การออกแบบและสร้างแม่พิมพ์ของเครื่องผลิตเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูง

นาย สิทธิพงษ์ ณ อุบล

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พ.ศ. 2533

ISBN 974-578-488-5

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

017506 ม7809025

Design and Construction of Molds for High Efficiency Stove Making Machine

Mr. Sitipong Na Ubon

A Thesis Submitted in Partioal Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering

Department of Mechamical Engineering

Graduate School

Chulalohngkorn University

1990

ISBN 974-578-488-5

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การออกแบบและสร้างแม่พิมพ์ของเครื่องผลิตเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูง
โดย	นาย สิทธิพงษ์ ณ อุบล
ภาควิชา	วิศวกรรมเครื่องกล
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร. วิทยา ยงเจริญ

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ ดร. ถาวร วัชราภัย)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. กุลธร ศิลปบรรเลง)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ ดร. วิทยา ยงเจริญ)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ก่อเกียรติ บุญชูกุศล)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ประเสริฐ เสริมศรีสุวรรณ)

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

สิทธิพงษ์ ณ อุบล : การออกแบบและสร้างแม่พิมพ์ของเครื่องผลิตเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูง (DESIGN AND CONSTRUCTION OF MOLDS FOR HIGH EFFICIENCY STOVE MAKING MACHINE) อ.ที่ปรึกษา : รศ.ดร.วิทยา ยงเจริญ, ๑๔๗ หน้า

โครงการวิทยานิพนธ์นี้ เป็นการศึกษาพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่จะนำมาออกแบบ และสร้างแม่พิมพ์ของเครื่องผลิตเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูง ซึ่งเป็นการขึ้นรูปโดยการอัดด้วยระบบไฮดรอลิกแทนการปั้นด้วยมือ จะทำให้ผู้ผลิตเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูงสามารถผลิตเตาชนิดนี้ได้รูปร่างถูกต้องตามมาตรฐานและยังเป็นการเพิ่มอัตราการผลิตให้สูงขึ้นได้

จากการทดลองศึกษาพารามิเตอร์ต่าง ๆ พบว่า แรงอัดที่ใช้ในการขึ้นรูป ๒๐ - ๒๕ กิโลนิวตัน ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับการปั้นด้วยมือแล้ว ความหนาแน่นของเนื้อเตาเพิ่มขึ้น ๑๓ - ๒๒ เปอร์เซนต์ ความแข็งแรงเพิ่มขึ้น ๑๑ - ๑๗ เปอร์เซนต์ และการหดตัวลดลง ๗ - ๑๓ เปอร์เซนต์ ดังนั้นแม่พิมพ์ที่เหมาะสมจะเป็นแบบแม่พิมพ์ภายนอก ๓ ชิ้น (TREE PRICES EXTERNAL MOLDS) แม่พิมพ์อัดแบบชิ้นเดียว และใช้เครื่องคว้านห้องเผาไหม้ของเตาให้ได้รูปร่างตามมาตรฐานของกรมป่าไม้

พระบรมราชูปถัมภ์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ภาควิชา วิศวกรรมเครื่องกล ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกล

ปีการศึกษา ๒๕๓๓ ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

SITIPONG NA UBON : DESIGN AND CONSTRUCTION OF MOLDS FOR HIGH EFFICIENCY STOVE MAKING MACHINE. THESIS ADVISOR : ASSO. PROF VITHAYA YONGCHAROEN, Ph.D., 147 pp.

The experiment of parameters for design and construction of molds for high efficiency stove making machine was experimented in this thesis. This machine was operated by hydraulic system instead of existing hand made one. The machine enable the production of the high efficiency stove with greater precision with increased the production rate.

From the experiment it can be found that the force for pressing are around 20-25 kilonewton. When comparess with hand made model the density of stove is increase 13 - 22 percent, compressive strength increased by 11 - 17 percent and shrinkage decreased 7 - 13 percent. The external molds are 3-piece type, with a forming mold made of one piece. The conbustion chamber of the stove is machined to meet the standard set by the royal forestry department.

ภาควิชา วิศวกรรมเครื่องกล ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกล

ปีการศึกษา ๒๕๓๓ ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้สำเร็จลุล่วงไปด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของ รองศาตราจารย์ ดร. วิทยา ยงเจริญ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งท่านได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่าง ๆ ของการวิจัยด้วยดีตลอด และขอขอบคุณ คุณ มนัส สุขสาย ผู้จัดการโรงงานมนัสเซรามิคส์ ที่ได้ให้คำปรึกษา และแนะนำเกี่ยวกับ การเตรียมดินผสมและการปรับปรุงส่วนผสมของดิน ขอขอบคุณ เจ้าหน้าที่โครงการ การปรับปรุงเตาหุงต้มกองวิจัยผลิตผลไม้ป่าไม้ทุก ๆ ท่าน ที่ได้ช่วยอนุเคราะห์มอบเอกสารต่าง ๆ เกี่ยวกับเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูงและข้อคิดเห็นบางอย่าง และเนื่องจากทุนวิจัยครั้งนี้บางส่วนได้รับมาจากทุนอุดหนุนการวิจัยของบัณฑิตวิทยาลัย จึงขอขอบพระคุณบัณฑิตวิทยาลัย มา ณ ที่นี้ด้วย

ท้ายนี้ ผู้วิจัยใคร่กราบขอบพระคุณ บิดา-มารดา ซึ่งสนับสนุนและให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ฆ
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ง
กิตติกรรมประกาศ	จ
สารบัญภาพ	ช
สารบัญตาราง	ฌ
บทที่	
1. บทนำ	1
2. ความเป็นมาของเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูง	5
3. การผสมดินและการปั้นด้วยวิธีดั้งเดิม	13
4. การอัดขึ้นรูป	20
5. วิธีการทดลอง	25
6. ผลการทดลอง	33
7. การออกแบบ	49
8. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	76
เอกสารอ้างอิง	79
ภาคผนวก	80
ประวัติผู้เขียน	147

สารบัญภาพ

หน้า

รูปที่

1.1 ขั้นตอนการวิจัย 3
2.1 เตาหุงต้มประสิทธิภาพสูงแบบใช้ถ่าน 7
2.2 เตาหุงต้มประสิทธิภาพสูงแบบใช้ฟืน 10
3.1 ไดอะแกรมแสดงขั้นตอนการผลิตเตาที่จังหวัดราชบุรี 17
3.2 ไดอะแกรมแสดงขั้นตอนการผลิตเตาที่จังหวัดพิษณุโลก 18
3.3 ไดอะแกรมแสดงขั้นตอนการผลิตเตาที่จังหวัดมหาสารคาม 19
5.1 แม่พิมพ์อัดที่ใช้ในการทดลอง 26
5.2 แม่พิมพ์ภายนอกที่ใช้ในการทดลอง 28
5.3 แม่พิมพ์แท่งตัวอย่าง 30
6.1 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของแท่งตัวอย่างที่ใช้ดินผสมจากแหล่งต่างๆกับความดันอัด 43
6.2 ความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซนต์การหดตัวของแท่งตัวอย่างที่ใช้ดินผสมจากแหล่งต่างๆกับความดันอัด 44
6.3 เปอร์เซนต์น้ำของดินผสมจากแหล่งต่างๆ 45
6.4 ความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งแรงของแท่งตัวอย่างที่ใช้ดินผสมจากแหล่งต่างๆกับความดันอัด 48
7.1 แม่พิมพ์แบบสามชิ้นกับแรงต่างๆที่กระทำ 51
7.2 โมเมนต์ดัดจากแรง P ที่กระทำกับแม่พิมพ์ 52
7.3 โมเมนต์ดัดจากแรง P ที่กระทำกับแม่พิมพ์ 52
7.4 ความเค้นจากโมเมนต์ดัดที่เกิดขึ้นในแม่พิมพ์ 55
7.5 ตำแหน่งศูนย์กลางของแรงที่กระทำกับแม่พิมพ์ภายนอก 58
7.6 แบบแม่พิมพ์ภายนอก 62
7.7 แบบแม่พิมพ์อัด 64
7.8 ห้องเผาไหม้ที่ต้องคว้านออก 65
7.9 แบบเครื่องคว้านห้องเผาไหม้ 66
7.10 การเจาะรูก้นเตาฯเพื่อป้องกันสูญญากาศ 67
7.11 แม่พิมพ์ที่ปรับปรุงใหม่ 68
7.12 เตาฯเมื่อรับแรงอัด 70

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

รูปที่

7.13 เตาฯเมื่อรับแรงเฉือน 72
7.14 แม่พิมพ์อัด..... 74
7.15 แม่พิมพ์ภายนอก 74
7.16 เตาหุงต้มประสิทธิภาพสูงจากการอัด 75
7.16 เครื่องคว้านห้องเผาไหม้ 75
ง.4 แบบเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูงชนิดใช้ถ่าน 125
ง.5 แบบลิ้นเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูงชนิดใช้ถ่าน 126
ง.6 แบบถังหุ้มเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูงชนิดใช้ถ่าน 127
จ.1 ความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่รูลิ้นเตาฯ กับ พื้นที่อากาศเข้า 128
จ.2 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะจากประตูเตาถึงเส้า กับประสิทธิภาพเตา มวลของเตา และเวลาน้ำเดือด 129
จ.3 ความสัมพันธ์ระหว่างเส้นผ่าศูนย์กลางภายในก้นเตา กับประสิทธิภาพเตา,มวลของเตา และเวลาน้ำเดือด 130
จ.4 ความสัมพันธ์ระหว่างเส้นผ่าศูนย์กลางภายในเส้าเตากับประสิทธิภาพเตามวลของเตา และเวลาน้ำเดือด 131
จ.5 ความสัมพันธ์ระหว่างเส้นผ่าศูนย์กลางภายในปากเตากับประสิทธิภาพเตามวลของเตา และเวลาน้ำเดือด 132
จ.6 ความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่รูลิ้นเตากับประสิทธิภาพเตา,มวลของเตา และเวลาน้ำเดือด 133
จ.7 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาผนังเตากับประสิทธิภาพเตา ,มวลของเตา และเวลาน้ำเดือด 135
จ.8 ความสัมพันธ์ระหว่างความสูงของเส้าเตากับประสิทธิภาพเตา ,มวลของเตา และเวลาน้ำเดือด 135

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่

2.1 คุณสมบัติทางกายภาพของเตาถ่าน กปม.1 9

2.2 ค่าเฉลี่ยผลการทดลองของเตาถ่าน กปม.1 9

2.3 ผลการทดลองเตาฯฟืน กปม.2 12

3.1 ส่วนผสมและคุณสมบัติทนไฟของดินเหนียวจากแหล่งผลิตต่างฯ 14

6.1 ตารางแสดงความดันอัดในการขึ้นรูป 34

6.2 ผลการทดลองถอดแม่พิมพ์ 35

6.3 ค่าเฉลี่ยผลการทดลองความหนาแน่น, ปริมาณน้ำ, การหดตัว, ความแข็งแรงที่ความดันอัดต่างฯของแท่งตัวอย่างจากราชบุรี 37

6.4 ค่าเฉลี่ยผลการทดลองความหนาแน่น, ปริมาณน้ำ, การหดตัว, ความแข็งแรงที่ความดันอัดต่างฯของแท่งตัวอย่างจากร้อยเอ็ด 38

6.5 ค่าเฉลี่ยผลการทดลองความหนาแน่น, ปริมาณน้ำ, การหดตัว, ความแข็งแรงที่ความดันอัดต่างฯของแท่งตัวอย่างจากชลบุรี 38

6.6 ค่าเฉลี่ยผลการทดลองความหนาแน่น, ปริมาณน้ำ, การหดตัว, ความแข็งแรงที่ความดันอัดต่างฯของแท่งตัวอย่างที่อัดแบบกึ่งแห้งชุดที่ 1 . 40

6.7 ค่าเฉลี่ยผลการทดลองความหนาแน่น, ปริมาณน้ำ, การหดตัว, ความแข็งแรงที่ความดันอัดต่างฯของแท่งตัวอย่างที่อัดแบบกึ่งแห้งชุดที่ 2 . 40

6.8 ค่าเฉลี่ยผลการทดลองความหนาแน่น, ปริมาณน้ำ, การหดตัว, ความแข็งแรงที่ความดันอัดต่างฯของแท่งตัวอย่างที่อัดแบบแห้ง 41

6.9 ความแข็งแรงของแท่งตัวอย่างที่ความคะนอัดและปริมาณน้ำต่างฯ . 47

7.1 ความหนาของแม่พิมพ์และความเค้นที่เกิดขึ้นที่ตำแหน่งต่างฯ 63

7.2 เปรียบเทียบ ความหนาแน่น ความแข็งแรง การหดตัว ของดินผสมที่ขึ้นรูปโดยการอัดและปั้นด้วยมือ 73

8.1 เปรียบเทียบวิธีการผลิตเตาฯด้วยเครื่องและด้วยมือ 77

ก.1 ข้อมูลการทดลองดินผสมจากราชบุรี 81

ก.2 ข้อมูลการทดลองดินผสมจากร้อยเอ็ด 82

ก.3 ข้อมูลการทดลองดินผสมจากชลบุรี 84

ก.4 ข้อมูลการทดลองดินผสมแบบกึ่งแห้งชุดที่.1 86

ก.5 ข้อมูลการทดลองดินผสมแบบกึ่งแห้งชุดที่.2 88

สารบัญตาราง(ต่อ)

หน้า

ตารางที่

ข.1 ผลการทดลองดินผสมจากชลบุรี 94
ข.2 ค่าเฉลี่ยผลการทดลองดินผสมจากชลบุรี 96
ข.3 ผลการทดลองความแข็งแรงแท่งตัวอย่างดินผสมจากชลบุรี 97
ข.4 ผลการทดลองดินผสมจากร้อยเอ็ด 98
ข.5 ค่าเฉลี่ยผลการทดลองดินผสมจากร้อยเอ็ด 99
ข.6 ผลการทดลองความแข็งแรงแท่งตัวอย่างดินผสมจากร้อยเอ็ด 100
ข.7 ค่าเฉลี่ยผลการทดลองความแข็งแรงดินผสมจากร้อยเอ็ด 102
ข.8 ผลการทดลองดินผสมจากราชบุรี 103
ข.9 ค่าเฉลี่ยผลการทดลองดินผสมจากราชบุรี 105
ข.10 ผลการทดลองความแข็งแรงแท่งตัวอย่างดินผสมจากราชบุรี 107
ข.11 ผลการทดลองดินผสมแบบกึ่งแห้งชุดที่.1 108
ข.12 ค่าเฉลี่ยผลการทดลองดินผสมแบบกึ่งแห้งชุดที่.1..... 109
ข.13 ผลการทดลองความแข็งแรงแท่งตัวอย่างดินผสมแบบกึ่งแห้งชุดที่.1 . 110
ข.14 ผลการทดลองดินผสมแบบกึ่งแห้งชุดที่.2 111
ข.15 ค่าเฉลี่ยผลการทดลองดินผสมแบบกึ่งแห้งชุดที่.2 112
ข.16 ผลการทดลองความแข็งแรงแท่งตัวอย่างดินผสมแบบกึ่งแห้งชุดที่.2 . 113
ข.17 ผลการทดลองดินผสมแบบอัดแห้ง 114
ข.18 ค่าเฉลี่ยผลการทดลองดินผสมแบบอัดแห้ง 115
ข.19 ผลการทดลองความแข็งแรงแท่งตัวอย่างดินผสมแบบอัดแห้ง 116
ค.1 ผลการคำนวนความเครียดที่เกิดในแม่พิมพ์ เนื่องจากความดัน P ที่มุมต่างๆ 117
ค.2 ผลการคำนวนความเครียดที่เกิดในแม่พิมพ์ เนื่องจากแรง F ที่มุมต่างๆ 121
ฉ.1 ต้นทุนคงที่ของโรงงานขนาดเล็ก 138
ฉ.2 ต้นทุนคงที่ของโรงงานขนาดกลาง 139
ฉ.3 ต้นทุนคงที่ของโรงงานขนาดใหญ่ 140
ฉ.4 จุดคุ้มทุนของการจัดตั้งโรงงานผลิตเตา 144
ฉ.5 การคำนวนระยะเวลาคืนทุนของโรงงานขนาดเล็ก 145
ฉ.6 การคำนวนระยะเวลาคืนทุนของโรงงานขนาดกลาง 145

สารบัญตาราง(ต่อ)

หน้า

ตารางที่

ฉ.7 การคำนวนระยะเวลาคืนทุนของโรงงานขนาดใหญ่ 146