เอกสารอ้างอิง

1. National Energy Administration. "Thailand Energy Situation 1983." National Energy Administration Ministry of Science Technology and Energy, 1983.

2. วีระยัย เปรมโยธิน. "พลังงานจากถ่านหินลิกไนท์." วารสารวิทยาศาสตร์, 3(2528): 94 - 102.

3. Mineral Fuel Division. "Coal Activities in Thailand." Mineral Fuel Division Department of Mineral Resources, 1981.

4. Supartipanish, S., Ukkakimapan, Y., Pittchayakul, N., Tawaytibong, V., Meesuk, J. and Kroobuaban, S., "Tertiary Coal in Thailand." Abstr. Geology and Mineral Resources of Thailand, Department of Mineral Resources, Bangkok, Thailand, 1983.

5. กรมทรัพยากรธรณี. "ความก้าวหน้าในการสำรวจและการผลิตในประเทศ." รายงานการประชุมทางวิชาการครั้งที่ 2, กรมทรัพยากรธรณี, 2526.

6. ฉัตรดนัย ฉัตรพลรักษ์. "รายงานประเมินผลทางเศรษฐกิจเบื้องต้น โครงการผลิตถ่านลิกไนท์อัดก้อนเพื่อการอุตสาหกรรม." กรุงเทพมหานคร : สำนักงานพลังงานแห่งชาติ (อัดสำเนา)

7. โอฬาร รัตนปราการ. "การเปรียบเทียบราคาพลังงานที่ใช้ในการหุงต้ม." บทความเสนอในการประชุมเชิงปฏิบัติการและนิทรรศการเรื่อง "เตาหุงต้ม" ณ สำนักงานพลังงานแห่งชาติ, 2526.

8. Macrae, J.C. in An Introduction to the Study of Fuel. pp 2-3, Elsevier Publishing Company, New York, 1966.

9. Chilton, T.H., Drew, T.B., Hougen, O.A. Keyes, D.B.,Watson, K.M. and Webber, H.C. in Chemical Process Principles,, 2nd ed.

pp. 298-302, John Wiley & Wons, New York, 1954.

10. Tillman, D.A. in Wood as an Energy Resource. pp 72-75, Academic Press, New York, 1978.

11. Spalding, D.B. in Combustion and Mass Transfer., 1st., pp 376-377, Pergamon Press Ltd. New York, 1979.

12. Goldman, G.K. in Liquid Fuel from Coal. pp 2-3, Noyes Data Corporation, U.S.A., 2972.

13. Lowry, H.H. (ed.) in Chemistry of Coal Utilization. Supp.Vol. pp 255-257, John Wiley & Sons, New York, 1963.

14. Blausteir, B.D. (ed.) "New Approach in Coal Chemistry." ACS Symposium Scries 169. American Chemical Society, Washington D.C., 1981.

15. ASTM Standard , D388, "Coal by Rank" American Society for Testing Materials, U.S.A., 1982

16. วงศ์พันธ์ ลิมปเสนีย์, นิตยา มหาผล และ ธีระ เกรอต "มลภาวะอากาศ." 2525 : 3-4, 18-21.

17. Wen, C.Y. and Lee, E.S. (ed.) in Coal Conversion Technology. pp 249-301, Addison Wesly Publishing Company Canada, 1979.

18. Elliott, M.A. (ed.) in Chemistry of Coal Utilization 2nd Supp. Vol. pp 499-503, John Wiley & Sons, New York, 1981.

19. Eliot, R.C. in Coal Desulfurization Prior to Combustion., Noyes Data Corporation. Park Ridge, NJ 1978 :

20. Maust, E.E., "Method for exhancing the utilization of powdered coal." U.S. Pat 4, 230, 460 Oct. 28, 1980.

21. Lowrry, H.H. (ed.) in Chemistry of Coal Utilization. Vol.1 pp. 623-625, John Wiley & Sons, New York, 1945.

22. Francis, W. and Peter, M.C. in Fuel and Fuel Technology. 2nd ed. pp. 131-136, Pergamon Press Ltd, Oxford, 1980.

23. Elliott, M.A. (ed.) in Chemistry of Coal Utilization., 2nd Supp Vol. pp. 609-623, John Wiley & Sons, New York, 1983.

24. นิยม จันทร์เทพา และ ธีระ มนัสธรรม "คู่มือการผลิตและใช้เตาหุงต้มประสิทธิภาพสูง" สำนักงานพลังงานแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและการพลังงาน พ.ศ. 2527

25. บัญญัติ ลีสม และ มาร์คัส เอ็ม เฮอร์แมน "ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับเตาหุงต้มและเชื้อเพลิงที่ใช้" บทความเสนอในการประชุมสัมมนาทางวิชาการ เรื่อง "เตาเศรษฐกิจและเชื้อเพลิงถ่าน" ณ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ เมื่อวันที่ 5-6 มีนาคม 2524.

26. สมชาย โอสุวรรณ และกัญจนา บุญยเกียรติ "การศึกษาตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพของเตาถ่าน" วารสารเคมีวิศวกรรม เทคโนโลยีทางอาหารและเชื้อเพลิง 1 (2525) 75-95.

27. สิทธิชัย สารุกิจกุล, มานิต สาตราวาหะ "การอัดก้อนเชื้อเพลิงแข็ง" รายงานวิจัย Senior Project ภาควิชาเคมีเทคนิค จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ตุลาคม, 2521

28. พินิจ ฉันทานนท์, เสกสรรค์ วงศ์จิรัฐติกาล" การทำถ่านสังเคราะห์จากถ่านลิกไนท์" รายงานวิจัย Senior Project ภาควิชาเคมีเทคนิค จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มีนาคม, 2523.

29. สุชาติ อารีรุ่งเรือง, เอกพล พงศ์สถาพร "การนำถ่านหินลิกไนท์มาใช้ในครัวเรือน" รายงานวิจัย Senior Project ภาควิชาเคมีเทคนิค จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มีนาคม, 2526.

30. อนัญญา พลนารถ. "การปรับปรุงคุณภาพเศษถ่านหินโดยวิธีคาร์บอไนเซชั่น." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิตภาควิชาเคมีเทคนิค บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2528

31. Lowry, H.H. (ed.) in Chemistry of Coal Utilization. Supp. Vol. pp 675-703, John Wiley & Sons, New York, 1963.

32. Yuzo Sanada, Shinjiro Watari, Akira Takahashi, Takashi Watanabe and Ziro Sekiya,"Method of Manufacturing briquets and coke in the molded form with asphalt as the binder." U.S. Pat 3, 838, 988 Oct 1, 1974

33. ASTM Standard,; D 2015, "Test for Gross Calorific Value of Solid fuel by the Adiabatic Bomb Calorimeter." American Society for Testing and Materials, U.S.A., 1982.

34. _____ ; D 3177, "Total Sulfur in the Analysis Sample of Coal and Coke, "American Society for Testing Materials, U.S.A., 1982.

35. _____ ; D 3172, "Proximate Analysis of Coal and Coke." American Society for Testing Materials, U.S.A., 1982.

36. _____ ;D 410 "Sieve Analysis of Coal" American Society for Testing Materials, U.S.A., 1982.

37. Anderson "Synthetic Fuel Composition" U.S. Pat 4,260, 395 Apr. 7, 1981.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวกที่ 1

รายละเอียดและวัสดุในการสร้างเตา

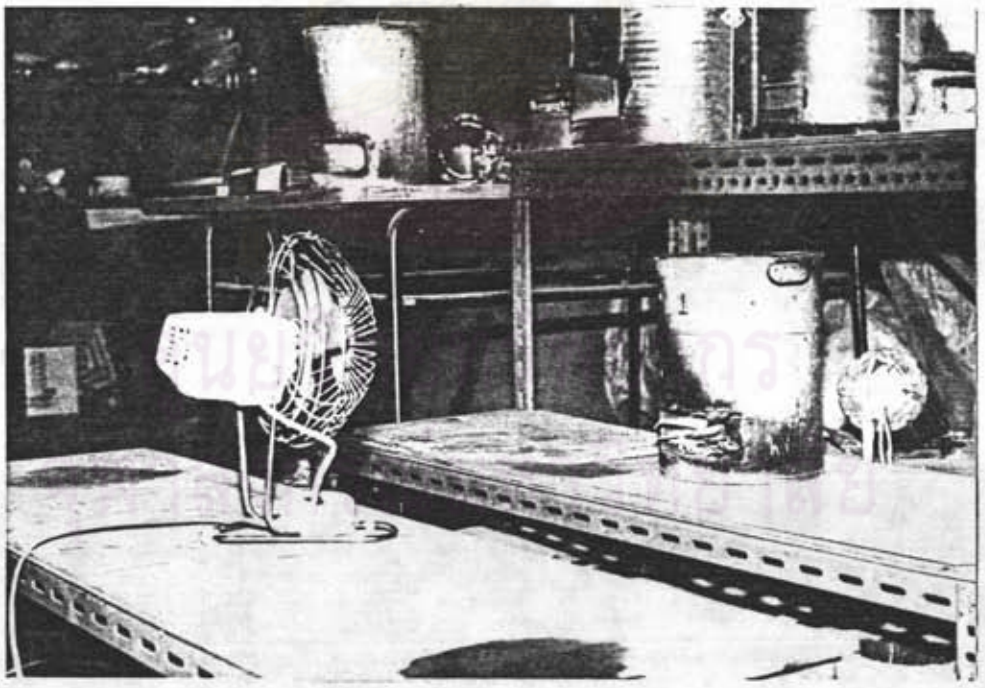
ในการสร้างเตานี้ทำได้โดยใช้สังกะสีทำเป็นรูปเตาตามขนาดที่ต้องการ การที่ใช้สังกะสีทำเตาเพราะมีราคาถูก หาง่าย ทนความร้อนได้สูงพอสมควร ค่าความร้อนจำเพาะ (specific heat) ต่ำมีค่า 0.0917 - 0.1267 แคลลอรี/กรัม^{0}ซ และมีค่าความสามารถในการแผ่รังสี (emissivity) ต่ำ คือ 0.045 - 0.053 จากนั้นใช้ปูนทนไฟผสมกับเถ้าแกลบ เพื่อให้เตามีน้ำหนักเบาขึ้น ในอัตราส่วน 5 : 2 โดยน้ำหนัก ผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน แล้วเติมน้ำประมาณร้อยละ 30 ของของผสม แล้วผสมให้เป็นเนื้อเดียวกันอีกครั้ง จากนั้นนำไปฉาบด้านในของเตาสังกะสีที่เตรียมไว้จนเกือบได้ความหนาที่ต้องการ จากนั้นให้ใช้ปูนทนไฟผสมน้ำพอประมาณฉาบบนส่วนผสมปูนทนไฟและเถ้าแกลบที่ฉาบไว้อีกครั้งหนึ่งจนได้ความหนาของเตาตามที่ต้องการ ทิ้งไว้ประมาณ 1-2 วัน ปูนทนไฟที่ฉาบไว้ที่ผิวจะมีรอยร้าว ให้ผสมปูนทนไฟกับน้ำพอประมาณฉาบที่รอยร้าวให้หมด ทำเช่นนี้ไปจนกว่าไม่มีรอยร้าวเกิดขึ้นอีก หลังจากนี้ปล่อยทิ้งไว้จนแห้งสนิท ซึ่งจะใช้เวลาทั้งหมดประมาณ 3-4 สัปดาห์ จากนี้ให้ใช้เศษไม้แห้งจุดไฟในเตาที่สำเร็จแล้ว 1 หรือ 2 ครั้งก่อนนำเตานี้ไปใช้งานจริง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวกที่ 2

การจุดถ่านอัดก้อน

ในการจุดถ่านอัดก้อนเริ่มด้วยการนำถ่านอัดก้อนใส่ลงในเตาวางบนยารองถ่าน แล้วแบ่งเศษไม้แห้งบางส่วนจากปริมาณ 120 กรัม ใส่ทางช่องเปิดด้านหน้าเตา จากนั้นจุดยี้ใต้เพื่อให้เศษไม้แห้งติดไฟและให้ความร้อนแก่ถ่านอัดก้อน แล้วค่อย ๆ เติมเศษไม้แห้งจนหมด พร้อมกับเปิดพัดลมซึ่งวางห่างจากเตา 50 ซม. จนถ่านอัดก้อนติดไฟ และไม่มีควันจึงปิดพัดลม (พัดลมที่ใช้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของใบพัดประมาณ 6 นิ้ว) ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 การจุดถ่านอัดก้อน

ภาคผนวกที่ 3

ก. การคำนวณปริมาณกำมะถันที่เหลืออยู่ในเถ้า (ตารางที่ 4.6)

ส่วนผสม ถ่านหิน 290 กรัม ปูนขาว 4 % ดินเหนียว 10 % $NaNO_3$ 3% น้ำ 25%

ถ่านหิน 290 กรัม มีน้ำหนักถ่านหินแห้ง 290 x (1 - 0.1348) = 250.91 กรัม

ปูนขาว 4 % = 250.91 x 0.04

= 10.04 กรัม

ดินเหนียว 10% = 250.91 x 0.1

= 25.09 กรัม

$NaNO_3$ 3 % = 250.91 x 0.03

= 7.53 กรัม

น้ำ 25 % = 250.91 x 0.25

= 62.73 กรัม

รวมทั้งหมด = 395.39 กรัม

∴ถ่านหินแห้ง = $\frac{250.91}{395.39}$ x 100

= 63.46 % ของน้ำหนักถ่านอัดก้อน

∴ ปูนขาว = $\frac{10.04}{395.39}$ x 100

= 2.539 % ของน้ำหนักถ่านอัดก้อน

ถ้าถ่านอัดก้อนหนัก 385.57 กรัม

∴ ถ่านหินแห้ง = 385.57 x 0.6346

= 244.68 กรัม

ถ่านหินที่ใช้ในการวิจัยนี้มีกำมะถัน 1.207 % (แบบไม่รวมความชื้น)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ถ่านหินที่ใช้ในการวิจัยนี้มีกำมะถัน $= \frac{1.207 \times 244.68}{100}$

$= 2.95$ กรัม

เมื่อจุดถ่านอัดก้อนเหลือเถ้า 120 กรัม

∴% กำมะถันที่ควรมีอยู่ในเถ้า $= \frac{2.95}{120} \times 100$

$= 2.46$ %

แต่ถ้านำเถ้านี้วิเคราะห์พบว่ามีปริมาณกำมะถันทั้งหมด 1.753 %

∴% กำมะถันที่เหลือ อยู่ในเถ้าเมื่อเทียบกับก่อนการเผาไหม้

$= \frac{1.753}{2.46} \times 100$

$= 71.26$ %

ถ่านอัดก้อนมีปูนขาว $= \frac{2.539}{100} \times 385.57$

$= 9.79$ กรัม

ผลจากการวิเคราะห์ปูนขาวมี CaO 64.71 %

∴ ถ่านอัดก้อนมี CaO $= 0.6471 \times 9.79$

$= 6.34$ กรัม

∴ อัตราส่วนโมล CaO/S $= \frac{6.34}{56} \times \frac{32}{2.95}$

$= 1.23$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข. การคำนวณค่าความแข็งแรงของถ่านอัดก้อนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 ซม.
(ตัวอย่างความแข็งแรงของถ่านอัดก้อนย่างขนาดเล็กกว่า 1 มม. ตารางที่ 4.4)

พื้นที่รับแรงกด $= \frac{\pi}{4}(10)^2 - 12 \times \frac{\pi}{4}(1.4)^2$

$= 60.07$ ตร.ซม.

น้ำหนักที่กดบนถ่านอัดก้อนจนเสียรูป 251 กิโลกรัม

$\therefore$ ความแข็งแรง $= \frac{251}{60.07}$

$= 4.18$ กิโลกรัม/ตร.ซม.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวกที่ 4

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของดินเหนียวที่ใช้ในการวิจัย

องค์ประกอบ	ร้อยละ
Ignition loss	5.64
SiO_2	63.47
Al_2O_3	23.24
Fe_2O_3	2.64
TiO_2	0.74
Na_2O	0.14
K_2O	2.55
CaO	0.42
MgO	0.79

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวกที่ 5

คุณสมบัติของ mixed pitch และ coconut pitch

mixed pitch

acid value	106.80
iodine value	65.70
saponification value	-
titre ^{o}C	39.0
unsaponification matter	11.5

coconut pitch

acid value	57.23
iodine value	7.7
saponification value	185
titre ^{o}C	40.0
unsaponification matter	10.1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวกที่ 6

ตัวอย่างข้อมูลจากการทดลองหาประสิทธิภาพการใช้งานของถ่านอัดก้อนแบบที่ 1 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 ซม. ดินเหนียว 5% ปูนขาว 4% $NaNO_3$ 3 % น้ำ 25%

จำนวนถ่านที่จุดครั้งละ (ก้อน)	น้ำหนักถ่าน (กรัม)	ปริมาณน้ำเริ่มต้น (กรัม)	อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น (^{0}ซ)	ปริมาณน้ำที่ระเหยไป (กรัม)
1	395.42	3000	29.8	280
2	395.39 395.64	3000	30	726
3	395.26 395.86 395.33	3000	28.6	1140
3 (ต่อเนื่อง)	395.77 395.05 395.10	3000	30.6	1070

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวกที่ 7

การคำนวณประสิทธิภาพการใช้งานของถ่านอัดก้อนแบบที่ 1 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 ซม. ดินเหนียว 5% จำนวนถ่านที่จุดครั้งละ 1 ก้อน ดังตารางที่ 4.8

น้ำหนักถ่านอัดก้อน 395.42 กรัม

มีถ่านหินแห้ง 65.54 % (ตัวอย่างการคำนวณแสดงในภาคผนวกที่ 3)

$\therefore$ มีถ่านหินแห้ง $395.42 \times \frac{65.54}{100} = 259.15$ กรัม

จากสูตรการคำนวณหาประสิทธิภาพหน้า 26 คือ

$$n = \frac{mS(T_2-T_1) + (m-m_1)\lambda}{wq} \times 100$$

$m = 3000$ กรัม $\quad m-m_1 = 280$ กรัม

$S = 1$ แคลอรี/กรัม^{0}ซ $\quad \lambda = 540$ แคลอรี/กรัม

$T_2 = 100^{o}$ ซ $\quad w = 259.15$ กรัม

$T_1 = 29.8^{o}$ ซ $\quad q = 4221$ แคลอรี/กรัม

$$\eta = \frac{3000 \times (100-29.8) + (280 \times 540)}{259.15 \times 4221} \times 100$$

$= 33.07$ %

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียน

นางสาว นิภา เศรษฐไพศาล เกิดเมื่อวันที่ 19 เมษายน 2504 ที่จังหวัดอุทัยธานี ได้รับปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาเคมีวิศวกรรม ภาควิชาเคมีเทคนิค จากคณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2525

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย