บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

อิฐฉนวนทนไฟเป็นวัสดุเซรามิกที่มีความหนาแน่นต่ำ มีความพรุนตัวสูง จึงส่งผลให้มีสมบัติในการนำความร้อนต่ำ มีความต้านทานการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเฉียบพลันได้ดี มีความแข็งแรงไม่มีการยุบตัวเนื่องจากปฏิกิริยาเคมี และมีโครงสร้างที่ทนอุณหภูมิได้สูงกว่า 1500 องศาเซลเซียส เหมาะสำหรับใช้ก่อเป็นผนังเตาหรือห้องเผา เพื่อกันความร้อนบริเวณที่มีอุณหภูมิสูงสร้างความเป็นฉนวนให้กับเตามากขึ้น ช่วยลดการสูญเสียความร้อนระหว่างการเผาผลิตภัณฑ์สู่ภายนอกและประหยัดพลังงานเชื้อเพลิงที่ใช้ในการเผาลง[1] ทำให้อิฐฉนวนทนไฟมีความพรุนตัวสูงสภาพการนำความร้อนต่ำ อากาศที่กระจายอยู่ภายในรูพรุนเป็นฉนวนความร้อนที่ดี ซึ่งสามารถทำให้เกิดรูพรุนได้หลายวิธี ได้แก่

(ก) การทำให้เนื้อส่วนผสมเกาะกันอย่างหลวมๆ เช่น การเตรียมส่วนผสมให้อยู่ในรูปเพสท์ (Paste) ซึ่งใช้ปริมาณน้ำในส่วนผสมมาก ทำให้สูญเสียน้ำในขณะให้ความร้อนเกิดรูพรุนเปิด (Open porosity) ขึ้นและความหนาแน่นลดลง จากการศึกษาของ Perera, D.S. และ Trautman, R.L.[2] ได้ศึกษาการเตรียมวัสดุทนไฟโดยใช้เมตาเคโอลิน (Metakaolin) ผสมกับสารละลายด่าง เตรียมส่วนผสมในลักษณะเพสท์เพื่อขึ้นรูปโดยการหล่อในแม่พิมพ์โลหะแล้วเผาที่อุณหภูมิ 500-1400 องศาเซลเซียส พบว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับเตรียมวัสดุฉนวนความร้อนต้องไม่เกิน 1000 องศาเซลเซียสและมีปริมาณรูพรุนเปิด 38 เปอร์เซ็นต์

(ข) การใช้วัตถุดิบที่มีความหนาแน่นต่ำ จะทำให้ผลิตภัณฑ์หลังเผามีความหนาแน่นต่ำด้วย เช่น ไดอะตอมไมต์ (Diatomite) ซึ่งเป็นแร่ธรรมชาติหรือชามอตต์ (Chamotte) ซึ่งเป็นวัตถุดิบที่ผ่านการเผามาแล้วทำให้มีความทนไฟ ความพรุนตัวสูงและลดการหดตัวของผลิตภัณฑ์

(ค) การใส่ตัวเติมที่เผาแล้วสลายตัวไป เช่น ถ่าน ขี้เลื่อย แกลบ ฟางข้าว เม็ดพลาสติก หรือเม็ดโฟม เมื่อผสมในเนื้อผลิตภัณฑ์และผ่านขั้นตอนการเผาแล้วจะสลายตัวไป ทำให้เกิดรูพรุนขึ้นในเนื้อผลิตภัณฑ์ จากการศึกษาของ Braganca, S.R., Zimmer, A. และ Bergmann, C.P.[3] ได้ศึกษาการเตรียมอิฐฉนวนทนไฟโดยใช้ดินเคโอลิน (Kaolin) ชามอตต์ และขี้เลื่อย พบว่าชามอตต์มีส่วนช่วยในกระบวนการอบแห้งโดยลดการหดตัวของผลิตภัณฑ์ ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความหนาแน่นต่ำ และขี้เลื่อยทำให้เกิดรูพรุนในผลิตภัณฑ์เพราะสามารถสลายตัวไปขณะเผา

(ง) การใส่ตัวเติมที่สร้างฟองอากาศในผลิตภัณฑ์โดยอาศัยปฏิกิริยาเคมี เช่นการศึกษาของ Jonker, A.[4] ศึกษาการเตรียมวัสดุฉนวนทนไฟโดยใช้ของเสียอนินทรีย์ได้แก่ เถ้าลอย (Fly ash) ฟอสโฟยิปซัม (Phosphogypsum) และของเสียที่มีปริมาณเหล็กสูงเป็นวัตถุดิบ เตรียมส่วนผสมใน

ลักษณะเพสท์และเติมผงอะลูมิเนียม (Aluminium powder) ซึ่งจะทำปฏิกิริยากับสารละลายที่มีฤทธิ์เป็นเบสเกิดแก๊สไฮโดรเจนกระจายตัวเกิดรูพรุนในเนื้อผลิตภัณฑ์เป็นต้น ในกระบวนการผลิตอิฐฉนวนทนไฟมักจะเลือกวิธีการใดวิธีการหนึ่งในการเตรียมผลิตภัณฑ์ให้มีสภาพการนำความร้อนต่ำ

ความทนไฟของอิฐฉนวนทนไฟ เกิดจากวัตถุดิบมีเฟสที่ทนไฟหรือให้เฟสสุดท้ายหลังเผาเป็นเฟสที่ทนไฟเป็นหลัก ส่วนใหญ่ประกอบด้วยเฟสมัลไลต์ (Mullite) มีค่าความทนไฟสูงประมาณ 1800 องศาเซลเซียส และคอรันดัม (Corundum) มีค่าความทนไฟสูงประมาณ 2000 องศาเซลเซียส มักพบเฟสเหล่านี้ในวัตถุดิบที่มีอะลูมินาและซิลิกาเป็นองค์ประกอบ[5] ยกตัวอย่างเช่น แร่เคโอลิไนต์ (Kaolinite : Al_2O_3•$2SiO_2$•$2H_2O$) แร่ไพโรฟิลไลท์ (Pyrophyrite : Al_2O_3•$4SiO_2$•H_2O) และแร่บอกไซต์ (Bauxite : Al_2O_3•$2H_2O$) ในธรรมชาติ ซึ่งนำมาใช้ผลิตอิฐฉนวนทนไฟในปัจจุบันในปริมาณสูงมาก เนื่องจากเป็นวัตถุดิบหลักของอิฐทนไฟโดยเฉพาะเมื่อใช้วัตถุดิบที่ผ่านกระบวนการแต่งแร่หรือสังเคราะห์ขึ้นจะมีความบริสุทธิ์สูงส่งผลต่อต้นทุนการผลิตของอิฐฉนวนทนไฟที่สูงตามไปด้วย ดังนั้นการหาวัตถุดิบอื่นๆ ที่เหมาะสมมาทดแทนแร่ตามธรรมชาติหรือแร่ที่สังเคราะห์ขึ้นโดยทำให้สมบัติของอิฐฉนวนทนไฟที่ได้คงสภาพการนำความร้อนต่ำและความทนไฟสูงจะช่วยลดต้นทุนการผลิตได้อีกทางหนึ่ง

ปัจจุบันมีการรณรงค์อย่างแพร่หลายในการนำของเสียจากอุตสาหกรรมกลับมาใช้ใหม่เพื่อลดของเสียที่ทำลายยาก ลดมลภาวะ อนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้ยังเป็นการลดต้นทุนของวัตถุดิบอีกทางหนึ่งด้วย จากงานวิจัยของ Ilic, M. และคณะ[5] ที่สามารถนำของเสียจากอุตสาหกรรมมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตอิฐฉนวนทนไฟ โดยใช้เถ้าลอย (Fly Ash) จากถ่านหินลิกไนต์โดยไม่ผสมตัวเชื่อมประสานที่เป็นสารอินทรีย์หรือตัวเติมที่เป็นสารอนินทรีย์ นำมาอัดขึ้นรูปและเผาที่อุณหภูมิ 1130-1190 องศาเซลเซียส พบเฟสหลักหลังเผาคืออะนอร์ไทต์ (Anorthite) ควอตซ์ (Quartz) มัลไลท์ และเฮมาไทต์ (Hematite) ซึ่งมีความทนไฟสูง โดยการเผาจะลดปริมาณเฟสเนื้อแก้วที่ไม่ทนไฟลง

Ahmed, B และคณะ[6] ได้ศึกษาการเตรียมอิฐทนไฟอุณหภูมิสูงโดยใช้เถ้าแกลบ (Rice Husk Ash) เป็นวัตถุดิบหลักผสมกับแร่ดิน อัดขึ้นรูปและเผาที่อุณหภูมิ 1340 องศาเซลเซียส พบว่าเถ้าแกลบมีปริมาณ ซิลิกาสูงประมาณ 95 เปอร์เซ็นต์ จึงมีสมบัติความทนไฟที่ดี ส่งผลทำให้อิฐฉนวนทนไฟที่ได้มีความทนไฟและความแข็งแรงสูงไปด้วย

Ribeiro, M.J. และคณะ[7] ได้ศึกษาการเตรียมส่วนผสมของวัสดุเซรามิกทนไฟชนิดมัลไลต์โดยใช้กากตะกอนชุบผิวอะลูมิเนียม (Aluminium anodizing sludge) เป็นวัตถุดิบหลักพร้อมศึกษาผลของการใช้วัตถุดิบธรรมชาติเป็นตัวเติมคือดินเคโอลิน ดินเหนียว (Ball clay) และไดอะตอมไมต์ ทำการอัดขึ้นรูปและเผาที่อุณหภูมิ 1450-1650 องศาเซลเซียส พบว่าเฟสหลักที่ได้คือมัลไลต์ แอลฟา

อะลูมินา (α-Alumina) และบีตาอะลูมินา (β-Alumina) ส่งผลทำให้ค่าความหนาแน่น ความแข็งแรง และความทนไฟสูงขึ้นด้วย

ในประเทศไทยพบของเสียจากอุตสาหกรรมจำนวนมาก และมีเพียงบางส่วนเท่านั้นที่มีการนำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ ยกตัวอย่างเช่น เถ้าลอยซึ่งเป็นของเสียจากโรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนแม่เมาะที่ใช้ถ่านหินลิกไนต์เป็นเชื้อเพลิงมีการประยุกต์ใช้เถ้าลอยในงานคอนกรีต เป็นส่วนผสมในการผลิตวัสดุก่อสร้างและปูนซีเมนต์ คอนกรีต สังเคราะห์ซีโอไลต์ (Zeolite) และนำไปถมที่ เถ้าแกลบและเถ้าเปลือกไม้ซึ่งเป็นของเสียจากการเผาไหม้แกลบและเปลือกไม้ให้ได้ความร้อนในการอบแห้งหรือเผาเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตกระแสไฟฟ้าที่ไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้จึงลำเลียงด้วยรถบรรทุกไปทิ้งในบริเวณที่จัดเตรียมไว้เป็นการเสียค่าใช้จ่ายในการกำจัดรวมทั้งค่ารถ ค่าน้ำมันและพื้นที่ในการจัดทิ้ง มีการนำเถ้าแกลบมาใช้ประโยชน์บ้างเช่น ส่วนผสมของคอนกรีต เซรามิก วัสดุทนไฟ ตัวดูดซับน้ำมันหรือสารพิษ ไส้กรองน้ำ ส่วนผสมของสีเป็นต้น และกากตะกอนชุบผิวอะลูมิเนียมซึ่งเป็นของเสียจากอุตสาหกรรมชิ้นส่วนอะลูมิเนียมเช่นโครงฝ้าเพดาน กรอบประตูหน้าต่าง ตู้กับข้าวโดยใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์กัดผิวอะลูมิเนียม แล้วได้กากตะกอนอะลูมิเนียมไฮดรอกไซด์ออกมาเป็นผลพลอยได้ ซึ่งเป็นแหล่งให้อะลูมินาที่มีความบริสุทธิ์สูงเหมาะที่จะใช้เป็นส่วนผสมของคอนกรีต แก้ว และเซรามิก อีกทั้งเป็นแหล่งให้สารประกอบอะลูมิเนียมในการผลิตสารส้มเป็นต้น

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงศึกษาการนำของเสียจากอุตสาหกรรมได้แก่กากตะกอนชุบผิวอะลูมิเนียม เถ้าแกลบ และเถ้าลอย มาใช้ผลิตอิฐฉนวนทนไฟเพื่อลดปริมาณและค่าใช้จ่ายในการกำจัดของเสียจำนวนมากที่ไม่ได้นำมาใช้ประโยชน์ โดยทำการศึกษาสมบัติต่างๆ และทำการเปรียบเทียบให้ได้คุณภาพใกล้เคียงกับอิฐฉนวนทนไฟทางการค้า SRIC HI-26 และ Patra C-2 จากผลการวิเคราะห์เบื้องต้นพบว่า อิฐทั้งสองบริษัทมีขนาดใกล้เคียงกัน มีความหนาแน่นอยู่ระหว่าง 0.78-0.86 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร พบเฟสของมัลไลต์ คอรันดัม แคลเซียมอะลูมิเนต (Calcium Aluminate) และควอตซ์ซึ่งสามารถใช้งานได้ถึง 1400 องศาเซลเซียส

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาผลของส่วนผสมของกากตะกอนชุบผิวอะลูมิเนียม เถ้าแกลบ และเถ้าลอยเป็นวัตถุดิบหลักและภาวะในการเตรียมอิฐฉนวนทนไฟที่มีสมบัติใกล้เคียงกับอิฐฉนวนทนไฟทางการค้า

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1 ศึกษาสมบัติทางกายภาพและเคมีของกากตะกอนชุบผิวอะลูมิเนียม เถ้าแกลบ และเถ้าลอยที่ใช้เป็นวัตถุดิบหลักในการเตรียมอิฐฉนวนทนไฟ

1.3.2 ศึกษาผลของส่วนผสมและวิธีการขึ้นรูปที่เหมาะสมในการเตรียมอิฐฉนวนทนไฟให้มีลักษณะและสมบัติใกล้เคียงกับอิฐฉนวนทนไฟทางการค้า

1.3.3 ศึกษาผลของตัวเติมที่มีต่อสภาพความเป็นฉนวนความร้อนของอิฐฉนวนทนไฟให้ใกล้เคียงกับอิฐฉนวนทนไฟทางการค้า

1.3.3 ศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเผาผนึกอิฐฉนวนทนไฟให้มีลักษณะและสมบัติใกล้เคียงกับอิฐฉนวนทนไฟทางการค้า

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ได้ชิ้นงานอิฐฉนวนทนไฟที่มีสมบัติใกล้เคียงกับอิฐฉนวนทนไฟทางการค้าโดยใช้กากตะกอนชุบผิวอะลูมิเนียม เถ้าลอยลิกไนต์ และเถ้าแกลบเป็นวัตถุดิบหลัก

1.4.2 ช่วยกำจัดของเสียจากอุตสาหกรรมและเพิ่มมูลค่าให้กับของเสีย