การนำเศษถ่านหินมาอัดก้อนเพื่อใช้ในครัวเรือน

นางสาว นิภา เศรษฐไพศาล

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาเคมีเทคนิค

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2528

ISBN 974-566-066-3

009661

I15977340ฐ.

BRIQUETTING OF COAL FINES FOR HOUSEHOLD USES

Miss Nipa Sethapisal

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science

Department of Chemical Technology

Graduate School

Chulalongkorn University

1985

ISBN 974-566-066-3

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การนำเศษถ่านหินมาอัดก้อนเพื่อใช้ในครัวเรือน
โดย	นางสาว นิภา เศรษฐไพศาล
ภาควิชา	เคมีเทคนิค
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย โอสุวรรณ

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุประดิษฐ์ บุนนาค)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ กัญจนา บุณยเกียรติ)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย โอสุวรรณ)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภัทรพรรณ ประศาสน์สารกิจ)

.....กรรมการ
(อาจารย์ ดร.เกียรพรรค ทัศคร)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เลอสรวง เมฆสุต)

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การนำเศษถ่านหินมาอัดก้อนเพื่อใช้ในครัวเรือน

โดย นางสาว นิภา เศรษฐไพศาล

ภาควิชา เคมีเทคนิค

อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย โอสุวรรณ

ปีการศึกษา 2528

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อ

ถ่านหินเริ่มเป็นที่ยอมรับและใช้กันมากขึ้นในอุตสาหกรรม พบว่าในการทำเหมืองจะมีเศษถ่านหินเหลือทิ้งประมาณร้อยละ 35 จึงสนใจนำมาศึกษาถึงการอัดก้อนเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงในครัวเรือนทดแทนถ่านไม้และฟืน

ทำการศึกษาโดยใช้เครื่องอัดแบบไฮโดรลิกส์ ใช้ตัวประสานช่วยในการอัดติดเป็นก้อน โดยถ่านอัดก้อนที่ได้เป็นรูปทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10-12 ซม. สูง 5-7 ซม. หน้าตัดเป็นรูปรังผึ้งโดยมีช่องเจาะทะลุตามแนวแกน 12-16 ช่อง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.4 ซม. จากผลการทดลอง พบว่า ดินเหนียวเป็นตัวประสานที่เหมาะสมที่สุด หาง่ายและมีราคาถูก ส่วนผสมที่ดีอยู่ระหว่างร้อยละ 5-20 เทียบกับน้ำหนักถ่านหินแห้ง ซึ่งให้ถ่านอัดก้อนมีความแข็งแรงประมาณ 8-16 กก./ตร.ซม. ขนาดถ่านหินที่เหมาะสมคือ ขนาดรวมทุกช่วงขนาดที่ได้จากการนำเศษถ่านหินไปบดด้วยเครื่อง hammer mill ที่มีตะแกรงร่อนขนาด 3/8 นิ้ว ปริมาณกำมะถันเหลือค้างอยู่ในเถ้าเพิ่มขึ้นจากเดิมร้อยละ 49 ไปเป็นร้อยละ 70 เมื่อผสมปูนขาวร้อยละ 4 ของน้ำหนัก ถ่านหินแห้ง หรือในอัตราส่วนโมล $CaO/S = 1.23$ โดยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์จะถูกจับในรูปของ $CaSO_4$ ตกค้างอยู่ในเถ้า และเมื่อผสม $NaNO_3$ ร้อยละ 3 ของน้ำหนักถ่านหินแห้งจะช่วยทำให้ถ่านอัดก้อนติดไฟและควันหมดเร็วขึ้น เมื่อนำถ่านอัดก้อนมาทดลองการนำไปใช้งานกับเตาทดลองที่สร้างขึ้นเปรียบเทียบกับถ่านไม้เมื่อใช้กับเตาอั้งโล่ พบว่ามีลักษณะการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและความร้อน/หน่วยพื้นที่ เวลากับเวลาคล้ายคลึงกัน และมีประสิทธิภาพการใช้งานใกล้เคียงกันคือ ร้อยละ 25-35 ขึ้นกับลักษณะการใช้งาน

สรุปได้ว่าการนำเศษถ่านหินมาอัดก้อนเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงในครัวเรือนมีทางเป็นไปได้ และน่าจะสนับสนุนให้มีการค้นคว้าทดลองกันอย่างจริงจังต่อไป

Thesis Title Briquetting of Coal Fines for Household Uses.

Name Miss Nipa Sethapisal

Thesis Advisor Associate Professor Somchai Osuwan, Ph.D.

Department Chemical Technology

Academic Year 1985

ABSTRACT

Coal is becoming more acceptable and widely used in industry. In mining, about 35 % coal produced is left as coal fines. It is then of interest to briquet for household uses as domestic fuel to replace wood and wood charcoal.

Briquets were manufactured by kneading coal fines with suitable binders and molding the kneaded blend under hydraulic-compression. The briquets are 10-12 cm. diam., 5-7 cm. height cylinders having a honey-combed croass-section with 12-16 axial holes of 1.4 cm. diameter. From experiments, clay which is locally available was found to be the most suitable binder. By using 5-20 % clay, on dry coal basis, the briquets had compressive strength in the range of 8-16 kg/cm^2. The most suitable particle size of coal fines was obtained by using a hammer mill with a 3/8 inch diameter aperture screen. Odor emission during early stages of ignition was much less and sulfur retained in ash was increased from 49 % to 70 % by adding 4 % lime on dry coal basis which is eqivalent to CaO/S mole ratio of 1.23. Sulfur dioxide reacted with calcium oxide in lime to form calcium sulfate and remained in the ash after combustion. $NaNO_3$ was used as an oxidizer and it was found that 3 % of it helped to initiate good combustion and also reduced smoke.

Performance test of briquets was done in a newly designed stove and results were compared with those done in a conventional bucket type stove using wood charcoal as fuel. It was found that patterns of heat flux variation were similar and performance efficiencies were comparable which was in the range of 25 to 35 %, depending upon methods of utilization.

It was concluded that briquetting of coal fines for household uses is possible and further works should be seriously carried on.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้ได้สำเร็จลุล่วงด้วยดี ต้องขอกราบขอบพระคุณท่านอาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย โอสุวรรณ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำช่วยเหลือและอบรมสั่งสอนมาโดยตลอด รวมทั้งคณาจารย์ในภาควิชาเคมีเทคนิคทุก ๆ ท่าน ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำ และอำนวยความสะดวกในการใช้ห้องปฏิบัติการ ขอขอบคุณ คุณสังข์ ช่วยชื่น และคุณ เจริญ ดีประเสริฐที่ให้ความสะดวกด้านงานเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัยตลอดจนเจ้าหน้าที่ทุกท่านที่อำนวยความสะดวกในการใช้ห้องปฏิบัติการและอื่น ๆ และขอขอบคุณบริษัทแพร่สิกไนท์ จำกัดที่เอื้อเฟื้อให้ตัวอย่างถ่านหินมาใช้ในการทดลอง

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณบิดา มารดาและพี่ ๆ ที่มอบทุนทรัพย์ในการศึกษาเล่าเรียน และขอขอบคุณพี่ เพื่อนและน้อง ๆในภาควิชาเคมีเทคนิค ที่เป็นกำลังใจสนับสนุน และช่วยเหลือการทำวิทยานิพนธ์มาโดยตลอด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.1	การใช้พลังงานภายในประเทศในปี 2526	2
2.1	ผลการวิเคราะห์แบบประมาณของเชื้อเพลิงชนิดต่าง ๆ	5
2.2	การแบ่งถ่านหินตามศักดิ์โดยวิธี ASTM D 388	12
2.3	กำลังผลิตถ่านอัดก้อนของประเทศต่าง ๆ	19
3.1	ขนาดของเตาที่ใช้ในการวิจัย	34
3.2	ขนาดของแบบอัดทั้ง 3 แบบ	43
3.3	รายละเอียดของเตาที่ใช้ในการวิจัยทั้ง 3 แบบ	46
4.1	คุณสมบัติของเศษถ่านหินที่ใช้ในการวิจัย	48
4.2	ผลการวิเคราะห์ขนาดของถ่านหินที่ใช้ในการวิจัย	48
4.3	ผลของตัวประสานชนิดต่าง ๆ	52
4.4	ผลของช่วงขนาดถ่านหิน	52
4.5	% กำมะถันที่เหลืออยู่ในเถ้าเมื่อเทียบกับก่อนการเผาไหม้เมื่อใช้ปูนขาว .	53
4.6	ผลของปริมาณโซเดียมไนเตรทต่อการติดไฟ	53
4.7	ผลของปริมาณตัวประสานต่อความแข็งแรงของถ่านอัดก้อน	56
4.8	ประสิทธิภาพการใช้งาน	57
4.9	รายละเอียดถ่านอัดก้อนทั้ง 3 แบบ	69
4.10	ผลของปริมาณตัวประสานต่อความแข็งแรงของถ่านอัดก้อน	70
4.11	ประสิทธิภาพการใช้งานของถ่านอัดก้อนแบบที่ 2	71
4.12	ประสิทธิภาพการใช้งานของถ่านอัดก้อนแบบที่ 3	72
4.13	ผลการศึกษาการนำถ่านอัดก้อนไปใช้งานในลักษณะอื่น ๆ	75

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการ์บอนและค่าความร้อนของเชื้อเพลิง	6
2.2	โมเดลของถ่านหินตามแบบของ Hirsh	8
2.3	โครงสร้างโมเลกุลของถ่านหินที่มีสารระเหยมากตามแบบของ M.G.Huntington	9
2.4	โมเลกุลสมมุติของถ่านหิน	10
2.5	ขั้นตอนการผลิตถ่านอัดก้อน	20
2.6	ส่วนประกอบของเตาที่สำเป็น	22
2.7	การสูญเสียความร้อนจากเตา	25
3.1	เครื่องบดย่นิด Hammer mill	32
3.2	เครื่องผสม	32
3.3	เครื่องทดสอบความแข็งแรง (compressive strength tester)	33
3.4	เครื่องอัดไฮโดรลิกส์	33
3.5	แบบอัด แบบที่ 1	35
3.6	เตาที่ใช้ในการวิจัยด้าน Top View และ Side View	35
3.7	เครื่องมือวัดอุณหภูมิ	36
3.8	เครื่องมือวัดความร้อน/หน่วยพื้นที่.เวลา	37
3.9	การวัดอุณหภูมิ	42
3.10	การวัดความร้อน/หน่วยพื้นที่.เวลา	42
3.11	แบบอัดทั้ง 3 แบบ	44
3.12	เตาที่ใช้ในการวิจัยทั้ง 3 แบบ ด้าน Top View	45
3.13	เตาที่ใช้ในการวิจัยทั้ง 3 แบบ ด้าน Side View	45
4.1	ถ่านอัดก้อนแบบที่ 1 ด้าน Top View และ Side View	49
4.2	ร้อยละความชื้นของถ่านอัดก้อนแบบที่ 1	50
4.3	% ปริมาณเถ้าที่เหลืออยู่ในเถ้า เมื่อเทียบกับก่อนการเผาไหม้	54

รูปที่ หน้า

4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพกับปริมาณดินเหนียว 58
4.5 การเปลี่ยนแปลงความร้อน/หน่วยพื้นที่ เวลาและอุณหภูมิกับ เวลา เมื่อใช้ดินเหนียว 5 % 59
4.6 การเปลี่ยนแปลงความร้อน/หน่วยพื้นที่ เวลาและอุณหภูมิกับ เวลา เมื่อใช้ดินเหนียว 10 % 60
4.7 การเปลี่ยนแปลงความร้อน/หน่วยพื้นที่ เวลาและอุณหภูมิกับ เวลา เมื่อใช้ดินเหนียว 20 % 61
4.8 การเปลี่ยนแปลงความร้อน/หน่วยพื้นที่ เวลาและอุณหภูมิกับ เวลายองถ่านไม้ 62
4.9 ถ่านอัดก้อนแบบที่ 2 ด้าน Top View และ Side View 64
4.10 ถ่านอัดก้อนแบบที่ 3 ด้าน Top View และ Side View 65
4.11 ถ่านอัดก้อนทั้ง 3 แบบ 66
4.12 ร้อยละความชื้นของถ่านอัดก้อนแบบที่ 2 67
4.13 ร้อยละความชื้นของถ่านอัดก้อนแบบที่ 3 68
4.14 การเปลี่ยนแปลงความร้อน/หน่วยพื้นที่ เวลาและอุณหภูมิ เวลายองถ่านแบบที่ 2 73
4.15 การเปลี่ยนแปลงความร้อน/หน่วยพื้นที่ เวลา และอุณหภูมิกับ เวลายองถ่านแบบที่ 3 74
5.1 การเปลี่ยนแปลงความร้อน/หน่วยพื้นที่ เวลากับเวลายองถ่านอัดก้อนแบบที่ 1 84
5.2 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิกับเวลายองถ่านอัดก้อนแบบที่ 1 85
5.3 การลุกไหม้ของถ่านอัดก้อนในช่วงแรก 87
5.4 การลุกไหม้ของถ่านอัดก้อนในช่วงหลัง 87
5.5 เถ้าของถ่านอัดก้อน 88
1. การจุดถ่านอัดก้อน 97

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย . . . . . ก

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ . . . . . ข

กิตติกรรมประกาศ . . . . . ง

สารบัญตาราง . . . . . จ

สารบัญรูป . . . . . ฉ

บทที่

1. บทนำ 1

2. ทฤษฎีและงานวิจัยในอดีต 4

2.1 แหล่งพลังงาน 4

2.2 เชื้อเพลิง 4

2.3 ถ่านหิน 7

2.3.1 การแบ่งชนิดถ่านหิน 11

2.3.2 มลภาวะจากถ่านหิน 11

2.3.3 วิธีการขจัดกำมะถันในถ่านหิน 13

2.3.3.1 วิธีการขจัดกำมะถันก่อนการเผาไหม้ . . 13

2.3.3.2 วิธีการขจัดกำมะถันขณะเผาไหม้ 14

2.3.3.3 วิธีการขจัดกำมะถันหลังเผาไหม้ 15

2.4 การอัดก้อน (Briquetting) 16

2.4.1 การผลิตถ่านอัดก้อน 18

2.5 เตา 21

2.5.1 ความเป็นมาของเตาหุงต้มแบบต่าง ๆ ที่ใช้กันอยู่ในโลก 21

2.5.2 เตาหุงต้ม 22

2.6 การศึกษาถึงประสิทธิภาพของเตาหุงต้ม 23

2.7 งานวิจัยในอดีต 27

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ หน้า

3. เครื่องมือและวิธีการทดลอง 31

3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง 31

3.2 ถ่านหินและสารที่ใช้ในการทดลอง 38

3.3 วิธีการทดลอง 38

3.3.1 การเตรียมตัวอย่าง 38

3.3.2 การศึกษาคุณสมบัติของถ่านอัดก้อนเพื่อหาส่วนผสมต่าง ๆ . . . 38

3.3.2.1 การหาตัวประสานที่เหมาะสม 39

3.3.2.2 การหาขนาดถ่านที่เหมาะสม 39

3.3.2.3 การหาปริมาณฝุ่นยาวที่เหมาะสม 39

3.3.2.4 การหาปริมาณโซเดียมไนเตรทที่เหมาะสม . . . 39

3.3.3 การศึกษาคุณสมบัติของถ่านอัดก้อนในการนำไปใช้งาน 39

3.3.3.1 ความแข็งแรง 40

3.3.3.2 ประสิทธิภาพ 40

3.3.3.3 การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและความร้อน/หน่วยพื้นที่เวลากับเวลา 40

3.3.4 การศึกษาการนำถ่านอัดก้อนไปใช้งานในสภาวะอื่น ๆ 40

4. ผลการทดลอง 47

4.1 ผลการทดลองศึกษาคุณสมบัติของถ่านอัดก้อนเพื่อหาส่วนผสมต่าง ๆ . . . 51

4.2 ผลการทดลองศึกษาคุณสมบัติของถ่านอัดก้อนแบบที่ 1 ในการนำไปใช้งาน. 55

4.3 ผลการทดลองศึกษาคุณสมบัติของถ่านอัดก้อนแบบที่ 2 และ 3 ในการนำไปใช้งาน 63

4.4 ผลการทดลองศึกษาการนำถ่านอัดก้อนแบบที่ 1 ไปใช้งานในสภาวะอื่น ๆ. 63

5. วิจารณ์ผลการทดลอง 76

5.1 ผลการทดลองศึกษาคุณสมบัติของถ่านอัดก้อนเพื่อหาส่วนผสมต่าง ๆ . . . 76

5.2 ผลการทดลองศึกษาคุณสมบัติของถ่านอัดก้อนแบบที่ 1 ในการนำไปใช้งาน. 81

5.3 ผลการทดลองศึกษาคุณสมบัติของถ่านอัดก้อนแบบที่ 2 และ 3 ในการนำไปใช้งาน 83

บทที่ หน้า

5.4 ผลการนำถ่านอัดก้อนแบบที่ 1 ไปใช้งานในสภาวะอื่น ๆ 89

6. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 90

6.1 สรุปผลการวิจัย 90

6.2 ข้อเสนอแนะ 91

เอกสารอ้างอิง 92

ภาคผนวก

ภาคผนวกที่ 1 รายละเอียดและวัสดุในการสร้างเตา 96

ภาคผนวกที่ 2 การจุดถ่านอัดก้อน 97

ภาคผนวกที่ 3 ก. การคำนวณปริมาณกำมะถันที่เหลืออยู่ในเถ้าเมื่อใช้ปูนขาว . 98

ข. การคำนวณค่าความแข็งแรงของถ่านอัดก้อน 100

ภาคผนวกที่ 4 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของดินเหนียวที่ใช้ในการวิจัย . . 101

ภาคผนวกที่ 5 คุณสมบัติของ mixed pitch และ coconut pitch . . . 102

ภาคผนวกที่ 6 ตัวอย่างข้อมูลจากการทดลองหาประสิทธิภาพการใช้งานของ
ถ่านอัดก้อนแบบที่ 1 103

ภาคผนวกที่ 7 การคำนวณประสิทธิภาพการใช้งาน 104

ประวัติ 105

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย