

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ



248733

# การออกแบบและการสร้างห้องเรียนที่ไว้สำหรับชีวิตสามัญ

สารนิพนธ์ มุตฉิมหิระ

จิตวิทยาการพยาบาลระดับบัณฑิต  
สาขาวิชาเคหศึกษาศาสนาการชน

บัณฑิตวิทยาลัย  
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

กุมภาพันธ์ 2555

600255091



ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ



248733

การออกแบบและการสร้างห้องอบแห้งสำหรับอิฐสามัญ

สรวิศ มูลอินตะ

วิทยานิพนธ์นี้เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัยเพื่อเป็นส่วนหนึ่ง  
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา  
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาเคมีอุตสาหกรรม

บัณฑิตวิทยาลัย  
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
กุมภาพันธ์ 2555

## การออกแบบและการสร้างห้องอบแห้งสำหรับอิฐสามัญ

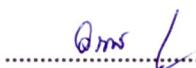
สรวิศ มุลอินดี๊ะ

วิทยานิพนธ์นี้ได้รับการพิจารณาอนุมัติให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาเคมีอุตสาหกรรม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

รองศาสตราจารย์ ดร.กาญจนะ แก้วกำเนิด

.....กรรมการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรอนงค์ อาร์ดีโร

.....กรรมการ

อาจารย์ ดร. ศักดิพล เทียนเสมอ

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

.....

อาจารย์ ดร. ศักดิพล เทียนเสมอ

3 กุมภาพันธ์ 2555

© ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้ สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาจาก อาจารย์ ดร. ศักดิ์พล เทียนเสมอ ผู้เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ให้ความช่วยเหลือ ส่งเสริมความก้าวหน้าทางการศึกษา ให้ความรู้ ความเข้าใจ ข้อเสนอแนะต่างๆ อันเป็นประโยชน์ ตลอดจนช่วยปรับปรุงวิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ผู้เขียนขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. กาญจนะ แก้วกำเนิด ,ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรอนงค์ อารีศิริ , ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ไพบุลย์ หล้าสมศรี ที่กรุณามาเป็นประธานกรรมการและกรรมการสอบวิทยานิพนธ์นี้

ขอขอบคุณ วิสาหกิจชุมชนกลุ่มผลิตอิฐมอญ บ้านสันบุญเรือง จังหวัดลำปาง ที่ให้การสนับสนุนการทดลองภาคปฏิบัติในระดับอุตสาหกรรม

วิทยานิพนธ์นี้เป็นผลงานระหว่างที่ศึกษาอยู่ ณ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ผู้เขียนขอแสดงความขอบคุณ บัณฑิตวิทยาลัย ที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัย เพื่อการตีพิมพ์ผลงานและขอขอบคุณ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ภายใต้โครงการสนับสนุนการพัฒนาเทคโนโลยีของอุตสาหกรรมไทย ที่ให้การสนับสนุนค่าใช้จ่ายในโครงการวิจัยนี้

ขอขอบคุณ คุณนงคราญ ไชยวงศ์ และคุณสายันต์ พรหมมจิตร ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้เครื่องวัดขนาดอนุภาคและเครื่องวัดพื้นที่ผิว (BET) รวมทั้งคำแนะนำและให้ความช่วยเหลือด้านต่างๆที่เป็นประโยชน์

ขอขอบคุณ ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้เครื่องวัดความแข็งแรง รวมทั้งคำแนะนำและให้ความช่วยเหลือด้านต่างๆที่เป็นประโยชน์และภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้เครื่อง XRD เจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัยและบริการจุลทรรศน์ศาสตร์อิเล็กทรอนิกส์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่กรุณาให้ความช่วยเหลือและคำแนะนำที่เป็นประโยชน์ และอำนวยความสะดวกในด้านต่างๆ

สุดท้ายนี้ ขอขอบพระคุณ พี่ เพื่อนและคุณพ่อคุณแม่ ที่ช่วยให้การสนับสนุนส่งเสริมทางการศึกษาและเป็นกำลังใจให้อย่างดีมาก คอยดูแลเป็นอย่างดีแก่ผู้เขียนตลอดมาและจนกระทั่งสำเร็จการศึกษา

ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์	การออกแบบและการสร้างห้องอบแห้งสำหรับอิฐสามัญ
ผู้เขียน	นาย สรวิศ มุลอินตะ
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เคมีอุตสาหกรรม)
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	อาจารย์ ดร. ศักดิพล เทียนเสมอ

### บทคัดย่อ

248733

งานวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายอยู่ 3 ประการคือ (1) ศึกษากระบวนการอบแห้งอิฐสามัญแบบใช้ความร้อนโดยใช้ฟืนเป็นเชื้อเพลิง (2) ติดตามผลของอัตราการอบแห้งต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพและพฤติกรรมการหดตัวของอิฐสามัญ (3) ออกแบบและสร้างห้องอบแห้งสำหรับอิฐสามัญแบบใช้ความร้อนจากฟืน

การออกแบบและการสร้างห้องอบแห้งสำหรับอิฐสามัญ การทดลองได้ทำการศึกษาระบบการอบแห้งแบบใช้ความร้อนและติดตามการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพของอิฐสามัญที่อุณหภูมิห้อง – 40, 40 – 50, 50 – 60 และ 60 – 70 องศาเซลเซียส จากการทดลองพบว่าอิฐสามัญมีปริมาณความชื้นหลังการขึ้นรูปด้วยวิธีการรีดที่ 25 เปอร์เซ็นต์ สภาวะที่เหมาะสมในการอบแห้งอิฐสามัญอยู่ในช่วงระหว่าง 50 – 60 องศาเซลเซียส ใช้ระยะเวลาในการอบแห้ง 21 ชั่วโมง อิฐสามัญหดตัว 6.5 เปอร์เซ็นต์ การออกแบบและการสร้างห้องอบแห้งสำหรับอิฐสามัญ รูปแบบของห้องอบแห้งเป็นทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า (ขนาด  $6 \times 8 \times 3$  เมตร) และปริมาตรห้องอบแห้ง 144 ลูกบาศก์เมตร ห้องอบแห้งประกอบด้วย แหล่งให้ความร้อนในการอบแห้ง ขนาด  $90 \times 100 \times 75$  เซนติเมตร หลังคาห้องอบแห้งทำจากวัสดุแผ่นพลาสติกใส ปล่อยระบายความร้อนเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 นิ้ว ความสูง 3 เมตร ห้องอบแห้งสามารถบรรจุอิฐสามัญขนาดเล็ก ( $6.5 \times 15.5 \times 4.5$  เซนติเมตร) จำนวน 10,000 ก้อน สภาวะในการอบแห้งประกอบด้วย อุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้งไม่ต่ำกว่า 50 องศาเซลเซียส ใช้ระยะเวลาในการอบแห้ง 24 ชั่วโมง หลังการอบแห้งอิฐไม่เกิดการเสียหาย สามารถลดต้นทุนในการผลิตลง 0.13 บาทต่อก้อนและเพิ่มผลกำไร 60 เปอร์เซ็นต์

**Thesis Title** Design and Construction of Drying Chamber for Common Bricks

**Author** Mr. Soravich Mulinta

**Degree** Master of Science (Industrial Chemistry)

**Thesis Advisor** Dr. Sukdipown Thiensaem

### ABSTRACT

248733

This study has three main purposes, (1) study the drying system of common bricks by heating with wood fuel, (2) investigate the effects of rate of drying on physical properties change and shrinkage behavior of common bricks, and (3) design and construction of drying chamber of common bricks with wood fuel.

Experimental drying system of common brick by heating up and drying temperature at room temperature – 40, 40 – 50, 50 – 60 and 60 – 70 °C were designed and constructed. The results showed that the common brick after forming, had 25% moisture content, Drying heating up with wood fuel at 50 – 60 °C, and drying time for 21 hours were appropriate conditions. The common brick obtained had 6.5% shrinkage value. The type of drying chamber was rectangular (6 × 8 × 3 m) with volume of drying chamber of 144 m<sup>2</sup>. It composed of source of heat of side , with size of 90 × 100 × 75 cm. Roof drying chamber was made of clear plastic with exhaust vent size Ø 6 in. diameter 3 m. high. Drying chamber can load amount 10,000 small size common brick (6.5 × 15.5 × 4.5 cm) The conditions of drying process for common brick were drying temperature at 50 °C and drying time for 24 hours. The common were bricks not damage after drying. The cost of common production brick was reduced by 0.13 Bahts per brick. and the profit was Increased by 60%.

## สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ค
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ญ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 สรุปสาระสำคัญจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง	2
1.3 วัตถุประสงค์ของงานการศึกษา	6
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการศึกษาเชิงทฤษฎีและ/หรือเชิงประยุกต์	6
1.5 แผนดำเนินการ ขอบเขต และวิธีการวิจัย	7
บทที่ 2 หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	
2.1 อีฐก่อสร้าง	9
2.1.1 ความหมายและประโยชน์ใช้งาน	9
2.1.2 ประเภทของอีฐก่อสร้าง	9
2.1.3 การทำอีฐ	10
2.1.4 สมบัติของอีฐก่อสร้างสามัญที่ใช้งานในประเทศไทย	11
2.2 วัสดุที่ใช้ในการผลิตอีฐสามัญ	12
2.3 หลักการและกลไกการอบแห้ง	13
2.3.1 กลไกการอบผลิตภัณฑ์ให้แห้ง	14
2.3.2 ผลของสภาวะภายนอกต่อการอบแห้ง	15
2.3.3 การระเหยของน้ำ	19

## สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
2.4 กลไกภายในของการอบแห้ง	20
2.4.1 การเปลี่ยนแปลงปริมาตรของดินเหนียวในระหว่างการอบแห้ง	20
2.4.2 การกระจายและเคลื่อนที่ของน้ำภายในเนื้อดิน	21
2.4.3 การแห้งตัวของเนื้อดินแบ่งออกเป็น 2 ระยะ	22
2.5 พัดลมที่ใช้ในการหมุนเวียนของลม	22
2.6 ห้องอบแห้ง	25
2.6.1 ห้องอบพิมพ์หรือผลิตภัณฑ์	25
2.6.2 เตาอบแบบต่อเนื่อง	25
2.6.3 ห้องอบแห้งแบบพลังงานแสงอาทิตย์	26
2.6.4 การพิจารณาออกแบบห้องอบแห้ง	29
2.7 การศึกษาลักษณะเฉพาะของวัตถุดิบที่ใช้ในโรงงาน	34
2.7.1 การวิเคราะห์ขนาดอนุภาคและการกระจายขนาดอนุภาค	34
2.7.2 การวิเคราะห์ห้วงค์ประกอบทางแร่และองค์ประกอบทางเคมี	37
2.7.3 การวิเคราะห์พฤติกรรมทางความร้อนด้วยเทคนิค DTA	41
2.8 การศึกษาสมบัติของอิฐก่อสร้างสามัญ	43
2.8.1 ความหนาแน่นรวม	43
2.8.2 การหาค่าความชื้น	43
2.8.3 การทดสอบค่าความแข็งแรง	44
2.8.4 การศึกษาโครงสร้างจุลภาคด้วยเทคนิคกล้องจุลทรรศน์แบบส่องกราด	46
2.8.5 การวัดพื้นที่ผิวและขนาดของรูพรุน ด้วยวิธีบีอีที (BET)	49
บทที่ 3 วัตถุดิบ วัสดุอุปกรณ์ และวิธีการทดลอง	
3.1 วัตถุดิบที่ใช้ในการทดลอง	51
3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ทดลอง	51
3.3 วิธีการทดลอง	53

## สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการทดลองและอภิปรายผล	
4.1 ผลการวิเคราะห์ลักษณะเฉพาะและสมบัติของอิฐสามัญที่ใช้ในโรงงาน	64
4.1.1 ผลการวัดขนาดและการกระจายตัวของอนุภาคเนื้อดินปั้น ด้วยเครื่องวัดขนาดอนุภาคแบบการเลี้ยวเบนเลเซอร์	64
4.1.2 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของวัตถุดิบที่ใช้ในโรงงาน	65
4.1.3 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางแร่ของวัตถุดิบที่ใช้ในโรงงาน	67
4.1.4 ผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงความร้อนของวัตถุดิบที่ใช้ในโรงงาน	68
4.2 ผลการศึกษาสมบัติของอิฐสามัญ	70
4.2.1 ผลความหนาแน่นรวมและการหดตัวก่อนการเผาและหลังการเผา และความพรุนตัวของอิฐสามัญ	70
4.2.2 ผลค่าความทนต่อการตัดหักของอิฐสามัญก่อนเผาและหลังการเผา	70
4.2.3 ผลค่าความทนต่อแรงอัดที่ความชื้นที่แตกต่างกันของอิฐสามัญ	71
4.2.4 ผลการวิเคราะห์โครงสร้างทางจุลภาคของอิฐสามัญ	72
4.2.5 ผลการวิเคราะห์หาพื้นที่ผิวและปริมาตรรูพรุน ด้วยวิธีบีอีที	73
4.3 ผลการศึกษาระบบการอบแห้งอิฐสามัญแบบใช้ความร้อน โดยใช้ฟืนเป็นเชื้อเพลิง	73
4.3.1 ผลความสัมพันธ์ต่อการเพิ่มอุณหภูมิและปริมาณความชื้นในอิฐสามัญ	73
4.3.2 การหมุนเวียนลมในภายในห้องอบแห้ง	82
4.3.3 การหดตัวของอิฐขณะทำการอบแห้ง	83
4.3.4 ปริมาณความเสียหายของอิฐสามัญ ภายหลังการอบแห้ง	84
4.4 ผลการออกแบบและการสร้างห้องอบแห้งสำหรับอิฐสามัญ	85
4.4.1 ผลการออกแบบห้องอบแห้ง	85
4.4.2 ผลการสร้างห้องอบแห้ง	89
4.4.3 ผลการทดสอบห้องอบแห้งสำหรับอิฐสามัญ	91
4.4.4 ปริมาณความเสียหายและต้นทุนการผลิต	94

## สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	
5.1 สรุปผลการทดลองลักษณะเฉพาะและสมบัติของอิฐสามัญ	97
5.2 สรุปผลการทดลองการอบแห้งอิฐสามัญแบบใช้ความร้อน โดยใช้ฟืนเป็นเชื้อเพลิง	98
5.3 สรุปผลการทดลองการออกแบบและการสร้างห้องอบแห้งสำหรับอิฐสามัญ	98
5.4 สรุปรวบยอดและข้อเสนอแนะ	99
บรรณานุกรม	103
ภาคผนวก	107
ภาคผนวก ก อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง	108
ภาคผนวก ข แปลนรูปแบบการสร้างห้องอบแห้ง	114
ภาคผนวก ค บทความทางวิชาการที่ได้รับการเผยแพร่	122
ประวัติผู้เขียน	

## สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
1.1 แสดงปริมาณของเสียหายที่เกิดในกระบวนการผลิตอิฐสามัญ	1
2.1 แสดงขนาดความกว้าง ความยาว ความหนา และความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ของอิฐก่อสร้างสามัญ	11
2.2 ความต้านทานแรงอัด	11
2.3 แสดงค่าความแกร่งของเนื้อดินชนิด ๆ ก่อนเผา	45
4.1 ผลการวิเคราะห์ห้องศ์ประกอบทางเคมีของวัตถุดิบที่ใช้ในโรงงาน	66
4.2 ผลวิเคราะห์แสดงค่าการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของวัตถุดิบ	68
4.3 ผลวิเคราะห์แสดงค่าน้ำหนักที่สูญหาย	69
4.4 แสดงค่าการหดตัว ความหนาแน่นรวมและความพรุนตัวของอิฐสามัญ	70
4.5 แสดงค่าความทนต่อแรงค้ดโค้งของอิฐสามัญ	71
4.6 ผลการวิเคราะห์ความทนต่อแรงกดอัดของอิฐสามัญในความชื้นที่แตกต่างกัน	72
4.7 แสดงพื้นที่ผิวและปริมาตรรูพรุนของอิฐสามัญ	73
4.8 แสดงปริมาณความเสียหายของอิฐสามัญ	84
4.9 แสดงปริมาณของเสียหายที่เกิดในกระบวนการผลิตอิฐสามัญ	94
4.10 แสดงปริมาณของเสียหายที่เกิดในกระบวนการผลิต โดยใช้งานห้องอบแห้งอิฐสามัญ	94
4.11 การเปรียบเทียบต้นทุนการผลิตระหว่างการตากแห้งตามธรรมชาติและการใช้ห้องอบแห้ง	96

## สารบัญภาพ

รูป	หน้า
2.1 แสดง Typical drying-curve	15
2.2 แสดง Drying rate curve	18
2.3 แสดงการระเหยของน้ำบนพื้นผิว	19
2.4 แสดงภาพตัดลักษณะของอนุภาคดินและน้ำที่เกิดขึ้นในขั้นตอนการอบแห้ง	20
2.5 แสดงชนิดของพัคลมที่เป็นวงล้อ	23
2.6 แสดงชนิดพัคลมที่เป็นวงล้อที่มีการติดตั้งหลายอัน	23
2.7 แสดงรายละเอียดของพัคลมชนิด Axial fan หลายอัน	24
2.8 แสดงรายละเอียดของพัคลมชนิด Axial fan	24
2.9 แสดง Axial fan ที่ติดตั้งด้านบน	25
2.10 เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบรับรังสีโดยอ้อม	27
2.11 หลักการทำงานของเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบรับรังสีโดยตรง	28
2.12 เครื่องอบแห้งแบบ Typical distributed natural circulation solar energy	28
2.13 เครื่องอบแห้งแบบ Typical distributed-type active solar energy dryer	29
2.14 ตำแหน่งแหล่งจ่ายความร้อนเข้าสู่ระบบทางส่วนบนของห้องอบ	31
2.15 ตำแหน่งแหล่งจ่ายความร้อนเข้าสู่ระบบทางด้านข้างห้องอบ	31
2.16 ตำแหน่งแหล่งจ่ายความร้อนเข้าสู่ระบบทางด้านล่างห้องอบ	32
2.17 ทิศทางการไหลเวียนของลมร้อนในห้องอบ	33
2.18 อนุภาคที่มีรูปทรงกระบอกและทรงกลม	35
2.19 แบบจำลองของเครื่องวัดขนาดอนุภาคด้วยการเลี้ยวเบนเลเซอร์	36
2.20 การเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์	37
2.21 ส่วนประกอบภายนอกของเครื่อง XRD	38
2.22 ดิฟแฟรกโตแกรม	39
2.23 องค์ประกอบของเครื่อง XRF ชนิด Wavelength dispersion system	40
2.24 ส่วนประกอบของเครื่องเอ็กซ์เรย์ฟลูออเรสเซนซ์ชนิด Energy dispersion system	41

## สารบัญภาพ (ต่อ)

รูป	หน้า
2.25 (ภาพบน) แสดงหลักการของเทคนิคคิฟเฟอร์นเซียลเทอร์มอล (ภาพล่าง) ผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงพลังงานความร้อนของตัวอย่างดิน ขาวและดินดำ สังเกตว่าดินขาวจะมีผลึกของแร่เคโอลินไนต์ที่สมบูรณ์กว่าและ ปริมาณมากกว่าดินดำ โดยดูการเปลี่ยนแปลงพลังงานความร้อนจากเคโอลินไนต์ เป็นมีตาเคโอลินไนต์และมีตาเคโอลินไนต์กลายเป็นสปีเนล	43
2.26 แสดงแผ่นทดสอบวางบนลิ้มปลายแหลม 2 จุดและแรงกดทางด้านบนของแผ่นทดสอบ	45
2.27 การเกิดอันตรกิริยาระหว่างอิเล็กตรอนปฐมภูมิกับอะตอมตัวอย่าง	48
2.28 แผนภาพขององค์ประกอบกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด	49
2.29 กราฟที่ได้จากการคำนวณในรูปเส้นตรงของสมการบีอีที	50
3.1 การทดสอบความแข็งแรงอัด	56
3.2 ขั้นตอนการวิเคราะห์และทดสอบลักษณะเฉพาะและสมบัติของอิฐสามัญ	57
3.3 แสดงลักษณะการหมุนเวียนลมภายในตู้อบแห้ง	58
3.4 ขั้นตอนการออกแบบและการสร้างห้องอบแห้งสำหรับอิฐสามัญ	59
3.5 ขั้นตอนการทดลองการอบแห้งอิฐสามัญ แบบใช้ความร้อน	61
4.1 ผลการวัดขนาดอนุภาคและการกระจายของวัตถุดิบที่ใช้ในโรงงาน	65
4.2 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางแร่ของวัตถุดิบที่ใช้ในโรงงาน	67
4.3 ผลวิเคราะห์แสดงค่าเป็นกราฟ DTA	68
4.4 ผลวิเคราะห์แสดงค่าเป็นกราฟ TG	69
4.5 แสดงค่าความแข็งแรงด้วยวิธีการกดต่อปริมาณความชื้นที่แตกต่างกัน	71
4.6 แสดงโครงสร้างทางจุลภาคของอิฐสามัญก่อนเผา	72
4.7 ผลปริมาณความชื้นในอิฐต่อการหดตัวและอัตราการอบแห้งที่อุณหภูมิห้อง $-40^{\circ}\text{C}$	74
4.8 ผลปริมาณความชื้นในอิฐต่อการหดตัวและอัตราการอบแห้งที่อุณหภูมิ $40 - 50^{\circ}\text{C}$	75
4.9 ผลปริมาณความชื้นในอิฐต่อการหดตัวและอัตราการอบแห้งที่อุณหภูมิ $50 - 60^{\circ}\text{C}$	76
4.10 ผลปริมาณความชื้นในอิฐต่อการหดตัวและอัตราการอบแห้งที่อุณหภูมิ $60 - 70^{\circ}\text{C}$	77
4.11 ผลปริมาณความชื้นของอากาศต่อการหดตัวและอัตราการอบแห้งที่อุณหภูมิห้อง $-40^{\circ}\text{C}$	78
4.12 ผลปริมาณความชื้นของอากาศต่อการหดตัวและอัตราการอบแห้งที่อุณหภูมิ $40 - 50^{\circ}\text{C}$	79

## สารบัญภาพ (ต่อ)

รูป	หน้า
4.13 ผลปริมาณความชื้นของอากาศต่อการหดตัวและอัตราการอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 – 60 °C	80
4.14 ผลปริมาณความชื้นของอากาศต่อการหดตัวและอัตราการอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 – 70 °C	81
4.15 ผลของระยะเวลาต่อปริมาณความชื้นของอิฐสามัญ	82
4.16 ผลของระยะเวลาต่อการหดตัวของอิฐสามัญ	83
4.17 การแตกร้าวและการโค้งงอของอิฐสามัญ	84
4.18 รูปแบบด้านหน้าห้องอบแห้งอิฐสามัญ	85
4.19 รูปแบบด้านข้างห้องอบแห้งอิฐสามัญ	86
4.20 แสดงลมร้อนไหลผ่านภายในห้องอบแห้ง	88
4.21 แสดงผลการอบแห้งอิฐสามัญภายในห้องอบแห้ง	91
4.22 แสดงอุณหภูมิภายในและภายนอกห้องอบแห้งอิฐสามัญ	92
5.1 ลักษณะหมุนเวียนภายในห้องอบแห้ง	102