

ผลการทดลองและอภิปราย

ในบทนี้จะได้กล่าวถึงผลการทดสอบเตาหุงต้มแบบลอรีนา ผลการทดสอบเตาหุงต้มแบบลอรีนาที่พัฒนา การเปรียบเทียบค่าความร้อนที่สูญเสียจากภาชนะโดยวิธีใช้สูตรคำนวณกับวิธีจำลองแบบ การวิเคราะห์หาค่าความร้อนของไม้ฟืนและถ่านที่เหลือจากการเผาไหม้ของไม้ฟืน สมดุลย์ความร้อนของเตา การอภิปรายผลการวิจัย ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1 ผลการทดลอง

ผลการทดสอบเตาหุงต้มแบบลอรีนา เพื่อหาประสิทธิภาพของเตา ประสิทธิภาพของภาชนะและประสิทธิภาพของการหุงต้ม ได้แสดงไว้เป็นกราฟในรูปที่ 4-1, 4-2, 4-3, 4-10, 4-11, 4-12 ผลการทดสอบเตาหุงต้มแบบลอรีนาที่พัฒนาโดยเปลี่ยนแปลง combustion chamber ได้แสดงไว้เป็นกราฟในรูปที่ 4-4, 4-5, 4-6, 4-13, 4-14, 4-15 ผลการทดสอบเตาหุงต้มแบบลอรีนาที่พัฒนาโดยเปลี่ยนแปลงช่องเตาที่สองและสามได้แสดงไว้เป็นกราฟในรูปที่ 4-7, 4-8, 4-9, 4-16, 4-17, 4-18 ส่วนข้อมูลที่ได้จากการทดสอบเตาทั้งหมดได้รวบรวมไว้ในภาคผนวก ก และตัวอย่างการคำนวณแสดงไว้ในภาคผนวก ง

ผลการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบค่าความร้อนที่สูญเสียจากภาชนะโดยวิธีใช้สูตรคำนวณกับวิธีจำลองแบบ ได้แสดงไว้ในตารางที่ ก-1 ในภาคผนวก ค

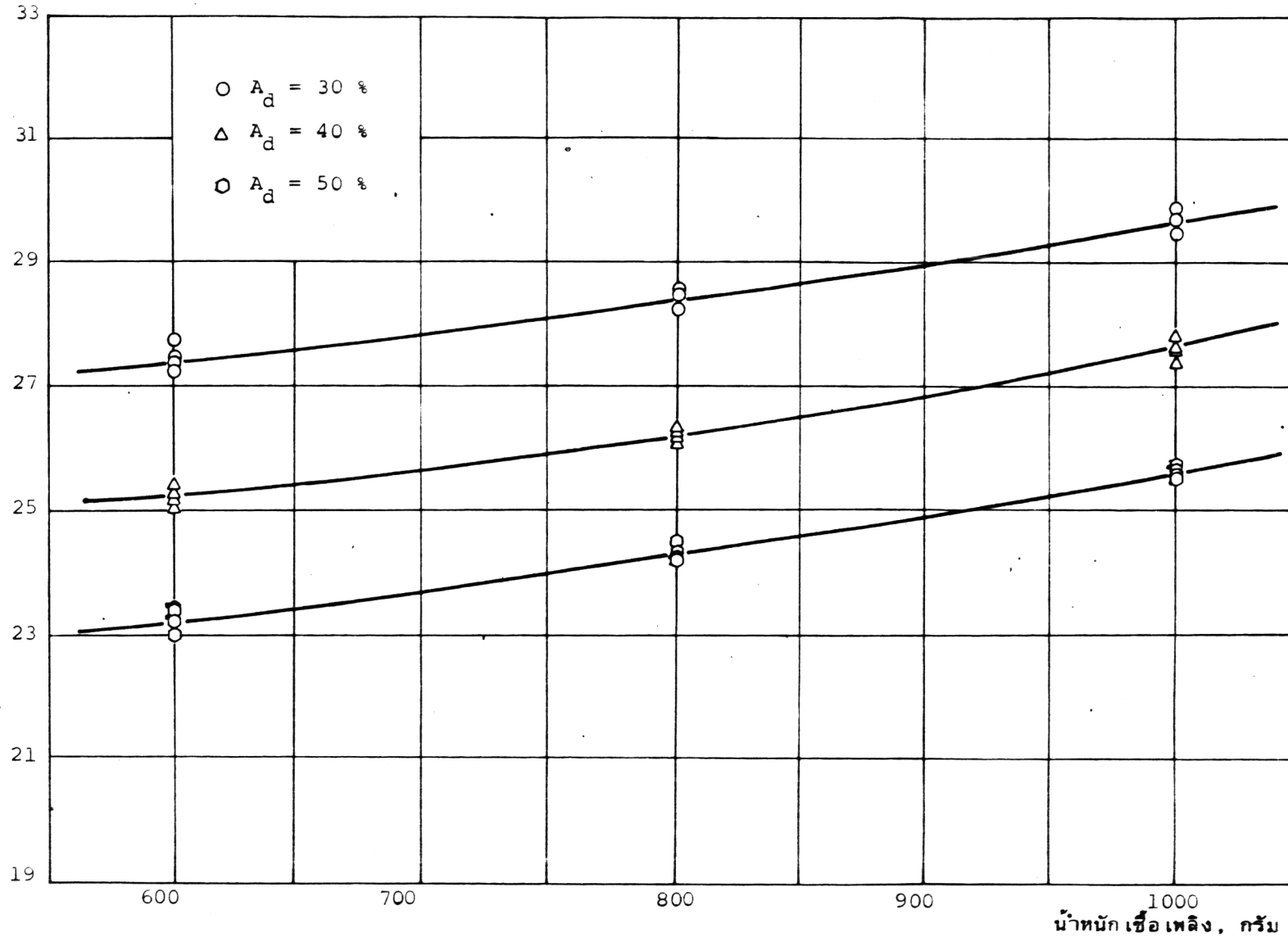
ผลการวิเคราะห์หาค่าความร้อนของไม้ฟืนและถ่านที่เหลือจากการเผาไหม้ของไม้ฟืน ได้รวบรวมไว้ในภาคผนวก ข

ตัวอย่างสมดุลย์ความร้อนของเตา ได้แสดงไว้ในตารางที่ ฉ-1 ในภาคผนวก ฉ

จากรูปที่ 4-1 ถึงรูปที่ 4-9 ค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพของเตา ประสิทธิภาพของภาชนะและประสิทธิภาพของการหุงต้มที่ได้จากการทดสอบเตาทั้งหมด นำมารวมไว้ในตารางที่ 4-1

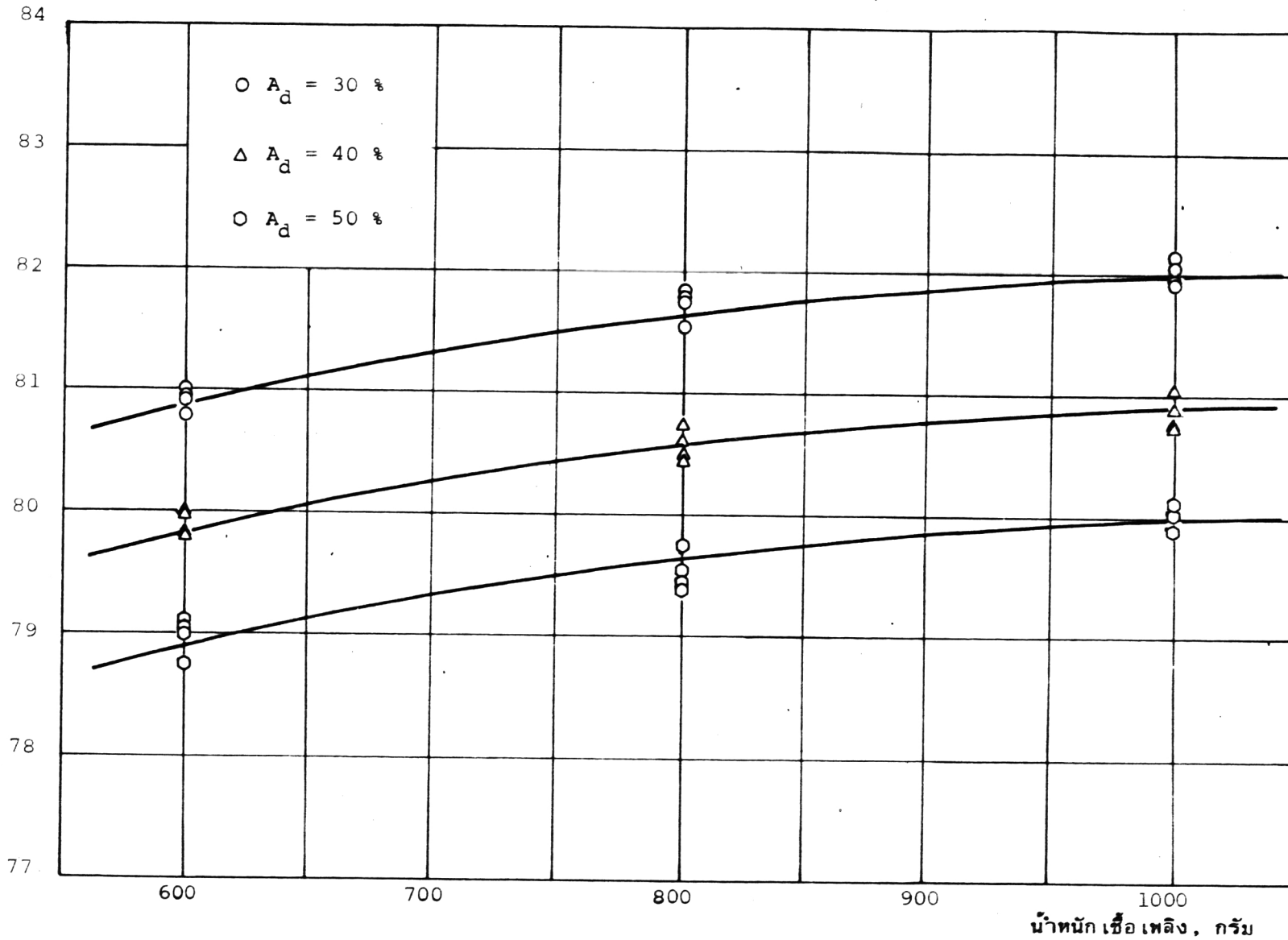
ตารางที่ ก-1 ในภาคผนวก ค เป็นผลการทดลองเพื่อเปรียบเทียบค่าความร้อนที่

ประสิทธิภาพของ เคา, %



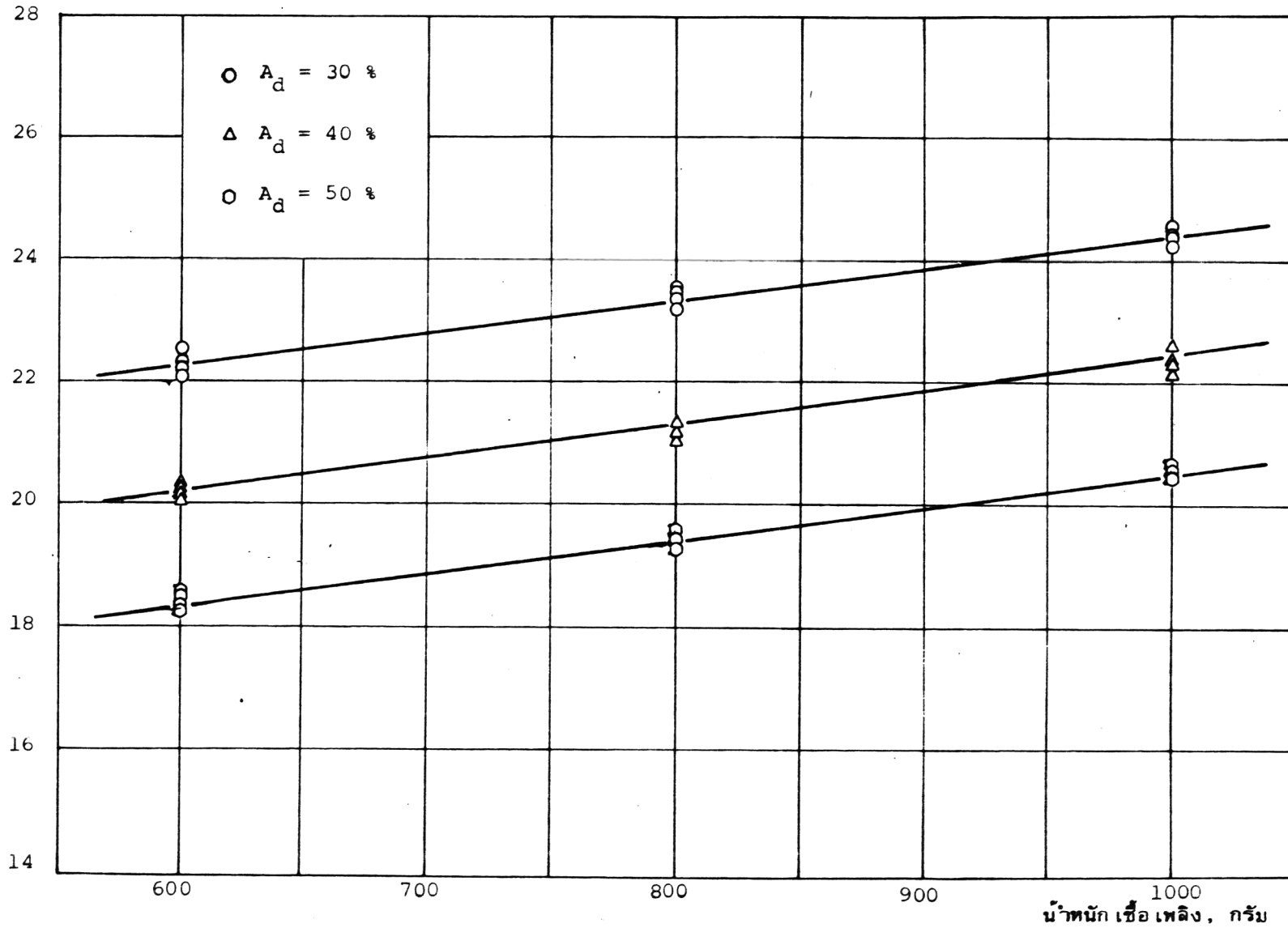
รูปที่ 4-1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพของ เคากับน้ำหนัก เชื้อเพลิงที่ตำแหน่งการ เปิด damper ต่าง ๆ ของ เคาหุงต้มแบบลอรีนา

ประสิทธิภาพของภาชนะ, %



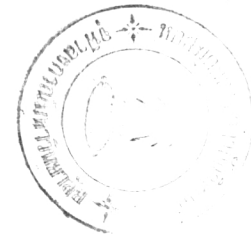
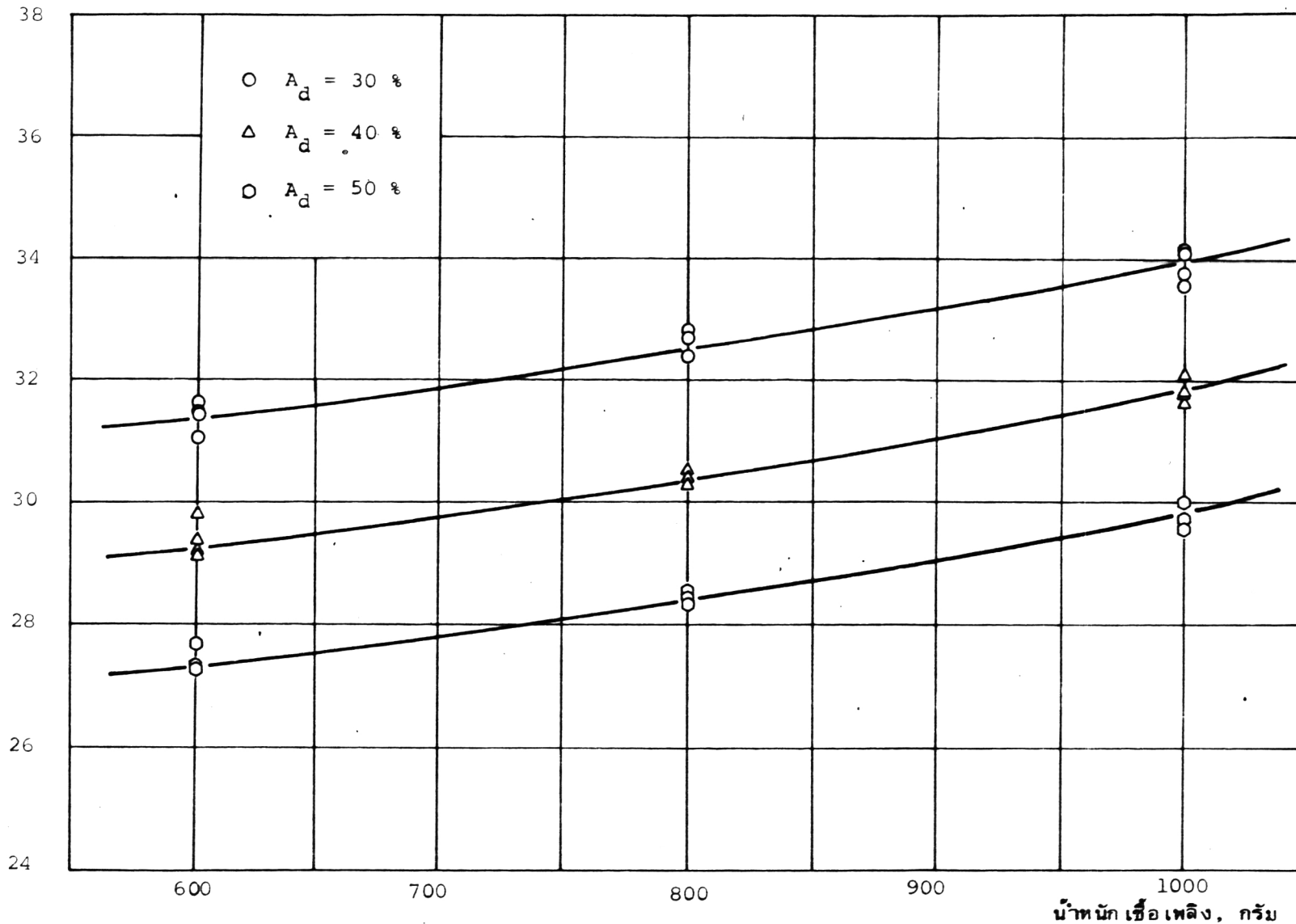
รูปที่ 4-2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพของภาชนะกับน้ำหนัก เชื้อเพลิงที่ตำแหน่งการ เปิด damper ต่าง ๆ ของการหุงต้มแบบลอรีนา

ประสิทธิภาพของการหุงต้ม, %



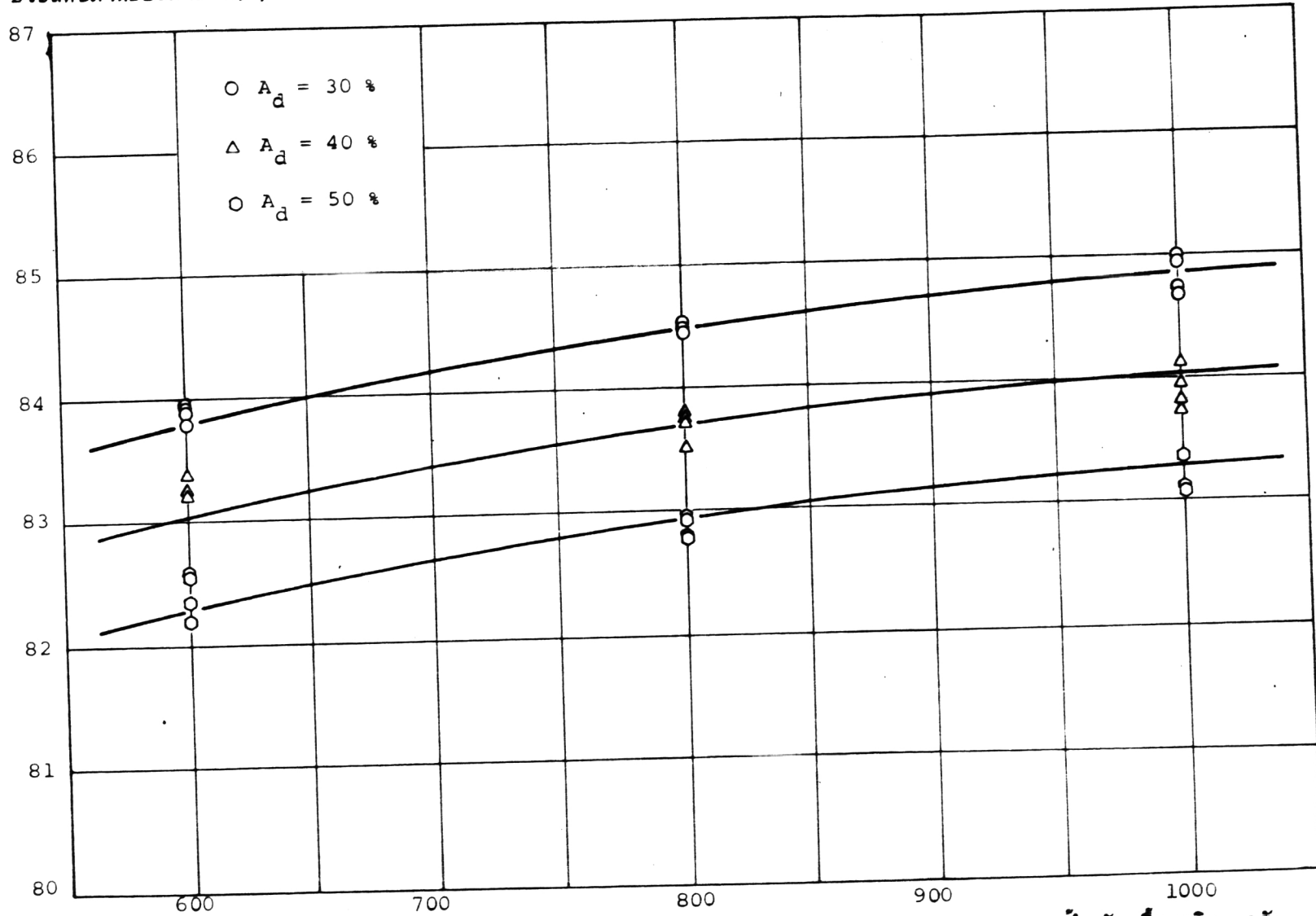
รูปที่ 4-3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพของการหุงต้มกับน้ำหนักเชื้อเพลิงที่ตำแหน่งการเปิด damper ต่าง ๆ ของเตาหุงต้มแบบลอรีนา

ประสิทธิภาพของเตา, %



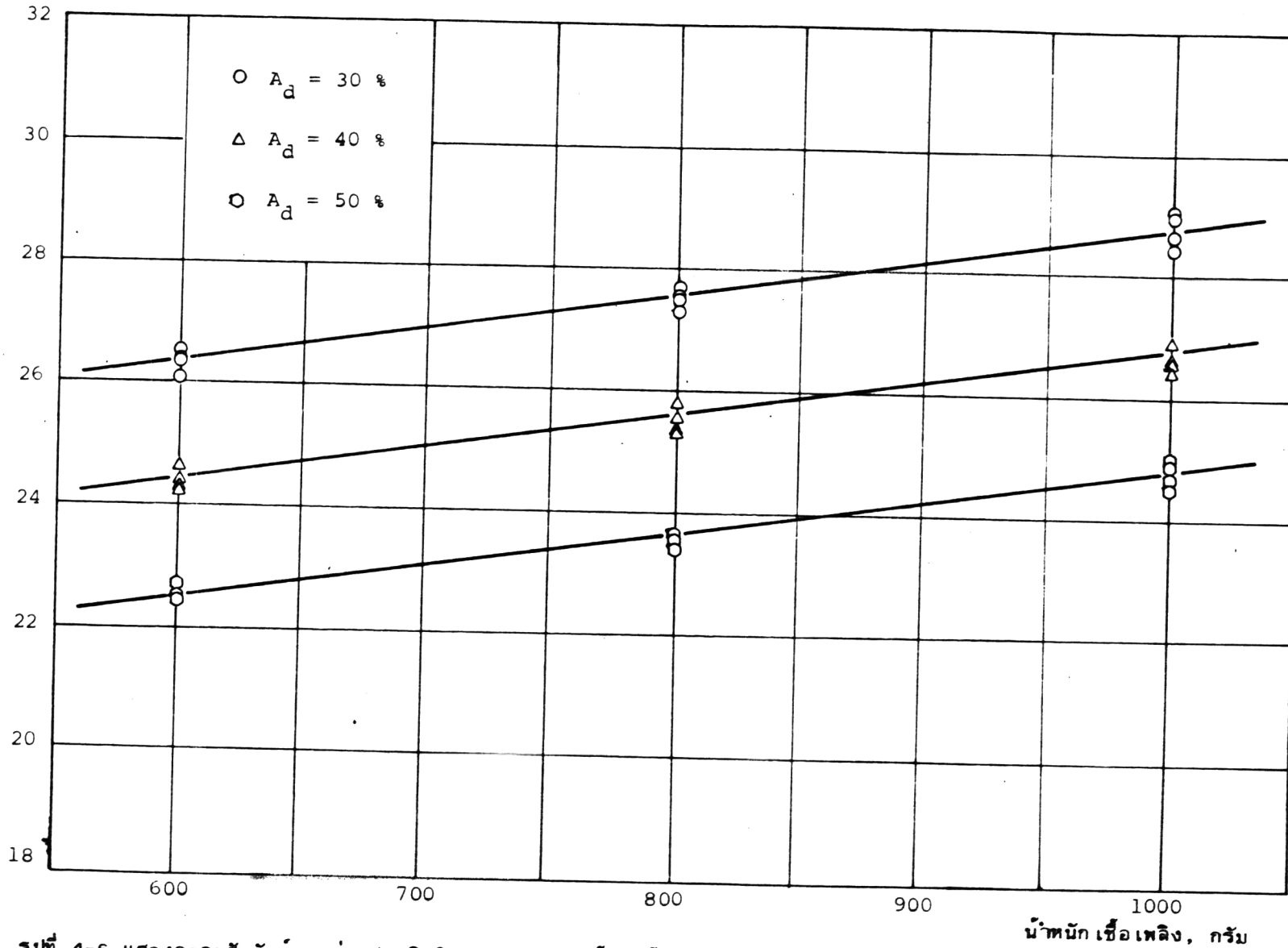
รูปที่ 4-4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพของเตากับน้ำหนักเชื้อเพลิงที่ตำแหน่งการเปิด damper ต่าง ๆ ของเตาทุ้มแบบลอรีนา ที่เปลี่ยนแปลง combustion chamber

ประสิทธิภาพของภาชนะ, %



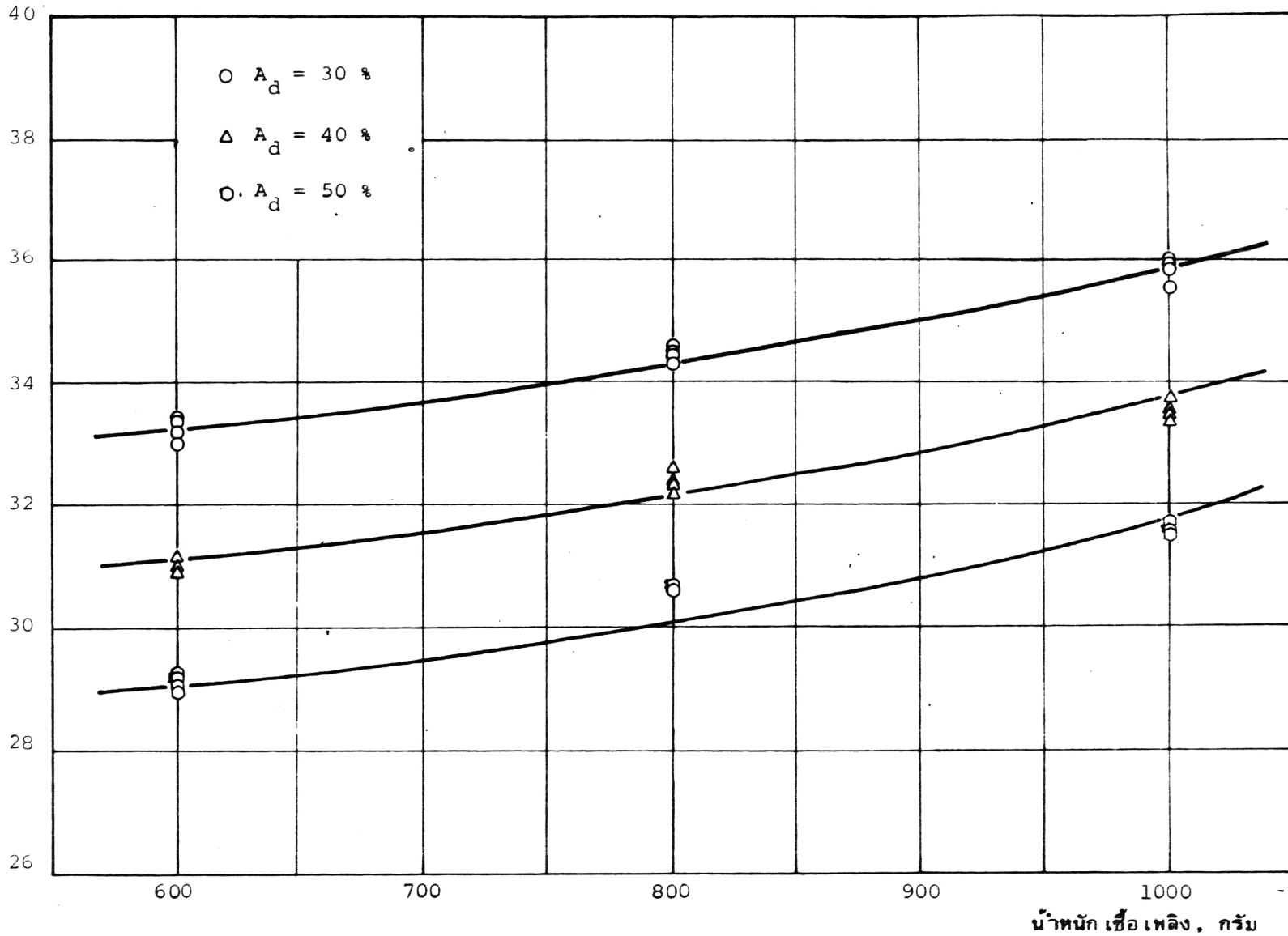
รูปที่ 4-5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพของภาชนะกับน้ำหนัก เชื้อเพลิงที่ตำแหน่งการ เปิด damper ต่าง ๆ ของเตาทุ้งคัม
แบบลอรีนาที่เปลี่ยนแปลง combustion chamber

ประสิทธิภาพของการทงคัม, %



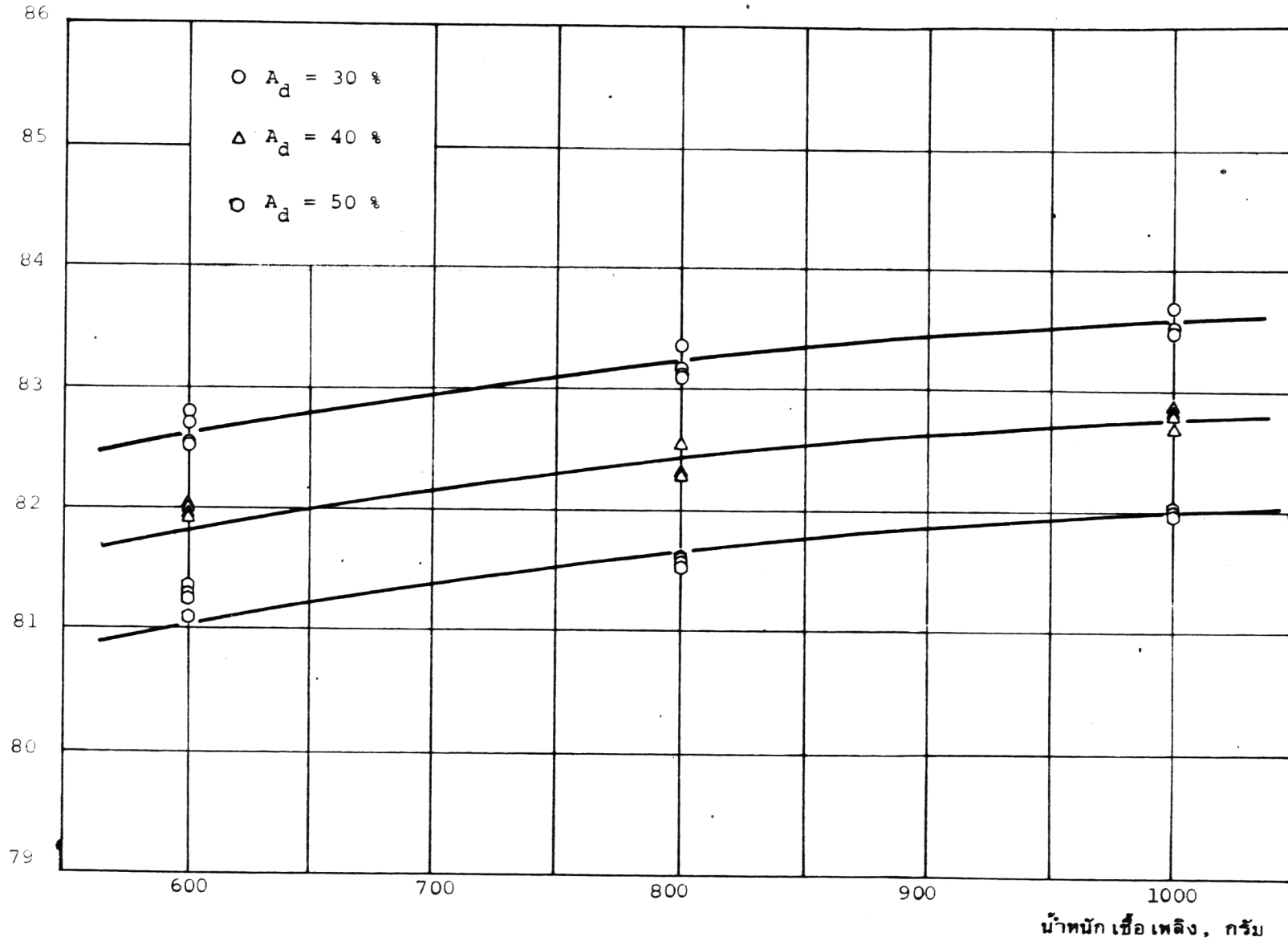
รูปที่ 4-6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพของการทงคัมกับน้ำหนักเชื้อเพลิงที่ตำแหน่งการเปิด damper ต่าง ๆ ของเตาทงคัมแบบลอรีนาที่เปลี่ยนแปลง combustion chamber

ประสิทธิภาพของเตา, %



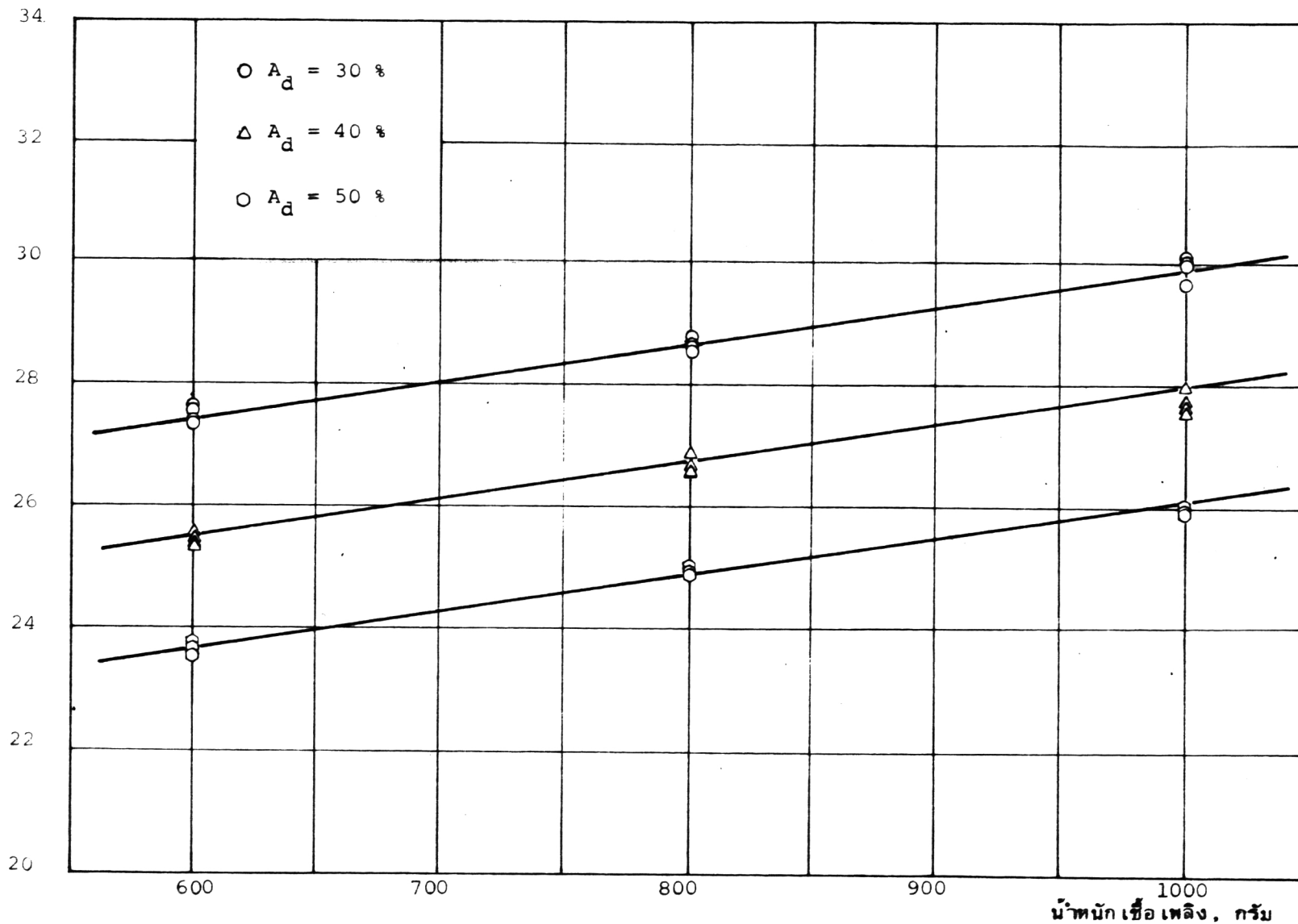
รูปที่ 4-7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพของเตากับน้ำหนัก เชื้อเพลิงที่ตำแหน่งการ เปิด damper ต่าง ๆ ของเตาหุงต้มแบบ ลอรีนาที่ เปลี่ยนแปลงช่อง เตาที่สองและสาม

ประสิทธิภาพของภาชนะ, %

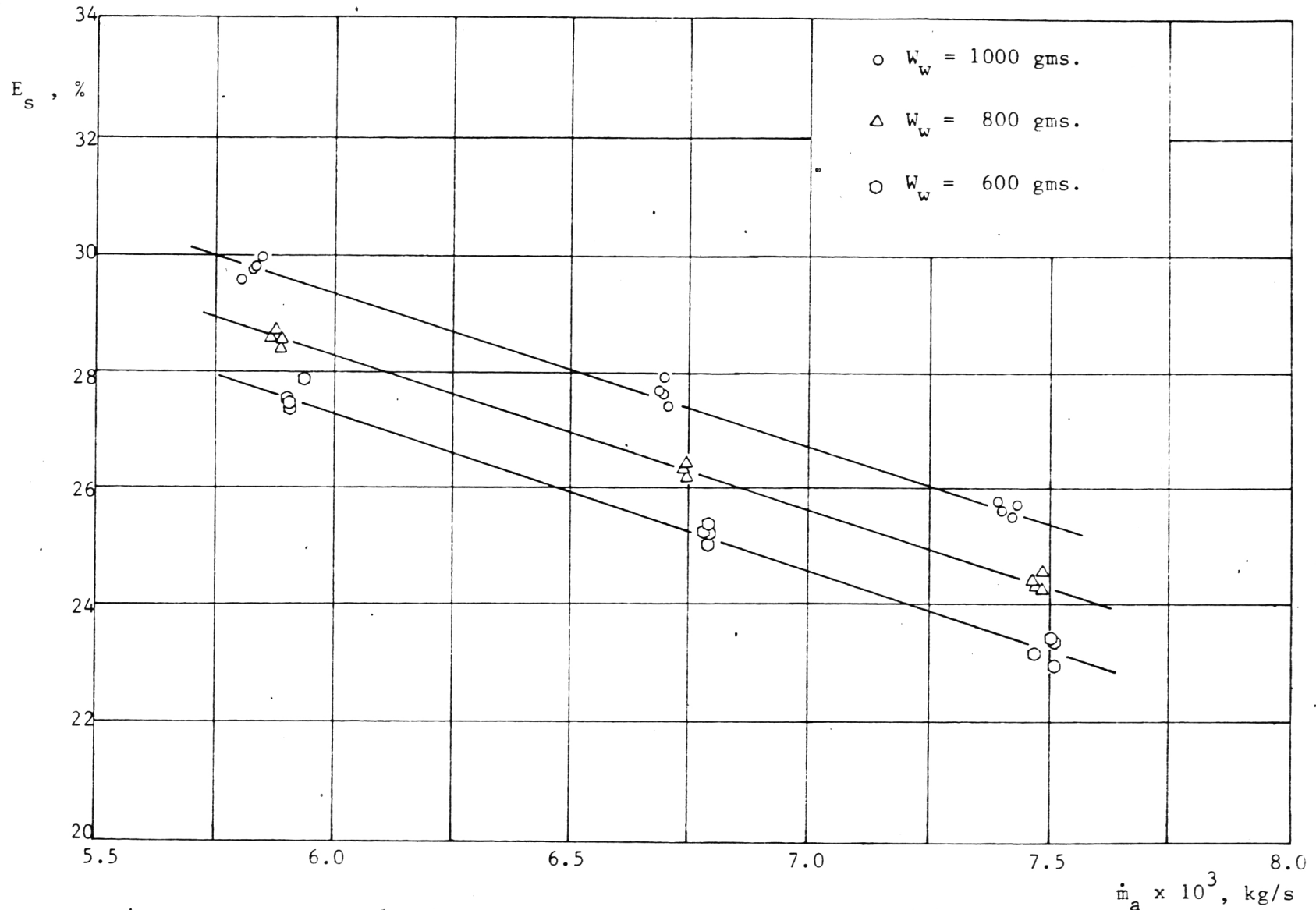


รูปที่ 4-8 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพของภาชนะกับน้ำหนัก เชื้อเพลิงที่ตำแหน่งการ เปิด damper ต่าง ๆ ของเตาทุ้งคัม แบบลอรีนาที่ เปลี่ยนแปลงช่อง เตาที่สองและสาม

ประสิทธิภาพของการทงค้ม, %

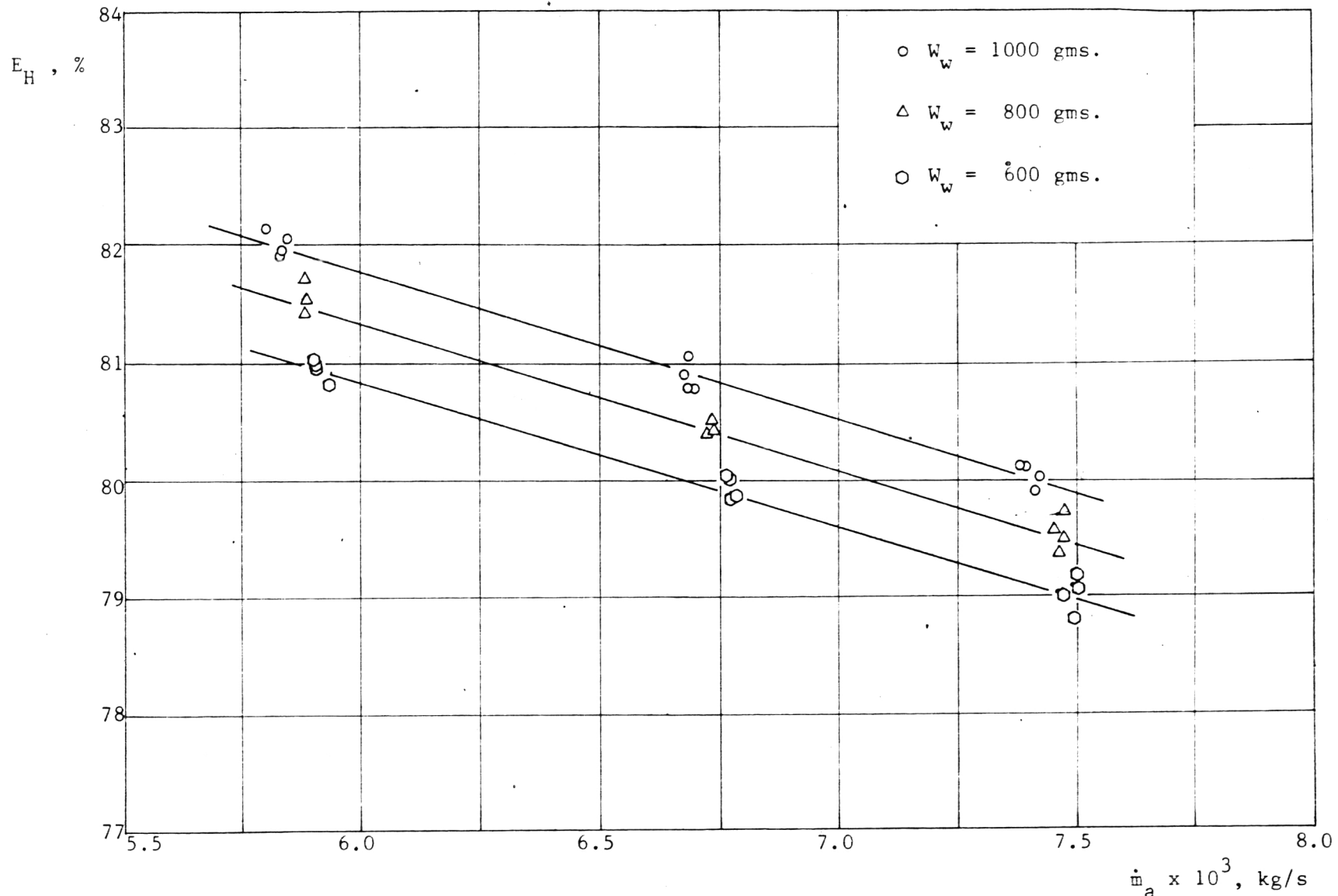


รูปที่ 4-9 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพของการทงค้มกับน้ำหนัก เชื้อเพลิงที่ตำแหน่งการเปิด damper ต่าง ๆ ของเตาทงค้มแบบลอรีนาที่เปลี่ยนแปลงช่อง เตาที่สองและสาม

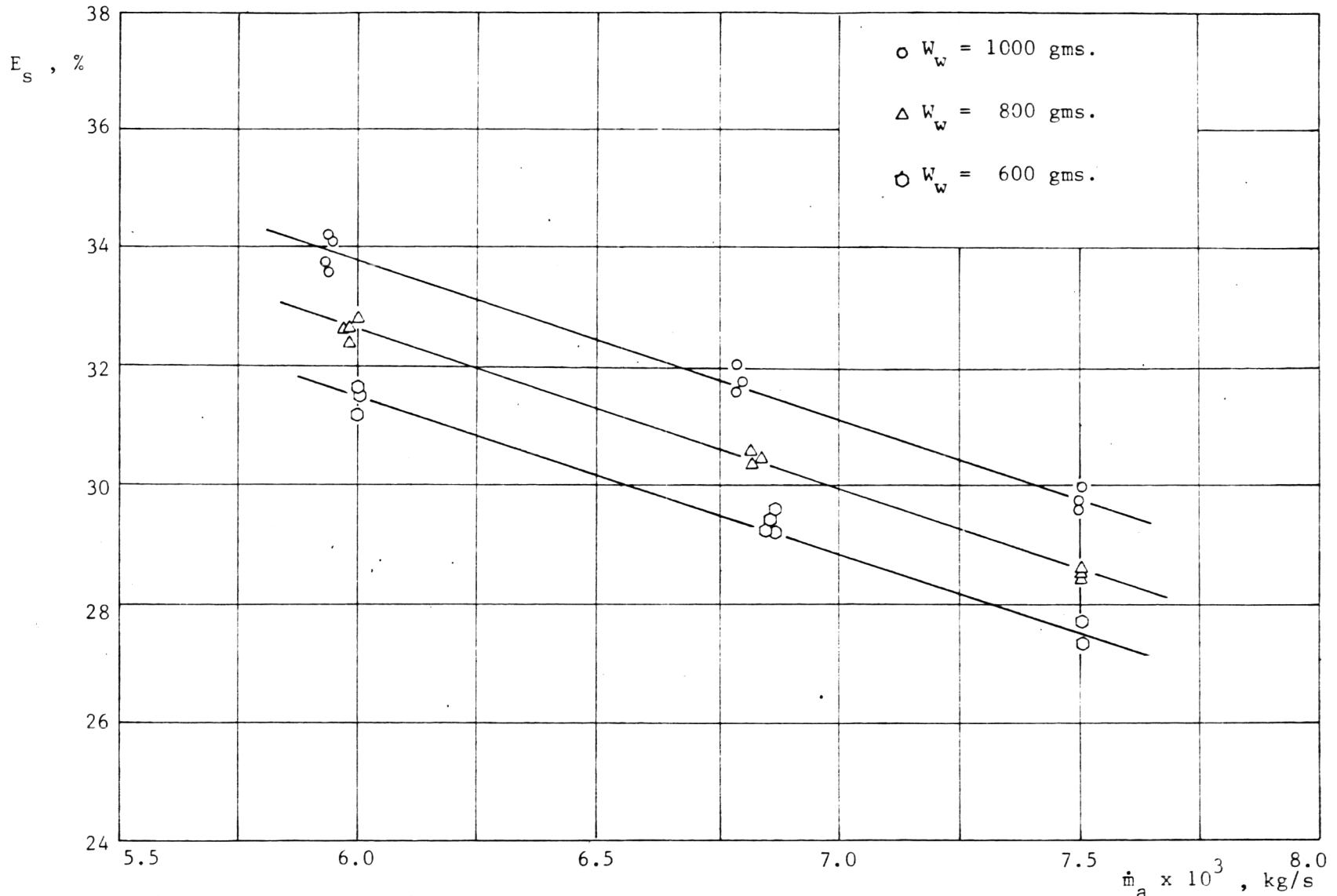


รูปที่ 4-10 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพของเตาแก๊สอัตราการไหลของอากาศที่เข้าสู่เตาที่น้ำหนัก เชื้อเพลิงต่าง ๆ ของ

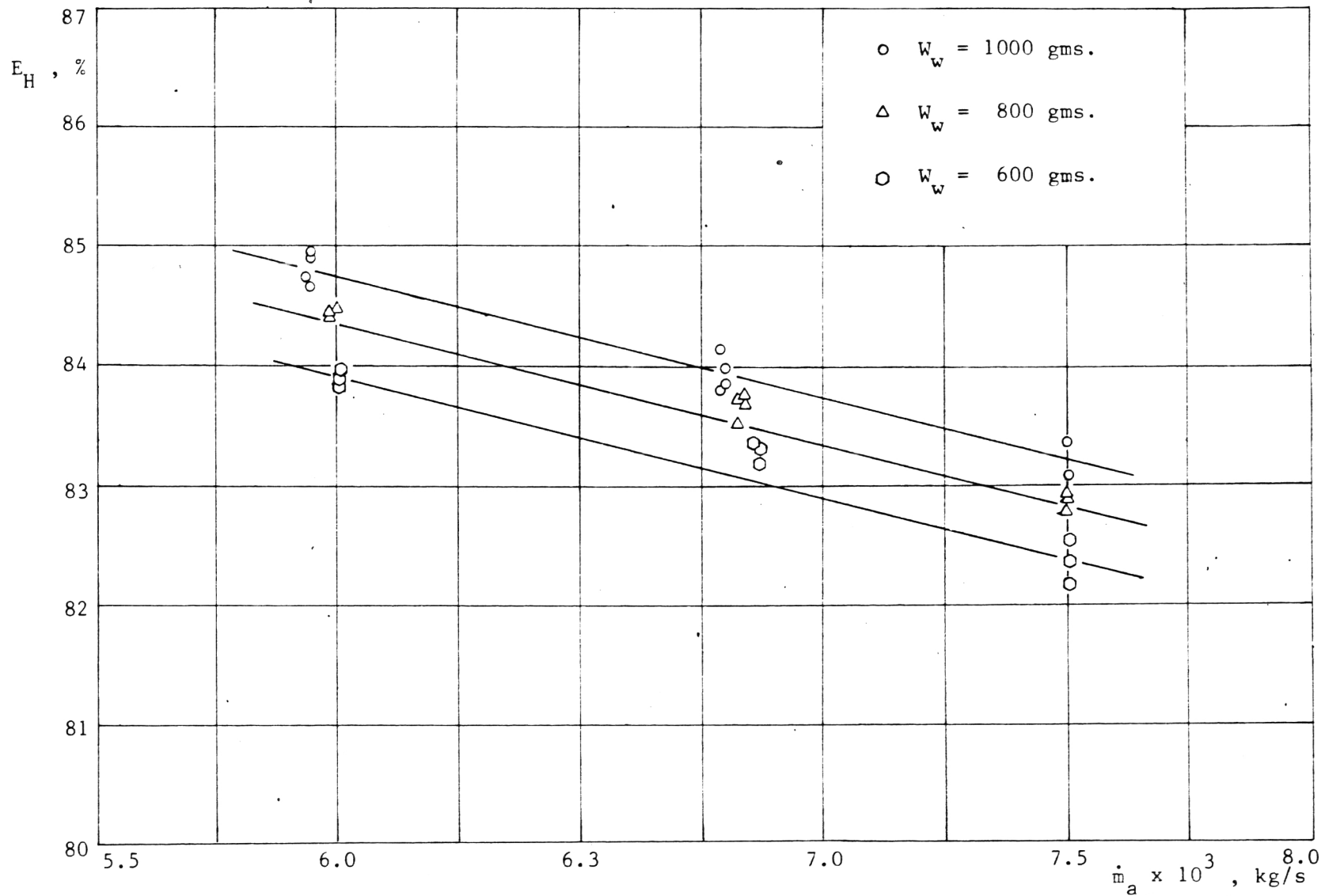
เตาหุงต้มแบบลอรีนา



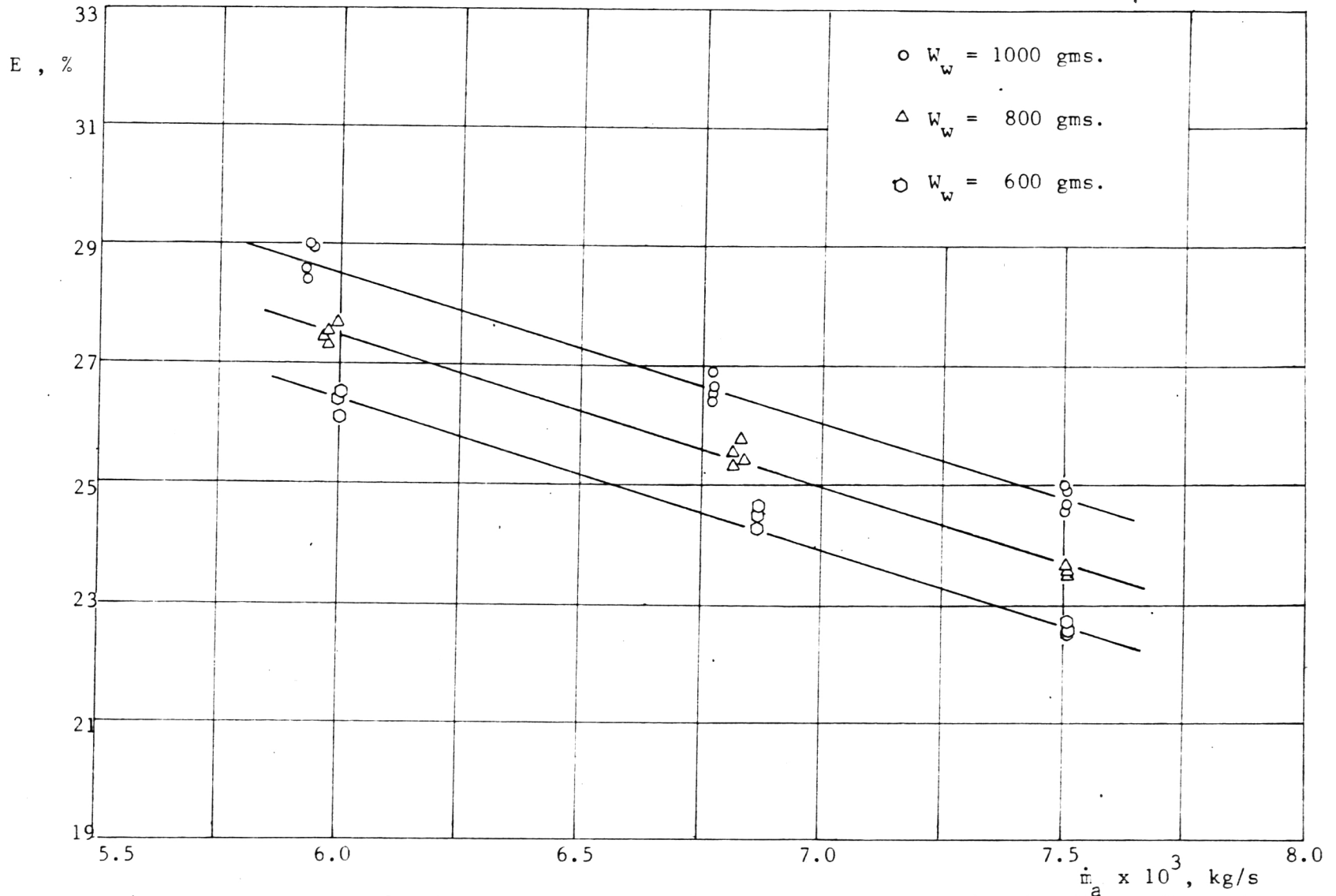
รูปที่ 4-11 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพของภาชนะกับอัตราการไหลของอากาศที่เข้าสู่เตาที่น้ำหนักเชื้อเพลิงต่าง ๆ ของเตาหุงต้มแบบลอรีนา



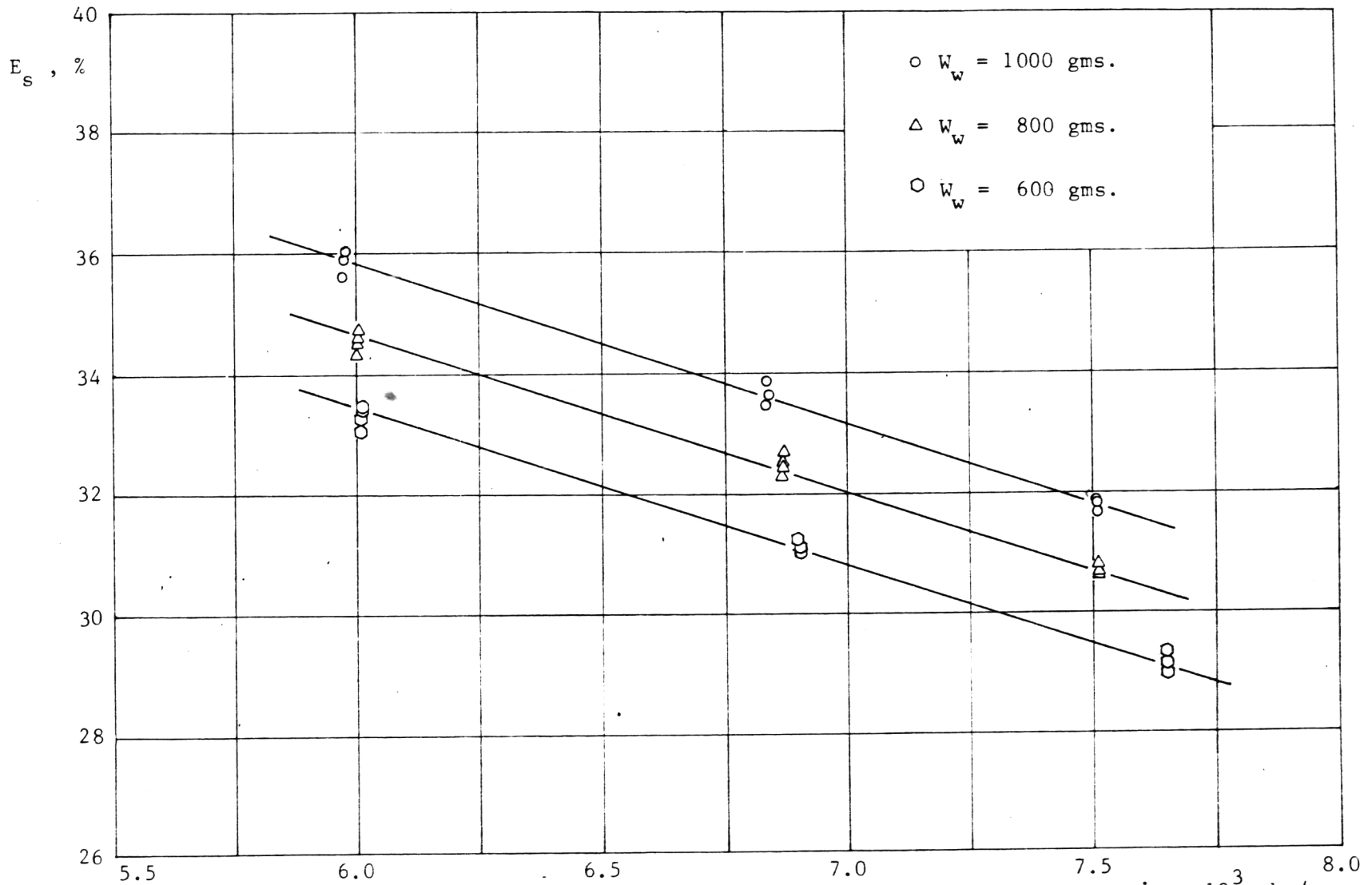
รูปที่ 4-13 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพของเตากับอัตราการไหลของอากาศที่เข้าสู่เตาน้ำหนักเชื้อเพลิงต่าง ๆ ของเตาห้องแบบลอรีนาที่เปลี่ยนแปลง Combustion chamber



รูปที่ 4-14 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพของภาชนะกับอัตราการไหลของอากาศที่เข้าสู่เตาที่น้ำหนักเชื้อเพลิงต่าง ๆ ของเตาห้องคัมแบบลอรีนาที่เปลี่ยนแปลง Combustion chamber

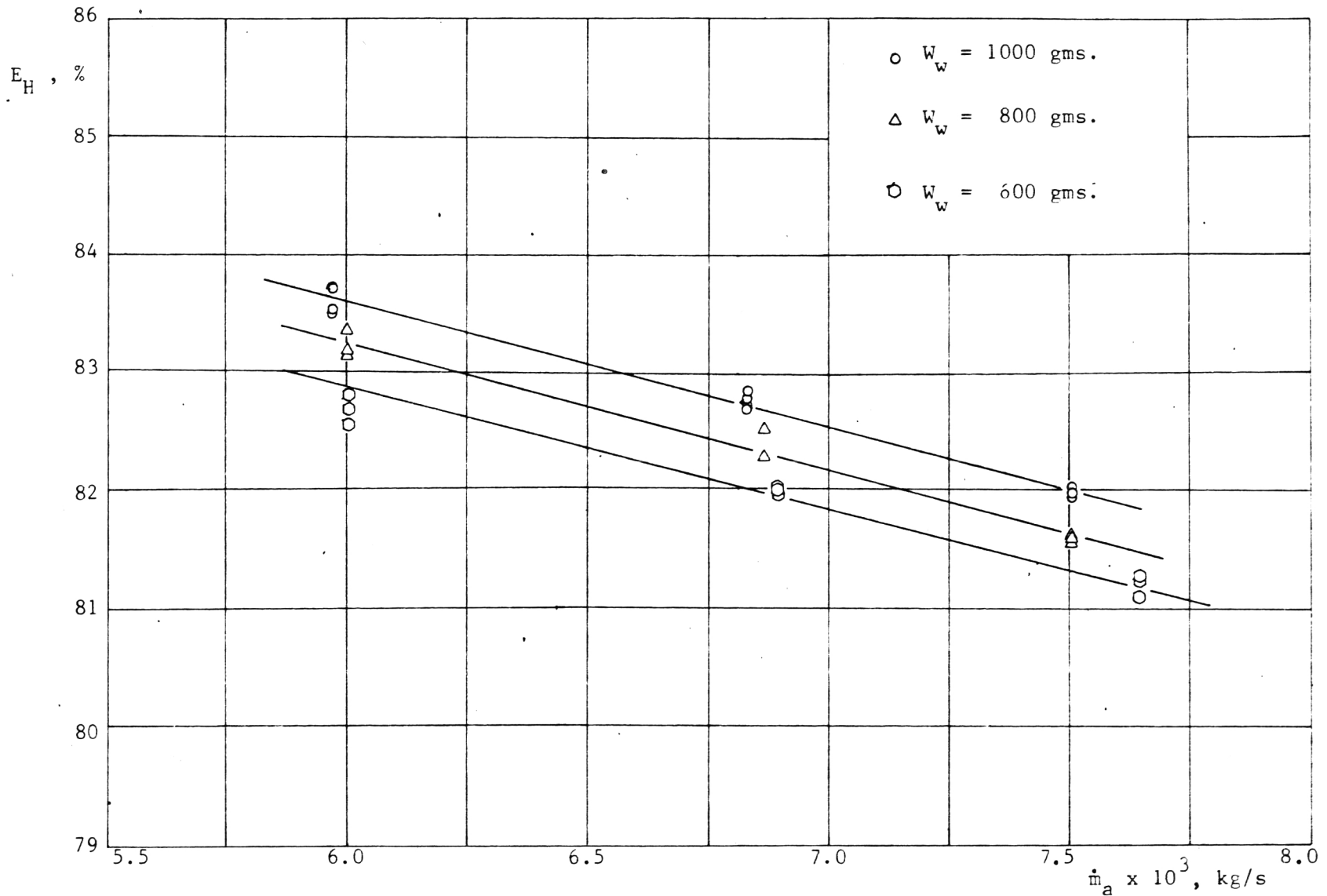


รูปที่ 4-15 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพของการจุดกับอัตราการไหลของอากาศที่เข้าสู่เตาที่น้ำหนัก เชื้อเพลิงต่าง ๆ ของเตาจุดแบบลอรีนาที่เปลี่ยนแปลง Combustion chamber

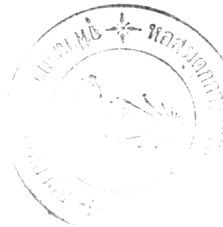


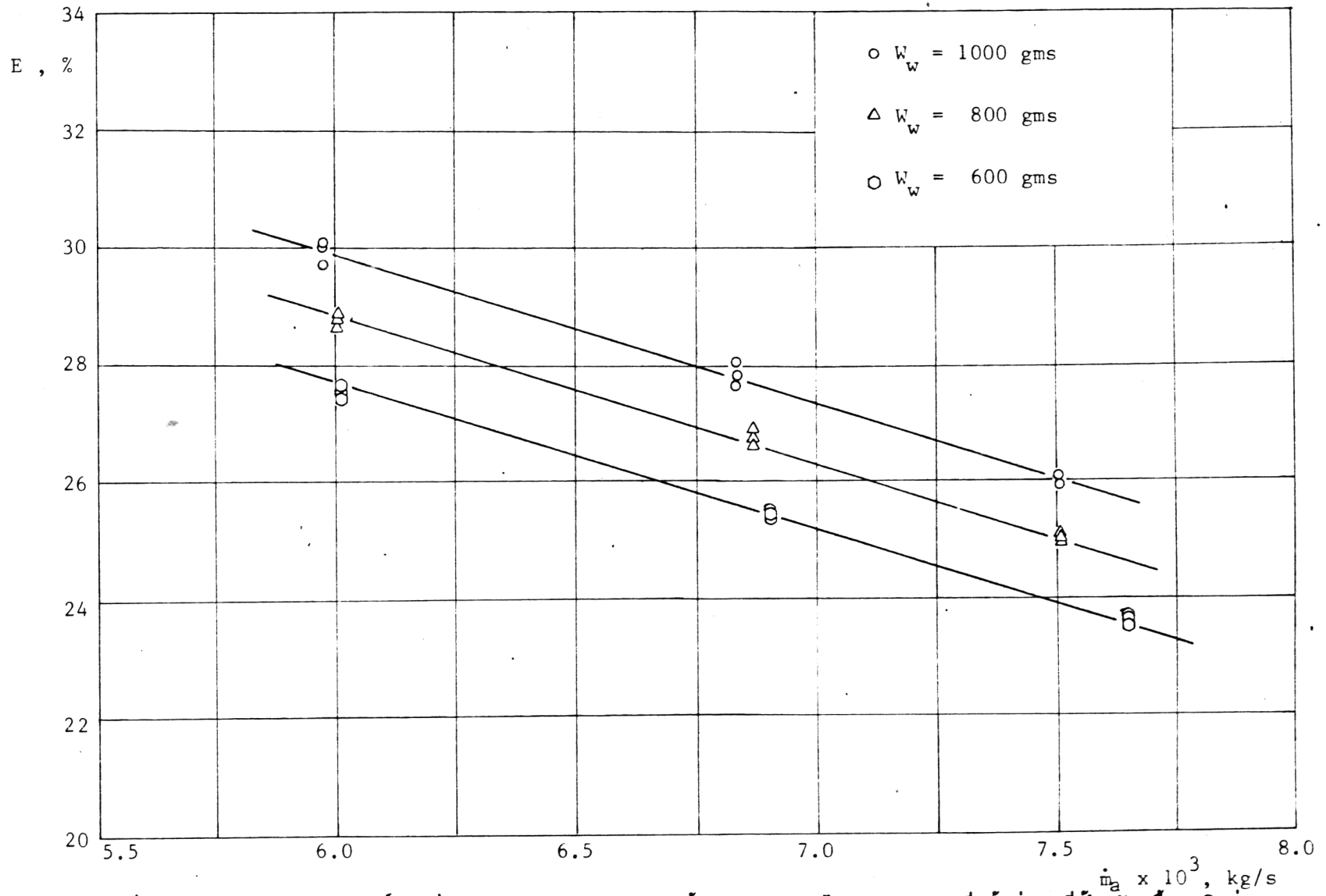
รูปที่ 4-16 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพของเตากับอัตราการไหลของอากาศที่เข้าสู่เตาที่น้ำหนัก $\dot{m}_a \times 10^3$, kg/s

เชื้อเพลิงต่าง ๆ ของเตาทุ้มแบบลอรีนาที่เปลี่ยนแปลงช่องเตาที่สองและสาม



รูปที่ 4-17 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพของภาชนะกับอัตราการไหลของอากาศที่เข้าสู่เตาที่น้ำหนักเชื้อเพลิงต่าง ๆ ของเตาทุ้มแบบลอรีนาที่เปลี่ยนแปลงช่องเตาที่สองและสาม





รูปที่ 4-18 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพของการหุงต้มกับอัตราการไหลของอากาศที่เข้าสู่เตาที่น้ำหนักเชื้อเพลิงต่าง ๆ ของเตาหุงต้มแบบลอรีนาที่เปลี่ยนแปลงช่อง เตาที่สองและสาม

สูญเสียจากภาชนะโดยวิธีใช้สูตรคำนวณกับวิธีจำลองแบบ ซึ่งจากผลการเปรียบเทียบพบว่า ความแตกต่างระหว่างวิธีใช้สูตรคำนวณกับวิธีจำลองแบบ เท่ากับ 10.84 % โดยเฉลี่ย

ตารางที่ 4-1 แสดงค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพของเตา ประสิทธิภาพของภาชนะ ประสิทธิภาพของการหุงต้มที่ได้จากรูปที่ 4-1 ถึงรูปที่ 4-9

เตาที่ใช้ทดสอบ	เตาหุงต้มแบบลอรีนา								
	600			800			1000		
น้ำหนัก เชื้อเพลิง, กรัม	600			800			1000		
ตำแหน่งการเปิด damper, %	30	40	50	30	40	50	30	40	50
ประสิทธิภาพของเตา, %	27.40	25.25	23.20	28.35	26.20	24.30	29.60	27.65	25.55
ประสิทธิภาพของภาชนะ, %	80.90	79.85	78.90	81.65	80.55	79.65	81.95	80.90	79.95
ประสิทธิภาพของการหุงต้ม, %	22.25	20.20	18.30	23.30	21.30	19.40	24.40	22.45	20.50
เตาที่ใช้ทดสอบ	เตาหุงต้มแบบลอรีนาที่พัฒนาโดย เปลี่ยนแปลง combustion chamber								
ประสิทธิภาพของเตา, %	31.40	29.25	27.30	32.55	30.40	28.40	33.95	31.90	29.85
ประสิทธิภาพของภาชนะ, %	83.80	83.05	82.30	84.50	83.70	82.95	84.85	84.05	83.30
ประสิทธิภาพของการหุงต้ม, %	26.35	24.40	22.50	27.55	25.60	23.60	28.75	26.80	24.80
เตาที่ใช้ทดสอบ	เตาหุงต้มแบบลอรีนาที่พัฒนาโดย เปลี่ยนแปลงช่อง เตาที่สองและสาม								
ประสิทธิภาพของเตา, %	33.20	31.10	29.10	34.30	32.15	30.10	35.85	33.75	31.75
ประสิทธิภาพของภาชนะ, %	82.60	81.80	81.05	83.25	82.40	81.65	83.60	82.75	82.00
ประสิทธิภาพของการหุงต้ม, %	27.40	25.50	23.65	28.65	26.70	24.90	29.90	28.00	26.10

ตารางที่ ข-1 ในภาคผนวก ข แสดงปริมาณความชื้นในตัวอย่างไม้ที่นำมาวิเคราะห์หาค่าความร้อนของเชื้อเพลิง ซึ่งได้เท่ากับ 23.60 % มาตรฐานแห้งโดยเฉลี่ย และจากการคำนวณได้ค่าความร้อนของไม้ที่ใช้งานเท่ากับ 15791.55 กิโลจูล/กิโลกรัม ค่าความร้อนของถ่านที่เหลือจากการเผาไหม้ของไม้เท่ากับ 25488.09 กิโลจูล/กิโลกรัม

4.2 การอภิปรายผลการวิจัย

การทดสอบ เตา เพื่อหาประสิทธิภาพของเตา ประสิทธิภาพของภาชนะและประสิทธิภาพของการหุงต้มนี้ใช้น้ำเป็นตัวรับความร้อนจาก เชื้อเพลิงใน เตา เชื้อเพลิงที่ใช้ในการทดลอง ใช้น้ำมันประดูซึ่งมีค่าความร้อนเฉลี่ยเท่ากับ 15791.55 กิโลจูล/กิโลกรัม ไม้แต่ละท่อนที่ใช้ในการทดลองมีหน้าตัดขนาด 2.54 2.54 ซม. ยาวประมาณ 33 ซม. เนื่องจากไม้ที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงนี้มีค่าความชื้นไม้ เท่ากัน ค่าความชื้นของไม้ที่ไม้ เท่ากันนี้เป็นเหตุทำให้ค่าความร้อนของไม้ที่ใช้งานไม้ เท่ากันด้วย แต่ก็ไม้แตกต่างกันมากนัก ซึ่งสามารถดูได้จากภาคผนวก ข ดังนั้นจึงได้หาค่าความร้อนของไม้ที่ใช้งาน เป็นค่าเฉลี่ย เมื่อ เป็น เช่นนี้ในการทดลองจึงได้ทดลองซ้ำกัน 4 ครั้งทีค่าเดียวกัน เพื่อนำไปหาค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพของ เตา ประสิทธิภาพของภาชนะและประสิทธิภาพของการหุงต้ม

ในการทดสอบ เตา ใช้น้ำเป็นตัวรับความร้อนจาก เชื้อเพลิงใน เตา น้ำที่อุณหภูมิต่างๆ จะมีค่าความร้อนจำเพาะไม่ เท่ากันขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของน้ำ แต่ในการคำนวณหาประสิทธิภาพของ เตา ประสิทธิภาพของภาชนะและประสิทธิภาพของการหุงต้มนั้น ใช้น้ำค่าความร้อนจำเพาะของน้ำ คงที่เท่ากับ 4.197 กิโลจูล/(กิโลกรัม -⁰ซ) ซึ่งมีความคลาดเคลื่อนไม่เกิน 0.4 % อันเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ค่าประสิทธิภาพที่ได้คลาดเคลื่อนจากความเป็นจริงเล็กน้อย

การ เปรียบ เทียบค่าความร้อนที่สูญเสียจากภาชนะโดยวิธีใช้สูตรคำนวณกับวิธีจำลองแบบซึ่งแสดงไว้ในตารางที่ ค-1 ภาคผนวก ค จะเห็นว่าความแตกต่างระหว่างทั้งสองวิธีมีค่าเท่ากับ 10.84 % โดยเฉลี่ย สาเหตุของความแตกต่างเนื่องมาจากการหาค่าความร้อนที่สูญเสียจากภาชนะโดยวิธีใช้สูตรนั้น ค่าความร้อนที่สูญเสียจากภาชนะขึ้นกับอุณหภูมิของน้ำในภาชนะ และอุณหภูมิของอากาศรอบข้าง ส่วนการหาค่าความร้อนที่สูญเสียจากภาชนะโดยวิธีจำลองแบบ ค่าความร้อนที่สูญเสียจากภาชนะขึ้นกับระยะเวลาที่ใช้ในการต้มน้ำและจำนวนพลังงานที่ให้แก่น้ำในภาชนะ

ในรูปที่ 4-1, 4-2, 4-3 เป็นการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพของเตา ประสิทธิภาพของภาชนะ ประสิทธิภาพของการหุงต้มกับน้ำหนัก เชื้อเพลิงที่ตำแหน่งการเปิด damper ต่าง ๆ และรูปที่ 4-10, 4-11, 4-12 เป็นการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพของเตา ประสิทธิภาพของภาชนะ ประสิทธิภาพของการหุงต้มกับอัตราการไหลของอากาศที่เข้าสู่เตาน้ำหนัก เชื้อเพลิงต่าง ๆ ของการทดสอบ เตาหุงต้มแบบลอรีนา จะเห็นได้ว่าที่น้ำหนัก

เชื้อเพลิงเท่ากันแต่ตำแหน่งการเปิด damper เพิ่มมากขึ้นหรืออัตราการไหลของอากาศที่เข้าสู่เตาเพิ่มมากขึ้น จะทำให้ประสิทธิภาพของเตา ประสิทธิภาพของภาชนะและประสิทธิภาพของการหุงต้มลดลง ทั้งนี้เนื่องจาก เมื่อเปิด damper มากขึ้นจะทำให้อัตราการไหลของอากาศเข้าสู่เตามากขึ้น ขณะเดียวกันอัตราการไหลของ flue gas ที่ออกจากเตาทางปล่องเตาก็เพิ่มขึ้นด้วย อัตราที่เท่ากัน ดังนั้นความร้อนจากเตาจึงสูญเสียไปกับ flue gas มากขึ้น ความร้อนที่เชื้อเพลิงให้แก่ น้ำในภาชนะหุงต้มจึงลดน้อยลง ส่งผลทำให้ประสิทธิภาพของเตา ประสิทธิภาพของภาชนะและประสิทธิภาพของการหุงต้มลดลง นอกจากนี้ยังจะเห็นได้ว่าที่ตำแหน่งการเปิด damper ที่เดียวกันหรือที่อัตราการไหลของอากาศที่เข้าสู่เตาปริมาณเดียวกัน แต่น้ำหนักเชื้อเพลิงมากขึ้นจะทำให้ประสิทธิภาพของเตา ประสิทธิภาพของภาชนะและประสิทธิภาพของการหุงต้มเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องจาก เมื่อน้ำหนัก เชื้อเพลิงมากขึ้น ความเข้มข้นของความร้อนภายในเตาจะสูงขึ้น ทำให้น้ำในภาชนะหุงต้มได้รับความร้อนเพิ่มขึ้น

ในรูปที่ 4-4, 4-5, 4-6 เป็นการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพของเตา ประสิทธิภาพของภาชนะ ประสิทธิภาพของการหุงต้มกับน้ำหนัก เชื้อเพลิงที่ตำแหน่งการเปิด damper ต่าง ๆ และรูปที่ 4-13, 4-14, 4-15 เป็นการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพของเตา ประสิทธิภาพของภาชนะ ประสิทธิภาพของการหุงต้มกับอัตราการไหลของอากาศที่เข้าสู่เตาที่น้ำหนัก เชื้อเพลิงต่าง ๆ ของการทดสอบเตาหุงต้มแบบลอรีนาที่พัฒนาโดยเปลี่ยนแปลง combustion chamber จากรูปเดิมซึ่งเป็นรูปทรงกลมให้เป็นรูปทรงกระบอก (ดูรูปที่ 3-1, 3-2) จะเห็นได้ว่าที่น้ำหนักเชื้อเพลิงเท่ากันแต่ตำแหน่งการเปิด damper เพิ่มขึ้นหรืออัตราการไหลของอากาศที่เข้าสู่เตาเพิ่มขึ้น จะทำให้ประสิทธิภาพของเตา ประสิทธิภาพของภาชนะและประสิทธิภาพของการหุงต้มลดลง และที่ตำแหน่งการเปิด damper ที่เดียวกันหรือที่อัตราการไหลของอากาศที่เข้าสู่เตาปริมาณเดียวกัน แต่น้ำหนักเชื้อเพลิงมากขึ้นจะทำให้ประสิทธิภาพของเตา ประสิทธิภาพของภาชนะและประสิทธิภาพของการหุงต้มเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดสอบเตาแบบลอรีนาในรูปที่ 4-1, 4-2, 4-3, 4-10, 4-11, 4-12 แต่เตาที่พัฒนาโดยเปลี่ยนแปลง combustion chamber นี้จะมีค่าประสิทธิภาพของเตา ประสิทธิภาพของภาชนะและประสิทธิภาพของการหุงต้มมากกว่าแบบเดิม ทั้งนี้เนื่องจากลักษณะของ combustion chamber แบบรูปทรงกระบอกสามารถส่งความร้อนโดยการแผ่รังสีจาก เชื้อเพลิงไปยังภาชนะหุงต้มใบที่หนึ่งได้มากกว่าแบบรูปทรงกลม⁽⁹⁾ ทำให้น้ำในภาชนะเดือด เร็วขึ้นและระเหยกลายเป็นไอได้มากกว่าประสิทธิภาพที่ได้จึงเพิ่มขึ้น

ในรูปที่ 4-7, 4-8, 4-9 เป็นการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพของเตา ประสิทธิภาพของภาชนะ ประสิทธิภาพของการหุงต้มกับน้ำหนัก เชื้อเพลิงที่ตำแหน่งการเปิด damper ต่าง ๆ และรูปที่ 4-16, 4-17, 4-18 เป็นการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพของเตา ประสิทธิภาพของภาชนะ ประสิทธิภาพของการหุงต้มกับอัตราการไหลของอากาศที่เข้าสู่เตาที่น้ำหนัก เชื้อเพลิงต่าง ๆ ของการทดสอบเตาหุงต้มแบบลอรีนาที่พัฒนาโดยเปลี่ยนแปลงช่องเตาที่สองและสาม โดยลดระยะห่างระหว่างกันภาชนะกับพื้นเตา (ดูรูปที่ 3-3) จะเห็นได้ว่าผลการทดสอบนี้ยังคงสอดคล้องกับผลการทดสอบของสองเตาแรก กล่าวคือน้ำหนักเชื้อเพลิงเท่ากันแต่ตำแหน่งการเปิด damper เพิ่มขึ้นหรืออัตราการไหลของอากาศที่เข้าสู่เตาเพิ่มขึ้น จะทำให้ประสิทธิภาพของเตา ประสิทธิภาพของภาชนะและประสิทธิภาพของการหุงต้มลดลง และที่ตำแหน่งการเปิด damper ที่เดียวกันหรือที่อัตราการไหลของอากาศเข้าสู่เตาปริมาณเดียวกัน แต่น้ำหนักเชื้อเพลิงเพิ่มมากขึ้นจะทำให้ประสิทธิภาพของเตา ประสิทธิภาพของภาชนะและประสิทธิภาพของการหุงต้มเพิ่มขึ้น ประสิทธิภาพเตาแบบนี้เมื่อเทียบกับประสิทธิภาพเตาแบบลอรีนาที่พัฒนาเฉพาะ combustion chamber พบว่าประสิทธิภาพของเตากับประสิทธิภาพของการหุงต้มของเตาแบบนี้จะมีค่ามากกว่า แต่ประสิทธิภาพของภาชนะมีค่าน้อยกว่า ทั้งนี้เนื่องจาก เมื่อลดระยะห่างระหว่างกันภาชนะกับพื้นเตาแล้ว flue gas สามารถที่จะถ่ายเทความร้อนให้กับน้ำในภาชนะใบที่สองและสามมากขึ้น ทำให้อุณหภูมิของน้ำในภาชนะใบที่สองและสามของเตาแบบนี้สูงกว่า แต่เนื่องจากความร้อนที่สูญเสียจากภาชนะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ เมื่ออุณหภูมิของน้ำสูงขึ้นก็จะสูญเสียความร้อนจากภาชนะเพิ่มมากขึ้น