การพัฒนาเซรามิกเนื้ออะลูมินาเพื่อใช้ในการบดและขัดสี

ลดา พันธ์สุขุมธนา

ปัจจุบันภาคอุตสาหกรรมมีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศ แต่การพัฒนาอุตสาหกรรมของไทยที่ผ่านมายังเป็นไปแบบไม่ยั่งยืน ขาดการพัฒนาอุตสาหกรรมสนับสนุน และขาดการมุ่งสร้างฐานการพัฒนาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมให้เข้มแข็งขึ้นอย่างจริงจังและต่อเนื่อง ส่งผลให้ต้องนำเข้าเทคโนโลยีรวมทั้งชิ้นส่วน/อุปกรณ์ต่างๆ หลายชนิดเข้ามาประกอบการผลิตของอุตสาหกรรมเป็นจำนวนมาก จึงเป็นข้อเสียเปรียบในทางการค้าและการพัฒนาความก้าวหน้าของอุตสาหกรรมเป็นอย่างมาก ในบรรดาสินค้าชิ้นส่วน/อุปกรณ์ต่างๆ ที่นำเข้ามาจากต่างประเทศมาสนับสนุนการผลิตของไทยอย่างต่อเนื่องนั้น มีสินค้าชิ้นส่วนเซรามิกที่เป็นชิ้นส่วน/อุปกรณ์ที่ใช้ในการบดและการขัดสีรวมอยู่ด้วยเป็นจำนวนมาก โดยนำเข้ามาใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ หลายประเภท เช่น เซรามิก ซีเมนต์ ยา และเครื่องสำอาง เป็นต้น

เนื่องจากเซรามิกเนื้ออะลูมินามีสมบัติเด่นหลายด้าน คือ สมบัติเชิงกล ความร้อน ไฟฟ้า และเคมี จึงมีการพัฒนานำเนื้อนี้มาใช้ประโยชน์ในวงกว้าง เช่น เครื่องมือที่ใช้ในการดึง เครื่องจักรทำกระดาษ อุปกรณ์ที่ใช้ในการบด ขัด ตัด และยุทธโธปกรณ์ สำนักเทคโนโลยีชุมชน กรมวิทยาศาสตร์บริการซึ่งเป็นหน่วยงานรับผิดชอบ การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีเซรามิก จึงได้ดำเนินการพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตเซรามิกเนื้ออะลูมินาเพื่อใช้ในการบดและการขัดสี เพื่อสนับสนุนผู้ประกอบการที่ต้องการพัฒนาอุตสาหกรรมสนับสนุนในประเทศ

เทคโนโลยีการผลิตเซรามิกเนื้ออะลูมินาเพื่อใช้ในการบดและการขัดสีที่กรมวิทยาศาสตร์บริการพัฒนา ใช้วิธีการขึ้นรูปที่ใกล้เคียงกับวิธีที่ใช้ในการผลิตเซรามิกดั้งเดิม คือการหล่อสลิปในแบบปูนปลาสเตอร์ และการอัดแกรนูล (granule) ด้วยเครื่องอัดไฮโดรลิค (hydraulic press) หรืออาจใช้เครื่องมือสมัยใหม่ในการอัดแกรนูล เช่น เครื่องอัดทุกทิศทาง (cold isostatic press) กระบวนการผลิตแสดงดังภาพที่ 1

เซรามิกเนื้ออะลูมินาใช้อะลูมินาเป็นวัตถุดิบหลัก และเนื่องจากอะลูมินามีอุณหภูมิหลอมตัวสูงกว่า 2000°ซ และไม่มีความเหนียว จึงเติมวัตถุดิบอื่นทั้งอินทรียสารและอนินทรียสาร เพื่อช่วยปรับปรุงสมบัติกายภาพและเคมีทั้งก่อนและหลังเผา เช่น เพิ่มความเหนียวและความยืดหยุ่นในการขึ้นรูป ช่วยให้เนื้ออะลูมินาสุกตัวดีเมื่อเผาอุณหภูมิที่ใช้ในการเผาให้สุกตัวจะสูงกว่าการเผาเซรามิกดั้งเดิม เตาที่ใช้ในการเผาจึงเป็นเตาอุณหภูมิสูง สามารถเผาได้สูงถึงอุณหภูมิ 1600-1700°ซ

การผลิตเซรามิกเนื้ออะลูมินาด้วยการหล่อขึ้นรูป ประกอบด้วย การเตรียมสลิปโดยการบดส่วนผสมในหม้อบดหรือเครื่องบดประสิทธิภาพสูง เช่น attritor เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการบดหรือป้องกันการปนเปื้อน วัสดุที่ใช้ในการบดควรมีความแข็งไม่น้อยกว่าวัตถุดิบที่ถูกบด วัสดุที่ใช้ในการบดอาจทำจากอะลูมินาหรือเซอร์โคเนีย อาจใช้เครื่องปั่นช่วยในการผสม การหล่อสลิปขึ้นรูปทำในแบบปูนปลาสเตอร์ หลังการขึ้นรูปจะทำการตกแต่งผลิตภัณฑ์ อบแห้ง และเผา การขึ้นรูปวิธีนี้เหมาะสำหรับผลิตภัณฑ์ที่มีรูปทรงซับซ้อน เช่น หม้อบด

การผลิตเซรามิกเนื้ออะลูมินาด้วยการอัดขึ้นรูป ประกอบด้วย การเตรียมสลิป การเตรียมแกรนูลด้วยเครื่องพ่นแห้ง (spray dryer) การขึ้นรูปในแบบโลหะด้วยเครื่องอัดไฮโดรลิคหรือในแบบยางด้วยเครื่องอัดทุกทิศทางที่ความดันสูง การตกแต่งผลิตภัณฑ์หลังการขึ้นรูป การอบแห้ง และการเผาที่อุณหภูมิสูง เมื่อเปรียบเทียบสมบัติของผลิตภัณฑ์ที่ขึ้นรูปด้วยการอัดด้วยเครื่องอัดทุกทิศทางกับการอัดในแบบโลหะด้วยเครื่องอัดไฮโดรลิค พบว่าสามารถขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ที่มีรูปร่างซับซ้อนกว่าและ

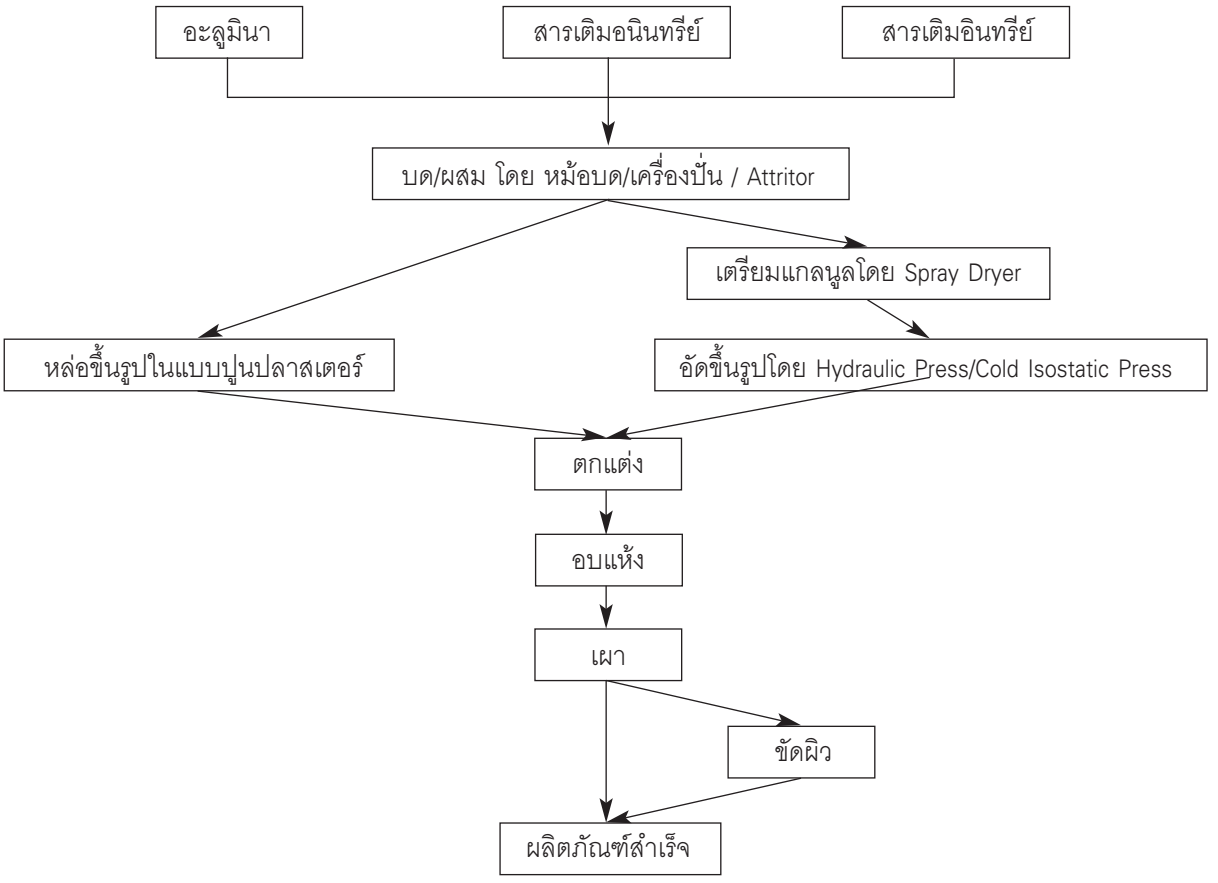
ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความหนาแน่นสูงและสม่ำเสมอกว่า เช่น ลูกบด หัวพ่น ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีสมบัติด้านความทนทานต่อการบดและขัดสีดีกว่าการขึ้นรูปด้วยการอัดในแบบโลหะ

สูตรเซรามิกเนื้ออะลูมินาที่พัฒนามีปริมาณอะลูมินาร้อยละ 80 ขึ้นไป มีสมบัติดังแสดงในตารางที่ 1 สมบัติเหล่านี้มีค่าใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ในท้องตลาด

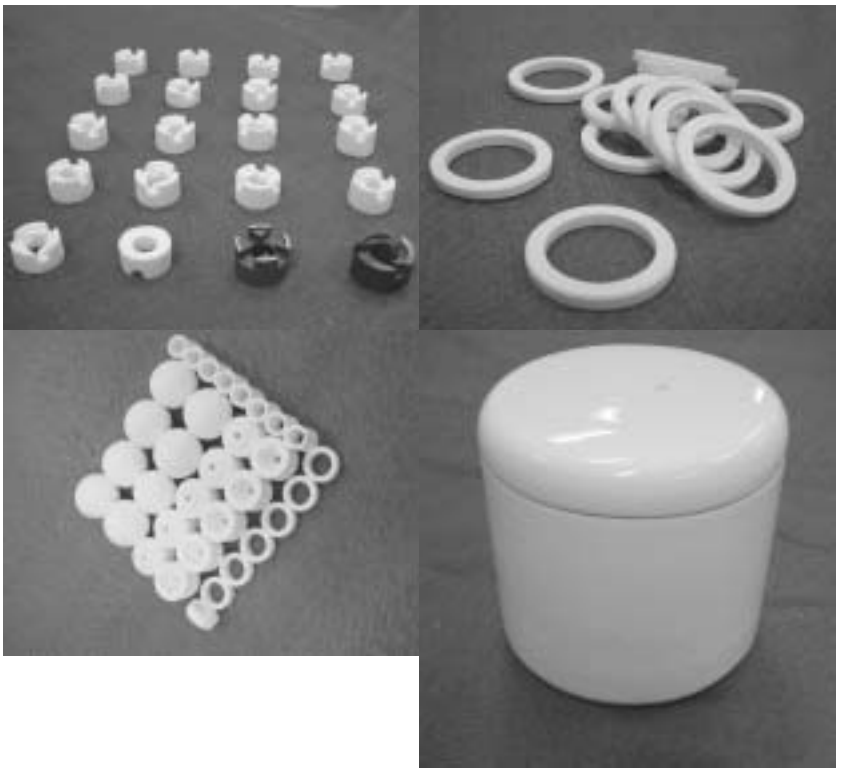
ตารางที่ 1 ตัวอย่างสมบัติของเซรามิกเนื้ออะลูมินาที่พัฒนาโดยกรมวิทยาศาสตร์บริการ

สมบัติ	หน่วย	97% อะลูมินา	92% อะลูมินา
ความทนไฟ	°ซ.	>1800	>1700
ความถ่วงจำเพาะ (bulk density)	กรัม/ซม.^{3}	3.70	3.57
การดูดซึมน้ำ	ร้อยละ	0.36	0.35
ความพรุน (apparent porosity)	ร้อยละ	0.18	0.01
ความแข็งแรง	วิกเกอร์ส	1468	1580
ความต้านแรงกด	MPa	323	280
สัมประสิทธิ์การขยายตัวเมื่อร้อนเชิงเส้น	x10^{-6}/°ซ.	8.23	8.37

กรมวิทยาศาสตร์บริการ ได้ประสบความสำเร็จในการพัฒนาเทคโนโลยีการทำผลิตภัณฑ์เซรามิกเนื้ออะลูมินาสำหรับใช้ในงานบดและการขัดสี เช่น หม้อบด ลูกบด หัวพ่น วาวล์ เพื่อสนับสนุนอุตสาหกรรมที่กระบวนการผลิตเกี่ยวข้องกับการเตรียมวัตถุดิบ หรือการใช้งานที่มีการขัดสีสึกกร่อนสูง และได้ทดลองนำเนื้ออะลูมินามาผลิตเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้า มีการทดลองใช้งานจริงเป็นผลสำเร็จ ตัวอย่างผลิตภัณฑ์สำเร็จแสดงในภาพที่ 2 *ผู้สนใจสามารถติดต่อขอรับการถ่ายทอดเทคโนโลยีได้ทุกวัน เวลาราชการ*



ภาพที่ 1 แสดงกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์เนื้ออะลูมินาโดยวิธีหล่อและวิธีอัด



ภาพที่ 2 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์เซรามิกเนื้ออะลูมินาที่พัฒนาโดยกรมวิทยาศาสตร์บริการ