

การพัฒนาอิฐทนไฟ 1,300 องศาเซลเซียสจากดินบางปะหัน ดินขาว ทรายและขี้เถ้า  
Development Refractory Brick 1,300 Degrees Celsius from Bangpahun Clay,  
Clay, Sand and Wood Sawdust

เลิศชาย สติตย์พานวงศ์<sup>1</sup>

Lerdchai Sathitpanawong<sup>1</sup>

**บทคัดย่อ**

การพัฒนาอิฐทนไฟ 1,300 องศาเซลเซียส จากดินบางปะหัน ดินขาว ทราย และขี้เถ้า มีวัตถุประสงค์ เพื่อทดลองหาส่วนผสมระหว่างดินพื้นบ้านอำเภอบางปะหัน ดินขาว ทรายและขี้เถ้าที่เหมาะสมที่สามารถนำไปผลิตอิฐ ทนไฟได้ ศึกษาสมบัติทางกายภาพก่อนเผาและหลังการเผาที่อุณหภูมิ 1,300 องศาเซลเซียส บรรยากาศ การเผาไหม้แบบสุมบูรณ์ (Oxidation) กลุ่มตัวอย่างได้จากการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจงจากตารางสี่เหลี่ยม ผลการวิจัยพบว่าส่วนผสมที่ 21 มีดินบางปะหันในปริมาณร้อยละ 20 ดินขาวในปริมาณร้อยละ 30 ทรายในปริมาณ ร้อยละ 30 และ ขี้เถ้าในปริมาณร้อยละ 20 มีการหดตัวร้อยละ 4.73 การดูดซึมน้ำร้อยละ 26.32 ความแข็งแรง ร้อยละ 7.39 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ทนไฟที่ 1,300 องศาเซลเซียสได้ และน้ำหนักเฉลี่ยร้อยละ 51.46 และ ส่วนผสมที่ 26 มีดิน บางปะหันในปริมาณร้อยละ 10 ดินขาวในปริมาณร้อยละ 40 ทรายในปริมาณร้อยละ 40 และขี้เถ้าในปริมาณร้อยละ 10 มีการหดตัวร้อยละ 3.30 การดูดซึมน้ำร้อยละ 20.42 ความแข็งแรงร้อยละ 6.31 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ทนไฟที่ 1,300 องศาเซลเซียสได้ และน้ำหนักเฉลี่ยร้อยละ 61.99 สามารถผลิตอิฐ ทนไฟได้

คำสำคัญ : อิฐทนไฟ ดินพื้นบ้าน ดินขาว ทราย ขี้เถ้า

**ABSTRACT**

Development Refractory Brick 1,300 Degrees Celsius from Bangpahun Clay ,Clay ,Sand and Wood Sawdust . The purposes of this study are consider in the physical qualifications to find out the mixture ratio of Bangpahun Clay, white clay ,Sand and Wood Sawdust for Refractory Brick. Studying the physical properties considered before and after the material burn at 1,300 Degrees Celsius. The experiment is controlled under a oxidation atmosphere. The sample size of this research used the purposive sampling plan from square diagram which the sample is 36 mixtures. The result are shown that proportion of the mixture samples no 21 shows Bangpahun Clay 20 percents ,white clay 30 percents, Sand 30 percents and Wood Sawdust 20 percents. The physical properties after burning in the temperature with 1,300 Degrees Celsius were the firing shrinkage were 4.73 percents, the water absorption was 26.32 percents, modulus of rupture 7.39 kg/cm<sup>2</sup>, Melting Point at 1300 Degrees Celsius and Average weight 51.46, and the mixture samples no 26 shows Bangpahun Clay 10 percents ,white

<sup>1</sup> คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ภาควิชาวิทยาศาสตร์ประยุกต์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา

clay 40 percents, Sand 40 percents and Wood Sawdust 10 percents. The physical properties after burning in the temperature with 1,300 Degrees Celsius were the firing shrinkage were 3.30 percents, the water absorption was 20.42 percents, modulus of rupture 6.31 kg/cm<sup>2</sup>, Melting Point at 1300 Degrees Celsius and Average weight 61.99 ,these are as well as enable in the Refractory Brick .

**Key Words :** Refactory Brick, Locality clay, White Clay, Sand, Wood Sawdust

E-mail : Lerdchai@aru.ac.th

## คำนำ

จังหวัดพระนครศรีอยุธยาในหลายอำเภอมีชาวบ้านประกอบอาชีพทำอิฐมอญกันมาก เช่น อำเภอบางปะหัน อำเภอบางบาล ฯลฯ โดยใช้วิธีการผลิตแบบดั้งเดิม มูลค่าของผลิตภัณฑ์ที่ได้เมื่อเปรียบเทียบกับราคาต่อหน่วยยังได้ราคาที่ดีมาก โดยส่วนใหญ่จะผลิตออกมาสำหรับใช้ในการก่อสร้าง วัสดุทนไฟเป็นอีกผลิตภัณฑ์หนึ่งที่มีการใช้กันมากหลากหลายรูปแบบ เช่น การนำมาก่อสร้างเตาเผา เตาหลอม หรืองานที่ต้องการความทนไฟ อิฐทนไฟเป็นวัสดุที่มีความต้องการสูง การใช้งานส่วนใหญ่ใช้เป็นวัสดุทนอุณหภูมิที่สูง อิฐทนไฟมีด้วยกันหลายประเภท สามารถแบ่งชนิดของอิฐทนไฟได้หลายชนิดเช่นแบ่งตามคุณสมบัติทางเคมี ซึ่งสามารถแยกเป็น 4 ประเภทใหญ่ ๆ ได้แก่ ประเภทที่มีคุณสมบัติที่เป็นกรด ประเภทที่มีคุณสมบัติที่เป็นกลาง ประเภทที่มีคุณสมบัติที่เป็นด่างและประเภทพิเศษอื่น ๆ (ปริดา พิมพ์ขาวขำ. 2539.)

อิฐทนไฟในประเทศไทยมีการศึกษาและพัฒนาในหลายลักษณะ เชษฐ ( เชษฐ เอี่ยมจิตกุล .2537.) ได้มีการสำรวจแหล่งวัตถุดิบพบว่าดินทนไฟหนองใหญ่ จังหวัดปราจีนบุรี มีความทนไฟสูงและดิกโคสต์(dickite) จังหวัดนครนายก พบว่ามีสัดส่วนของซิลิกาและอะลูมินาเหมาะที่จะใช้ทำวัสดุทนไฟได้ จึงได้ทดลองใช้ผสมกับวัตถุดิบชนิดอื่นๆ โดยผสมในเครื่องผสมแบบ dry pan mixer หมักด้วยน้ำเพื่อเกิดความพอดีในการขึ้นรูป (forming consistency) รีดผ่านเครื่องรีด (extruder) ให้ได้รูปร่างเป็นอิฐ โดยมีสัดส่วนที่สามารถทนไฟดังตาราง

**ตารางที่ 1** การกำหนดส่วนผสมและส่วนประกอบทางเคมีของอิฐทนไฟ

ตัวอย่าง	ส่วนผสม			ส่วนประกอบทางเคมี			ความทนไฟ
	ดินเหลือง	ดินขาว	ดิกโคสต์	SiO <sub>2</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	
หมายเลข	ปราจีนบุรี	ลำปาง	นครนายก				
P 31	21.1	11.9	67.0	32.38	51.56	2.19	
P 32	22.4	12.6	65.0	32.11	51.76	2.19	
P 33	25.6	14.4	60.0	31.84	52.48	2.18	SK 31-32
P 34	28.8	16.2	55.0	31.26	52.94	2.16	
P 35	32.0	18.0	50.0	31.84	53.64	2.15	

อรพินท์ เอี่ยมศิริและคณะ(อรพินท์ เอี่ยมศิริและคณะ. 2548.) ได้การศึกษาผลของการใช้ถ้ำลอยในผลิตภัณฑ์อิฐทนไฟไฟร์เคลย์ ใช้วัตถุดิบคือดินขาวระนอง ดินดำสุราษฎร์และถ้ำลอยจากโรงไฟฟ้าพลังความร้อนแม่เมาะ ใช้ถ้ำลอยสัดส่วน 0 – 30 % หลังจากการทดสอบคุณสมบัติต่าง ๆ แล้วพบว่าสัดส่วนที่เหมาะสมของถ้ำลอยอยู่ที่ 10 – 20 % โดยการทดสอบคุณสมบัติจะทดสอบการหดตัวหลังการเผา ความแข็ง ความพรุน ความหนาแน่น ดูดซึมน้ำ ความทนไฟและรูปผลึกของอิฐทนไฟ

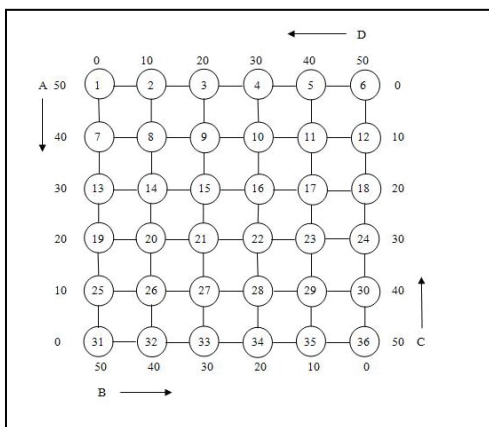
ปัจจุบันมีการใช้อิฐทนไฟในหลากหลายรูปแบบ แต่ราคาของอิฐทนไฟยังมีราคาที่สูงเกินไป เพื่อแก้ปัญหาในด้านราคาของอิฐทนไฟที่มีราคาสูง การนำวัตถุดิบในท้องถิ่นมาใช้ผลิตอิฐทนไฟ สามารถแก้ไขปัญหานี้ได้และยังเพิ่มมูลค่าแหล่งวัตถุดิบในท้องถิ่นได้อีก ผู้วิจัยจึงได้ใช้ดินพื้นบ้าน ดินขาว ททรายและซีลี้อยู่ใช้ทำอิฐทนไฟ โดยการพัฒนาส่วนผสมที่เหมาะสมใช้ทำอิฐทนไฟ เพื่อลดต้นทุนในการทำอิฐทนไฟสามารถสร้างเตาเผาที่ใช้อิฐทนไฟที่มีราคาถูกลงได้

### วัตถุประสงค์ในการทำการวิจัย

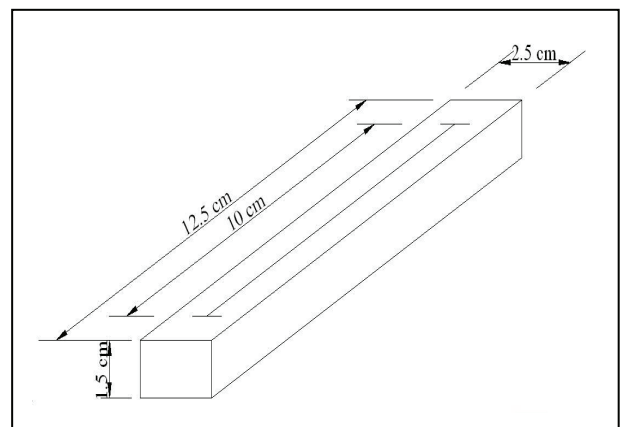
1. เพื่อทดลองหาส่วนผสมระหว่างดินอำเภอบางปะหัน ดินขาว ททรายและซีลี้อยู่ โดยศึกษาสมบัติทางกายภาพก่อนและหลังการเผาที่อุณหภูมิ 1,300 องศาเซลเซียส บรรยากาศการเผาไหม้แบบสมบูรณ์ (Oxidation)
2. เพื่อทดลองขึ้นรูปอิฐทนไฟจากส่วนผสมเนื้อดินปั้นที่มีอัตราส่วนผสมเหมาะสมที่สุด เผาที่อุณหภูมิ 1,300 องศาเซลเซียส บรรยากาศการเผาไหม้แบบสมบูรณ์ (Oxidation)

### อุปกรณ์และวิธีการ

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่ส่วนผสมจากดินพื้นบ้านอำเภอบางปะหัน ดินขาว ททรายและซีลี้อยู่ โดยการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจงจากตารางสี่เหลี่ยม ดินพื้นบ้านอำเภอบางปะหันคือสัญลักษณ์ A ดินขาวคือสัญลักษณ์ B ททรายคือสัญลักษณ์ C และซีลี้อยู่คือสัญลักษณ์ D ดังภาพที่ 1 ได้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 36 ส่วนผสม และนำไปทำแท่งทดลองดังภาพที่ 2



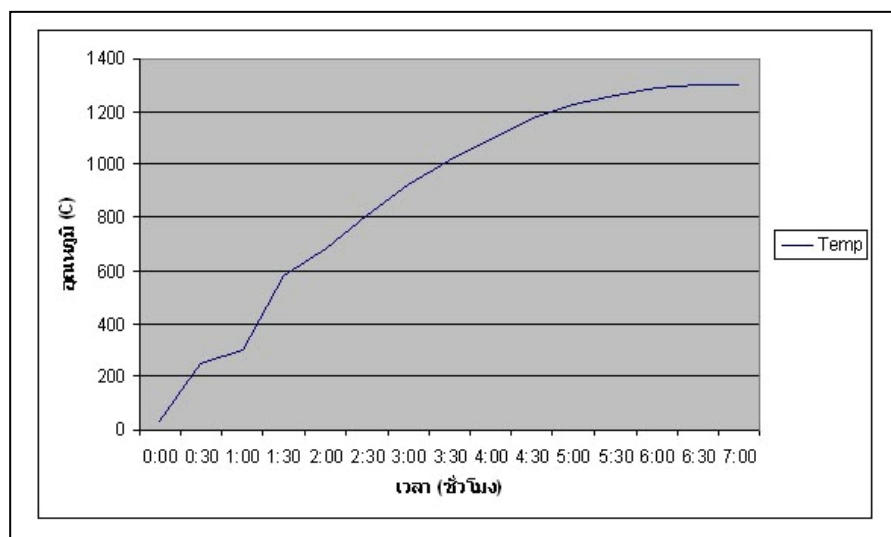
ภาพที่ 1 ตารางสี่เหลี่ยม(Singer,1968)



ภาพที่ 2 แท่งทดลอง

ในการดำเนินการวิจัยมีขั้นตอนในการดำเนินการวิจัยดังนี้

1. จัดหารวบรวมตัวอย่างวัตถุประกอบด้วย ดินพื้นบ้าน ดินขาว ททราย และซีลี้อย
2. ซั่งส่วนผสมตามกลุ่มตัวอย่าง และบดผสมวัตถุบิต่าง ๆ ในแต่ละส่วนผสม
3. ขึ้นรูปชิ้นงานทดลองด้วยพิมพ์ที่ทำจากปูนปลาสเตอร์
4. ทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินบั้นก่อนการเผาและหาค่าเฉลี่ยค่าที่ได้ ได้แก่
  - 4.1 การหดตัว
  - 4.2 ความแข็งแรง
5. เผาขึ้นทดลองที่อุณหภูมิ 1,300 องศาเซลเซียส บรรยากาศการเผาไหม้แบบสมบูรณ (Oxidation)
6. ทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินบั้นภายหลังการเผาและหาค่าเฉลี่ยค่าที่ได้ ได้แก่
  - 6.1 การหดตัว
  - 6.2 การดูดซึมน้ำ
  - 6.3 ความแข็งแรง
  - 6.4 น้ำหนัก
7. เลือกส่วนผสมมาทดสอบ ความเหมาะสมในการขึ้นรูปด้วยการอัด
8. นำดินพื้นบ้าน ดินขาว ททราย และซีลี้อยมาผลิตอิฐทนไฟ เผาที่อุณหภูมิ 1,300 องศาเซลเซียส บรรยากาศการเผาไหม้แบบสมบูรณ (Oxidation) โดยให้อุณหภูมิในเตาเผาชั่งดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 กราฟแสดงอุณหภูมิระหว่างการเผาอิฐทนไฟที่อุณหภูมิ 1,300 องศาเซลเซียส บรรยากาศการเผาไหม้แบบสมบูรณ (Oxidation)

### ผลการทดลองและวิจารณ์

จากการวิจัยได้สรุปผลในการวิจัยจากผลของการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินบั้นก่อนการเผาและหลังการเผาดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบชิ้นงานตัวอย่าง

ส่วนผสม	การหดตัว ก่อนเผา(%)	ความแข็งแรง เฉลี่ยก่อนเผา (kg/cm <sup>2</sup> )	การหดตัว หลังเผา (%)	การดูดซึมน้ำ หลังเผา(%)	ความแข็งแรง เฉลี่ยหลังเผา (kg/cm <sup>2</sup> )	น้ำหนักเฉลี่ย(g)
1	4.13	4.32	13.20	1.89	61.35	61.82
2	2.40	3.11	11.67	9.45	24.90	52.29
3	2.90	3.02	9.80	18.00	14.33	43.63
4	0.57	2.34	11.50	27.59	6.27	35.65
5	1.20	1.46	หลอม	วัดค่าไม่ได้	หลอม	หลอม
6	-0.20	0.56	หลอม	วัดค่าไม่ได้	หลอม	หลอม
7	4.67	2.98	12.27	4.35	27.08	65.67
8	0.43	2.79	9.70	9.37	16.02	52.13
9	2.80	3.03	9.87	20.00	13.12	48.35
10	1.17	2.16	5.17	29.73	5.19	39.41
11	-0.10	0.76	5.53	33.20	2.46	28.01
12	0.60	0.18	หลอม	วัดค่าไม่ได้	หลอม	หลอม
13	3.73	2.58	9.63	6.83	43.82	72.70
14	0.90	2.02	7.80	11.73	14.72	59.91
15	-0.60	2.92	4.90	23.99	7.16	46.05
16	2.43	1.07	7.43	44.32	2.90	37.16
17	-0.63	0.60	3.23	50.32	2.30	27.80
18	ขึ้นรูปไม่ได้	ขึ้นรูปไม่ได้	ขึ้นรูปไม่ได้	วัดค่าไม่ได้	ขึ้นรูปไม่ได้	ขึ้นรูปไม่ได้
19	2.40	2.16	7.47	11.93	23.52	72.54
20	-0.23	1.58	4.27	14.57	9.53	57.91
21	-0.27	1.68	4.73	26.02	7.39	51.46
22	-0.37	0.49	4.23	59.16	1.43	34.03
23	-0.77	0.37	3.67	59.55	0.19	23.60
24	ขึ้นรูปไม่ได้	ขึ้นรูปไม่ได้	ขึ้นรูปไม่ได้	วัดค่าไม่ได้	ขึ้นรูปไม่ได้	ขึ้นรูปไม่ได้
25	2.10	1.61	5.10	12.28	16.85	73.97
26	1.40	1.30	3.30	20.42	6.31	61.99
27	-0.23	0.89	2.80	42.33	2.06	46.49
28	ขึ้นรูปไม่ได้	ขึ้นรูปไม่ได้	ขึ้นรูปไม่ได้	วัดค่าไม่ได้	ขึ้นรูปไม่ได้	ขึ้นรูปไม่ได้
29	ขึ้นรูปไม่ได้	ขึ้นรูปไม่ได้	ขึ้นรูปไม่ได้	วัดค่าไม่ได้	ขึ้นรูปไม่ได้	ขึ้นรูปไม่ได้
30	ขึ้นรูปไม่ได้	ขึ้นรูปไม่ได้	ขึ้นรูปไม่ได้	วัดค่าไม่ได้	ขึ้นรูปไม่ได้	ขึ้นรูปไม่ได้
31	0.83	0.75	2.30	13.51	11.86	89.34
32	0.07	0.39	0.27	25.60	2.45	63.54
33	-0.63	0.36	-2.17	55.48	0.55	37.31
34	ขึ้นรูปไม่ได้	ขึ้นรูปไม่ได้	ขึ้นรูปไม่ได้	วัดค่าไม่ได้	ขึ้นรูปไม่ได้	ขึ้นรูปไม่ได้
35	ขึ้นรูปไม่ได้	ขึ้นรูปไม่ได้	ขึ้นรูปไม่ได้	วัดค่าไม่ได้	ขึ้นรูปไม่ได้	ขึ้นรูปไม่ได้
36	ขึ้นรูปไม่ได้	ขึ้นรูปไม่ได้	ขึ้นรูปไม่ได้	วัดค่าไม่ได้	ขึ้นรูปไม่ได้	ขึ้นรูปไม่ได้



ภาพที่ 4 ซึ้นงานตัวอย่างและซึ้นงานอิฐทนไฟ

### สรุปและเสนอแนะ

การพัฒนาอิฐทนไฟ 1,300 องศาเซลเซียส จากดินบางปะหัน ดินขาว ทวาย และซีดี้อย สามารถสรุปผลการทดลองได้ดังนี้

- ทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินบั่นก่อนการเผา ได้แก่
  - การหดตัว เนื้อดินบั่นมีการหดตัวเฉลี่ยมากที่สุดคือซึ้นทดลองส่วนผสมที่ 1 หดตัวเฉลี่ยร้อยละ 4.13 และมีการขยายตัวของซึ้นทดลองส่วนผสมที่ 23 ขยายตัวร้อยละ 0.77
  - ความแข็งแรง เนื้อดินบั่นมีความความแข็งแรงเฉลี่ยมากที่สุดคือซึ้นทดลองส่วนผสมที่ 1 มีความแข็งแรงเฉลี่ย 4.32 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร และความความแข็งแรงเฉลี่ยน้อยที่สุดคือซึ้นทดลองส่วนผสมที่ 12 มีความแข็งแรงเฉลี่ย 0.18 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
- ทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินบั่นภายหลังการเผาที่อุณหภูมิ 1,300 องศาเซลเซียส บรรยากาศการเผาไหม้แบบสมบูรณ์ (Oxidation)
  - การหดตัว เนื้อดินบั่นมีความหดตัวเฉลี่ยมากที่สุดคือซึ้นทดลองส่วนผสมที่ 1 มีการหดตัวเฉลี่ยร้อยละ 13.20 และซึ้นทดลองส่วนผสมที่ 33 มีการขยายตัวมากที่สุดคือร้อยละ 2.17
  - การดูดซึมน้ำ เนื้อดินบั่นมีการดูดซึมน้ำเฉลี่ยมากที่สุดคือซึ้นทดลองส่วนผสมที่ 23 มีการดูดซึมน้ำเฉลี่ยร้อยละ 59.55 การดูดซึมน้ำเฉลี่ยน้อยที่สุดคือซึ้นทดลองส่วนผสมที่ 1 มีการดูดซึมน้ำเฉลี่ยร้อยละ 1.89
  - ความแข็งแรง เนื้อดินบั่นที่มีความแข็งแรงเฉลี่ยมากที่สุดคือซึ้นทดลองส่วนผสมที่ 1 มีความแข็งแรงเฉลี่ย 61.35 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตรและเนื้อดินบั่นที่มีความแข็งแรงเฉลี่ยน้อยที่สุดคือซึ้นทดลองส่วนผสมที่ 23 มีความแข็งแรงเฉลี่ย 0.19 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
  - การทนไฟ ซึ้นทดลองที่สามารถทนไฟที่อุณหภูมิ 1,300 องศาเซลเซียสได้คือส่วนผสมที่ 1 - 4, 7 - 11, 13 - 17, 19 - 23, 25 - 27, 31 - 33 และซึ้นทดลองที่หลอมไม่สามารถทนไฟได้คือซึ้นทดลองที่ 5, 6, 12 ในส่วนผสมของเหลือไม่สามารถขึ้นรูปได้
  - น้ำหนัก เนื้อดินบั่นซึ้นทดลองส่วนผสมที่ 23 มีน้ำหนักเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ 23.60 กรัม และซึ้นทดลองส่วนผสมที่ 31 มีน้ำหนักเฉลี่ยมากที่สุดคือ 89.34 กรัม

การผลิตอิฐทนไฟสามารถทำได้โดยการเลือกใช้วัสดุดิบที่มีการทนไฟที่อุณหภูมิตามที่เราต้องการ และเลือกใช้วัสดุดิบในกลุ่มที่เราจะทำอิฐทนไฟชนิดนั้น ๆ ด้วย ดินพื้นบ้านที่สามารถใช้ทำอิฐทนไฟได้ต้องมีส่วนผสม

ของอลูมินา( $Al_2O_3$ ) อยู่ระหว่างร้อยละ 18 ถึง 44 และ ซิลิกา ( $SiO_2$ ) อยู่ระหว่างร้อยละ 50 ถึง 80 เพื่อช่วยให้เกิดความทนไฟที่สูงป้องกันการหลอมตัวที่อุณหภูมิ การผสมดินขาวในเนื้อดินเพื่อช่วยเพิ่มการทนไฟ และลดการหดตัว วัตถุประสงค์ที่ช่วยในการทนไฟที่อุณหภูมิที่สูงที่สามารถใช้ผสมเข้าไปอีกชนิดหนึ่งและเป็นวัตถุประสงค์ที่หาได้ง่ายคือทราย เนื่องจากทรายมีปริมาณของ ซิลิกาที่สูง มีความพรุนตัวของอิฐทนไฟเป็นคุณสมบัติอีกอย่างหนึ่งของอิฐทนไฟเกิดจากการการผสมวัสดุในส่วนผสม เมื่อเผาแล้วจะสลายไปทิ้งช่องว่างในตัวของอิฐทนไฟทำให้เกิดช่องว่างเสมือนเป็นตัวป้องกันความร้อนให้เกิดการแพร่ที่ช้าลง

อิฐทนไฟสามารถผลิตได้อย่างง่าย ๆ โดยการนำดินพื้นบ้านที่มีความทนไฟ ผสมกับดินขาว ทราย ซี้เล็กน้อย ผสมกับน้ำเพื่อให้เกิดการจับตัวของวัตถุประสงค์ที่ผสม แล้วจึงนำไปขึ้นรูปด้วยมือเป็นรูปก้อนอิฐทนไฟแบบและขนาดต่าง ๆ เมื่อขึ้นรูปได้แล้ว แกะแบบนำอิฐมาผึ่งให้แห้งในที่ร่ม เมื่อแห้งสนิทจึงนำไปผ่านการเผาที่อุณหภูมิที่กำหนดไว้ เมื่อได้อิฐทนไฟที่ผ่านกระบวนการเผาแล้วจึงนำไปใช้งานในรูปแบบต่าง ๆ เช่น ก่อเตาเผา เตาหลอมโลหะ เตาเผาขยะ หรืองานที่ต้องการสัมผัสกับความร้อนที่อุณหภูมิสูง ๆ

### เอกสารอ้างอิง

โกมล รัชชวงศ์. 2531. **วัตถุประสงค์ที่ใช้ในงานเครื่องปั้นดินเผาและเนื้อดินปั้น**. วิทยาลัยครูพระนคร. กรุงเทพฯ. เศรษฐ์ เอี่ยมจิตกุล. ม.ป.ป. **อิฐทนไฟ**. วิทยาศาสตร์บริการ, กรม. ศูนย์วิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมเซรามิก.

กรุงเทพฯ.

พลยุทธ สุขสมิตติ. 2539. **ดินขาวและดินเหนียวดำ**. สำนักงานทรัพยากรธรณีเขต 3. เชียงใหม่.

ปรีดา พิมพ์ขาวขำ. 2538. **วัตถุประสงค์ทนไฟ**. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ .

ทวี พรหมพฤกษ์. 2523. **เครื่องปั้นดินเผาเบื้องต้น**. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์. กรุงเทพฯ .

ไทยเอสเอสอิฐทนไฟ. 2553. **ความรู้เกี่ยวกับวัสดุทนไฟ**. <http://www.tssrefractory.com/contact.htm>.

เลิศชาย สถิตยัพพานวงศ์. 2551. **รายงานการวิจัยเรื่องการศึกษาและพัฒนาสมบัติของดินอำเภอบางบาล เพื่อทำผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาประเภทสโตนแวร์**. ราชภัฏพระนครศรีอยุธยาวิทยาลัย.

พระนครศรีอยุธยา.

อรพิน พานทอง. 2531. **เครื่องปั้นดินเผา**. คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ.

อรพินท์ เอี่ยมศิริและคณะ. 2548. **ผลของแก้วลอยที่มีต่อสมบัติของอิฐทนไฟไฟร์เคลย์**. วารสารสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ. กรุงเทพฯ .

อรรวรรณ ไพบูลย์วัฒนผล. 2553. **ทรายเพื่ออุตสาหกรรม**. <http://dss.go.th>.

สุจินต์ พรภาพันธุ์. 2540. **วัสดุทนไฟเนื้อซิลิคอนคาร์ไบด์**. วารสารกรมวิทยาศาสตร์บริการ. กรุงเทพฯ.

Albert Francis Winger. 1985. **Pettery crafts**. The Compbell Road. London .

Brindly, GW and McKinsty, HA. 1961. **The Kaolinite-Mullite Reaction Series : IV, The coordination of aluminum**. Journal of the American Ceramic Society. October, Vol. 44, no. 10, p. 506-507

Hiromi Itabashi Roppo Tamura and Naoki Kawabuchi. 2003. **Building your own kiln**. Kodansha international Tokyo. Japan.

Siddiqui, MK. Hasnuddin. 1968. **Bleaching earths**. Oxford : Pergamon Press.

Singer Felik. 1963. **Industrial Ceramics**. Clapman and hall LTD. London .

Singer Sonjas. 1968. **Industrial Ceramies**. Chemical Publishing New York. U.S.A.

Kenny. John B. 1968. **The Comolete Book of Pottery Making**. Chilton Book Company. NewYork. U.S.A.

Thai Furnaces Engineering Limited Partnership. 2553. **Refractory Brick**.

<http://www.thaifurnaces.com/index.php> .