บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาของการวิจัย

เนื่องจากปัจจุบันนี้วัสดุเชื้อเพลิงที่ใช้ในการหุงต้มอาหารสำหรับ แก๊สมีราคาสูงขึ้นและหายาก จึงมีการคิดค้นประดิษฐ์เตาเพื่อใช้กับเศษวัสดุเหลือใช้จากการเกษตรเป็นเชื้อเพลิง จึงเรียกเตาชนิดนี้ว่า เตาประหยัด หรือเตาเศรษฐกิจ เศษวัสดุเหลือใช้จากการเกษตร ได้แก่ แกลบ ต้นข้าวโพด ข้าวฟ่าง ซังข้าวโพด ยี่กบ ยี่เลื่อย ทางมะพร้าว เปลือกและกะลามะพร้าว ตอและรากไม้ทุกชนิด กิ่งไม้เล็ก ๆ เศษไม้ทุกชนิด ใบไม้ เศษกระดาษ ซึ่งสิ่งดังกล่าวข้างต้นนี้ล้วนแต่แทนถ่านได้เป็นอย่างดี

เตาประหยัดนี้สามารถบรรเทาความเดือดร้อนในเรื่องแก๊สสำหรับหุงต้มอาหาร ซึ่งมีราคาสูงและหายากขึ้นทุกทีได้เป็นอย่างดี เมื่อเปลี่ยนมาใช้เตานี้แล้วผู้ใช้แทบไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายซื้อวัสดุเชื้อเพลิง และค่าบำรุงรักษาเตาแต่อย่างใด นอกจากนี้ บริเวณที่ประกอบอาหารจะสะอาด รวมทั้งภาชนะที่ใช้ในการประกอบอาหารจะสะอาด เพราะปล่องจะดูดเอาเขม่าออกทางปล่อง ทำให้ปราศจากเขม่าอันเกิดจากการหุงต้ม วิธีการติดไฟก็สะดวก ทำได้โดยใช้เศษวัสดุหรือเศษไม้ผ่าเป็นชิ้นเล็ก ๆ ต่อไฟก่อเชื้อ แล้วเอาวัสดุเชื้อเพลิงวางทับ เพื่อให้ไฟลุกไหม้แล้วรีบเอาหม้อวาง เตาชนิดนี้จะดูดลมเองด้วยอาศัยหลักที่ว่า อากาศในตัวเตาและท่อปล่องเมื่อได้รับความร้อนจากการลุกไหม้ของวัสดุเชื้อเพลิงจะลอยตัวขึ้นออกไปจากปลายท่อปล่องข้างบน อากาศเย็นกว่าทางด้านหน้าเตาจะไหลเข้ามาแทนที่ วนเวียนเช่นนี้ติดต่อเรื่อยไปตราบใดที่ยังมีการเผาไหม้เกิดขึ้นในเตา .

เนื่องจากปัจจุบันนี้ผู้สร้างเตายึดหลักเพียงว่า สร้างง่าย ราคาพอสมควร ใช้งานได้เป็นการเพียงพอแล้ว ไม่มีการคำนึงถึงปริมาณความร้อนที่สูญเสียไปโดยเปล่าประโยชน์ในเวลาหุงต้ม และเตาที่ใช้อยู่ทุกวันนี้มีการสูญเสียความร้อนมาก เช่น การสูญเสียความร้อนโดยการนำ การสูญเสียความร้อนโดยการพา การสูญเสียความร้อนโดยการแผ่รังสี และการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงไม่สมบูรณ์ ทำให้ประสิทธิภาพของเตาค่อนข้างต่ำ

1.2 จุดประสงค์ของการวิจัย

จุดประสงค์ในการวิจัยครั้งนี้ก็เพื่อหาวิธีในการปรับปรุงการสร้างลักษณะของเตาให้ดีขึ้น ทำให้ปริมาณความร้อนที่สูญเสียไปลดน้อยลง ประสิทธิภาพของเตาสูงขึ้น และยังหาวิธีประเมินประสิทธิภาพที่สามารถใช้เป็นมาตรฐานในการวัดประสิทธิภาพของเตาเพื่อเปรียบเทียบได้

1.3 ลักษณะการส่งผ่านความร้อนของเตาและหม้อ

การถ่ายเทความร้อนมี 3 ลักษณะ

1.3.1 การถ่ายเทความร้อนโดยการนำ คือการถ่ายเทพลังงานความร้อนจากบริเวณที่มีอุณหภูมิสูงไปสู่บริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า โดยอาศัยโมเลกุลของวัสดุ ปริมาณความร้อนจะมากหรือน้อยขึ้นกับผลต่างของอุณหภูมิและสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของวัสดุ

ลักษณะการถ่ายเทความร้อนโดยการนำของผนังเตาและหม้อ เกิดขึ้น 2 แบบ

1. ปริมาณความร้อนจะไหลเข้าสู่ผนังเตาและไหลผ่านผนังหม้อ
2. ปริมาณความร้อนจะถ่ายเทซึ่งกันและกันระหว่างผนังเตากับหม้อ

1.3.2 การถ่ายเทความร้อนโดยการพา คือการถ่ายเทความร้อนระหว่างผนังเตาหม้อที่มีอุณหภูมิสูงไปสู่อากาศที่ไหลผ่านรอบ ๆ ผนังเตาหม้อที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า ปริมาณความร้อนจะมากหรือน้อยขึ้นกับสัมประสิทธิ์การพาความร้อนและผลต่างของอุณหภูมิระหว่างตัวกลางทั้งสอง (สัมประสิทธิ์การพาความร้อนขึ้นกับความเร็วและลักษณะการไหลของอากาศ และคุณสมบัติทางฟิสิกส์ของตัวกลาง)

ลักษณะการถ่ายเทความร้อนโดยการพาของผนังเตา หม้อและอากาศรอบ ๆ ผนังเตาและหม้อ เกิดขึ้น 3 แบบ

1. ปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นเนื่องจากการเผาไหม้จะถูกถ่ายเทไปยังผนังเตาและผนังหม้อ

2. การถ่ายเทความร้อนระหว่างผนังเตา ผนังภายนอกกับอากาศที่ไหลผ่านผนังเตาและผนังหม้อ

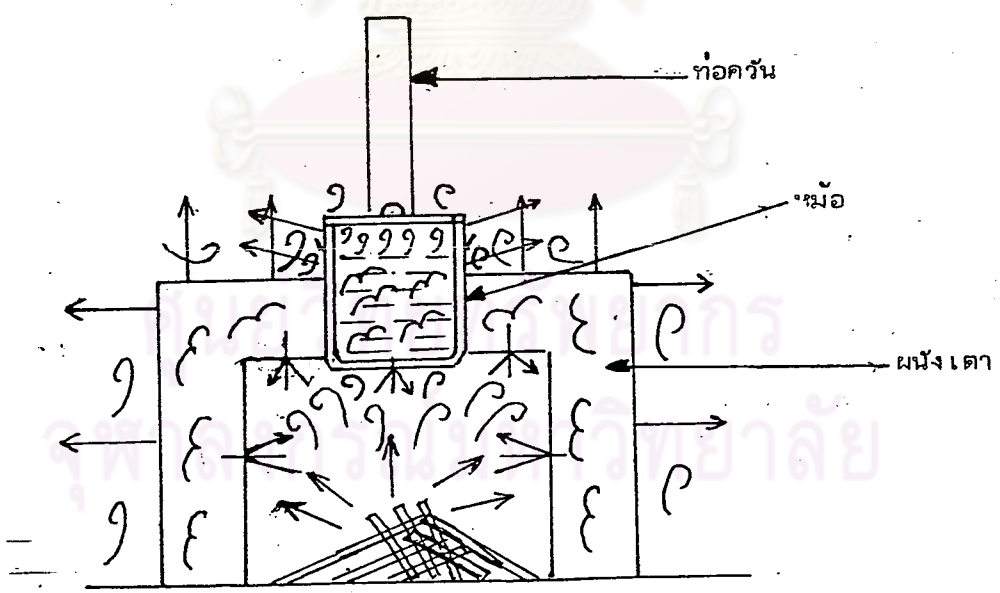
3. การถ่ายเทความร้อนระหว่างน้ำในหม้อกับผนังหม้อ

1.3.3 การถ่ายเทความร้อนโดยการแผ่รังสี คือการถ่ายเทความร้อนระหว่างวัสดุทั้งสองที่มีอุณหภูมิแตกต่างกันโดยที่ความร้อนเคลื่อนที่ออกไปเป็นคลื่น ปริมาณความร้อนจะมากหรือน้อยขึ้นกับผลต่างของอุณหภูมิและสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีความร้อน

ลักษณะการถ่ายเทความร้อนโดยการแผ่รังสี เกิดขึ้น 2 แบบ

1. การถ่ายเทความร้อนจากห้องเผาไหม้ไปยังผนังเตาและผนังหม้อ

2. การถ่ายเทความร้อนจากผนังหม้อและผนังเตาไปยังบริเวณอากาศรอบ ๆ เตา



รูปที่ 1-1 ภาพแสดงการส่งผ่านความร้อน

การแผ่รังสีความร้อน

การพาความร้อน

การนำความร้อน

จากรูปที่ 1-1 หม้อได้รับความร้อนโดยการแผ่รังสีความร้อนและการพาความร้อนของก๊าซร้อนที่เกิดจากการเผาไหม้ และการนำความร้อนของผนังเตา

การสูญเสียความร้อนส่วนมากจะสูญเสียไปทางท่อควัน นอกจากนั้นก็ยังมีการสูญเสียความร้อนโดยการพาและการแผ่รังสีจากผนังเตาและผนังหม้อไปยังอากาศที่ไหลผ่าน การสูญเสียความร้อนจากฐานเตาไปยังดินโดยการนำ การสูญเสียความร้อนเนื่องจากความร้อนสะสมไว้ภายในผนังเตาและตัวเตา

1.4 การสำรวจงานวิจัยที่ทำมาแล้ว

1.4.1 การหาประสิทธิภาพในการให้ความร้อน

จากบทความเรื่อง "เตาหุงต้มจากเศษวัสดุ" ของอ.สุวัฒน์ ไทยนะและนายไพฑูรย์ เมธีคชเดช รายงานภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล โครงการเลขที่ ME/2522/8 มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ได้กล่าวไว้ว่า ประสิทธิภาพในการให้ความร้อน คืออัตราส่วนของความร้อนที่นำมาใช้ประโยชน์ได้ ต่อพลังงานทั้งหมดที่เชื้อเพลิงสามารถให้ได้ สามารถเขียนสมการได้คือ

$$\text{ประสิทธิภาพในการให้ความร้อน} = \frac{\sum_{j=1}^{n} m_j C_P \Delta T_j}{Wh}$$

เมื่อ

n คือจำนวนครั้งที่มีการเปลี่ยนน้ำตลอดเวลาที่เตาให้ความร้อนได้

m_j คือมวลของน้ำที่ใช้เป็นตัวรับความร้อนหน่วยเป็นกรัม

C_P คือค่าความร้อนจำเพาะของน้ำ หน่วยเป็นแคลอรี่/กรัม-°ซ

ΔT คือความแตกต่างของอุณหภูมิของน้ำก่อนต้มและหลังต้ม หน่วยเป็น °ซ

W คือน้ำหนักเชื้อเพลิง หน่วยเป็นกรัม

h คือค่าความร้อนของเชื้อเพลิง หน่วยเป็นแคลอรี่/กรัม

j คือดัชนีในการรวม

การวัดประสิทธิภาพครั้งนี้ ไม่คิดความร้อนส่วนที่ทำให้น้ำกลายเป็นไอ และความร้อนส่วนที่ทำให้ภาชนะมีอุณหภูมิสูงขึ้นในการทดลอง ให้เริ่มต้มน้ำจากอุณหภูมิปกติ จนถึงจุดเดือด 100 °ซ

จากผลการทดลองเตารูปที่ 1-2 และ 1-3 พบว่า เมื่อใช้เชื้อเพลิงต่างชนิดกัน ได้ผลทดลองดังนี้

1. ใช้ยี่เลื่อยจำนวน 5 กิโลกรัม เป็นเชื้อเพลิง พบว่าเวลาของการให้ความร้อนประมาณ 150 นาที อัตราการรับความร้อนโดยเฉลี่ยของหม้อใบแรกประมาณ 1.6 กิโลวัตต์ อัตราการรับความร้อนเฉลี่ยของหม้อใบที่สองประมาณ 1.0 กิโลวัตต์ ประสิทธิภาพโดยเฉลี่ยของเตาใช้เชื้อเพลิงแบบนี้ประมาณ 23%

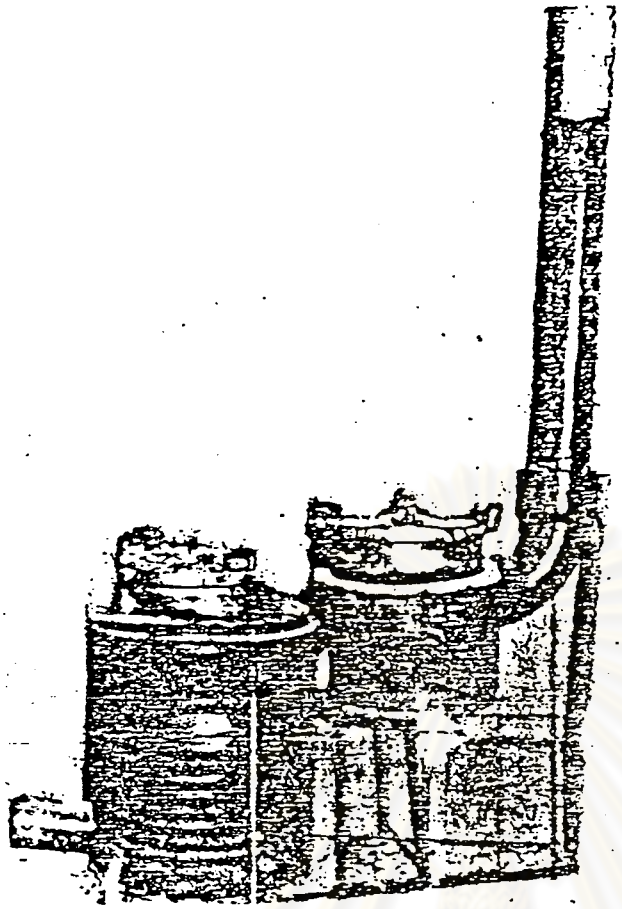
2. ใช้ยี่กบจำนวน 2.5 กิโลกรัมเป็นเชื้อเพลิง พบว่าเวลาของการให้ความร้อนประมาณ 76 นาที อัตราการรับความร้อนโดยเฉลี่ยของหม้อใบแรกประมาณ 1.7 กิโลวัตต์ อัตราการรับความร้อนเฉลี่ยของหม้อใบที่สองประมาณ 0.7 กิโลวัตต์ ประสิทธิภาพโดยเฉลี่ยของเตาใช้เชื้อเพลิงแบบนี้ประมาณ 22.5%

3. ใช้เศษไม้ยางพารา จำนวน 2.5 กิโลกรัม เป็นเชื้อเพลิง พบว่าเวลาของการให้ความร้อนประมาณ 44 นาที อัตราการรับความร้อนโดยเฉลี่ยของหม้อใบแรกประมาณ 2.3 กิโลวัตต์ อัตราการรับความร้อนเฉลี่ยของหม้อใบที่สองประมาณ 0.7 กิโลวัตต์ ประสิทธิภาพ โดยเฉลี่ยของเตาใช้เชื้อเพลิงแบบนี้ ประมาณ 17%

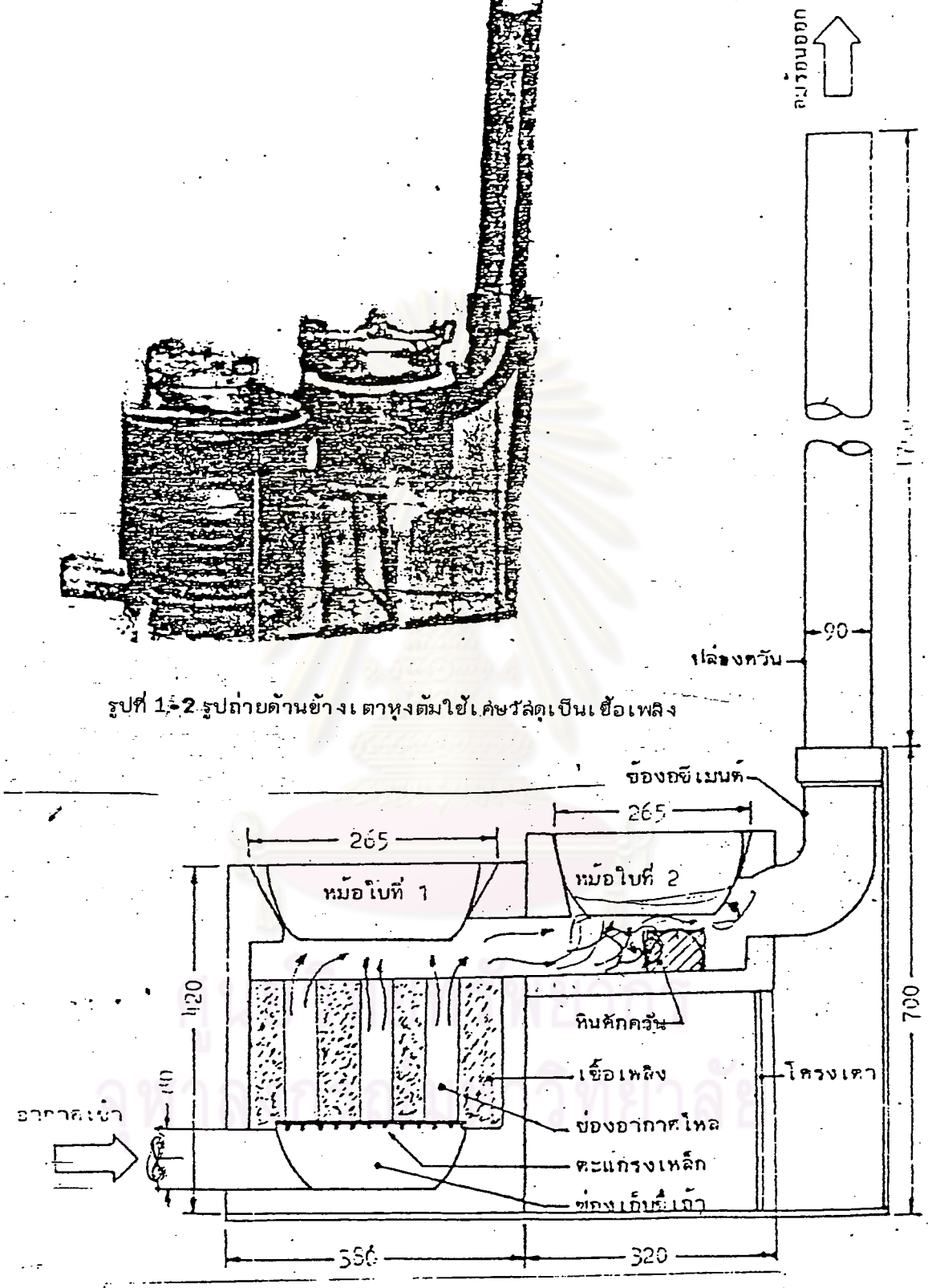
จากผลการทดลองของ ดร.จุลละพงศ์ จุลละโพธิ และนายพิเชษฐ สุนทรวรากาศ เรื่อง "ประสิทธิภาพของเตาถ่าน" รายงานการวิจัยเสนอต่อที่ประชุมวิชาการ เรื่อง วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อการพัฒนาภาคเหนือ สมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย เชียงใหม่ 22-24 ธันวาคม 2521 พบว่าเตาถ่านเตาแบบเดิมรูปที่ 1-4 มีประสิทธิภาพเตาประมาณ 15.7% โดยเฉลี่ย

ส่วนผลงานของ ดร.จุลละพงศ์ จุลละโพธิ และนายเกรียงศักดิ์ กุนทีกาญจน์ ได้มุ่งหมายที่จะพัฒนารูปแบบของเตาถ่านเพื่อลดปริมาณความร้อนที่สูญเสียไป เตาสองแบบได้ถูกสร้างขึ้นโดยยึดถือโครงสร้างเตาแบบเดิมไว้ โดยเตาแบบที่ 1 รูปที่ 1-5 มีลักษณะคล้ายเตาถ่านทั่วไป แต่ช่องว่างส่วนบนที่เป็นทางออกของเปลวไฟและควันถูกจำกัดให้มีขนาดเล็กลง ประสิทธิภาพเตาประมาณ 24.95%

ส่วนเตาแบบที่สองรูปที่ 1-6 มีลักษณะเป็นเตาคู่ โดยมีที่ใส่ถ่านเตาเดียวเหมือนเดิม แต่ให้มีช่องทางออกของเปลวไฟและควันทางเดียว และนำไปอุ่นน้ำในอีกเตาหนึ่ง ก่อนที่จะปล่อยสู่บรรยากาศ พบว่าประสิทธิภาพของเตา 19.37%



รูปที่ 1-2 รูปถ่ายด้านข้างเตาหุงต้มใช้เศษวัสดุเป็นเชื้อเพลิง



รูปที่ 1-3 ภาพแสดงรูปตัดขวางของเตาหุงต้มใช้เศษวัสดุเป็นเชื้อเพลิง

วิธีการหาประสิทธิภาพของเตา

$$\text{ประสิทธิภาพเตา} = \frac{\text{ปริมาณความร้อนที่นำมาใช้เป็นประโยชน์}}{\text{ปริมาณความร้อนที่ถ่านในเตาสามารถให้ได้}}$$

การต้มน้ำให้เดือดหลาย ๆ ครั้งต่อเนื่องกัน โดยเริ่มตั้งแต่ไฟติดจนกระทั่งไฟรา จะเป็นขีดจำกัดสูงสุดในการนำความร้อนในเตามาใช้เป็นประโยชน์ ทำให้สามารถประเมินปริมาณความร้อนที่ใช้เป็นประโยชน์ได้ดังสมการข้างล่างนี้

$$Q = m.C_P.\Delta T$$

Q = ปริมาณความร้อนที่ทำให้น้ำในหม้อมีอุณหภูมิสูงขึ้นถึงจุดเดือด (cal)

m = มวลของน้ำในหม้อ (gm)

C_P = ค่าความร้อนจำเพาะของน้ำ (Cal/gm-°c)

ΔT = ผลต่างของอุณหภูมิระหว่างจุดเดือดน้ำกับอุณหภูมิเดิม (°C)

และถ้าในการก่อไฟครั้งหนึ่ง ๆ สามารถทำให้น้ำเดือดได้ n ครั้ง ปริมาณความร้อนทั้งหมดจะเท่ากับ $\sum_{i=1}^{n} m_i C_P.\Delta T_i$

ส่วนครั้งสุดท้ายของการหุงต้ม น้ำจะไม่เดือดเนื่องจากไฟรา ดังนั้น ถ้านำเอาปริมาณความร้อนครั้งสุดท้ายตอนน้ำไม่เดือดมารวมด้วย โดยถือว่าเป็นความร้อนที่เป็นประโยชน์ จะได้ปริมาณความร้อนที่นำมาใช้เป็นประโยชน์ทั้งสิ้น

$$\left(\sum_{i=1}^{n} m_i C_P.\Delta T\right)_i + (m_i C_P.\Delta T)_{\text{ครั้งสุดท้าย}}$$

ถ้าให้ h เป็น heating value ของถ่านต่อ 1 หน่วยน้ำหนัก

และ W เป็นน้ำหนักถ่านที่ใช้ (gm)

∴ ปริมาณความร้อนที่ถ่านในเตาสามารถให้ได้ = Wh

$$\text{ประสิทธิภาพของเตาถ่าน} = \frac{\left(\sum_{i=1}^{n} m_i C_P.\Delta T\right)_i + (m_i C_P.\Delta T)_{\text{ครั้งสุดท้าย}}}{Wh}$$

เตาแบบเดิมรูปที่ 1-4

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางปากเตา 23 เซนติเมตร

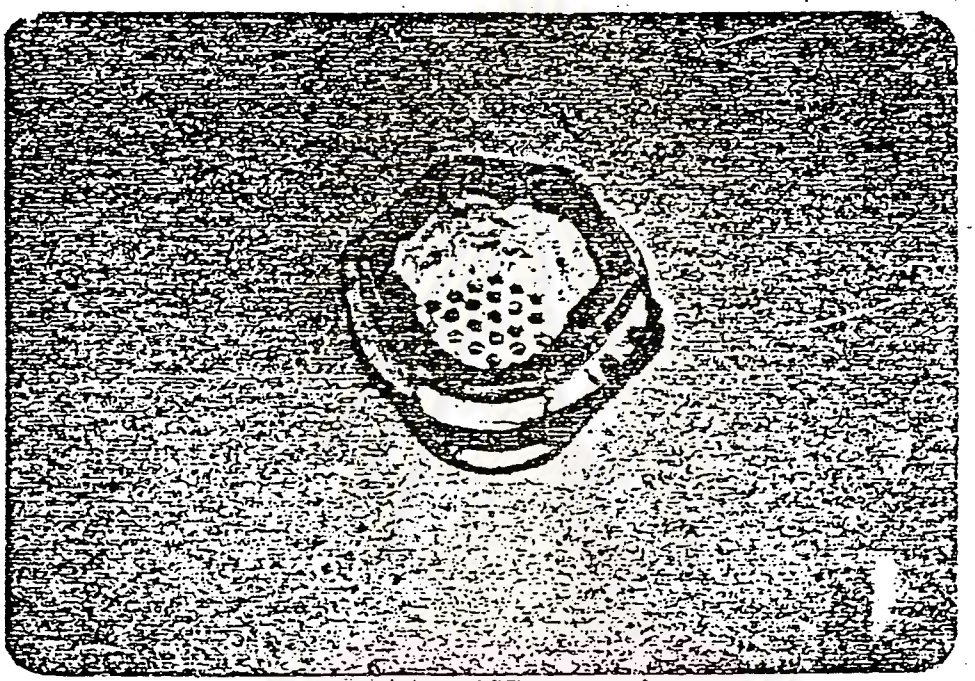
เตาแบบที่ 1 รูปที่ 1-5

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของปากเตา 19 เซนติเมตร มาเลื่อยเอาส่วนที่เป็นเขี้ยงเกินออก ทำให้เหลือส่วนบนของเตา มีลักษณะเรียบ หลังจากนั้นใช้สังกะสีดัดเป็นรูปกรวยประกอบเข้ากับส่วนบนของเตาที่ตกแต่งแล้ว หลังจากนั้นใช้ดินเหนียวพอกสังกะสีให้หนาประมาณ 2 ซม. เสร็จแล้วทำร่องสำหรับให้ควันไฟออก 8 ร่อง โดยให้แต่ละร่องมีขนาดความกว้าง 1 ซม. ลึก 0.5 ซม.

เตาแบบที่ 2 รูปที่ 1-6

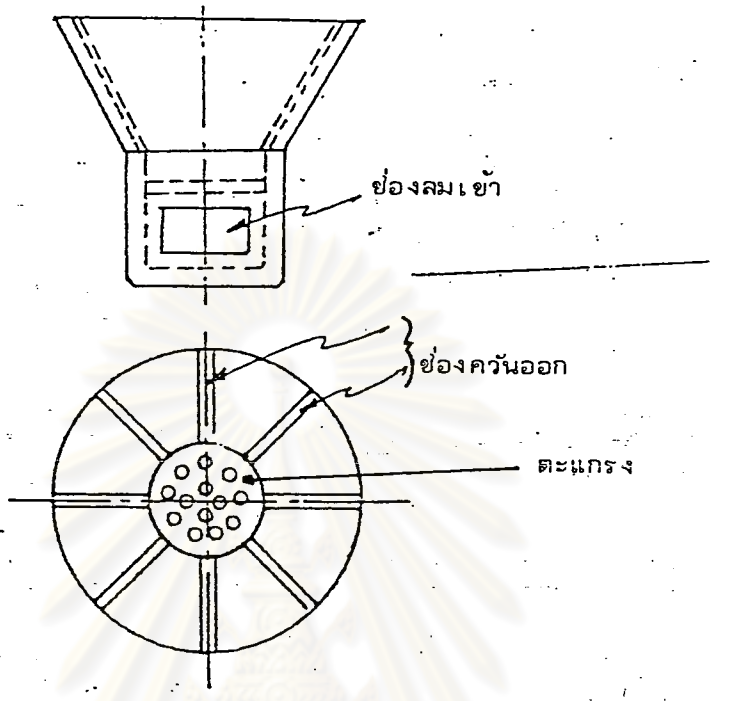
นำเตาธรรมดาขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางปากเตา 27 ซม. มาแต่งให้ขอบด้านบนเรียบเสมอกันตลอด (ตัดส่วนที่เป็นเขี้ยงเกินออก) หลังจากนั้นเล่กัดด้านตรงข้ามกับช่องลมเข้าให้ได้เป็นช่องสี่เหลี่ยม ซึ่งมีความกว้าง 15 ซม. ลึกจากขอบบนของเตากึ่งรังผึ้ง ช่องสี่เหลี่ยมนี้จะใช้เป็นทางออกของควันไฟจากเตาแรก และเข้าสู่เตาที่สอง ซึ่งกระทำขึ้นโดยใช้แผ่นกระเบื้องใยหินปิดส่วนบนของเตาทั้งสอง และประกอบเป็นทางเดินช่องสี่เหลี่ยมที่ช่องทางออกของควันไฟเจาะรูแผ่นที่ปิดข้างบนเพื่อทำเป็นที่วางหม้อ รายละเอียดต่าง ๆ ดังที่กล่าวมาแล้วจะเห็นได้ในรูปที่ 1-6

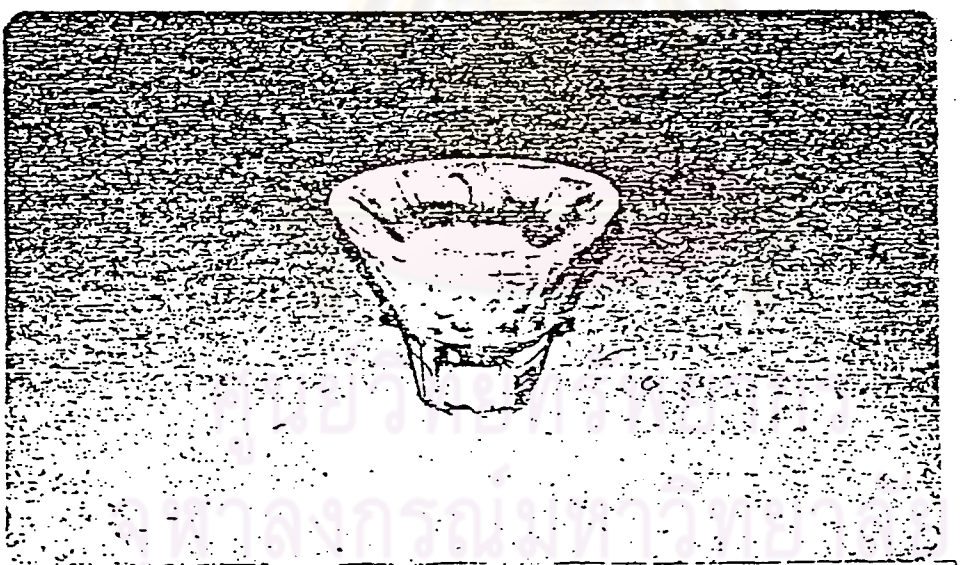
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



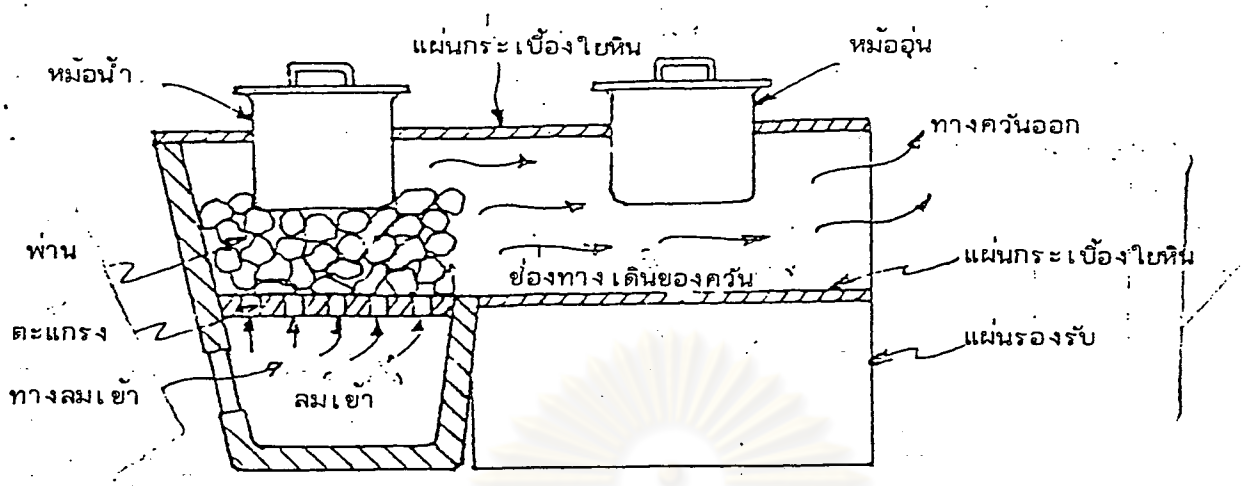
รูปที่ 1-4 เตาแบบเดิม

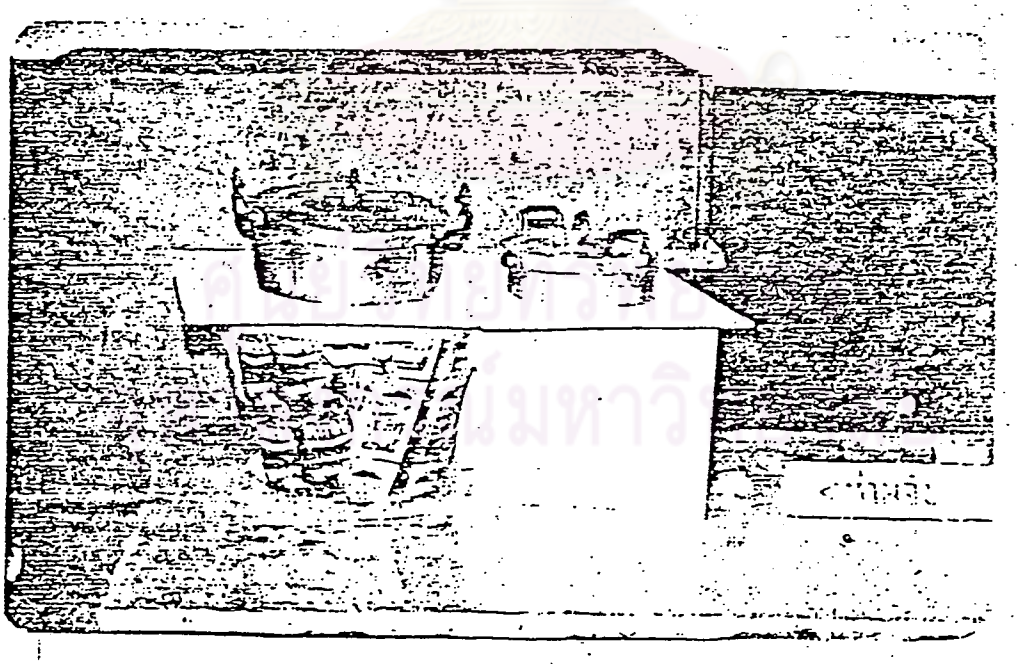
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย





รูปที่ 1-5 เตาแบบที่ 1





รูปที่ 1-6 เตาแบบที่ 2