เอกสารอ้างอิง

1. ประเสริฐ ชุมรุม. ถ่านหินลิกไนท์. ฝ่ายเหมืองลิกไนท์ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย พ.ศ. 2519

2. ผกามาศ ภูวัฒนานุสรณ์. การกลั่นสลายถ่านหินลิกไนท์ในประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พ.ศ. 2521.

3. ทรัพยากรธรณี, กรม. ลิกไนท์-ถ่านหินไทย. กรุงเทพมหานคร: กรมทรัพยากรธรณี, มิถุนายน 2524.

4. ทรัพยากรธรณี, กรม. ขุมพลังงานใต้ดิน. กรุงเทพมหานคร: กรมทรัพยากรธรณี, กันยายน 2522.

5. สมศักดิ์ ดำรงค์เลิศ. ฟลูอิดไดเซชั่น. ภาควิชาเคมีเทคนิค คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. พฤศจิกายน 2524.

6. วรศักดิ์ เลิศไตรรักษ์. การเก็บถนอมรักษารำข้าวโดยการใช้ความร้อนในฟลูอิไดซ์เบด. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. พ.ศ. 2523.

7. Martin, G., and Francis, N. Industrial and Manufacturing Chemistry. Part 2. Vol. 1, London 1954.

8. Goldman, G.K. Liguid Fuels from Coal. Chemical Process Review. No 57, 1972.

9. Kunii, D., and Levenspiel, O. Fluidization Engineening. Robert E. Krieger Publishing Co., New York 1969.

10. Pitrolo, A.A., and Shang, J.Y. Fluidized Bed Combustion of OilShale. US. Department of Energy. Morgantown Evergy Technology Center. Morgantown, WV. October 1980.

11. Wilhelm, R.H., and Kwauk, M. Chemical Engineening Progress. 44. 201, 1948

12. Ergun, S. Chemical Engineering Progress. 48. 89, 1952

13. Wen, C.Y., and Yu, Y.H. A.I. chE. J., 12. 610, 1966

14. Miller, C.O., and Logwink, A.K. Industrial Engineering Chemical. 43. 1220, 1951.

15. Johnson, E. Inst Gas Engrs. (London), Rept. 1949-1950. Publ No. 378/179.

16. Baerg, A. Klassen, J., and Gishler, P.E. Can J. Reseach 28 . 287, 1950.

17. Leva, M., et al. Genic Chim. 75. 33, 1956.

18. Pinchbeck, P.H., and Popper, F. Chemical Engineering Science. 6. 57, 1956.

19. Skinner, D.G. Fluidised Combustion of Coal. Mills and Monograph CE/3, 1971.

20. Kondukov, N.B., etal. Intern. Chem. Eng. 4. 43, 1964.

21. Gilliland, E.R., and Mason, E.A. Industrial Engineering Chemical. 41. 1191-1949, 1952.

22. Danckwerts, P.V., etal. Chemical Engineering Science, 3.26, 1954.

23. Van Heerden., etal. Chemical Engineering Science. 1, 51, 1951.

24. Gill, D.W. The Potential of Fluidised-bed Combustion for Emission Contol. Chem. Eng. J., June 1981.

25. Mckenzie, E.C. Burning Coal in Fludized Beds. Chem. Eng. J., August 1978.

26. Beacham, B., and Marshall, A.R. Experiences and Results of Fluidized Bed Combustion Plant at Renfrew. Inst. Energy. J., June, 1979.

27. Williams, D.F. Combustion of Coal in Fluidised Beds. Proceedings of Symposium held at C.R.E., paper No. 2, pp.10-20, May 1968.

28. Kharchenko, N.V., and Makhorin, K.E. Inst Chem. Eng. 4. 650-654, Oct. 1964.

29. Gill, D.W. International Symposium Sulphur Emissions and the Environment. Society of Chemical Industry, Discussion Vol: 506, London 1979.

30. Mclaren, J., and Williams, D.F. Inst. Fuel. 42. 303, 1969.

31. May, W.G. Chemical Enginering Progress. 55 (12). 49, 1959.

32. Compbell, E.K., and Davidson, J.F. The Combustion of Coal in Fluidised Beds. Inst. Fuel. Symp. Ser. No 1, 1975.

33. Ernest, L. Daman. Fluidized bed Combustion. Technology and economics for industrial steam genertion: Tappi Vol. 62, No 3, March 1979.

34. Octave Levenspiel. Chemical Reaction Engineering. Second Edition John Wiley & sons, Inc., New York, 1972.

35. John, R.Congalidis., and Christos Georgakis. Multiplicity Patterns in Atmospheric Fluidized Bed Coal Combustors. Chemical Engineering Science. 9. 36, 1981.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

การวิเคราะห์ปริมาณสารตัวนำในตัวอย่าง

(ข้อ 5.1.4 ช.)

วิธีวิเคราะห์

1. ละลายสารตัวนำที่ผสมอยู่ในตัวอย่างด้วยน้ำอุ่น อุณหภูมิประมาณ 60 องศาเซลเซียส คนให้ทั่วใช้เวลาประมาณ 30 นาที โดยพยายามล้างหลาย ๆ ครั้งจนแน่ใจว่าสารตัวนำละลายหมดแล้วตรวจสอบโดยหยด $Bacl_2$ ความเข้มข้น 0.1 นอร์มัลลงไปในสารละลาย (Solution) สัก 2-3 หยด ถ้ามีตะกอนสีขาวเกิดขึ้นต้องล้างต่อไปอีกจนหมด

2. กรองตะกอนด้วยกระดาษกรองเบอร์ 42 ใช้สองชั้น ล้างตะกอนด้วยน้ำอุ่นสัก 2-3 ครั้ง

3. นำสารละลายที่ได้ไปตกตะกอนด้วยการเติม $Bacl_2$ ความเข้มข้น 0.1 นอร์มัล ลงไปในปริมาณมากเกินพอ (excess) ทิ้งไว้จนตระกอนไม่เกิดขึ้นอีก

4. กรองตะกอนด้วยกระดาษกรองเบอร์ 42 โดยใช้กระดาษกรองสองชั้น ก่อนกรองต้องชั่งน้ำหนักของกระดาษกรองที่ใช้ไว้ทุกครั้ง

น้ำหนักของกระดาษกรองเบอร์ 42 ที่ชั่งได้เท่ากับ 1.2298 กรัมต่อแผ่น

5. นำกระดาษกรองและตะกอนที่กรองได้อบในตู้อบอุณหภูมิไม่เกิน 70 องศาเซลเซียส จนน้ำหนักคงที่

6. ชั่งหาน้ำหนักกระดาษกรองและตะกอน

7. คำนวณหาน้ำหนักของสารตัวนำ

ผนวก ข.

การคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน

1. สมการที่ใช้ในการคำนวณดังนี้คือ

$$\text{สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน } ,hw = \frac{\dot{m}^{o} Cp(Ta-Tw)}{Ab\left[\frac{(Tb-Tw)-(Tb-Ta)}{\ln\left(\frac{Tb-Tw}{Tb-Ta}\right)}\right]}$$

2. ตัวอย่างการคำนวณ

2.1 ข้อมูล

เมื่อใช้ถ่านหินลิกไนท์เป็นเชื้อเพลิงอัตราการป้อน = 5.4 กก./ชม

อัตราความเร็วของอากาศภายในเตาเผา = 65.9 ชม./วินาที

อัตราการไหลของน้ำผ่านขดท่อ : บริเวณเหนือเบด = 3,400 ลบ.ซม/นาที

: บริเวณเบด = 4,200 ลบ.ซม./นาที

อุณหภูมิในเตาเผาโดยเฉลี่ย : บริเวณเหนือเบด = 169 ซ

: บริเวณเบด = 701 ซ

อุณหภูมิของน้ำเย็นที่ป้อนเข้าเตาเผา : บริเวณเหนือเบด =32 ซ

: บริเวณเบด =32 ซ

อุณหภูมิของน้ำร้อนที่ออกจากเตาเผา : บริเวณเหนือเบด =76 ซ

: บริเวณเบด =70 ซ

พื้นผิวของขดท่อ : บริเวณเหนือเบด =14,050 ตร.ซม.

: บริเวณเบด =592.48 ตร.ซม.

2.2 วิธีคำนวณ

2.2.1 บริเวณเหนือเบด

$$\text{สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน} = \frac{450 \times 1 \times (168.8-89.6) \times 4.88}{15.12 \left[\frac{(336-89.6)-(336-168.8)}{\ln\left(\frac{336-89.6}{336-168.8}\right)} \right]}$$

$$= 56.5 \quad \text{กิโลแคลอรี่/ชม/ม}^2\text{/ซ}$$

2.2.2 บริเวณเบด

$$\text{สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน} = \frac{555.5 \times 1 \times (158.0-89.6) \times 4.88}{63.775 \times 10^{-2} \left[\frac{(1293.8-89.6)-(1293.8-158.0)}{\ln\left(\frac{1293.8-89.6}{1293.8-158.0}\right)} \right]}$$

$$= 248.6 \quad \text{กิโลแคลอรี่/ชม/ม}^2\text{/ซ}$$

สัญญลักษณ์

A_b	=	พื้นผิวของขดท่อใน เตา เผา	ตร.ซม.
A_t	=	พื้นที่หน้าตัดขวางของหอทดลอง	ตร.ซม.
C	=	สารตัวนำ (Tracer)	กรัม
C_o	=	สารตัวนำอ้างอิง	กรัม
C_p	=	ความร้อนจำเพาะของอากาศ	กิโลแคลอรี่/กก.ซ
d_p	=	ขนาด เส้นผ่านศูนย์กลางของอนุภาคของแข็ง	ซม.
g	=	อัตรา เร่งที่ เกิดจากแรงดึงดูดของโลก	ซม/วินาที^{2}
g_c	=	ค่าคงที่ เปลี่ยนหน่วยแรงและน้ำหนัก	
h_w	=	สัมประสิทธิ์การถ่าย เทความร้อน	กิโลแคลอรี่/ซม/บ^2/ซ
Lmf	=	ความสูงของ เบดขณะเริ่ม เกิดฟลูอิดไดซ์ เบด	ซม.
Lm	=	ความสูงของ เบด	ซม.
$\dot{m}$	=	อัตราการไหลของน้ำผ่านขดท่อ	ลบ.ซม/นาที
ΔP	=	ความดันตก	มม.ของน้ำหรือกรัม/ตร.ซม.
Re_p	=	เรย์โนลด์นัม เบอร์ $(=\frac{d_p u \rho_g}{\mu})$	
t	=	เวลา	วินาที
$\bar{t}$	=	เวลาที่สารตัวนำอยู่ในหอทดลอง	วินาที
T_a	=	อุณหภูมิน้ำร้อนออกจาก เตา เผา	ซ
T_b	=	อุณหภูมิภายใน เตา เผา	ซ
T_w	=	อุณหภูมิน้ำ เย็นที่ป้อน เข้า เตา เผา	ซ
Umf	=	ความ เร็วต่ำสุดของการ เกิดฟลูอิดไดซ์ เบด	ซม/วินาที
U_o	=	ความ เร็วของอากาศ	ซม/วินาที
U_t	=	ความ เร็วตกอิสระของอนุภาคใน เบดนิ่ง	ซม/วินาที
W	=	น้ำหนักของอนุภาคของแข็งใน เบด	กรัม
ϕ_s	=	แฟค เตอร์รูปร่าง	
ε_m	=	สัดส่วนช่องว่างของของแข็งขณะ เบดคงที่	
ε_{mf}	=	สัดส่วนช่องว่างของของแข็งขณะ เริ่ม เกิดฟลูอิดไดซ์ เบด	

μ	= ความหนืดของอากาศ	กรัม/ซม-วินาที
ρ_g	= ความหนาแน่นของอากาศ	กรัม/ลบ.ซม.
ρ_s	= ความหนาแน่นของอนุภาคของแข็ง	กรัม/ลบ.ซม.
ρ_b	= ความหนาแน่นของ เบด	กรัม/ลบ.ซม
$F(\theta)$	= ฟังค์ชั่นของ เวลา	
$C(\theta)$	= ฟังค์ชั่นของ เวลา	
B.C.U.R.A.	= British Coal Utilisation Research Association	
θ	= สัดส่วน เวลา	

ประวัติ

นายวสันต์ แสงจันทร์ สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี ในปีการศึกษา 2515 จากคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ปัจจุบันรับราชการ อยู่ที่กรมวิทยาศาสตร์บริการ กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการพลังงาน กรุงเทพมหานคร