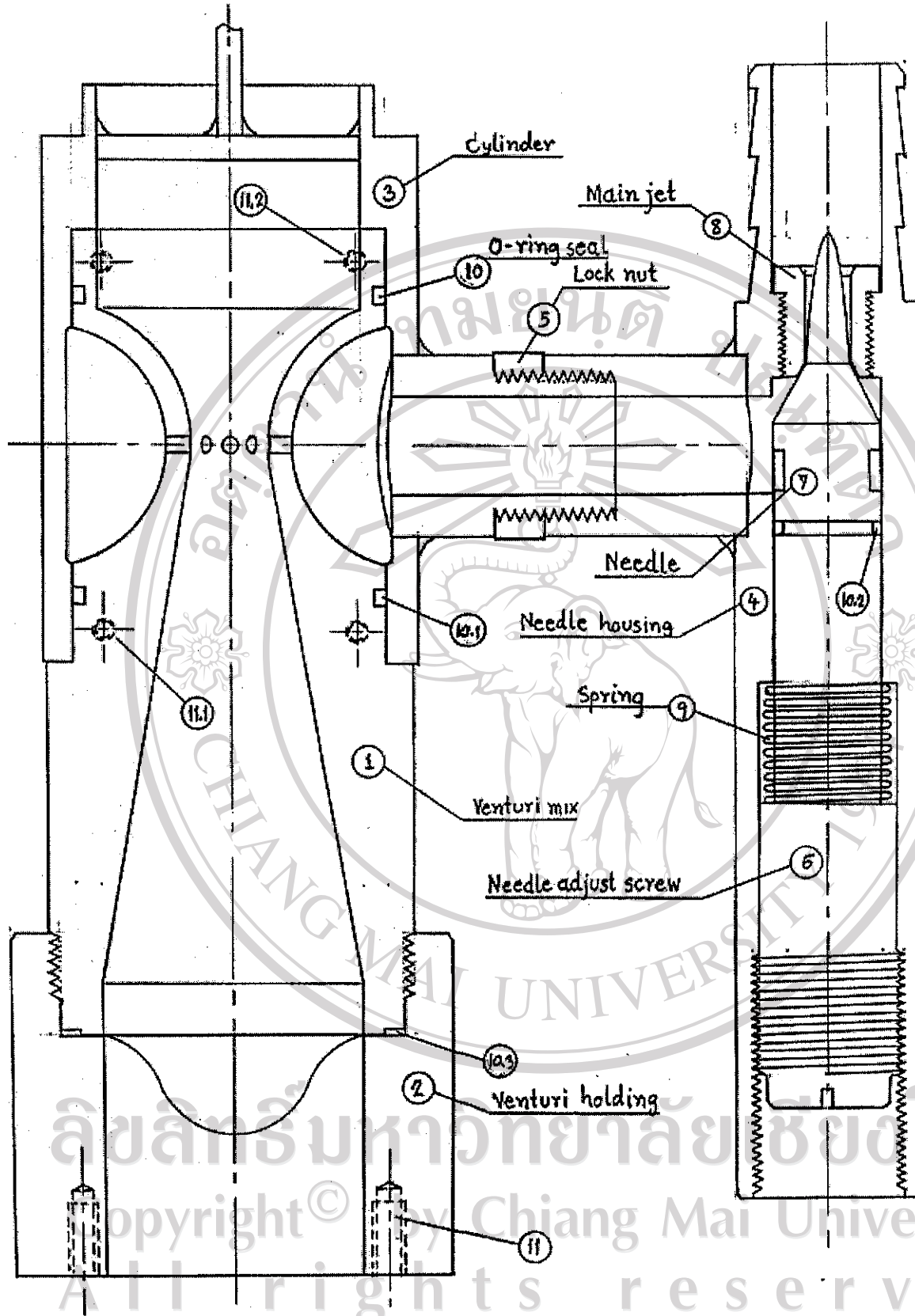
ค่าความหยาบ; Ra (ไมโครเมตร)	ชั้นความหยาบ
50	N 12
25	N 11
12.5	N 10
6.3	N 9
3.2	N 8
1.6	N 7
0.8	N 6
0.4	N 5
0.2	N 4
0.1	N 3
0.05	N 2
0.025	N 1

3.7.1 แบบลายเส้นคาร์บูเรเตอร์ชุดที่ 1

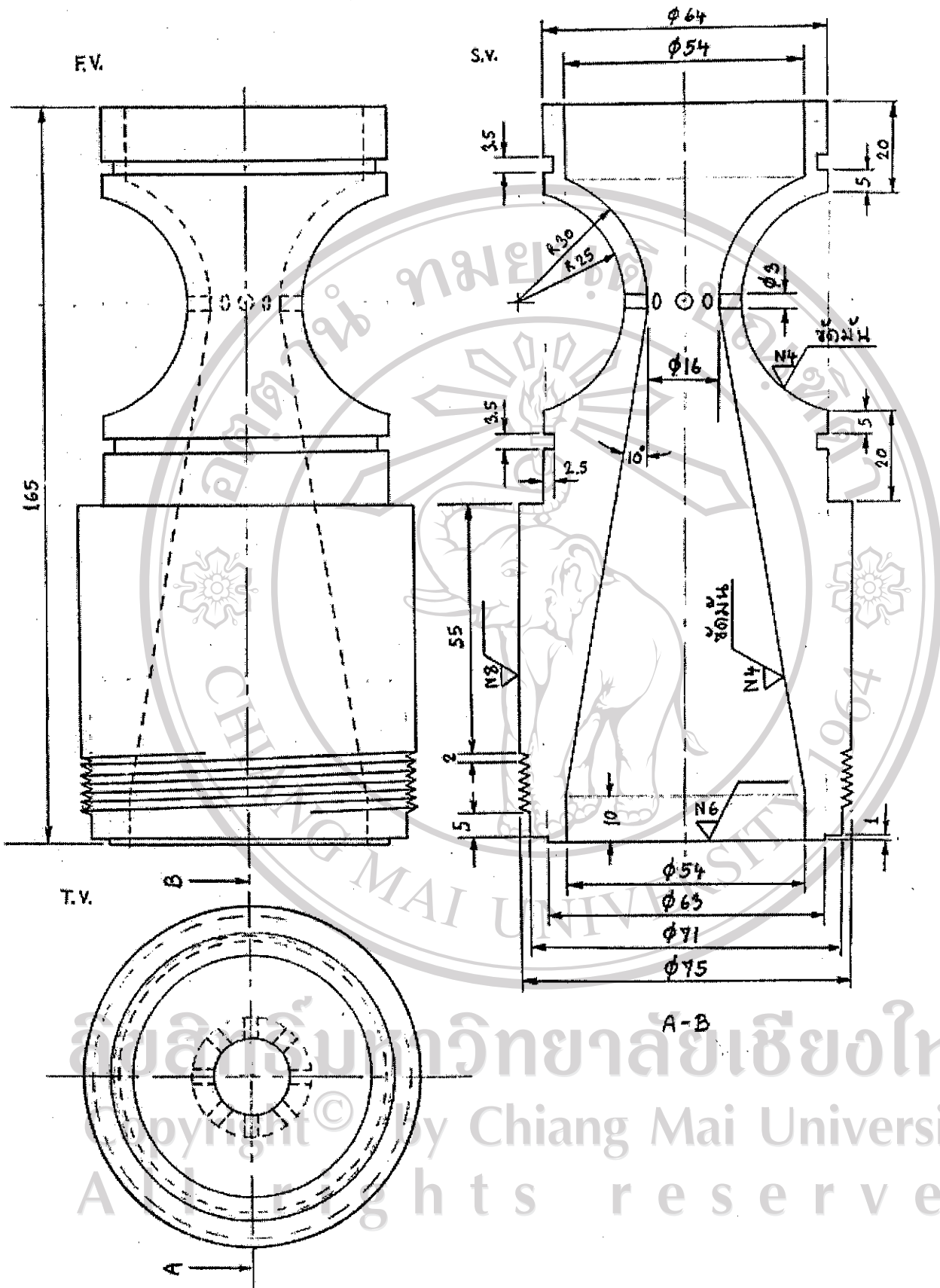
คาร์บูเรเตอร์ชุดที่ 1 ประกอบไปด้วยชิ้นส่วนทั้งสิ้น 16 ชิ้น ดังแสดงชิ้นส่วนและรายละเอียดของคาร์บูเรเตอร์ดังตารางที่ 3.2 และมีชิ้นส่วนทั้งสิ้น 8 ชิ้นที่สร้างขึ้นโดยวิธีการกลึงขึ้นรูป โดยแสดงแบบลายเส้นในรูปที่ 3.7-3.15 และแสดงภาพถ่ายคาร์บูเรเตอร์ชุดที่ 1 ที่สร้างขึ้นตามแบบในรูปที่ 3.16-3.17

ตารางที่ 3.2 ชิ้นส่วนและรายละเอียดของคาร์บูเรเตอร์ชุดที่ 1

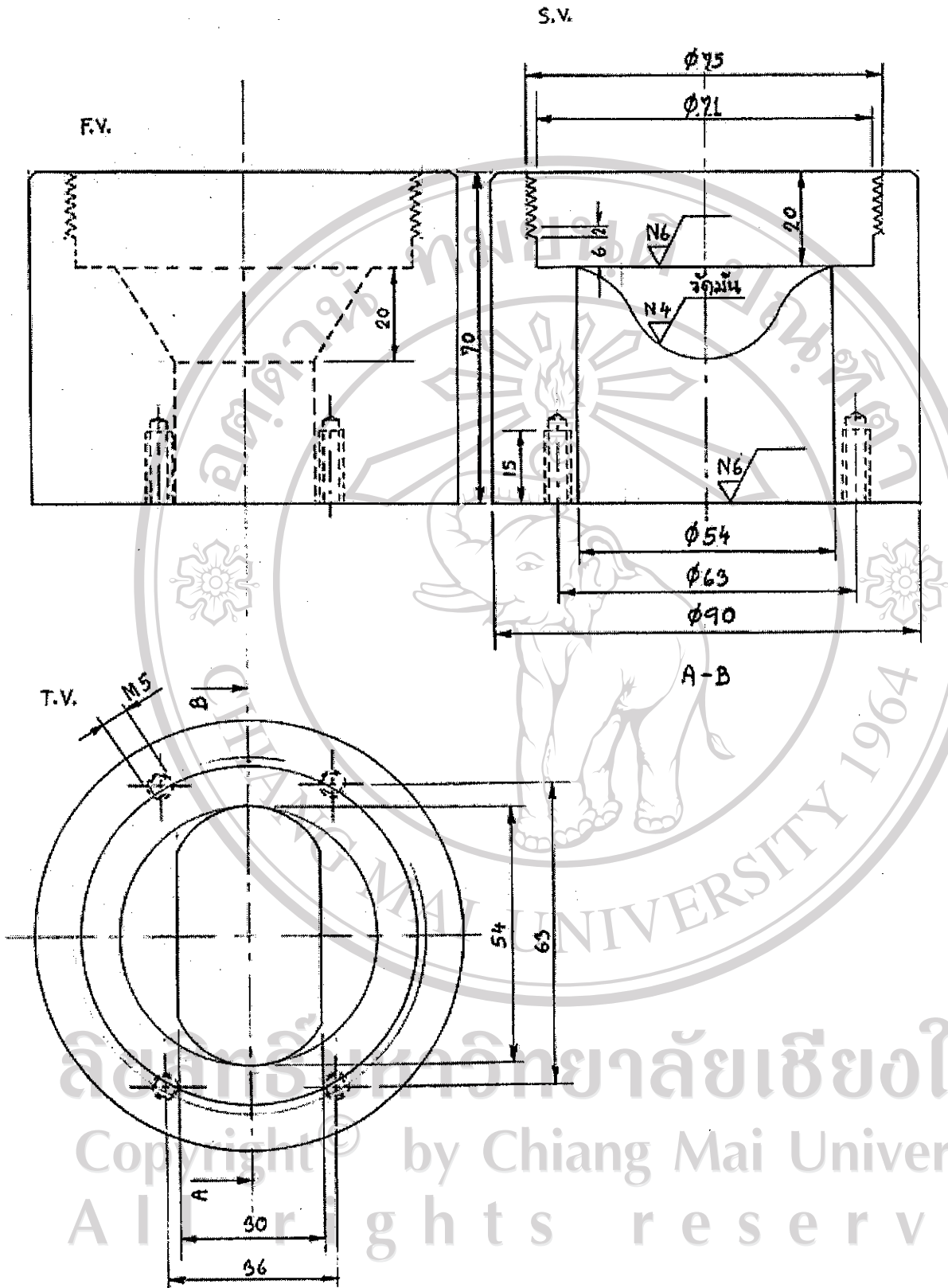
เลขชิ้นส่วน	ชื่อส่วนประกอบ	วัสดุ	จำนวน
1	Venturi mix	อลูมิเนียมเหนียว	1
2	Venturi holding	สแตนเลส	1
3	Cylinder	สแตนเลส	1
4	Needle housing	สแตนเลส	1
5	Lock nut	สแตนเลส หรือเหล็กเหนียว	1
6	Needle adjust screw	สแตนเลส	1
7	Needle	สแตนเลส	1
8	Main jet	สแตนเลส	1
9	Spring	สปริงธรรมดา ขึ้นรูปขณะร้อน(24×1.5 mm)	1
10, 10.1	O-ring seal	ยางทนความร้อนและเคมี(59×3 mm)	2
10.2	O-ring seal	ยางทนความร้อนและเคมี(17×2.5 mm)	1
10.3	O-ring seal	ยางทนความร้อนและเคมีแบบแบน(71×1.5 mm)	1
11	ใส่สลักเกลียว	สลักเกลียวทรงกระบอก(CM5×80 DIN 933,961)	4
11.1, 11.2	ใส่สลักเกลียว	สลักเกลียวมีแป้นรูปหกเหลี่ยม(M4×5 DIN 933,961)	8



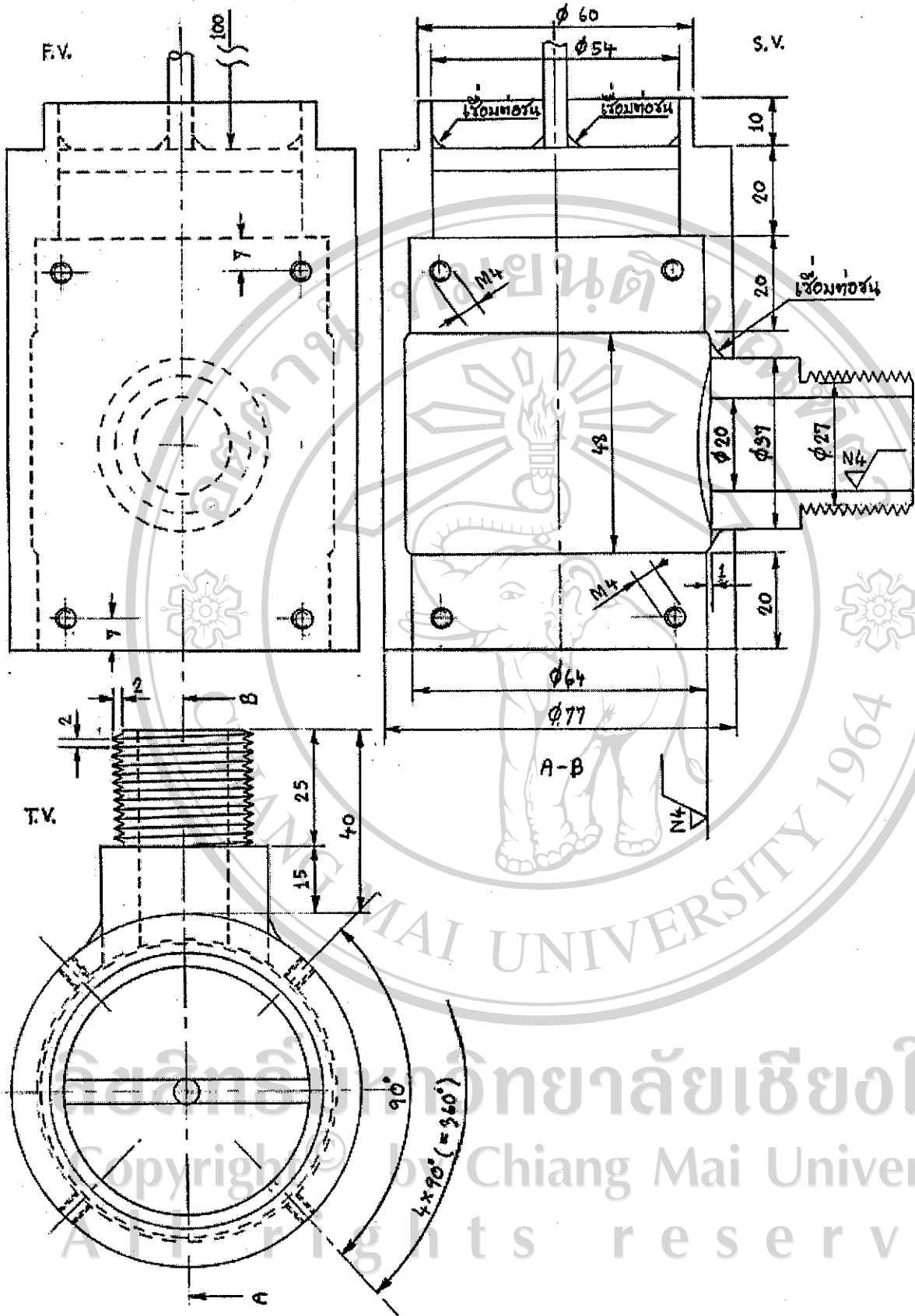
รูปที่ 3.7 แบบลายเส้นภาพรวมคาร์บูเรเตอร์ชุดที่ 1



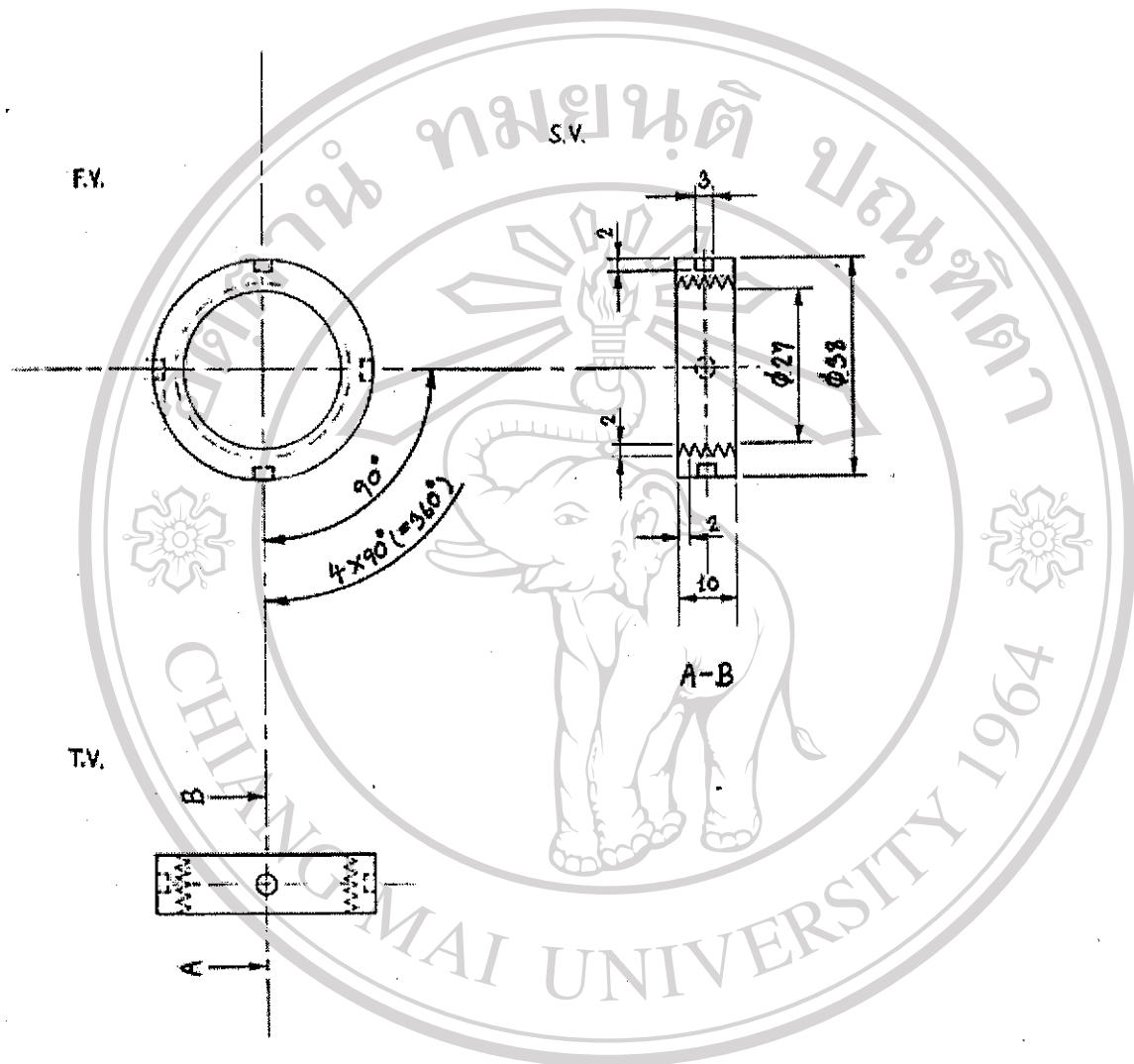
รูปที่ 3.8 แบบลายเส้นจันส่วนหมายเลข 1 (Venturi mix) คาร์บูเรเตอร์ชุดที่ 1



รูปที่ 3.9 แบบลายเส้นจีนส่วนหมายเลข 2 (Venturi holding) คาร์บูเรเตอร์ชุดที่ 1



รูปที่ 3.10 แบบลายเส้นชิ้นส่วนหมายเลข 3 (Cylinder) คาร์บูเรเตอร์ชุดที่ 1

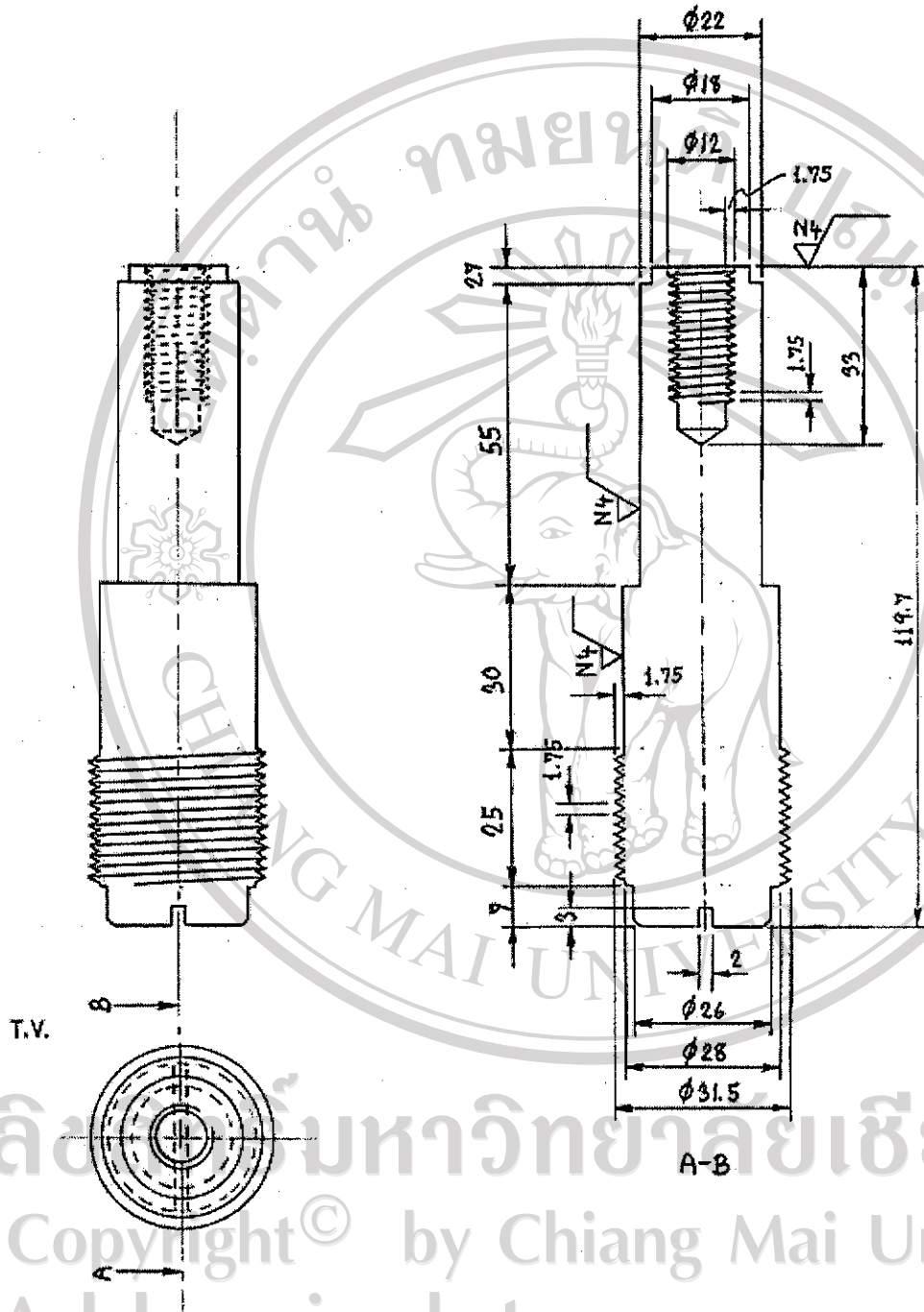


ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
 Copyright© by Chiang Mai University
 All rights reserved

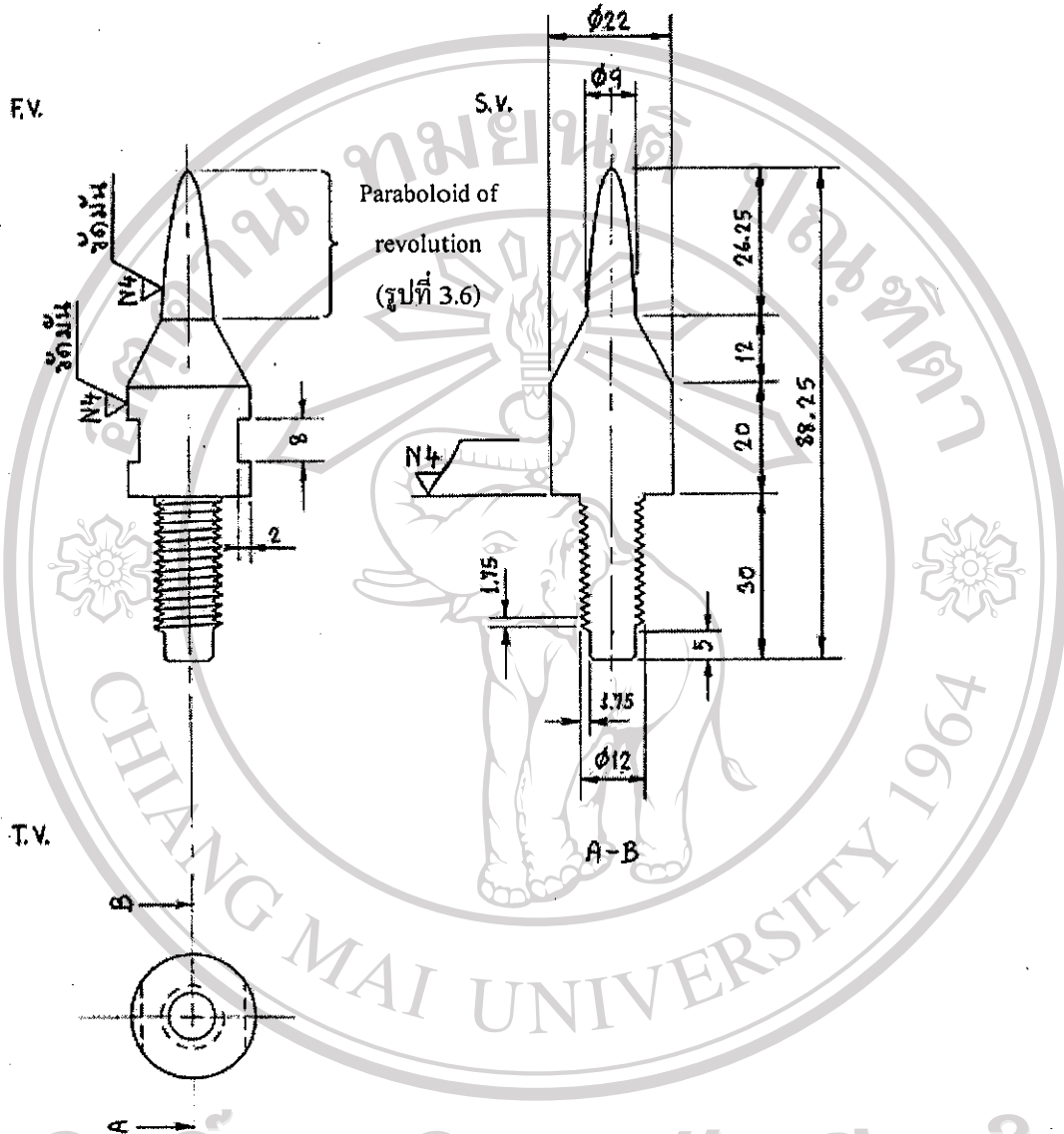
รูปที่ 3.12 แบบลายเส้นชิ้นส่วนหมายเลข 5 (Lock nut) คาร์บูเรเตอร์ชุดที่ 1

F.V.

S.V.



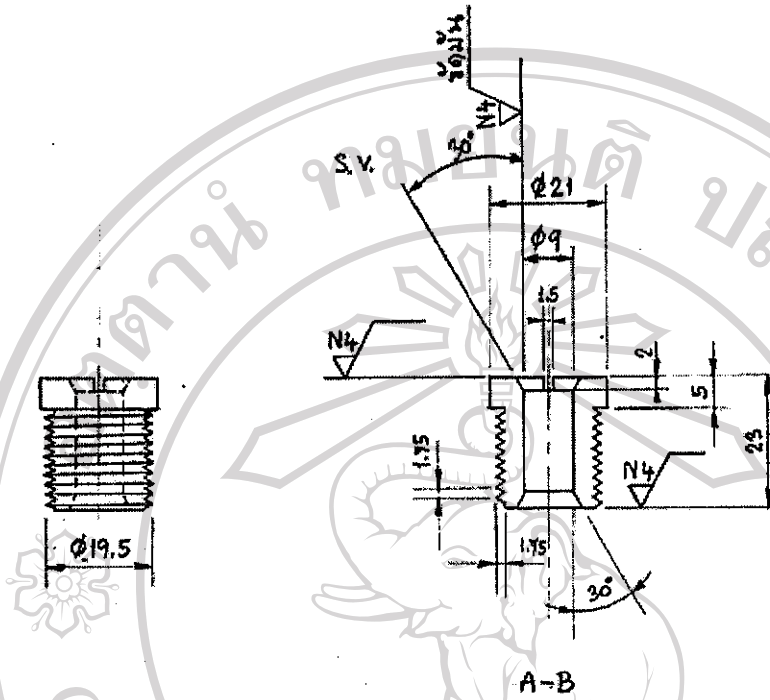
รูปที่ 3.13 แบบลายเส้นชิ้นส่วนหมายเลข 6 (Needle adjust screw) คาร์บูเรเตอร์ชุดที่ 1



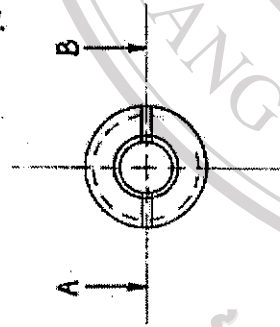
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
 Copyright© by Chiang Mai University
 All rights reserved

รูปที่ 3.14 แบบลายเส้นชิ้นส่วนหมายเลข 7 (Needle) คาร์บูเรเตอร์ชุดที่ 1

F.V.

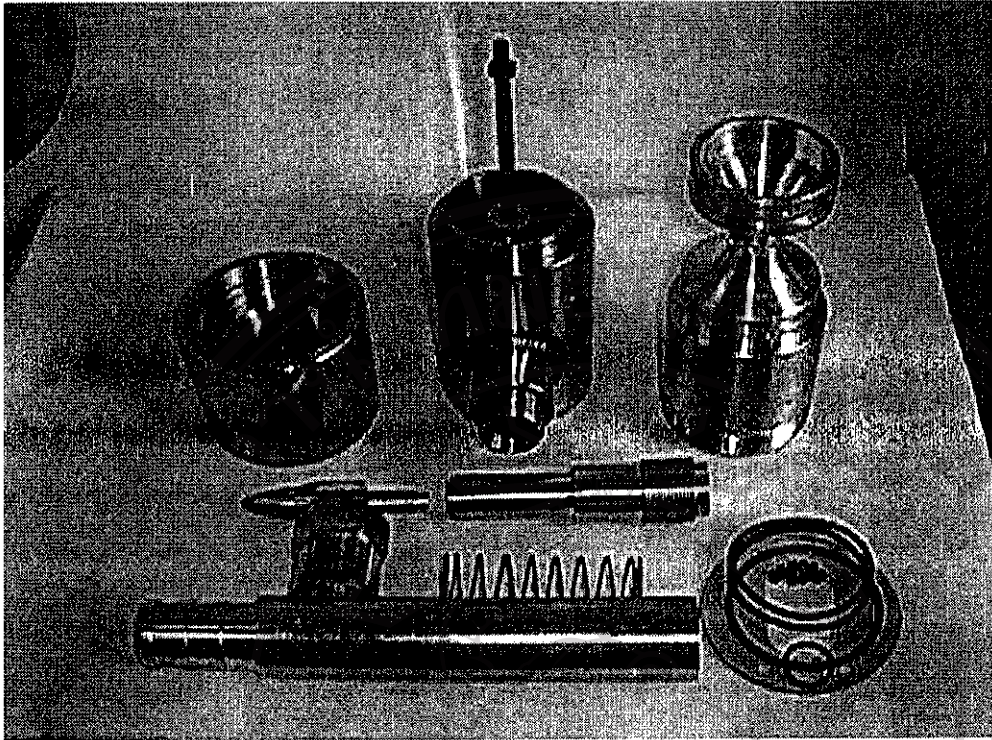


T.V.

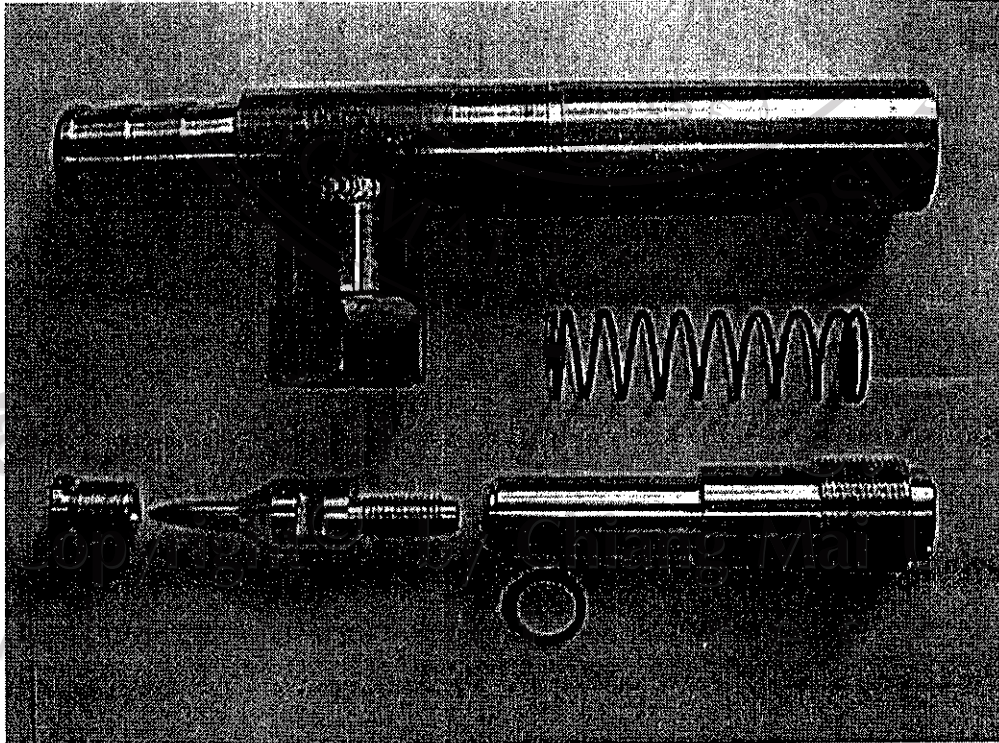


ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
 Copyright© by Chiang Mai University
 All rights reserved

รูปที่ 3.15 แบบลายเส้นชิ้นส่วนหมายเลข 8 (Main jet) คาร์บูเรเตอร์ชุดที่ 1



รูปที่ 3.16 ภาพถ่ายทั้งหมดของส่วนประกอบคาร์บูเรเตอร์ 1 ที่สร้างขึ้นตามแบบ



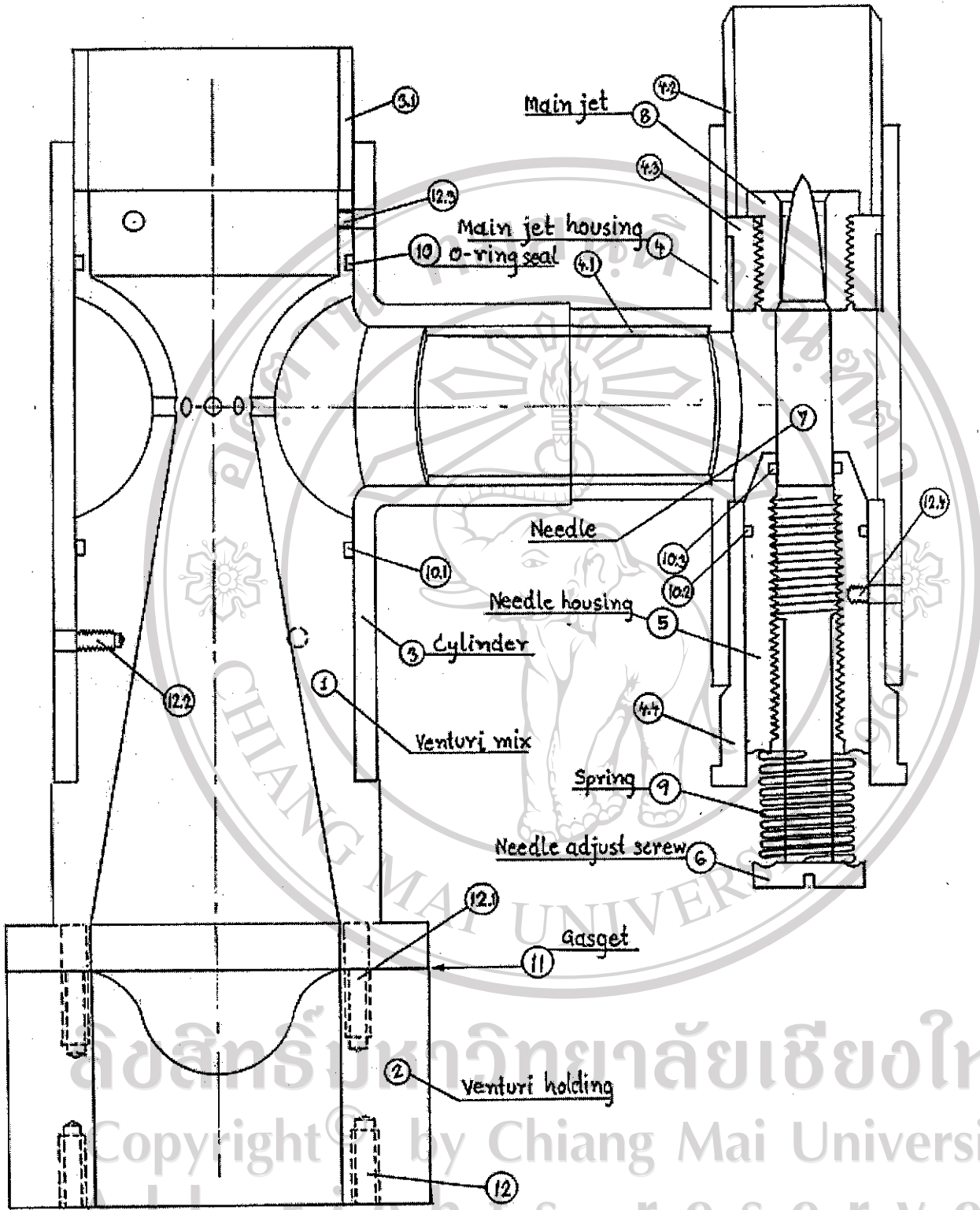
รูปที่ 3.17 ภาพถ่ายของส่วนควบคุมปริมาณก๊าซชีวภาพของคาร์บูเรเตอร์ 1 ที่สร้างขึ้นตามแบบ

3.7.2 แบบลายเส้นคาร์บูเรเตอร์ชุดที่ 2

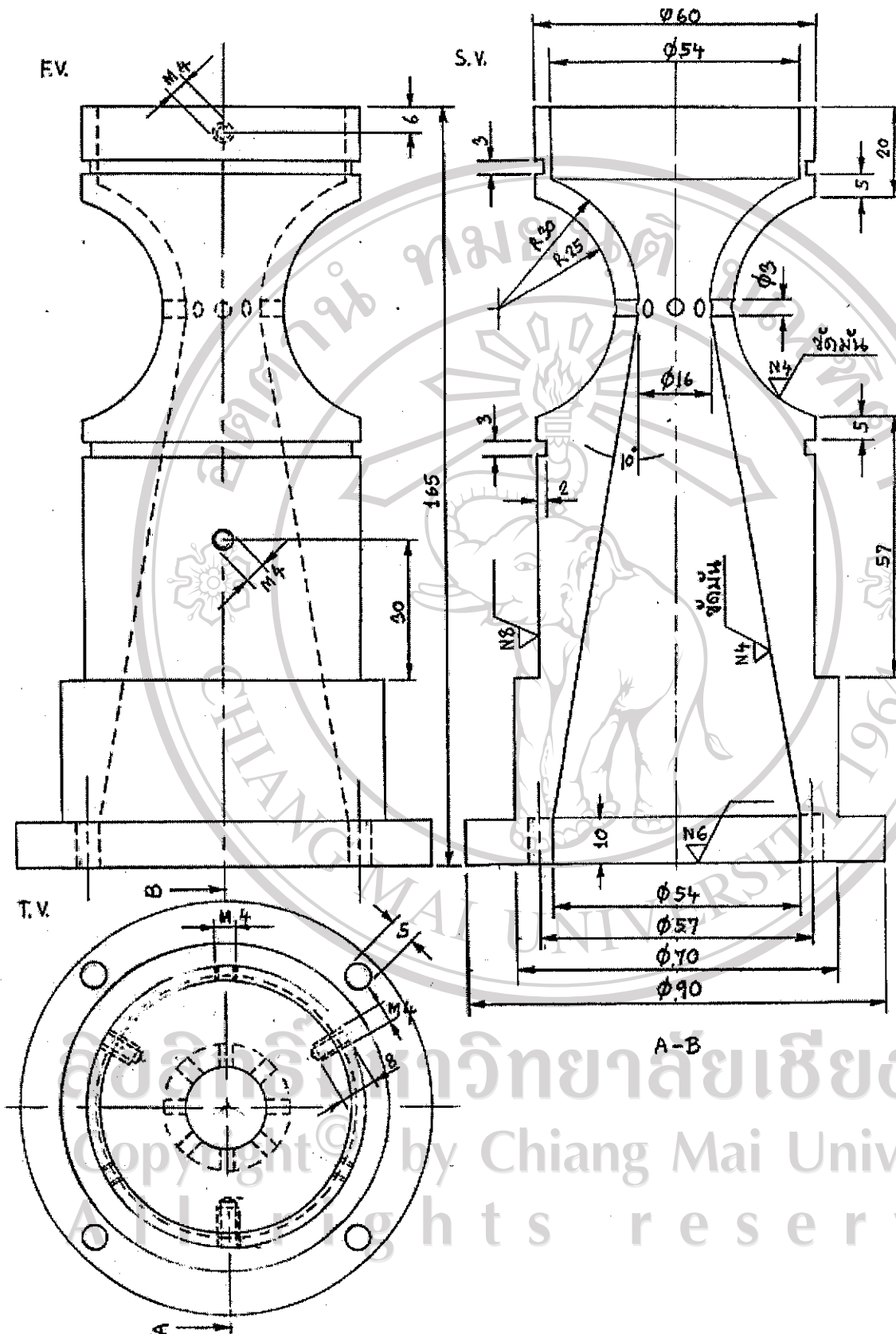
คาร์บูเรเตอร์ชุดที่ 2 ประกอบไปด้วยชิ้นส่วนทั้งสิ้น 24 ชิ้น ดังแสดงชิ้นส่วนและรายละเอียดของคาร์บูเรเตอร์ดังตารางที่ 3.3 และมีชิ้นส่วนทั้งสิ้น 6 ชิ้นที่สร้างขึ้นโดยวิธีการกลึงขึ้นรูป และอีก 2 ชิ้นที่ใช้วิธีประกอบเข้าด้วยกันด้วยกาว PVC โดยแสดงแบบลายเส้นในรูปที่ 3.18-3.26 และแสดงภาพถ่ายคาร์บูเรเตอร์ชุดที่ 2 ที่สร้างขึ้นตามแบบในรูปที่ 3.27-3.28

ตารางที่ 3.3 ชิ้นส่วนและรายละเอียดของคาร์บูเรเตอร์ชุดที่ 2

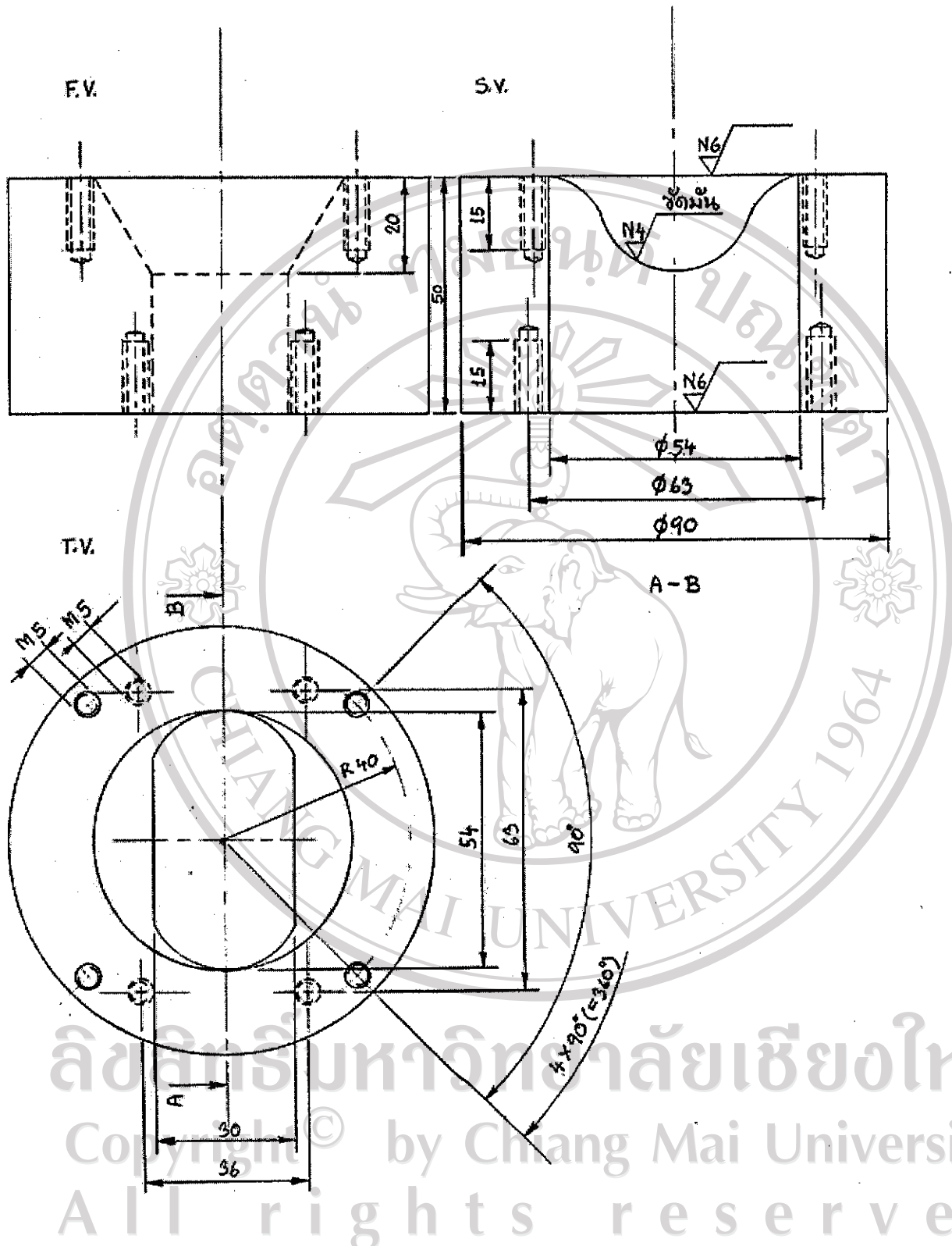
เลขชิ้นส่วน	ชื่อส่วนประกอบ	วัสดุ	จำนวน
1	Venturi mix	อลูมิเนียมเหนียว	1
2	Venturi holding	อลูมิเนียมเหนียว	1
3	Cylinder	ข้อต่อสามตาหน้าลด 90°(55×25mmPVC13.5)	1
3.1	Part of cylinder	ท่อ PVC แข็งหนา(55 mm)	1
4	Main jet housing	ข้อต่อสามตาหน้า 90°(25 mmPVC13.5)	1
4.1, 4.2	Part of main jet housing	ท่อ PVC แข็งหนา(25 mm) ยาว 60 mm	2
4.3	Part of main jet housing	ข้อต่อตรงเก็ียวใน(18 mmPVC)	1
4.4	Part of main jet housing	ข้อต่อตรงเก็ียวใน(20 mmPVC13.5)	1
5	Needle housing	สแตนเลส	1
6	Needle adjust screw	สแตนเลส	1
7	Needle	สแตนเลส	1
8	Main jet	สแตนเลส	1
9	Spring	สปริงธรรมดา ขึ้นรูปขณะร้อน(17×1.5 mm)	1
10, 10.1	O-ring seal	ยางทนความร้อนและเคมี(54×3 mm)	2
10.2	O-ring seal	ยางทนความร้อนและเคมี(21.5×2 mm)	1
10.3	O-ring seal	ยางทนความร้อนและเคมี(8×2 mm)	1
11	Gasget	กระดาษและปะเก็นเหลว	1
12	ใส่สลักเกลียว	สลักเกลียวทรงกระบอก(CM5×80 DIN 933,961)	4
12.1	ใส่สลักเกลียว	สลักเกลียวทรงกระบอก(CM5×25 DIN 933,961)	4
12.2- 12.4	ใส่สลักเกลียว	สลักเกลียวมีเบ้ารูปหกเหลี่ยมพร้อมแหวนสปริง (M4×10 DIN 933,961)	9



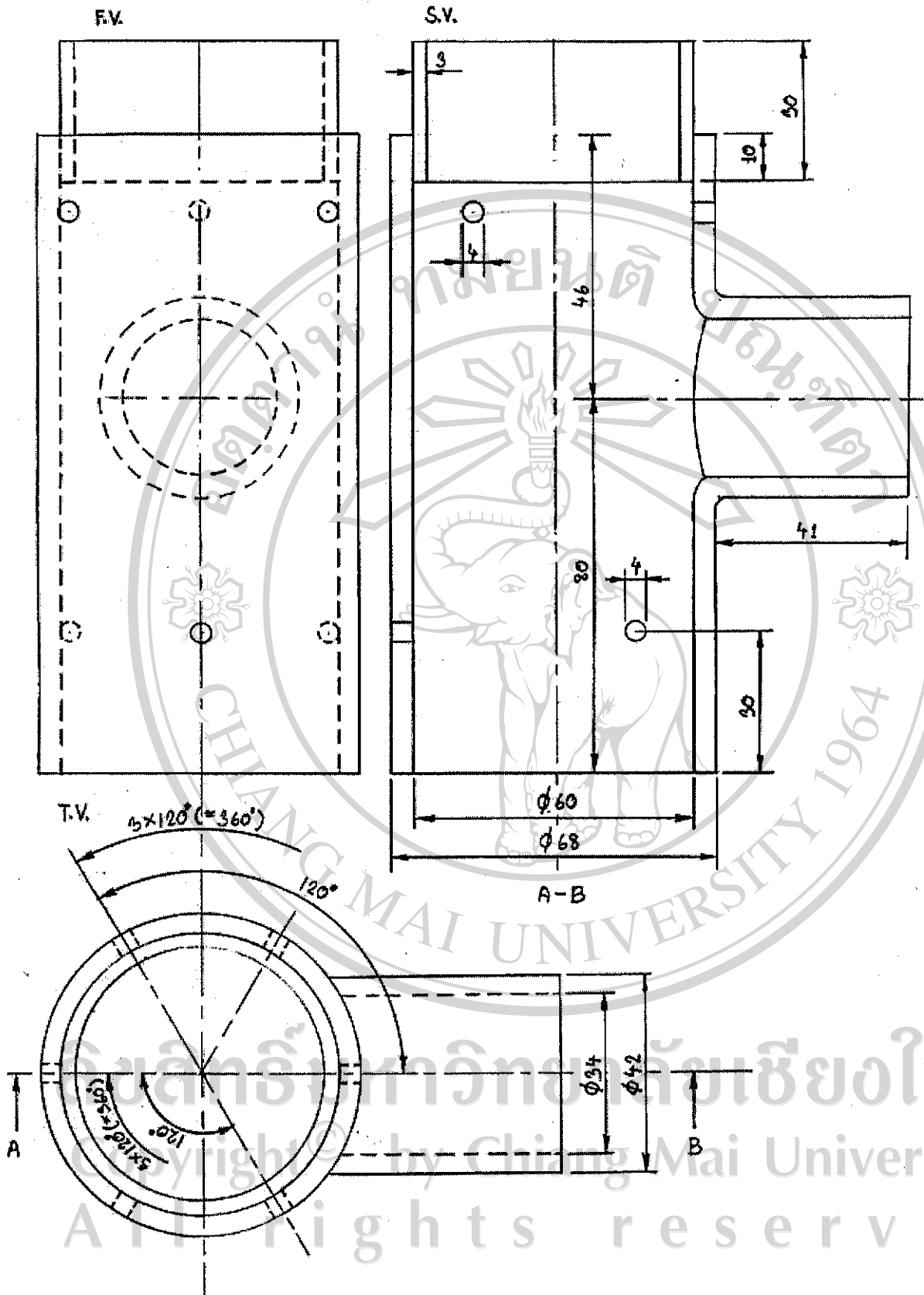
รูปที่ 3.18 แบบลายเส้นภาพรวมคาร์บูเรเตอร์ชุดที่ 2



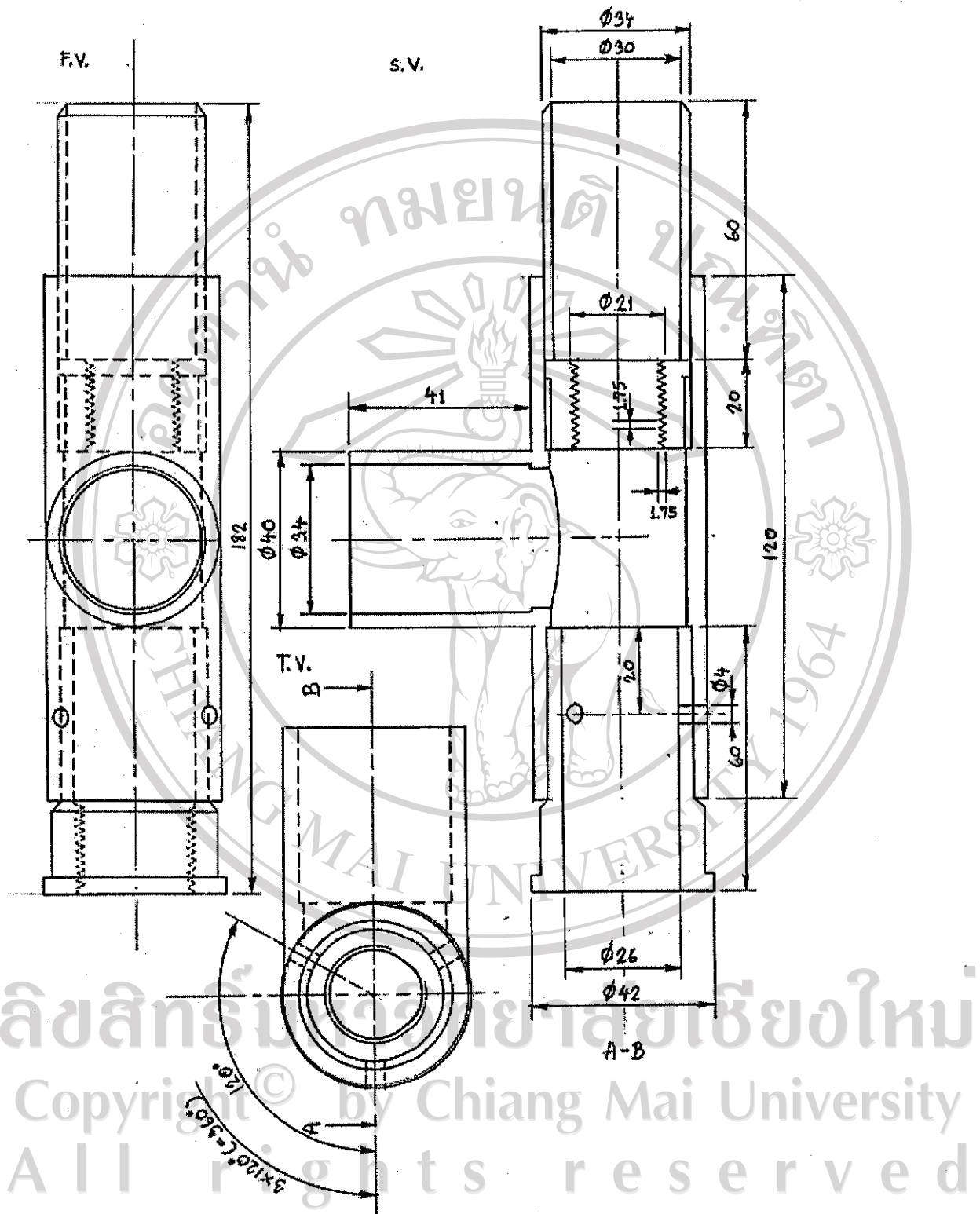
รูปที่ 3.19 แบบลายเส้นชิ้นส่วนหมายเลข 1 (Venturi mix) คาร์บูเรเตอร์ชุดที่ 2



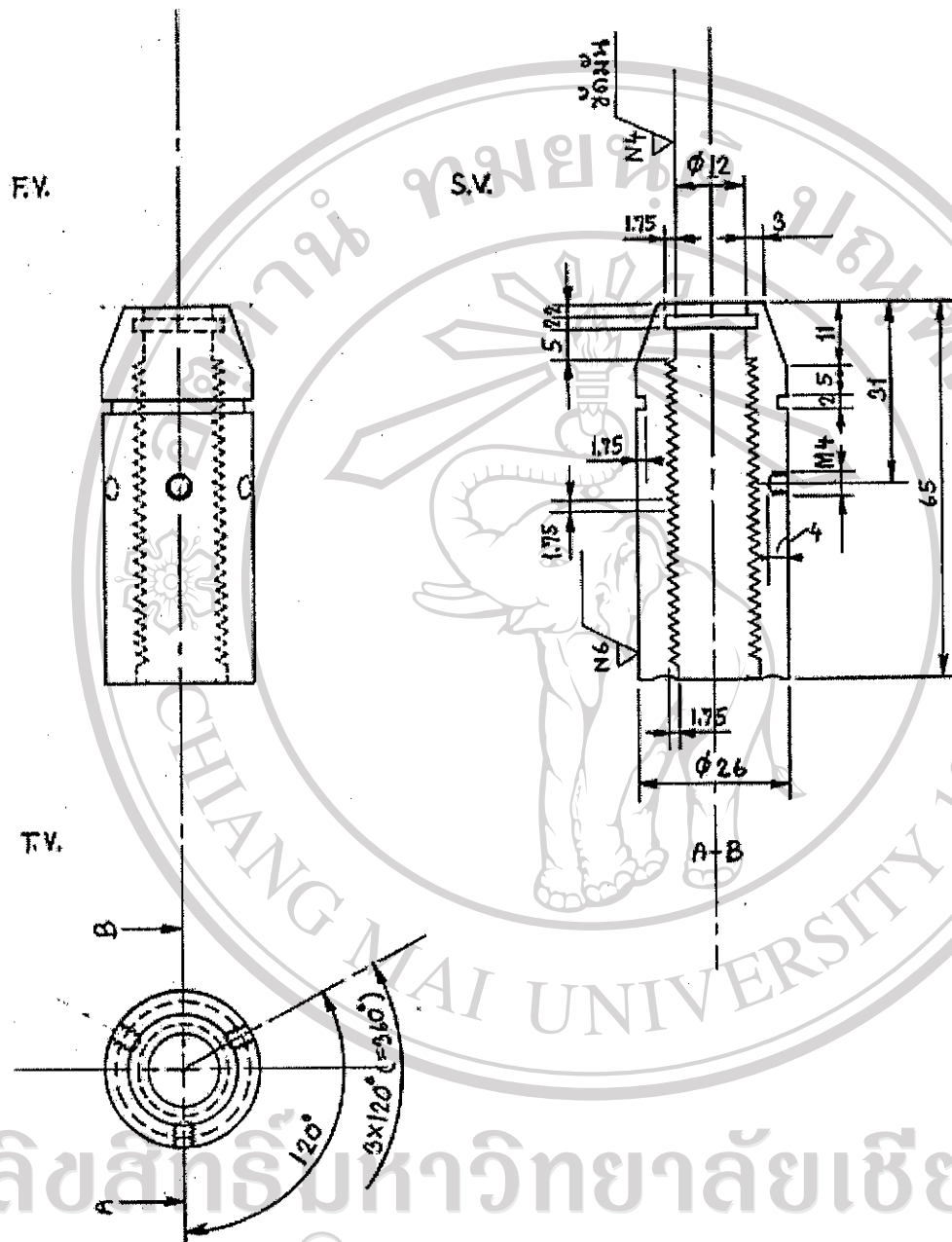
รูปที่ 3.20 แบบลายเส้นชิ้นส่วนหมายเลข 2 (Venturi holding) การ์บูเรเตอร์ชุดที่ 2



รูปที่ 3.21 แบบลายเส้นจีนส่วนหมายเลข 3 (Cylinder) การบูรณะชุดที่ 2

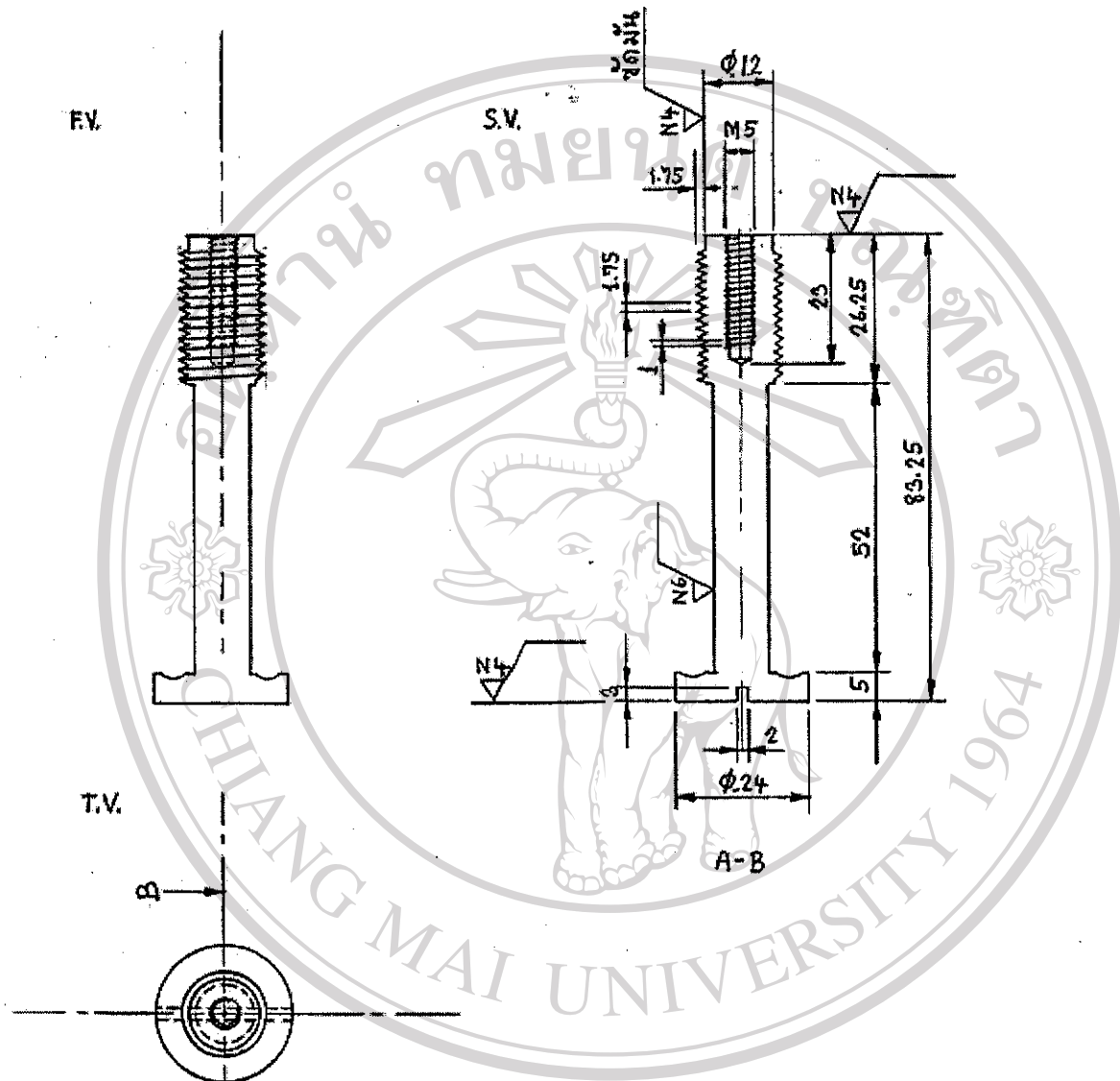


รูปที่ 3.22 แบบลายเส้นชิ้นส่วนหมายเลข 4 (Main jet housing) การบูเรเตอร์ชุดที่ 2



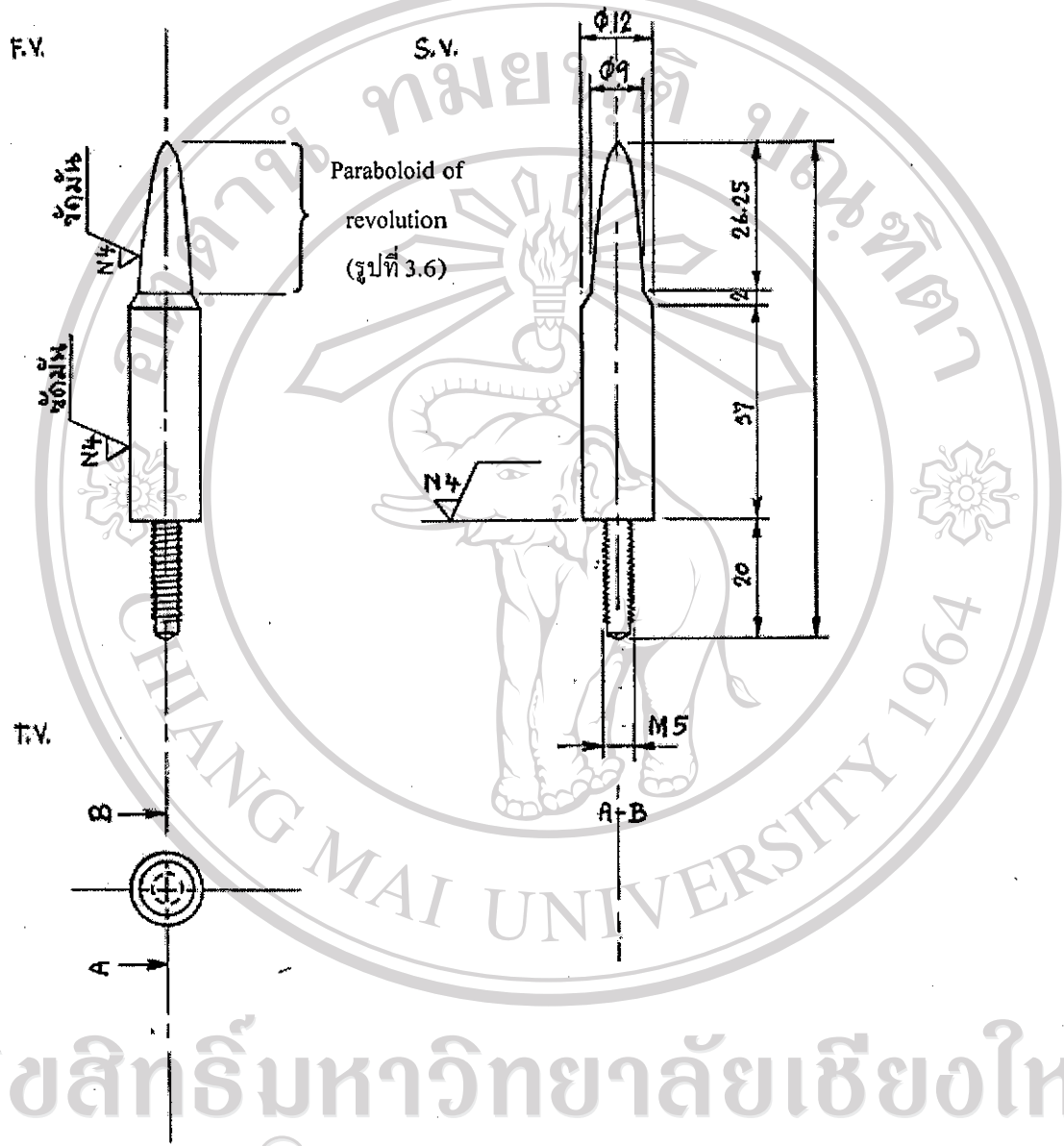
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
 Copyright © by Chiang Mai University
 All rights reserved

รูปที่ 3.23 แบบลายเส้นชิ้นส่วนหมายเลข 5 (Needle housing) การ์บูเรเตอร์ชุดที่ 2



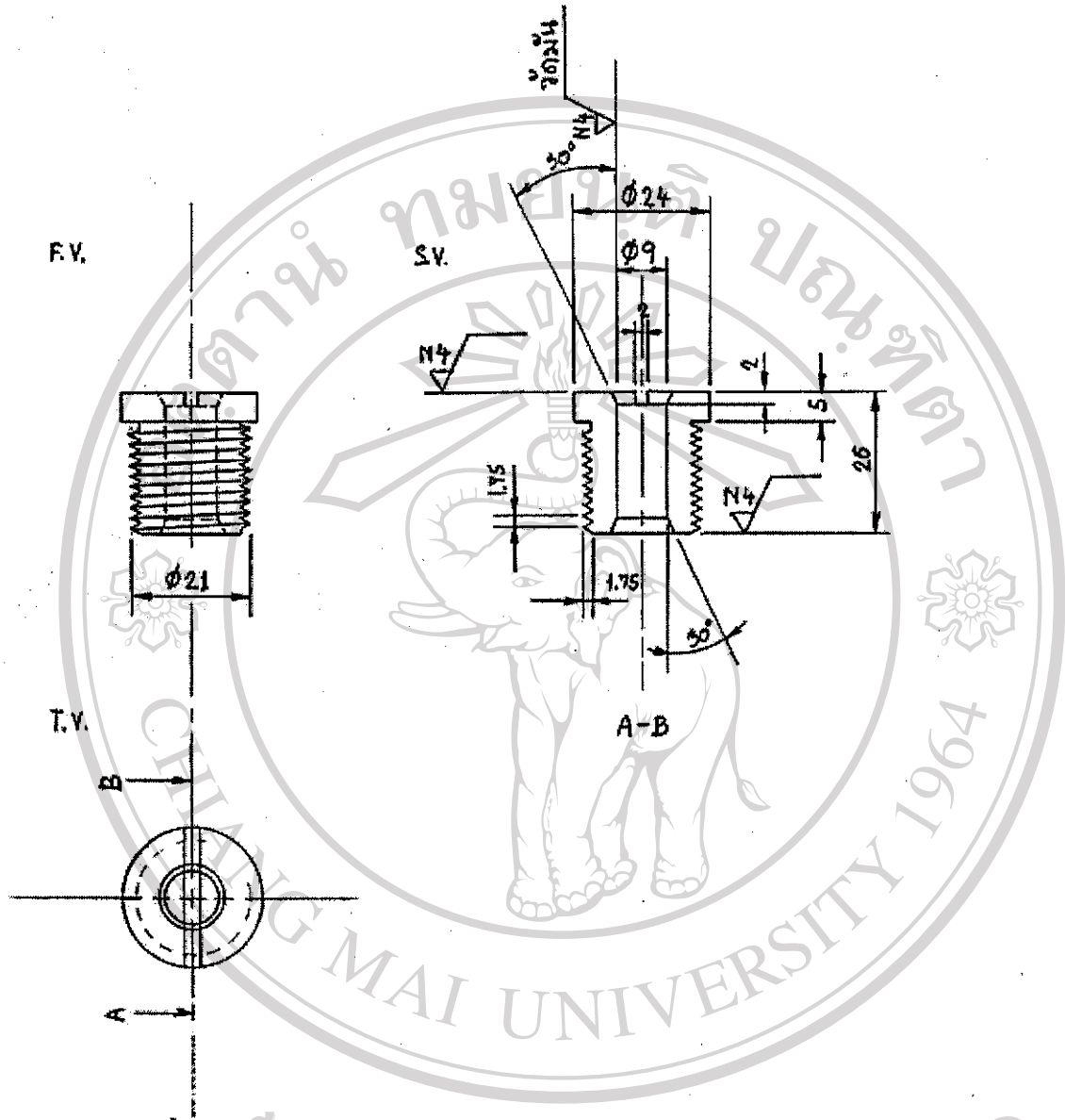
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
 Copyright© by Chiang Mai University
 All rights reserved

รูปที่ 3.24 แบบลายเส้นจีนส่วนหมายเลข 6 (Needle adjust screw) การ์บูเรเตอร์ชุดที่ 2



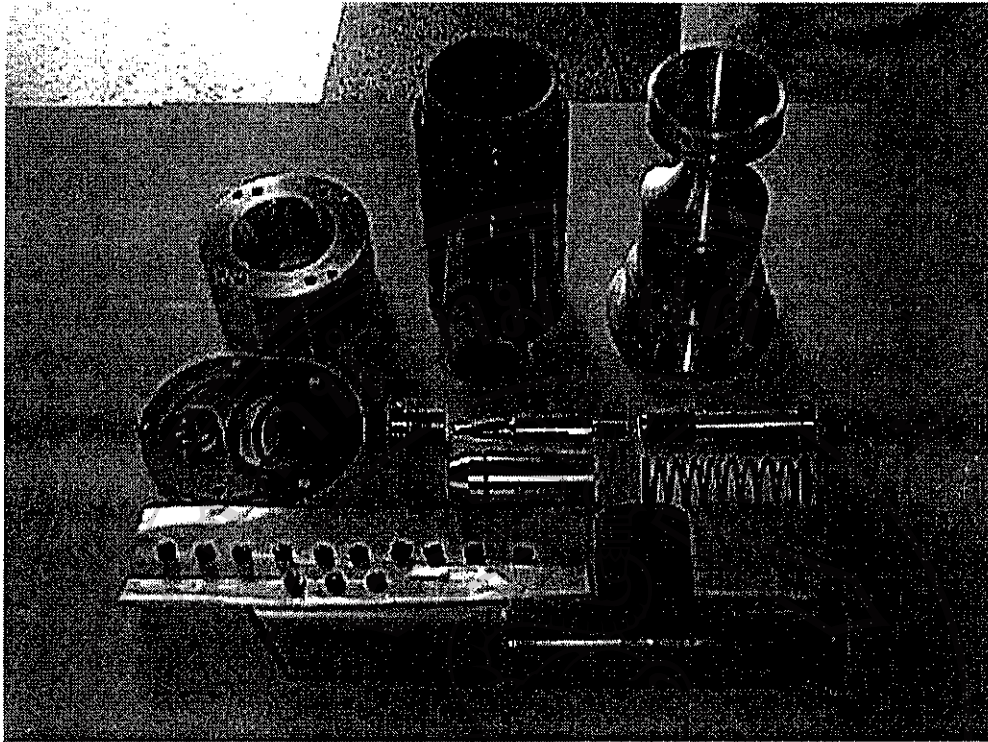
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
 Copyright© by Chiang Mai University
 All rights reserved

รูปที่ 3.25 แบบลายเส้นชิ้นส่วนหมายเลข 7 (Needle) คาร์บูเรเตอร์ชุดที่ 2

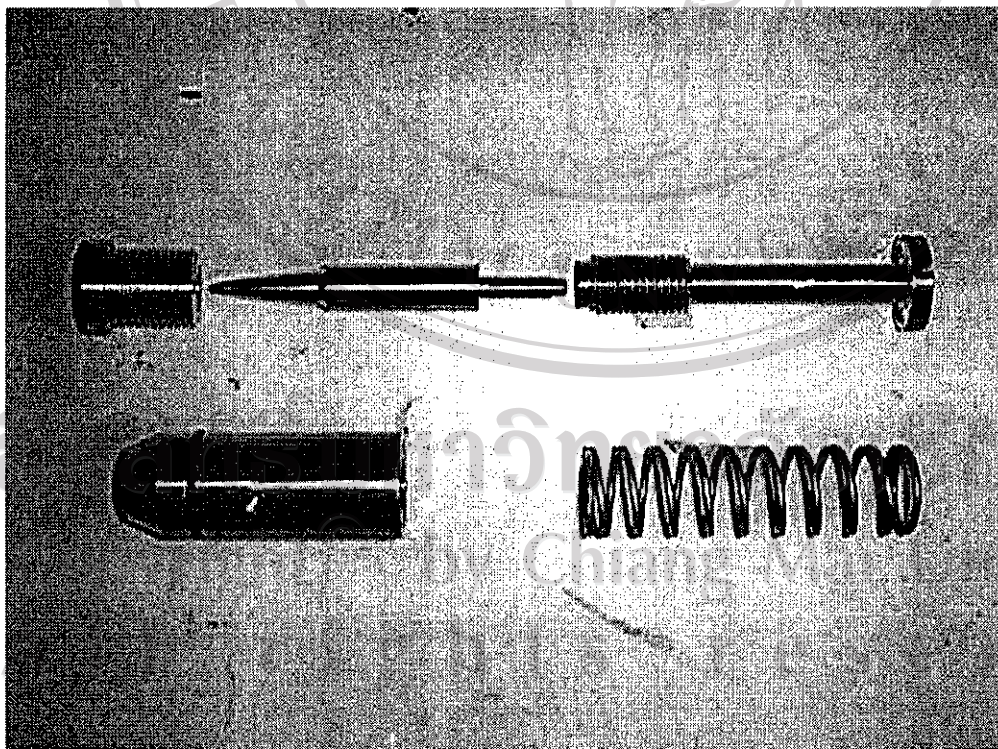


ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
 Copyright© by Chiang Mai University
 All rights reserved

รูปที่ 3.26 แบบลายเส้นชิ้นส่วนหมายเลข 8 (Main jet) คาร์บูเรเตอร์ชุดที่ 2



รูปที่ 3.27 ภาพถ่ายทั้งหมดของส่วนประกอบคาร์บูเรเตอร์ 2 ที่สร้างขึ้นตามแบบ



รูปที่ 3.28 ภาพถ่ายของส่วนควบคุมปริมาณก๊าซชีวภาพของคาร์บูเรเตอร์ 2 ที่สร้างขึ้นตามแบบ

3.8 ความแตกต่างของคาร์บูเรเตอร์ชุดที่ 1 และ 2

3.8.1 เหตุผลที่ต้องสร้างคาร์บูเรเตอร์ชุดที่ 2

เนื่องจากคาร์บูเรเตอร์ที่ออกแบบและสร้างขึ้นชุดแรก (ชุดที่ 1) ได้ทำการติดตั้งเข้ากับเครื่องยนต์และดำเนินการทดสอบตามขั้นตอนของงานวิจัยนี้ โดยวัสดุที่ใช้สร้างคาร์บูเรเตอร์ชุดนี้จะประกอบด้วย อลูมิเนียม และสแตนเลสเป็นส่วนประกอบหลักจึงทำให้มีน้ำหนักมากและราคาต้นทุนของคาร์บูเรเตอร์ชุดนี้ค่อนข้างสูงเป็นมูลค่าทั้งสิ้นประมาณ 8,000 บาท ซึ่งไม่เหมาะสมแก่การเผยแพร่เพื่อให้บุคคลทั่วไปซึ่งมีรายได้น้อยนำไปสร้างใช้งาน ดังนั้นจึงได้ทำการออกแบบและสร้างคาร์บูเรเตอร์ชุดที่ 2 ขึ้นมา ทั้งนี้เพื่อวัตถุประสงค์ในการที่จะลดน้ำหนักและต้นทุนของคาร์บูเรเตอร์ลง แต่ยังคงไว้ซึ่งรูปแบบ, ขนาดสัดส่วนของคอคอด, นมหนูหรือหัวฉีดก๊าซ และสัดส่วนของเข็มควบคุมปริมาณก๊าซชีวภาพ ตลอดจนความทนทานแข็งแรง การติดตั้งและบำรุงรักษาที่สะดวก เพื่อให้การใช้งานและปรับแต่งยังคงให้ผลเช่นเดียวกับคาร์บูเรเตอร์ชุดที่ 1 โดยวัสดุที่ใช้สร้างคาร์บูเรเตอร์ชุดที่ 2 นี้จะประกอบด้วย อลูมิเนียม, สแตนเลส และวัสดุ PVC เป็นส่วนประกอบหลัก ซึ่งได้นำเอาวัสดุ PVC มาใช้แทนสแตนเลสในบางส่วน จึงทำให้ลดปริมาณการใช้สแตนเลสไปได้มาก เป็นผลทำให้มีน้ำหนักและราคาต้นทุนของคาร์บูเรเตอร์ชุดที่ 2 นี้ค่อนข้างต่ำเมื่อเทียบกับชุดที่ 1 โดยมีมูลค่าทั้งสิ้นประมาณ 3,000 บาทเท่านั้น จึงเหมาะสมแก่การเผยแพร่เพื่อให้บุคคลทั่วไปซึ่งมีรายได้น้อยนำไปสร้างใช้งาน

3.8.2 ความแตกต่างของชิ้นส่วนคาร์บูเรเตอร์ชุดที่ 1 และ 2

คาร์บูเรเตอร์ชุดที่ 1 และ 2 มีลักษณะโครงสร้างและการทำงานที่เหมือนกัน แต่ด้วยเหตุผลที่กล่าวไว้ในหัวข้อ 3.8.1 จึงทำให้คาร์บูเรเตอร์ทั้ง 2 ชุด มีความแตกต่างกันดังนี้

ก. ส่วนคอคอด (Venturi) จะสร้างจากอลูมิเนียม มีความแตกต่างในส่วนของการติดตั้งเข้ากับส่วนฐานคอคอด (Venturi holding) โดยคอคอดของคาร์บูเรเตอร์ชุดที่ 1 จะติดตั้งเข้ากับส่วนฐานด้วยเกลียวโดยรอบคอคอด ส่วนคอคอดของคาร์บูเรเตอร์ชุดที่ 2 จะติดตั้งเข้ากับส่วนฐานด้วยนัตยึด 4 ตัวบนหน้าแปลนเหตุผลเพื่อไม่ต้องการให้คอคอดของคาร์บูเรเตอร์ชุดที่ 2 นี้เปลี่ยนแปลงตำแหน่งได้ เนื่องจากได้ทำเกลียวเพื่อติดตั้งส่วนของ Cylinder ไว้คงที่แล้ว

ข. ส่วนฐานคอคอด (Venturi holding) มีความแตกต่างในส่วนของการติดตั้งเข้ากับคอคอดเพื่อรองรับเหตุผลข้างต้น และฐานคอคอดของคาร์บูเรเตอร์ชุดที่ 2 จะสร้างจาก อลูมิเนียม ต่างจากของคาร์บูเรเตอร์ชุดที่ 1 ที่สร้างจาก สแตนเลส ทั้งนี้เพื่อลดน้ำหนักโดยรวมของคาร์บูเรเตอร์ชุดที่ 2 และไม่จำเป็นต้องรองรับน้ำหนักที่มากของชิ้นส่วนอื่นๆ เหมือนกับของคาร์บูเรเตอร์ชุดที่ 1

ค. ส่วนของ Cylinder สำหรับคาร์บูเรเตอร์ชุดที่ 1 จะสร้างจาก สแตนเลส ส่วนคาร์บูเรเตอร์ชุดที่ 2 จะสร้างจาก PVC เหตุผลเพื่อให้ Cylinder ของคาร์บูเรเตอร์ชุดที่ 2 มีน้ำหนักเบาและราคาถูก

ลงมาก แต่ยังทนทานต่อความร้อนที่แผ่รังสีมาจากเครื่องยนต์มายังบริเวณที่ติดตั้งคาร์บูเรเตอร์นี้ได้ และวัสดุ PVC ยังมีความทนทานต่อการกัดกร่อนของไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) ได้เป็นอย่างดี

ง. ส่วนของ Main jet housing สำหรับคาร์บูเรเตอร์ชุดที่ 1 จะเรียกว่า Needle housing เนื่องจากได้รวมเอาส่วนที่ติดตั้งเข็มปรับเข้าไว้ด้วย ซึ่งทั้งหมดนี้สร้างจาก สแตนเลส และติดตั้งเข้ากับ Cylinder ด้วย Lock nut ส่วนคาร์บูเรเตอร์ชุดที่ 2 จะสร้างจาก PVC และได้แยกเอาส่วนที่ติดตั้งเข็มปรับ (Needle housing) ออกจากชิ้นส่วนนี้เหตุผลเพื่อให้ Main jet housing ของคาร์บูเรเตอร์ชุดที่ 2 มีน้ำหนักเบาและราคาถูก แต่ยังทนทานต่อความร้อนและการกัดกร่อนของไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) ได้เช่นกัน โดยจะติดตั้งเข้ากับ Cylinder ด้วยกาว PVC และส่วนที่เป็น Needle housing จะมีขนาดเล็กและน้ำหนักเบา

จ. ส่วนของสกรูหมุนปรับเข็ม (Needle adjust screw) สำหรับคาร์บูเรเตอร์ชุดที่ 2 จะมีขนาดเล็กและสั้นกว่าแบบที่ใช้กับคาร์บูเรเตอร์ชุดที่ 1 เนื่องจากคาร์บูเรเตอร์ชุดที่ 2 ได้ออกแบบให้ซีลวงแหวน (O-ring seal) ที่กั้นไม่ให้ก๊าซรั่วผ่านระหว่างเข็มปรับมายังส่วนของสกรูหมุนปรับ เป็นแบบอยู่กับที่ ซึ่งต่างจากแบบที่ใช้กับคาร์บูเรเตอร์ชุดที่ 1 ซึ่งเคลื่อนที่ไปด้วยกันกับเข็ม

ฉ. ส่วนของเข็มปรับ (Needle) จะมีลักษณะและสัดส่วนของ พาราโบลา เหมือนกันสำหรับคาร์บูเรเตอร์ทั้ง 2 ชุด จะแตกต่างกันบ้างในส่วนลำตัวเข็มที่ต้องออกแบบให้สอดคล้องกับส่วนของสกรูปรับ และเข็มปรับนี้ได้ออกแบบให้สามารถถอดเปลี่ยนได้ เพื่ออำนวยความสะดวกหากต้องการเปลี่ยนแปลงขนาดเข็ม

ช. ส่วนของนมหนู (Main jet) จะมีลักษณะและสัดส่วนของ รูนมหนู เหมือนกันสำหรับคาร์บูเรเตอร์ทั้ง 2 ชุด จะแตกต่างกันในส่วนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกที่ต้องออกแบบให้สอดคล้องกับขนาดเกลียวที่ติดตั้ง ซึ่งแบบที่ใช้กับคาร์บูเรเตอร์ชุดที่ 2 จะใช้ข้อต่อเกลียว PVC ขนาด 6 หุน เป็นตัวรองรับนมหนูซึ่งหางและราคาถูก

3.8.3 การนำคาร์บูเรเตอร์ไปใช้งาน

สำหรับการนำคาร์บูเรเตอร์ที่ออกแบบสร้างขึ้นนี้ไปใช้งานสามารถทำได้โดยการประกอบชิ้นส่วนทุกชิ้นให้ครบถ้วนตามแบบ โดยส่วนที่เป็นซีลวงแหวน (O-ring seal) และส่วนที่เป็นเกลียวจะต้องมีการหล่อลื่นด้วยจารบีเพียงเล็กน้อยก่อนประกอบ เพื่อให้สามารถประกอบและหมุนปรับได้ง่ายขึ้น และส่วนที่เป็นประเก็นหนังหรือกระดาษควรที่จะทาด้วยประเก็นเหลวให้ทั่วก่อนประกอบ เพื่อให้สามารถทำหน้าที่กันรั่วได้เป็นอย่างดี แต่สิ่งที่ต้องคำนึงถึงในการติดตั้งเข้ากับเครื่องยนต์ คือ ขนาดฐานคาร์บูเรเตอร์ของเครื่องยนต์ที่นำมาติดตั้ง ซึ่งคาร์บูเรเตอร์ที่ออกแบบสร้างขึ้นนี้ใช้ติดตั้งเข้ากับฐานคาร์บูเรเตอร์ของเครื่องยนต์ NISSAN sunny A-12 ได้พอดี สำหรับเครื่องยนต์ที่มี ยี่ห้อ และรุ่น ต่างไปจากนี้อาจจะต้องทำการตัดแปลงส่วนของฐานคาร์บูเรเตอร์นี้ด้วย