

๐๐๑/๒

การพัฒนาและสร้าง  
แม่พิมพ์ของเครื่องผลิตเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูง



นายวุฒิไกร สร้างนิต

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2537

ISBN 974-631-180-8

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

110451094

Development and Construction of molds for a High Efficiency  
Stove Making Machine

Mr. Wuttigrai Srangnitra

---

A Thesis Submitted in Partioal Fulfillment of the Requirments  
for the Degree of Master of Engineering  
Department of Mechnical Engineering  
Graduate School  
Chulalohngkorn University  
1994  
ISBN 974-631-180-8

หัวข้อวิทยานิพนธ์      การพัฒนาและสร้างแม่พิมพ์ของเครื่องผลิตเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูง  
โดย                              นาย วุฒิไกร สร้างนิต  
ภาควิชา                              วิศวกรรมเครื่องกล  
อาจารย์ที่ปรึกษา              รองศาสตราจารย์ ดร.กลุชร ศิลปบรรเลง  
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม      รองศาสตราจารย์ ดร.วิทยา ยงเจริญ



บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยนี้เป็นส่วนหนึ่ง  
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

*Sanit S.*

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

( รองศาสตราจารย์ ดร.สันติ ถุงสุวรรณ )

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

*Manoj T.*

.....ประธานกรรมการ

( รองศาสตราจารย์ ดร.มานิจ ทองประเสริฐ )

*Gluch S.*

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

( รองศาสตราจารย์ ดร.กลุชร ศิลปบรรเลง )

*Witaya Y.*

.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

( รองศาสตราจารย์ ดร.วิทยา ยงเจริญ )

*Somsri J.*

.....กรรมการ

( รองศาสตราจารย์ ดร.สมศรี จงรุ่งเรือง )

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงแผ่นเดียว

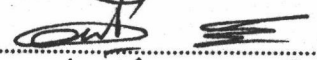
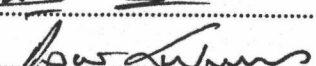
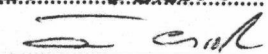
วุฒิไกร สร้างนิทร : การพัฒนาและสร้างแม่พิมพ์ของเครื่องผลิตเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูง  
(DEVELOPMENT AND CONSTRUCTION OF MOLDS FOR A HIGH EFFICIENCY STOVE  
MAKING MACHINE) อ.ที่ปรึกษา : รศ.ดร.กฤษกร ศิลปบรรเลง, อ.ที่ปรึกษาร่วม :  
รศ.ดร.วิทยา ยงเจริญ, 115 หน้า ISBN 974-631-180-8

โครงการวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์ในการศึกษาพารามิเตอร์ต่าง ๆ เพื่อนำมา พัฒนาออกแบบและ  
สร้างแม่พิมพ์ของเครื่องผลิตเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูงแบบกึ่งอัตโนมัติโดยใช้ระบบไฮดรอลิกเป็นเครื่องอัด  
ขึ้นรูป เพื่อให้เจ้าของโรงงานผลิตเตาฯ สามารถนำไปเป็นต้นแบบในการสร้างเครื่องผลิตเตาหุงต้มประ-  
สิทธิภาพสูงแทนการผลิตโดยการปั้นด้วยมือทำให้สามารถผลิตเตาฯได้ในอัตราการผลิตที่คงที่และมีมิติถูกต้อง  
ตามที่มาตรฐานกำหนด

ผลการวิจัยสรุปได้ว่าแม่พิมพ์ของเครื่องผลิตเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูงประกอบด้วยแม่พิมพ์นอก  
และแม่พิมพ์ใน ดินผสมที่ใช้ในการขึ้นรูปมีอัตราส่วนผสมของดินเหนียวต่อซีเมนต์เท่ากับ 2:1 โดย  
ปริมาณและมีน้ำผสมอยู่ 27-30 เปอร์เซ็นต์ กรรมวิธีในการขึ้นรูปจะต้องใช้แรงอัด 50-100 ตันใช้เวลา  
4 นาทีต่อการผลิตเตา 1 ลูก เตาที่ได้จากการผลิตเมื่อนำไปเผาด้วยแก๊สจนสุกมีน้ำหนักประมาณ 7.2  
กิโลกรัมและสามารถรับน้ำหนักได้ไม่น้อยกว่า 200 กิโลกรัม



ภาควิชา .....วิศวกรรมเครื่องกล.....  
สาขาวิชา ..... - .....  
ปีการศึกษา ..... 2537 .....

ลายมือชื่อผู้สมัคร .....  .....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....  .....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....  .....

## C516174: MAJOR MECHANICAL ENGINEERING

KEY WORD: : MOLD / MECHANISM / HIGH EFFICIENCY STOVE

WUTTIGRAI SRANGNITRA: DEVELOPMENT AND CONSTRUCTION OF MOLDS FOR A HIGH EFFICIENCY STOVE MAKING MACHINE. THESIS ADVISOR : KULTHORN SILAPABANLENG, Ph.D. THESIS CO-ADVISOR : WITHAYA YOUNGCHAREON, Ph.D. 115 pp. ISBN 974-631-180-8

The research has the objective aimed at studying the various parameters for development and construction of molds for a high efficiency stove making machine. A semi-automatic system hydraulically operated molds was constructed as prototype for the factory-owners to consider using as model for a high efficiency stove production instead existing method relying solely on hand-made one. The machine-produced stoves shall enable regular production to take place easily with all dimension of the stoves correctly controlled.

The result of the research conclude that the mold should consist of outer and inner parts. Composition of the raw material is clay : burned charcoal 2:1 by volume with 27-30 % water by weight. The process in construction include using forces ranging from 50-100 tons of hydraulic compression pressure with one stove taking 4 minutes to complete. Thereafter the molded stoves are baked by firing with rice husks. The baked stove weighs 7.2 kilograms and with stand a force up to 200 kilograms.

ภาควิชา..... วิศวกรรมเครื่องกล  
สาขาวิชา.....  
ปีการศึกษา..... 2537

ลายมือชื่อนิติกร.....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....  
๙ ๔ ๘ ๕



### กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจาก  
รองศาสตราจารย์ ดร. กุลธร ศิลปบรรเลง อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และรองศาสตราจารย์  
ดร. วิทยา ยงเจริญ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ (ร่วม) ซึ่งท่านได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็น  
ต่างๆของการวิจัยมาด้วยดีตลอด นอกจากนี้ใคร่ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ทุกท่านในศูนย์พัฒนาและ  
เผยแพร่พลังงานภูมิภาคจังหวัดราชบุรี และนายรวม สุขวัฑฒโก เจ้าของโรงงานเตาทอง ที่ได้  
ให้ความสะดวกในการติดต่อประสานงานเพื่อรวบรวมกรรมวิธีในการผลิตเตาในปัจจุบัน  
นายประจวบ โกเมนเอก ผู้จัดการบริษัท ทูลเทศ จำกัด ที่ให้คำปรึกษาแนะนำเกี่ยวกับเทคนิค  
การสร้างแม่พิมพ์ นายอุทาน บุญทริกชาติ ที่ให้ความอนุเคราะห์และเอื้ออำนวยความสะดวกโดย  
ตลอด และเนื่องจากการวิจัยครั้งนี้ได้รับมาจากสถาบันวิจัยพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
จึงขอขอบพระคุณสถาบันวิจัยพลังงานมา ณ ที่นี้ด้วย  
ท้ายนี้ ผู้วิจัยใคร่ขออุทิศประโยชน์ที่เกิดจากการวิจัยครั้งนี้ให้กับ บิดา-มารดา ที่ได้  
ล่วงลับไปแล้ว



## สารบัญ

|  | หน้า |
|--|------|
| บทคัดย่อภาษาไทย .....  | ง    |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....   | จ    |
| กิตติกรรมประกาศ .....  | ฉ    |
| สารบัญภาพ .....  | ญ    |
| สารบัญตาราง .....  | ณ    |
| บทที่  |      |
| 1. ความสำคัญและที่มาของวิทยานิพนธ์ .....   | 1    |
| 2. การศึกษาและงานวิจัยที่ผ่านมา .....  | 5    |
| 3. กรรมวิธีการผลิตเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูงในปัจจุบัน .....                            | 11   |
| 4. การทดลองเพื่อศึกษาคูสมบัติดินผสมจากแบบจำลอง .....                                 | 20   |
| 5. การออกแบบแม่พิมพ์ของเครื่องผลิตเตาประสิทธิภาพสูง .....                            | 29   |
| 6. การสร้าง ทดสอบ และปรับปรุงแม่พิมพ์ของเครื่องผลิต<br>เตาหุงต้มประสิทธิภาพสูง ..... | 43   |
| 7. สรุปผลการวิจัย .....  | 72   |
| เอกสารอ้างอิง .....  | 75   |
| ภาคผนวก .....  | 76   |
| ประวัติผู้เขียน .....  | 115  |



สารบัญภาพ

| รูปที่ | หน้า   |
|--------|--|
| 1.1    | แสดงขั้นตอนการวิจัย ..... 3  |
| 2.1    | เตาหุงต้มประสิทธิภาพสูงแบบใช้ถ่าน..... 7   |
| 3.1    | แสดงบริเวณที่นำดินเหนียวขึ้นมาเก็บไว้ ..... 13                                   |
| 3.2    | แสดงบ่อหมักและการหมักดินเหนียว ..... 14  |
| 3.3    | แสดงเครื่องกวนดินผสม ..... 14  |
| 3.4    | แสดงแบบแม่พิมพ์ภายนอกและแบบพิมพ์ภายใน ..... 15                                   |
| 3.5    | แสดงเตาประสิทธิภาพสูงที่ได้จากการปั้นด้วยแม่พิมพ์ภายนอก-ใน.. 15                  |
| 3.6    | แสดงการปาดแต่งปากเตา เสา และเจาะช่องลม ..... 16                                  |
| 3.7    | แสดงรังผึ้งที่ผลิตได้ ..... 16   |
| 3.8    | แสดงเตาเผา ..... 17  |
| 3.9    | แสดงการประกอบถังเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูง ..... 17                                 |
| 3.10   | แสดงเตาถ่านประสิทธิภาพสูง ..... 18   |
| 3.11   | แผนภูมิแสดงขั้นตอนการผลิตเตาหุงต้มที่ จ.ราชบุรี..... 19                          |
| 5.1    | กลไกการเคลื่อนที่ของแม่พิมพ์ที่มีกลไกแบบอัตโนมัติเต็มรูปแบบ ... 31               |
| 5.2    | กลไกการเคลื่อนที่ของแม่พิมพ์ที่มีกลไกแบบใช้มือประกอบ ..... 32                    |
| 5.3    | กลไกแบบกึ่งอัตโนมัติที่ปรับปรุงจากแบบอัตโนมัติเต็มรูปแบบ..... 33                 |
| 5.4    | แสดงการเปรียบเทียบทฤษฎี static-failure theories ... 36                           |
| 5.5    | แสดงโมเดลของแม่พิมพ์และแนวความเค้นหลัก..... 38                                   |
| 5.6    | แสดงแบบของแม่พิมพ์เตาหุงต้มประสิทธิภาพสูง..... 42                                |
| 6.1    | แสดงเครื่องผลิตเตาประสิทธิภาพสูง..... 46   |
| 6.2    | แสดงแม่พิมพ์ในและแม่พิมพ์นอก..... 47   |
| 6.3    | แสดงแผ่นงานที่ใช้ดินเตาในแม่พิมพ์นอก..... 48                                     |
| 6.4    | แสดงแม่พิมพ์ในที่ไม่ได้สวมแผ่นประกบ..... 49                                      |
| 6.5    | แสดงแผ่นประกบที่ใช้กับแม่พิมพ์ใน..... 49   |
| 6.6    | แสดงการสวมแผ่นประกบที่แม่พิมพ์ใน..... 50   |
| 6.7    | แสดงแม่พิมพ์ในที่สวมแผ่นประกบแล้ว..... 51  |
| 6.8    | แสดงการคลุมถุ่ที่แม่พิมพ์นอก แม่พิมพ์ในและการใส่ดินผสมในแม่-<br>พิมพ์นอก..... 52 |
| 6.9    | แสดงการอัดขึ้นรูปเตา..... 53   |



## สารบัญภาพ(ต่อ)

รูปที่

หน้า

|      |   |     |
|------|---|-----|
| 6.10 | แสดงการควบคุมคันโยกไฮดรอลิก.....  | 53  |
| 6.11 | แสดงการยกเตาโดยแผ่นจานและใช้ฝาครอบประคองเตาๆออกมา.                          | 62  |
| 6.12 | แสดงเตาที่ได้จากการใช้เครื่องผลิตเตาๆ.....                                  | 62  |
| 6.14 | แสดงฝาครอบประคองเตาๆ.....   | 63  |
| 6.15 | แสดงแผ่นเจาะปากเตาๆ.....  | 63  |
| 6.16 | แผนภูมิแสดงขั้นตอนการผลิตเตาหุงต้มโดยใช้ระบบเครื่องผลิต....                 | 65  |
| 6.17 | แสดงแบบแม่พิมพ์ที่ได้รับการปรับปรุงแผ่นที่ 1 .....                          | 67  |
| 6.18 | แสดงแบบแม่พิมพ์ที่ได้รับการปรับปรุงแผ่นที่ 2 .....                          | 68  |
| 6.19 | แสดงแบบแม่พิมพ์ที่ได้รับการปรับปรุงแผ่นที่ 3 .....                          | 69  |
| 6.20 | แสดงแบบแม่พิมพ์ที่ได้รับการปรับปรุงแผ่นที่ 4 .....                          | 70  |
| 6.21 | แสดงแบบแม่พิมพ์ที่ได้รับการปรับปรุงแผ่นที่ 5 .....                          | 71  |
| ก.1  | แสดงเครื่องผลิตเตาๆที่ใช้ในการทดลองครั้งที่ 1 .....                         | 77  |
| ก.2  | แสดงเครื่องผลิตเตาๆที่ใช้ในการทดลองครั้งที่ 2 .....                         | 80  |
| ก.3  | แสดงเครื่องผลิตเตาๆที่ใช้ในการทดลองครั้งที่ 3 .....                         | 84  |
| ก.4  | แสดงเครื่องผลิตเตาๆที่ใช้ในการทดลองครั้งที่ 4 .....                         | 87  |
| ก.5  | แสดงเครื่องผลิตเตาๆที่ใช้ในการทดลองครั้งที่ 5-11 .....                      | 94  |
| ข.1  | แสดงแบบระบบเครื่องไฮดรอลิกที่ใช้กับแม่พิมพ์ฯขนาด 100 ตัน<br>แผ่นที่ 1 ..... | 110 |
| ข.2  | แสดงแบบระบบเครื่องไฮดรอลิกที่ใช้กับแม่พิมพ์ฯขนาด 100 ตัน<br>แผ่นที่ 2 ..... | 111 |
| ค.1  | แบบเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูงชนิดใช้ถ่าน .....                                 | 112 |
| ค.2  | แบบลิ้นเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูงชนิดใช้ถ่าน .....                             | 113 |
| ค.3  | แบบถังหุ้มเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูงชนิดใช้ถ่าน .....                          | 114 |

สารบัญตาราง

| ตารางที่   | หน้า |
|--|------|
| 2.1 แสดงพารามิเตอร์ต่างๆ ที่มีผลกระทบต่อการออกแบบ<br>เตาหุงต้มประสิทธิภาพสูง.....  | 6    |
| 2.2 แสดงพารามิเตอร์ต่างๆ ที่มีผลกระทบต่อการออกแบบแม่พิมพ์<br>เตาหุงต้มประสิทธิภาพสูง.....  | 9    |
| 4.1 แสดงความคุณสมบัติของรูรีดน้ำขนาดต่างๆเมื่อถูกอัดขึ้นรูป<br>ด้วยความดัน 12.2 Mpa.....   | 21   |
| 4.2 แสดงความสัมพันธ์ของค่าความหนาแน่นของดินผสมที่อัตราส่วนผสม<br>ต่างๆเมื่อถูกอัดขึ้นรูปด้วยความดัน 12.2 Mpa.....                            | 24   |
| 4.3 แสดงความสัมพันธ์ของค่าความหนาแน่นของดินผสมเมื่อเปลี่ยนแปลง<br>ชั้นความหนาของเนื้อดินผสมที่ถูกอัดขึ้นรูปด้วยความดันคงที่<br>12.2 Mpa..... | 25   |
| 4.4 แสดงความสัมพันธ์ของมิติต่างๆที่หดตัวหลังจากดินผสมที่มีส่วนผสม<br>1:2 ถูกอัดขึ้นรูปด้วยความดันคงที่ 12.2 Mpa.....                         | 27   |
| 4.5 แสดงความสัมพันธ์ของมิติต่างๆที่หดตัวหลังจากดินผสมที่มีส่วนผสม<br>ต่างๆถูกอัดขึ้นรูปด้วยความดันคงที่ 12.2 Mpa.....                        | 27   |
| 6.1 แสดงความสัมพันธ์ของเวลาที่ใช้ในการขึ้นรูปเตา<br>เมื่อเนื้อเตามีส่วนผสมในอัตราส่วนต่างๆ.....  | 54   |
| 6.2 แสดงปริมาณน้ำในดินผสมที่เหมาะสมในการขึ้นรูปเตาๆเมื่อใช้ดิน<br>ผสมที่มีส่วนผสมของดินเหนียว:ซีเมนต์เท่ากับ 2:1.....                        | 60   |
| 6.3 แสดงขนาดของแรงอัดที่เหมาะสมในการขึ้นรูปเตาๆเมื่อใช้ดินผสมที่<br>อัตราส่วนผสมของดินเหนียว:ซีเมนต์เท่ากับ 2:1.....                         | 61   |
| 6.4 แสดงการเปรียบเทียบมิติของเตาๆระหว่างเตาที่ได้จากการทดลอง<br>กับขนาดมาตรฐาน (ไม่มีถึง).....   | 64   |
| 6.5 แสดงผลการทดสอบความแข็งแรงของเตาๆที่ได้จากการขึ้นรูปด้วย<br>แม่พิมพ์ๆเทียบกับเตาๆตัวอย่างที่ผลิตด้วยมือ.....                              | 66   |
| 7.1 ตารางเปรียบเทียบเมื่อขึ้นรูปด้วยเครื่องๆและด้วยมือ.....  | 73   |
| ก.1 ตารางบันทึกผลการทดลอง การทดลองครั้งที่ 1 .....   | 78   |
| ก.2 ตารางบันทึกผลการทดลอง การทดลองครั้งที่ 2 .....   | 81   |
| ก.3 ตารางบันทึกผลการทดลอง การทดลองครั้งที่ 3 .....   | 85   |

## สารบัญตาราง(ต่อ)

| ตารางที่   | หน้า |
|--|------|
| ก.4 ตารางบันทึกผลการทดลอง การทดลองครั้งที่ 4 .....   | 86   |
| ก.5 ตารางบันทึกผลการทดลอง การทดลองครั้งที่ 5 .....   | 95   |
| ก.6 ตารางบันทึกผลการทดลอง การทดลองครั้งที่ 6 .....   | 97   |
| ก.7 ตารางบันทึกผลการทดลอง การทดลองครั้งที่ 7 .....   | 99   |
| ก.8 ตารางบันทึกผลการทดลอง การทดลองครั้งที่ 8 .....   | 101  |
| ก.9 ตารางบันทึกผลการทดลอง การทดลองครั้งที่ 9 .....   | 103  |
| ก.10 ตารางบันทึกผลการทดลอง การทดลองครั้งที่ 10 ..... | 105  |
| ก.11 ตารางบันทึกผลการทดลอง การทดลองครั้งที่ 11 ..... | 106  |
| ก.12 ตารางบันทึกผลการทดลอง การทดลองครั้งที่ 12 ..... | 109  |