บทที่ 5

วิจารณ์ผลการทดลอง

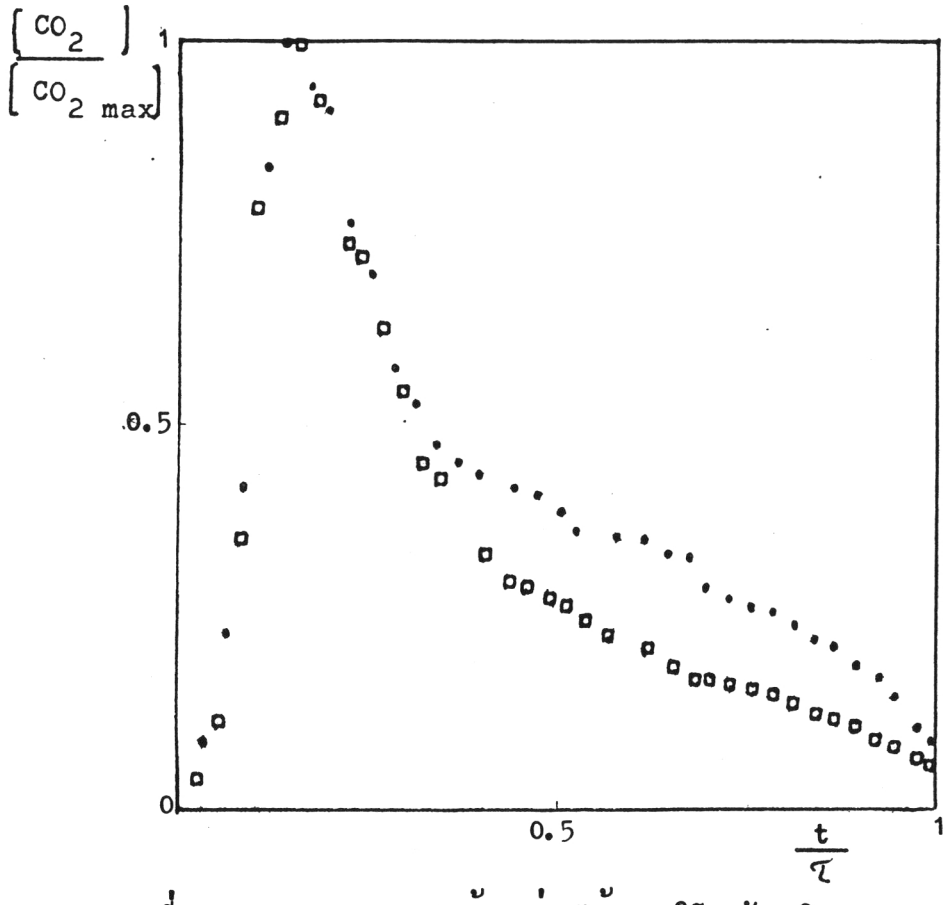
5.1 อิทธิพลของตัวแปรต่าง ๆ ในการเผาไหม้

5.1.1 ลักษณะช่องอากาศเข้า

การปรับลักษณะช่องอากาศเข้า ก็คือ การปรับอัตราการผ่านของอากาศ H. Kreisinger,F.K.Ovitz และ C.E. Augustine (12) อธิบายว่า ถ้าเพิ่มอัตราการผ่านอากาศ ค่าสูงสุดของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะมีค่ามากขึ้นจากเดิมเล็กน้อย และถ้าลดอัตราการผ่านอากาศ ก็จะมีผลให้ค่าสูงสุดของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้น ต่ำลงกว่าเดิม ผลจากการทดลองจะเห็นว่า สอดคล้องกับ Kreisinger คือ เปรียบเทียบกับเชื้อเพลิงชนิดเดียวกันที่มีปริมาณเท่ากัน ค่าสูงสุดของความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้น เมื่อให้ช่องอากาศอยู่ในลักษณะปิดหมดจะน้อยกว่าเมื่อช่องอากาศอยู่ในลักษณะเปิดครึ่งหนึ่ง และน้อยกว่าเมื่อช่องอากาศเปิดเต็มที่ กล่าวคืออัตราการเผาไหม้ที่สมบูรณ์จะขึ้นอยู่กับปริมาณของอากาศที่ให้มากเกินพอ (excess air)

เมื่อลักษณะของช่องอากาศเข้าอยู่ในลักษณะต่างกัน มีผลให้อุณหภูมิอากาศร้อนที่ออกจากปล่องต่างกัน คือ เมื่อช่องอากาศเปิดเต็มที่ อากาศจะเข้าได้มาก จึงทำให้อัตราการเผาไหม้ในห้องเผาไหม้สูงขึ้น อุณหภูมิของอากาศร้อนที่ออกจากปล่องจึงสูงกว่า เมื่อช่องอากาศเปิดครึ่งหนึ่งและปิดหมด และอากาศที่เข้าได้มากกว่านี้ยังนำความร้อนของอากาศร้อนออกจากปล่องได้มากกว่าด้วย

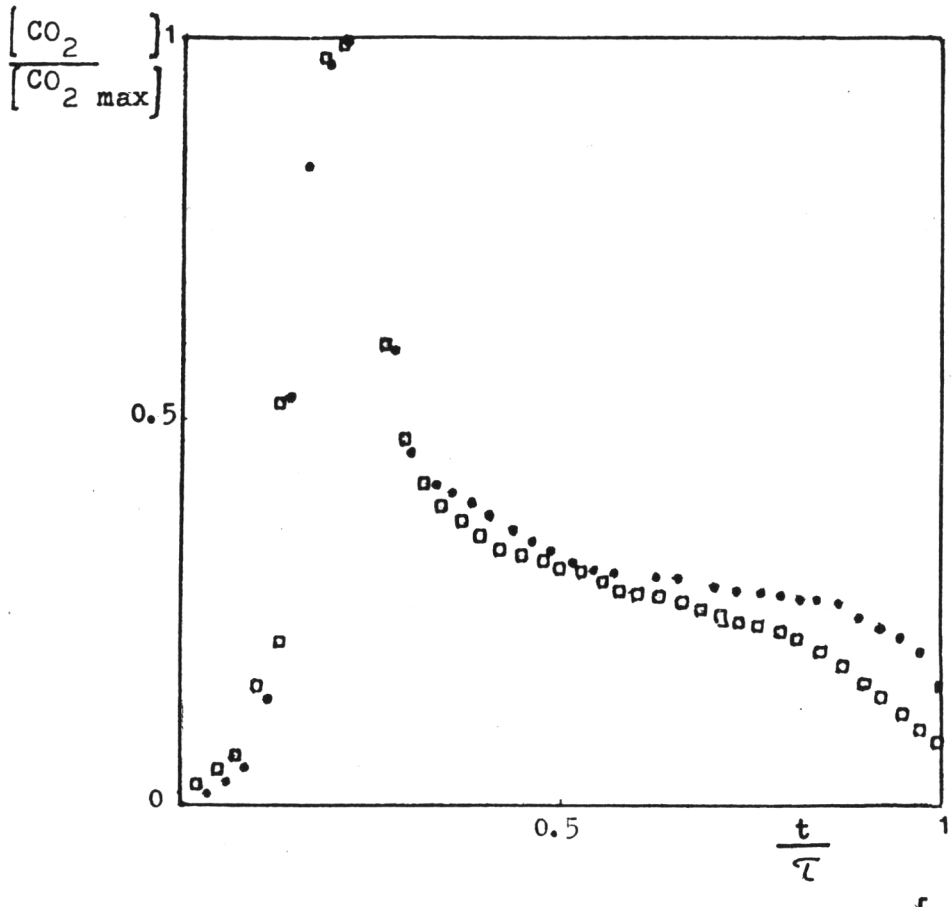
พิจารณาจากรูป 5.1 และ 5.2 จะเห็นว่า ลักษณะการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงชนิดเดียวกัน ปริมาณเท่ากันแต่ลักษณะช่องอากาศต่างกัน การเผาไหม้จะคล้ายกัน แต่จะเริ่มต่างกันเมื่อเวลาการเผาไหม้ผ่านไปร้อยละ 30 ของเวลาการเผาไหม้ทั้งหมด หรือเมื่อเชื้อเพลิงเผาไหม้ไปประมาณร้อยละ 50 ของเชื้อเพลิงทั้งหมด ทั้งนี้เพราะในขณะนั้นอุณหภูมิของเตาถึงจุดสูงสุด และปริมาณของอากาศที่ไหลผ่านเตามีอัตรามากที่สุดตามลักษณะของช่องอากาศที่ควบคุมได้ ลักษณะการเปิด



รูปที่ 5.1 แสดงการเผาไหม้ของถ่านไม้ 10 กิโลกรัม ในรูปของ $\left[\frac{CO_2}{CO_{2\ max}}\right]$ กับ $\frac{t}{\tau}$

เมื่อ • – ลักษณะช่องอากาศปิดหมด

▫ – ลักษณะช่องอากาศเปิดครึ่งหนึ่ง



รูปที่ 5.2 แสดงการเผาไหม้ของลิกไนท์ 10 กิโลกรัม ในรูปของ $\left[\frac{CO_2}{CO_{2\,max}}\right]$ กับ $\frac{t}{\tau}$

เมื่อ • – ลักษณะช่องอากาศปิดหมด

□ – ลักษณะช่องอากาศเปิดครึ่งหนึ่ง

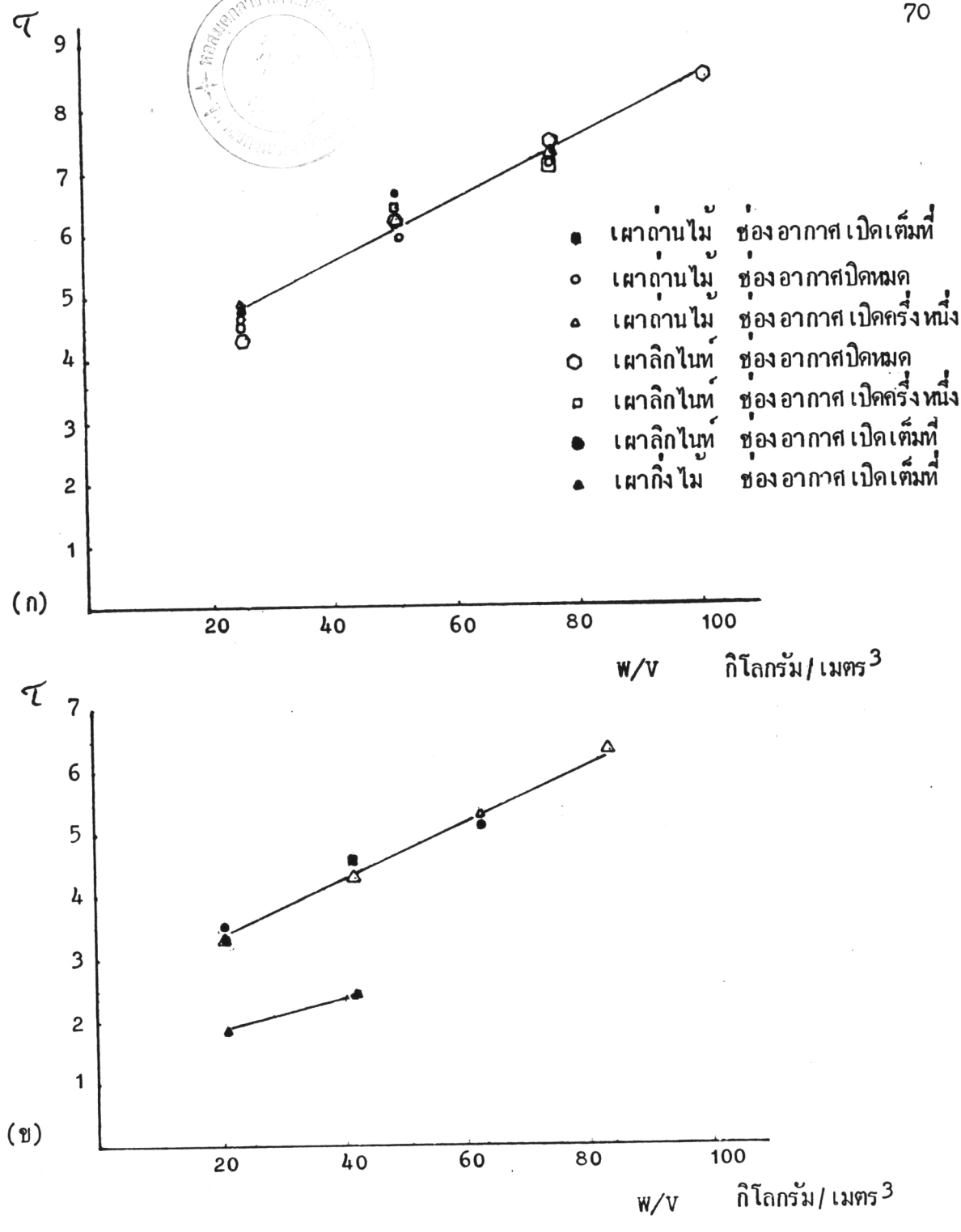
ช่องอากาศจึงมีอิทธิพลต่อการเผาไหม้ในช่วงดังกล่าว ตามรูป 5.1 และ 5.2

5.1.2 ชนิดเชื้อเพลิง

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างถ่านไม้และลิกไนท์ ที่มีปริมาณเท่ากันและลักษณะการให้อากาศเหมือนกัน จะพบว่าค่าสูงสุดของความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้น และอุณหภูมิที่จุดต่าง ๆ สำหรับถ่านไม้จะมีค่าสูงกว่าลิกไนท์ ที่เป็นเช่นนี้ก็เนื่องจากคุณสมบัติของเชื้อเพลิงถ่านไม้มีค่าของปริมาณความร้อน ปริมาณคาร์บอนคงตัว สูงกว่าลิกไนท์ ส่วนปริมาณความชื้น ปริมาณเถ้า ปริมาณกำมะถันในถ่านไม้มีน้อยกว่าในลิกไนท์ พิจารณารูปที่ 5.1 และ 5.2 จะเห็นว่าอัตราการเกิดของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในช่วงเริ่มการเผาไหม้คือ ในช่วงเวลาร้อยละ 25 ของเวลาการเผาไหม้ทั้งหมด ถ่านไม้จะเพิ่มขึ้นเร็วกว่าลิกไนท์ และจุดสูงสุดของความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ สำหรับถ่านไม้จะถึงเร็วกว่าลิกไนท์ คือถ่านไม้จะใช้เวลาประมาณร้อยละ 18 ของเวลาการเผาไหม้ทั้งหมด ส่วนลิกไนท์ใช้เวลาประมาณร้อยละ 23 ของเวลาการเผาไหม้ทั้งหมด ทั้งนี้เพราะปริมาณเถ้าของถ่านไม้มีน้อยกว่าลิกไนท์ อัตราการเผาไหม้จึงสูงกว่า และความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ถึงจุดสูงสุดได้เร็วกว่า ในช่วงหลังอัตราการเผาไหม้ของถ่านไม้ก็ยังคงสูงกว่าลิกไนท์ ทำให้ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นลดลงได้เร็วกว่าลิกไนม์ด้วย

5.1.3 ปริมาณเชื้อเพลิง

สำหรับเชื้อเพลิงชนิดเดียวกัน ลักษณะช่องอากาศเข้าเหมือนกันเมื่อมีปริมาณเชื้อเพลิงต่างกัน จะพบว่าถ้าปริมาณเชื้อเพลิงสูงขึ้น อุณหภูมิที่จุดต่าง ๆ จะสูงขึ้น เช่น ถ่านไม้ 5 กิโลกรัม ช่องอากาศเข้าเปิดครึ่งหนึ่ง อุณหภูมิสูงสุดของอากาศร้อนที่ปล่อง 159 องศาเซลเซียส ขณะที่ถ่านไม้ 10 กิโลกรัม อุณหภูมิสูงสุดของอากาศร้อนที่ปล่อง 216 องศาเซลเซียส และถ่านไม้ 15 กิโลกรัม อุณหภูมิสูงสุดของอากาศร้อนที่ปล่อง 295 องศาเซลเซียส สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเชื้อเพลิงกับเวลาในการเผาไหม้หมด แสดงในรูป 5.3 จะเห็นว่าเมื่อเพิ่มปริมาณเชื้อเพลิง เวลาในการเผาไหม้เชื้อเพลิงทั้งหมดก็เพิ่มขึ้นด้วย จากข้อมูลระหว่างเวลาในการเผาไหม้ทั้งหมด (Y) กับสัดส่วนการใช้เชื้อเพลิง (W/V) ได้นำมาทำ linear regression ได้สมการเส้นตรง



รูปที่ 5.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเชื้อเพลิงและเวลาในการเผาไหม้ทั้งหมด

ก. เตาหุ้มฉนวน

ข. เตาไม่หุ้มฉนวน

แสดงความสัมพันธ์ดังนี้ คือ $\tau = a + b \frac{W}{V}$

1) สำหรับเตาที่หุ้มฉนวน

$\tau = 3.5 + 0.049 \frac{W}{V}$: (correlation coefficient = 0.98)

2) สำหรับเตาที่ไม่หุ้มฉนวน

$\tau = 2.5 + 0.046 \frac{W}{V}$: (correlation coefficient = 0.99)

ซึ่งใช้ได้ทั้งถ่านไม้และลิกไนท์ เมื่อสัดส่วนการใช้เชื้อเพลิงอยู่ระหว่าง 25 กิโลกรัม/เมตร^3 และ 100 กิโลกรัม/เมตร^3

จะเห็นได้ว่า ระยะเวลาที่การเผาไหม้จนเชื้อเพลิงหมดนั้น มีลักษณะใกล้เคียงกันทั้งเตาที่หุ้มฉนวนและไม่หุ้มฉนวน การที่มีค่า a ในสมการนั้น ไม่ได้หมายความว่า เมื่อมีเชื้อเพลิงน้อย ๆ จะยังใช้เวลานาน ในเตาที่หุ้มฉนวนมีค่า a สูงกว่าในเตาที่ไม่หุ้มฉนวนเล็กน้อย เนื่องจากเตาที่ไม่หุ้มฉนวนจะสูญเสียความร้อนมากกว่าทำให้เตาเย็นลงเร็วกว่า

อย่างไรก็ตาม ค่า a และ b ของเตาลักษณะเดียวกันควรจะเหมือนกัน จึงอาจใช้ค่าเฉลี่ยได้ดังนี้

$\tau = 3.0 + 0.048 \frac{W}{V}$

5.2 การกระจายความร้อนในเตา

5.2.1 ผลของช่องอากาศและชนิดของเชื้อเพลิงต่อการสูญเสียความร้อน

จากตารางที่ 5.1 จะเห็นว่าเชื้อเพลิงชนิดเดียวกันและปริมาณเท่ากัน เมื่อเผาไหม้ในเตาที่ไม่ได้หุ้มฉนวน จะได้ค่าความร้อนของอากาศร้อนที่ห้องเผาไหม้ที่ 2 ลดลง เมื่อลดขนาดของช่องอากาศเข้า และเช่นเดียวกันเมื่อเผาในเตาที่หุ้มฉนวนแล้ว ค่าความร้อนของอากาศร้อนที่ห้องเผาไหม้ที่ 2 จะลดลงในลักษณะเดียวกัน

จากตารางที่ 5.2 จะเห็นว่า ปริมาณความร้อนที่สูญเสียไปจากห้องเผาไหม้ที่ 1

ตารางที่ 5.1 เปรียบเทียบปริมาณความร้อนทั้งหมดของอากาศร้อนที่ห้องเผาไหม้ที่ 2 ของเชื้อเพลิงต่างชนิด ต่างปริมาณ และลักษณะช่องอากาศเข้าต่าง ๆ กัน

ชนิดเชื้อเพลิง	ลักษณะเตา	ลักษณะช่องอากาศเข้า	ปริมาณเชื้อเพลิง (กก.)	Q_2 (กิโลแคลอรี่)	η (ร้อยละ)
ถ่านไม้	ไม่ได้หุ้มฉนวน	ปิดหมด	5	6.1×10^3	17.9
	"	เปิดครึ่งหนึ่ง	5	7.9×10^3	23.2
	"	เปิดเต็มที่	5	8.0×10^3	23.5
	"	เปิดครึ่งหนึ่ง	10	1.3×10^4	19.1
	"	เปิดเต็มที่	10	1.6×10^4	24.1
	"	ปิดหมด	15	1.6×10^4	15.7
	"	เปิดครึ่งหนึ่ง	15	2.1×10^4	25.7
	"	เปิดครึ่งหนึ่ง	20	2.6×10^4	19.3
	หุ้มฉนวน	ปิดหมด	5	9.0×10^3	26.5
	"	เปิดครึ่งหนึ่ง	5	1.1×10^4	33.0
	"	ปิดหมด	10	1.3×10^4	19.1
	"	เปิดครึ่งหนึ่ง	10	2.3×10^4	33.8
	"	ปิดหมด	15	2.1×10^4	26.6
	"	เปิดครึ่งหนึ่ง	15	3.1×10^4	30.4
ลิกไนท์	หุ้มฉนวน	ปิดหมด	5	5.6×10^3	21.3
	"	เปิดครึ่งหนึ่ง	5	6.2×10^3	23.4
	"	เปิดเต็มที่	5	6.6×10^3	25.0
	"	ปิดหมด	10	1.1×10^4	20.8
	"	เปิดครึ่งหนึ่ง	10	1.3×10^4	24.9
	"	เปิดเต็มที่	10	1.6×10^4	30.4
	"	ปิดหมด	15	1.4×10^4	17.6
	"	เปิดครึ่งหนึ่ง	15	2.2×10^4	28.2
	"	เปิดเต็มที่	15	2.4×10^4	30.2
	"	ปิดหมด	20	2.5×10^4	23.6

ตารางที่ 5.2 เปรียบเทียบปริมาณความร้อนทั้งหมดของอากาศร้อนในห้องเผาไหม้ที่ 2 ของเชื้อเพลิงที่เป็นถ่านไม้และลิกไนท์ ซึ่งมีปริมาณ 10 กิโลกรัม ในเตาเผาที่หุ้มฉนวนแล้ว และลักษณะช่องอากาศเข้าต่าง ๆ กัน

ชนิดเชื้อเพลิง	ลักษณะช่องอากาศเข้า	ปริมาณเชื้อเพลิง (กก.)	Q_{ex}	Q_2	$Q_{loss\ 1}$	$Q_{loss\ 2}$
ถ่านไม้	ปิดหมด	10	8.15×10^3	1.26×10^4	4.95×10^4	4.45×10^3
	เปิดครึ่งหนึ่ง	10	1.47×10^4	2.3×10^4	3.91×10^4	8.3×10^3
ลิกไนท์	ปิดหมด	10	6.38×10^3	1.1×10^4	3.39×10^4	4.62×10^3
	เปิดครึ่งหนึ่ง	10	7.19×10^3	1.32×10^4	3.39×10^4	6.01×10^3
	เปิดเต็มที่	10	9.4×10^3	1.61×10^4	2.88×10^4	6.7×10^3

($Q_{loss\ 1}$) มีค่าปริมาณ 4-11 เท่าของความร้อนที่สูญเสียไปในห้องเผาไม้ที่ 2 ($Q_{loss\ 2}$) โดยที่การสูญเสียจะลดลง เมื่อเพิ่มขนาดของช่องอากาศเข้า (ตัวอย่างการคำนวณ $Q_{loss\ 1}$ และ $Q_{loss\ 2}$ แสดงในภาคผนวก ค ข้อ 2)

ถ่านไม้ซึ่งมีค่าปริมาณความร้อน 6,800 กิโลแคลอรี่/กิโลกรัม ซึ่งประมาณ 1.28 เท่าของลิกไนท์ เมื่อเผาในเตาลักษณะนี้ จะมีการสูญเสียความร้อนปริมาณ 1.35 เท่าของการสูญเสียของความร้อนเมื่อใช้ลิกไนท์ ดังแสดงในตารางที่ 5.2

5.2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเชื้อเพลิงและ η

พิจารณารูปที่ 5.4 แสดงถึงความสัมพันธ์ของ η กับปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ในการเผาไม้ โดยที่

$$\eta = \frac{\text{ปริมาณความร้อนทั้งหมดของอากาศร้อนที่ห้องเผาไหม้ที่ 2}}{\text{ปริมาณความร้อนทั้งหมดที่เชื้อเพลิงให้}} \times 100$$

จากรูป ก สำหรับเชื้อเพลิงชนิดเดียวกัน เมื่อเผาในเตาที่ไม่หุ้มฉนวนจะมีค่า η น้อยกว่าเมื่อหุ้มฉนวนแล้ว

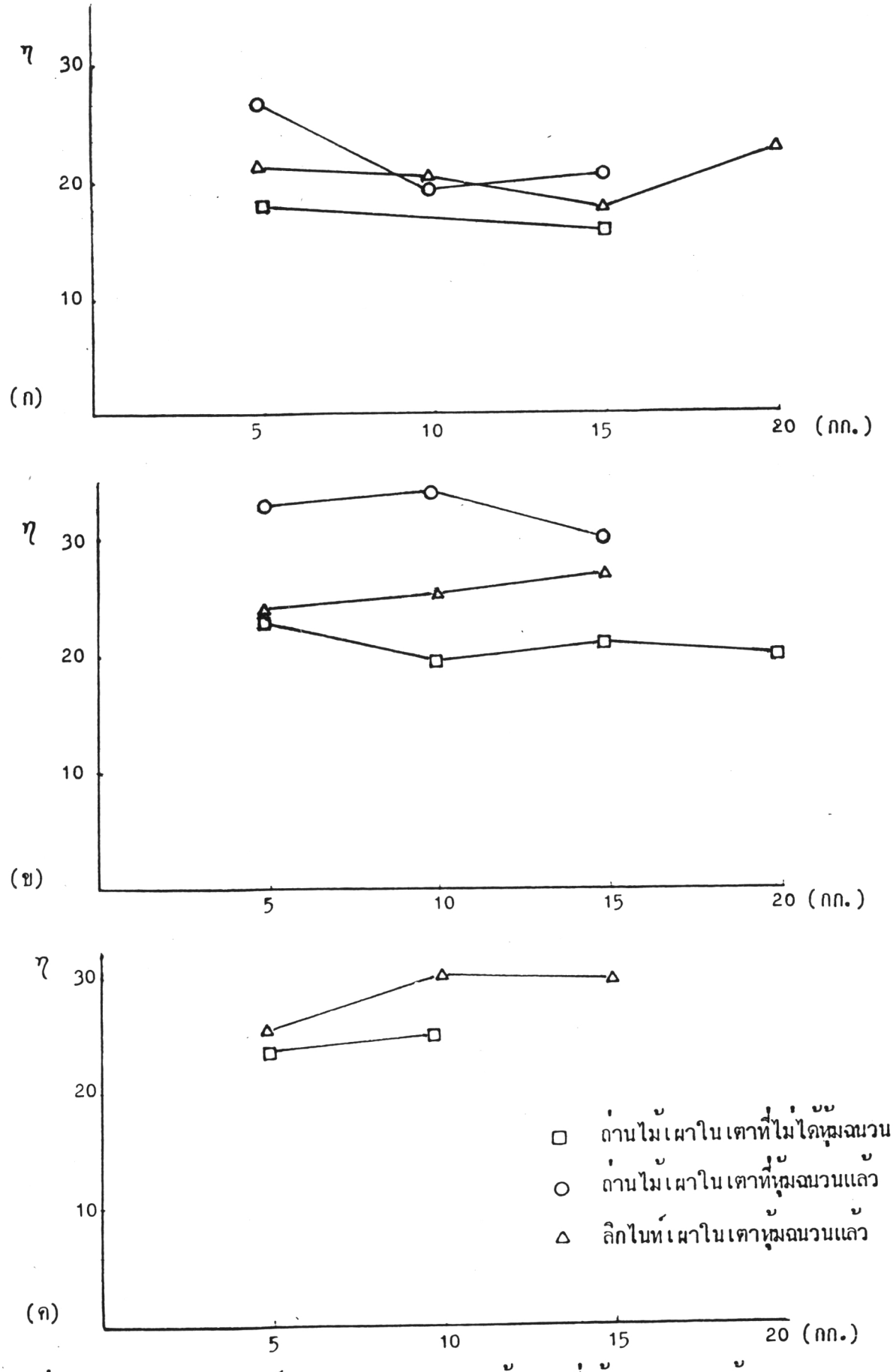
จากรูป ข เมื่อเผาไหม้ถ่านไม้ในเตาที่ช่องอากาศเปิดครึ่งหนึ่ง เมื่อเพิ่มปริมาณเชื้อเพลิงจาก 5 กิโลกรัม เป็น 10 กิโลกรัม ค่า η ยังคงมากขึ้น แต่เมื่อเพิ่มเชื้อเพลิงเป็น 15 กิโลกรัม ค่า η กลับน้อยลง แสดงว่าอากาศที่ให้ในการเผาไหม้ถ่าน 10 กิโลกรัมยังพอเพียง แต่สำหรับ 15 กิโลกรัม อากาศไม่พอแก่การเผาไหม้เชื้อเพลิง ปริมาณนี้จึงทำให้ η ต่ำ

สำหรับรูป ค เป็นการเผาไหม้เมื่อช่องอากาศเปิดเต็มที่ จะเห็นว่าค่า η จะสูงขึ้นเมื่อปริมาณเชื้อเพลิงเพิ่มขึ้น แสดงว่าปริมาณของอากาศในการเผาไหม้พอเพียงแก่ปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ ค่าของ η จึงสูงขึ้น

5.3 สมการทั่วไปสำหรับการเผาไหม้เชื้อเพลิงแข็งในเตา

ถ้าให้ $\phi = 1 - \frac{[CO_{2\ acc.}]}{[CO_{2\ total}]}$ (ตัวอย่างการคำนวณ ϕ แสดงไว้ในภาคผนวก ค ข้อ 3)

นั่นคือ $\phi = \frac{\text{ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ยังไม่เกิดขึ้น}}{\text{ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทั้งหมด}}$



รูปที่ 5.4 แสดงความสัมพันธ์ของ η กับปริมาณของเชื้อเพลิงที่ใช้ในการเผาไหม้

ก. เมื่อช่องอากาศอยู่ในลักษณะปิดหมด

ข. เมื่อช่องอากาศอยู่ในลักษณะเปิดครึ่งหนึ่ง

ค. เมื่อช่องอากาศอยู่ในลักษณะเปิดเต็มที่

จากบทที่ 2 หัวข้อ 2.3 แบบจำลอง

$$1 - X_B = \frac{\text{ปริมาตรของส่วนที่ยังไม่เกิดปฏิกิริยา}}{\text{ปริมาตรทั้งหมด}} = \left(\frac{r_c}{R}\right)^3$$

ดังนั้น $\phi \propto (1 - X_B)$

$$\phi = \beta(1 - X_B) = \beta\left(\frac{r_c}{R}\right)^3 \quad \text{เมื่อ } \beta = \text{ค่าคงที่}$$

จากทฤษฎี เมื่อพิจารณาผลรวมของการต้านทานอัตราการเผาไหม้ จะได้ว่า

$$t/\tau_{\text{total}} = t/\tau_{\text{film alone}} + t/\tau_{\text{ash alone}} + t/\tau_{\text{reaction alone}}$$

$$t/\tau_{\text{total}} = a\left[1-\left(\frac{r_c}{R}\right)^3\right] + b\left[1-3\left(\frac{r_c}{R}\right)^2 + 2\left(\frac{r_c}{R}\right)^3\right] + c\left[1-\frac{r_c}{R}\right]$$

เมื่อ a, b, c = ค่าคงที่

$$t/\tau = \beta_0 + \beta_1\phi^{1/3} + \beta_2\phi^{2/3} + \beta_3\phi \quad \text{เมื่อ } \beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3 = \text{ค่าคงที่รวม}$$

เมื่อ $t = 0$, $\phi = 0$ นั่นคือ $\beta_0 = 0$

ดังนั้น $t/\tau = \beta_1\phi^{1/3} + \beta_2\phi^{2/3} + \beta_3\phi$

จากข้อมูลที่ได้จากการทดลองจะทราบค่า t/τ และ ϕ จึงสามารถหาค่า $\beta_1, \beta_2, \beta_3$ ของแต่ละชุดการเผาไหม้ได้โดยวิธี least square fit สมการข้างบนกับข้อมูลผลแสดงไว้อยู่ในตารางที่ 5.3

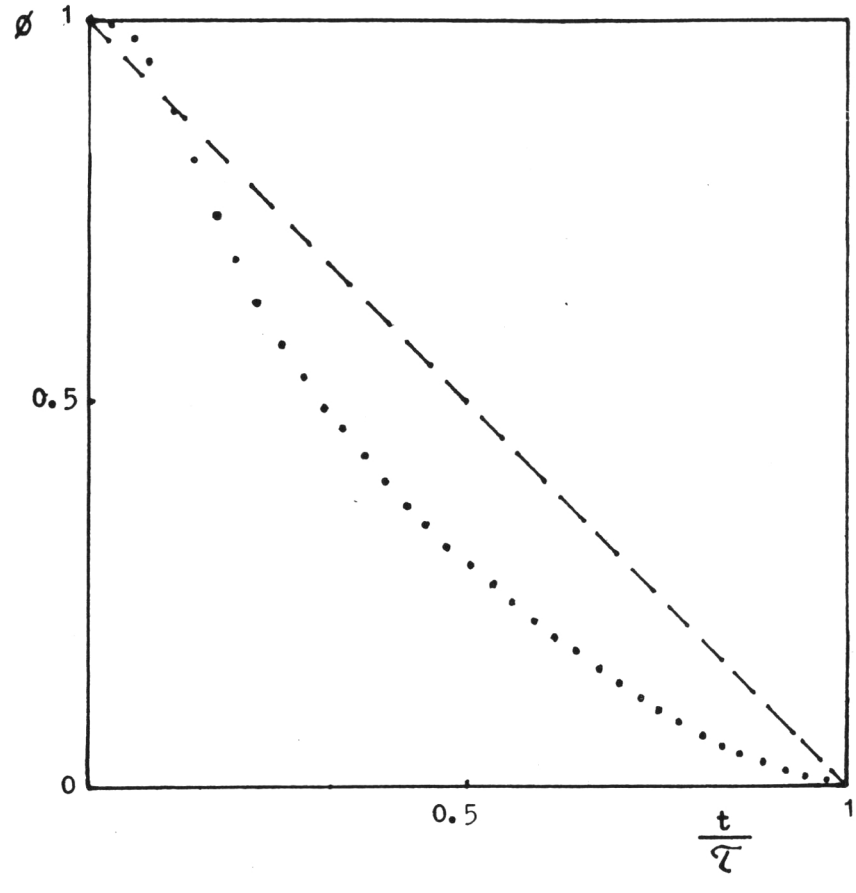
5.3.1 ถ่านไม้

เมื่อเผาถ่านไม้ในเตาที่มีลักษณะช่องอากาศปิดหมดและเปิดครึ่งหนึ่ง ผลของการเผาไหม้จะให้ลักษณะกราฟตามรูป 5.5, 5.6 ซึ่งใกล้เคียงกับทฤษฎี ดังรูป 2.11 กล่าวคือการเผา

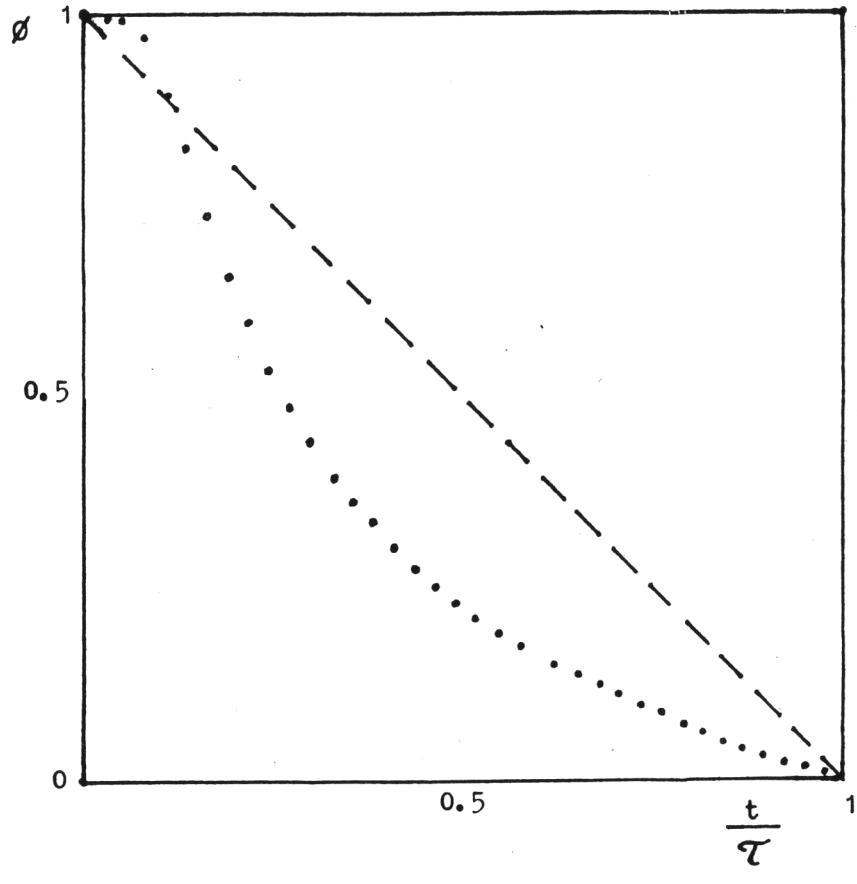
ตารางที่ 5.3 สมการทั่วไปของความสัมพันธ์ระหว่าง ϕ กับเวลาการเผาไหม้

$$\frac{t}{\tau} = \beta_1 \phi^{1/3} + \beta_2 \phi^{2/3} + \beta_3 \phi$$

เชื้อเพลิง		ช่องอากาศเข้า	β_1	β_2	β_3
ชนิด	ปริมาณ (กก.)				
ถ่านไม้	5	ปิดหมด	6.5	-13.4	7.2
	5	เปิดครึ่งหนึ่ง	6.2	-12.7	6.7
	10	ปิดหมด	6.5	-13.4	7.1
	10	เปิดครึ่งหนึ่ง	6.4	-13.7	7.4
	เฉลี่ย		6.4	-13.3	7.1
	ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน		0.1	0.4	0.3
ลิกไนท์	5	เปิดครึ่งหนึ่ง	6.2	-12.3	6.3
	5	เปิดหมด	5.4	- 9.5	4.2
	10	ปิดหมด	6.1	-11.8	5.9
	10	เปิดครึ่งหนึ่ง	6.1	-11.6	5.6
	10	เปิดเต็มที่	6.1	-11.8	5.8
	15	ปิดหมด	6.1	-13.2	7.2
	เฉลี่ย		6.0	-11.7	5.8
	ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน		0.3	1.2	1.0



รูปที่ 5.5 แสดงการเผาไหม้ของถ่านไม้ 10 กิโลกรัม ช่องอากาศเข้าปิดหมด ในรูปของ ϕ v.s $\frac{t}{\tau}$



รูปที่ 5.6 แสดงการเผาไหม้ของถ่านไม้ 10 กิโลกรัม ช่องอากาศเข้าเปิดครึ่งหนึ่ง ในรูปของ ϕ v.s. $\frac{t}{\tau}$

ไหม้เป็นแบบควบคุมโดยขั้นตอนการเกิดปฏิกิริยาเคมีมากกว่าโดยขั้นตอนที่ออกซิเจนซึมผ่านก๊าซฟิล์มและผ่านเถ้า สำหรับในช่วงแรก การที่ค่าของ ϕ สูงกว่าเมื่อเทียบกับทฤษฎีก็เพราะว่าในช่วงแรกที่เผาไหม้ ใช้เชื้อเพลิงชนิดอื่นเป็นตัวล่อ และขณะนั้นการติดไฟของเชื้อเพลิงยังไม่ติดหมดทั้งกอง และอุณหภูมิในห้องเผาไหม้ยังไม่ต่างกับภายนอกมากนัก จึงทำให้การไหลของอากาศไม่มากนัก การลุกไหม้ขณะนั้นก็อาศัยอากาศในห้องเผาไหม้ ค่าที่วัดได้จึงอาจเป็นค่าของปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของเชื้อเพลิงที่ใช้จุดไฟ ผสมกับปริมาณของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดจากถ่านไม้ จึงทำให้ค่าของ ϕ สูงกว่าที่ควรจะเป็น

สำหรับลักษณะความแตกต่างของช่องอากาศเข้า ก็มีผลต่อค่า ϕ เพียงเล็กน้อย เมื่อลักษณะช่องอากาศเปิดครึ่งหนึ่ง ค่าของ ϕ จะลดลงเร็วกว่าเมื่อช่องอากาศปิดหมด ทั้งนี้เพราะเมื่อเชื้อเพลิงลุกไหม้แล้วทั้งกองของเชื้อเพลิง เชื้อเพลิงจึงต้องการอากาศเพื่อให้เกิดการเผาไหม้ต่อไป จึงเกิดการไหลของอากาศ แต่เนื่องจากถูกบังคับด้วยช่องอากาศเข้า ดังนั้นเมื่อช่องอากาศเข้าปิดหมด อัตราการไหลจึงช้ากว่าเปิดครึ่งหนึ่ง และทำให้การลดลงของ ϕ ช้ากว่าด้วย

ลักษณะการเผาไหม้ของถ่านไม้ในเตาชนิดนี้แสดงได้ดังสมการ

$$t/\tau = 6.4\,\phi^{1/3} - 13.3\,\phi^{2/3} + 7.1\,\phi$$

5.3.2 ลิกไนท์

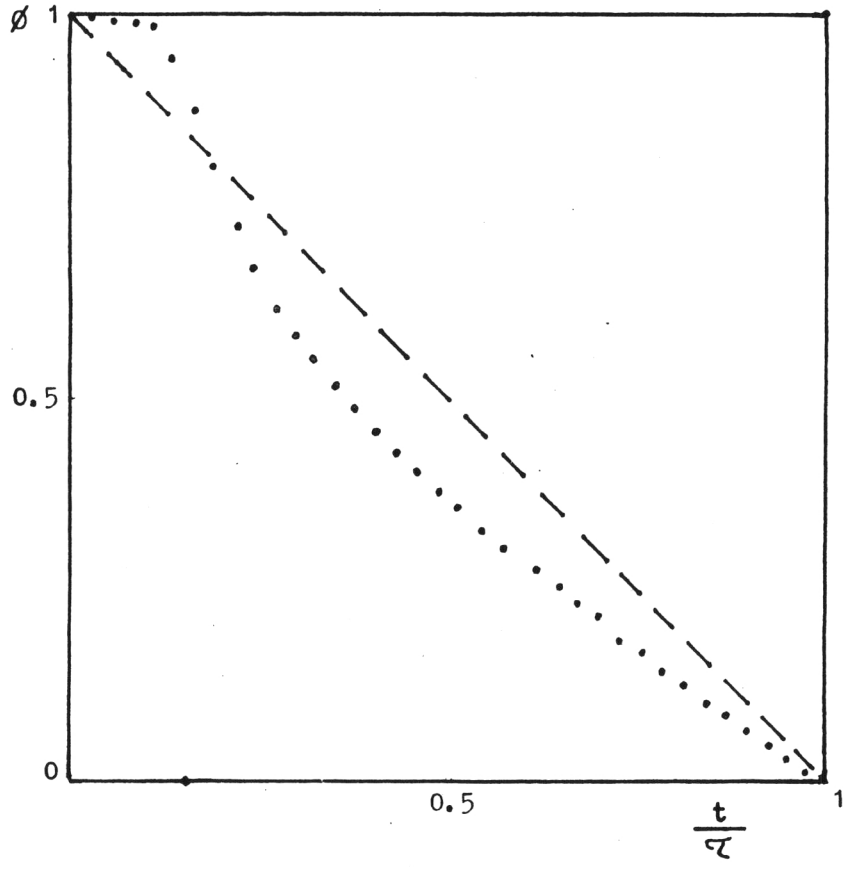
การเผาลิกไนท์ในเตาที่มีลักษณะช่องอากาศปิดหมดและเปิดครึ่งหนึ่งนั้น ผลของการเผาไหม้จะให้ลักษณะตามรูป 5.7 และ 5.8 กล่าวคือการเผาไหม้น่าจะเป็นแบบควบคุมโดยขั้นตอนการเกิดปฏิกิริยาเคมีมากกว่า โดยขั้นตอนที่ออกซิเจนแพร่ผ่านก๊าซฟิล์มและผ่านเถ้า สำหรับในช่วงแรกมีลักษณะเช่นเดียวกับถ่านไม้ แต่เนื่องจากลิกไนท์จุดติดไฟได้ยากกว่า จึงต้องใช้เชื้อเพลิงชนิดอื่นในการจุดไฟมากกว่าถ่านไม้ และเวลาที่ใช้ในการติดไฟมากกว่าด้วย จึงทำให้ช่วงแรกของกราฟที่โค้งขึ้นนั้น ใช้เวลานานกว่าถ่านไม้ สำหรับลักษณะความแตกต่างของช่องอากาศเข้า ก็มีผลต่อค่า ϕ เช่นเดียวกับถ่านไม้

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างถ่านไม้และลิกไนท์ จะเห็นว่า การลดลงของ ϕ สำหรับถ่านไม้จะลดลงเร็วกว่าลิกไนท์ ทั้งนี้เพราะถ่านไม้จุดติดไฟได้เร็วกว่า และเมื่อเผาไหม้ก็สามารถเผา

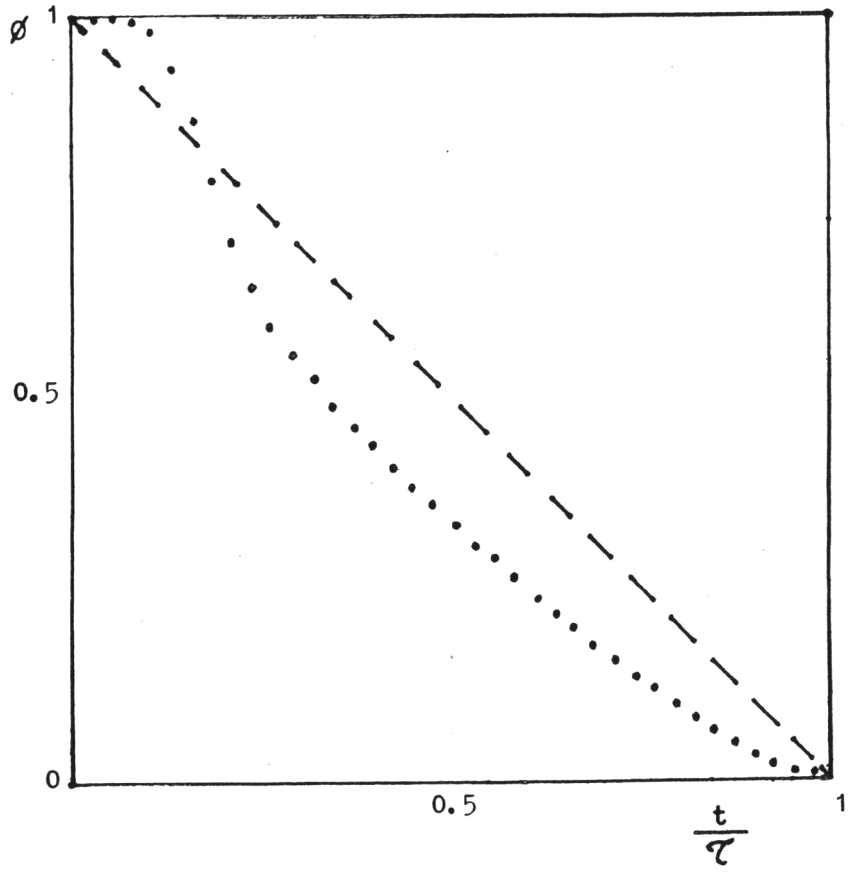
ไหม้ได้ทั่วทั้งกองได้เร็วกว่า เมื่ออัตราการเผาไหม้เร็วกว่า อัตราการลดลงของ ϕ ก็ต้องเร็วกว่าด้วย

ลักษณะการเผาไหม้ลิกไนท์แสดงได้ดังสมการ

$$t/\tau = 6.0\,\phi^{1/3} - 11.7\,\phi^{2/3} + 5.8\,\phi$$



รูปที่ 5.7 แสดงการเผาไหม้ของลิกไนท์ 10 กิโลกรัม ช่องอากาศเข้าปิดหมด ในรูปของ ø v.s. $\frac{t}{\tau}$



รูปที่ 5.8 แสดงการเผาไหม้ของลิกไนท์ 10 กิโลกรัม ช่องอากาศเข้าเปิดครึ่งหนึ่งในรูปของ ϕ v.s. $\frac{t}{\tau}$