เซรามิกส์ ปีที่ 12 ฉบับที่ 29
กันยายน - ธันวาคม 2551

ออกซิเจน สิ่งสำคัญของการเผา

การอบแห้งผลิตภัณฑ์เซรามิกขนาดใหญ่

กันยายน - ธันวาคม 2551 September - December 2008

เซรามิกส์

CERAMICS JOURNAL

Firing Edition

รถเตาประหยัดพลังงาน

ออกซิเจน สิ่งสำคัญของการเผา

การอบแห้งผลิตภัณฑ์เซรามิกขนาดใหญ่

ISSN 0859-5428
9 770859 542006
ราคา 90 บาท

เซรามิกส์

เจ้าของ
สมาคมเซรามิกส์ไทย

บรรณาธิการผู้พิมพ์ผู้โฆษณา
ดร.สมนึก ศิริสุนทร

ที่ปรึกษากิตติมศักดิ์
ดร.ดำริ สุโขธนัง
ศ.เกียรติคุณ เสริมศักดิ์ นาคบัว
คิด โรจนเพ็ญกุล
รศ.ทวี พรหมพฤกษ์

บรรณาธิการบริหาร
ดร.สมนึก ศิริสุนทร
ดร.คชินท์ สายอินทวงศ์

กองบรรณาธิการ
ผศ.เวนิช สุวรรณโมลี
รศ.สุขุมาล เล็กสวัสดิ์
ผศ.ดร.ศิริธันว์ เจียมศิริเลิศ
ผศ.วรวุธ สุธีวีระขจร
ดร.ชุติมา เอี่ยมโชติชวลิต
ดร.ลดา พันธ์สุขุมธนา
ดร.ศิริพร ลาภเกียรติถาวร
ผศ.สาธร ชลชาติภิญโญ
ชนิตร์นันทน์ ตาตะนันทน์

สำนักงานติดต่อ
สมาคมเซรามิกส์ไทย ภาควิชาวัสดุศาสตร์
คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ
10330
โทร. 0 2218 5558 โทรสาร. 0 2218 5561

OFFICE
THE THAI CERAMIC SOCIETY
Department of Materials Science, Faculty of
Science,Chulalongkorn University
Phayathai Rd, Bangkok 10330 Thailand
Tel. 0 2218 5558 Fax. 0 2218 5561
Website : www.ops.go.th/tcs
E-mail : thaicer@yahoo.com

ออกแบบ-จัดพิมพ์
บริษัท แนวทางเศรษฐกิจ 2004 จำกัด
7 อาคารนพ-ณรงค์ ชั้น 7 ซอยลาดพร้าว 23 จันทรเกษม
จตุจักร กรุงเทพฯ 10900
โทร. 0 2938 3207-9 แฟกซ์ 0 2938 3207
E-mail : economicline@yahoo.com
เพลท/แยกสี SK กราฟฟิก
พิมพ์ที่ โรงพิมพ์ดอกเบี้ย

ข้าวเตา.. เซรามิก

วารสารเซรามิกฉบับที่อยู่ในมือท่านผู้อ่านนี้ตั้งใจไว้ว่าจะเป็นหัวข้อเกี่ยวกับกระบวนการอบแห้งและการเผา รวมทั้งการประหยัดพลังงาน แต่เอาเข้าจริงๆ ท่านผู้เขียนก็เขียนได้กระจัดกระจายดีมากโดยแทบจะไม่ได้เขียนถึงเรื่องการเผาเลย และก็หาผู้เขียนได้ยากขึ้นทุกที จะเห็นว่าเล่มนี้จะมีชื่อของผมเป็นผู้เขียนอยู่หลายเรื่อง ทั้งชื่อจริงและนามแฝง เพราะหาคนเขียนมาลงได้ไม่ครบจำนวน ผมยังอยากเห็นวารสารเซรามิกฉบับภาษาไทย ที่เป็นของคนไทยเล่มเดียวนี้ ยังยืนหยัดอยู่กับสมาชิก และผู้ที่สนใจในหนังสือเล่มนี้อยู่ ก็ได้แต่พยายามติดต่อพี่ๆ น้องๆ ในวงการอุตสาหกรรมเซรามิกบ้านเราช่วยกันเขียนบทความมาลง ซึ่งสำหรับเล่มหน้าเราได้กำหนดหัวข้อเอาไว้เกี่ยวกับเตาเผาและการตกแต่งผลิตภัณฑ์เซรามิก ก็ได้แต่หวังว่าจะมีนักเขียนหน้าใหม่ๆ ได้ทำมาร่วมแจมกับทางวารสารมากขึ้น ถือว่าเป็นวิทยาทานให้กับผู้อื่นซึ่งจะเป็นประโยชน์อย่างมากกับนิสิต นักศึกษา ครูอาจารย์ และคนที่ทำงานในโรงงานขนาดกลางและเล็กที่ต้องการความช่วยเหลือและคำแนะนำต่างๆ หรือเรื่องราวเกี่ยวกับเทคโนโลยีใหม่ ที่เกิดขึ้นในยุคปัจจุบัน

สำหรับการปรับปรุงเนื้อหาก็จะพยายามมีอะไรใหม่ๆ มานำเสนอให้กับผู้อ่าน มีทั้งข่าวสาร การแนะนำองค์กร สถานศึกษา หรือบริษัทต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมเซรามิก และฉบับหน้าจะนำเสนอหัวข้อเรื่องใหม่สำหรับผู้ต้องการทราบแนวทางในการแก้ไขปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต และแน่นอนจะมีรูปภาพเซรามิกสวยๆ จากทุกมุมโลกมาอวดกันทุกท่านครับ

บรรณาธิการ

ดร.คชินท์ สายอินทวงศ์
kachins1@yahoo.com

วารสารเซรามิกส์ จัดทำขึ้นเพื่อเป็นศูนย์กลางการเผยแพร่วิชาความรู้ทางด้านเซรามิก และเป็นสื่อกลางระหว่างสมาชิกของสมาคมฯ ตลอดจนผู้สนใจ สมาชิกสมาคมฯประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้องในวงการเซรามิก ทั้งด้านอุตสาหกรรมและแวดวงการศึกษา รวมทั้งผู้สนใจในกิจกรรมด้านนี้ ข้อคิดเห็นและบทความในวารสารเล่มนี้เป็นทัศนะอิสระของผู้เขียนแต่ละท่าน สมาคมเซรามิกส์ไทยไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป

เซรามิกส์

ปีที่ 12 ฉบับที่ 29 ⊙ กันยายน-ธันวาคม 2551
CERAMICS JOURNAL ⊙ SEPTEMBER-DECEMBER 2008

36

11

32

CONTENTS

9... การแสดงศิลปะ...
เครื่องเคลือบดินเผาเตาผืน 4 สถาบันฯ

11... Heating microscope...
สำหรับ...Softening point ของเคลือบ

15... ออกซิเจน...
องค์ประกอบที่สำคัญสำหรับการเผา

20... การอบแห้ง...
ผลิตภัณฑ์เซรามิกขนาดใหญ่

25... ข่าวในแวดวงเซรามิก

27... จดหมายข่าว...
ผู้ประกอบการเซรามิกลำปาง

29... งานประชุมวิชาการทางเซรามิก

32... MUDA...
กับอุตสาหกรรมเซรามิก

36... แนะนำ...
ศูนย์ส่งเสริมศิลปาชีพ บ้านกุดนาขาม

เซรามิกส์
ปีที่ 12 ฉบับที่ 29 ⊙ กันยายน-ธันวาคม 2551
CERAMICS JOURNAL ⊙ SEPTEMBER-DECEMBER 2008

41

50

62

67

CONTENTS

41... รถเตาประหยัดพลังงาน

44... ปฏิบัติการเชิงรุก
การประกันความปลอดภัยของเซรามิกลำปาง

50... การผลิตแผ่นรองเผา...
ชนิดคอร์เดียไรท์ Cordierite มัลไลท์ Mullite

57... สถานภาพ...
อุตสาหกรรมเซรามิกในประเทศไทย

62... ผลงานการออกแบบผลิตภัณฑ์เซรามิก
ของ...นิสิตมหาวิทยาลัยบูรพา

67... ผลงานการออกแบบผลิตภัณฑ์เซรามิก
จากความคิดสร้างสรรค์เพื่อผู้ประกอบการ
ของ...นักศึกษามหาวิทยาลัยรังสิต

73... วัสดุทนไฟ...เซรามิกในเตา

78... มารู้จักกฎหมาย..
การจัดการสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วของโรงงาน

80... การวิเคราะห์...
การกระจายตัวของความแข็งแรง

การแสดงศิลปะ เครื่องเคลือบดินเผาเตาฟืน 4 สถาบันฯ

นอกเหนือจากความงามทางสุนทรียะแล้ว สิ่งสำคัญที่แฝงอยู่ในผลงาน คือ ความงาม อันเกิดจากมิตรภาพของคณาจารย์และนักศึกษาทั้ง 4 สถาบันฯ

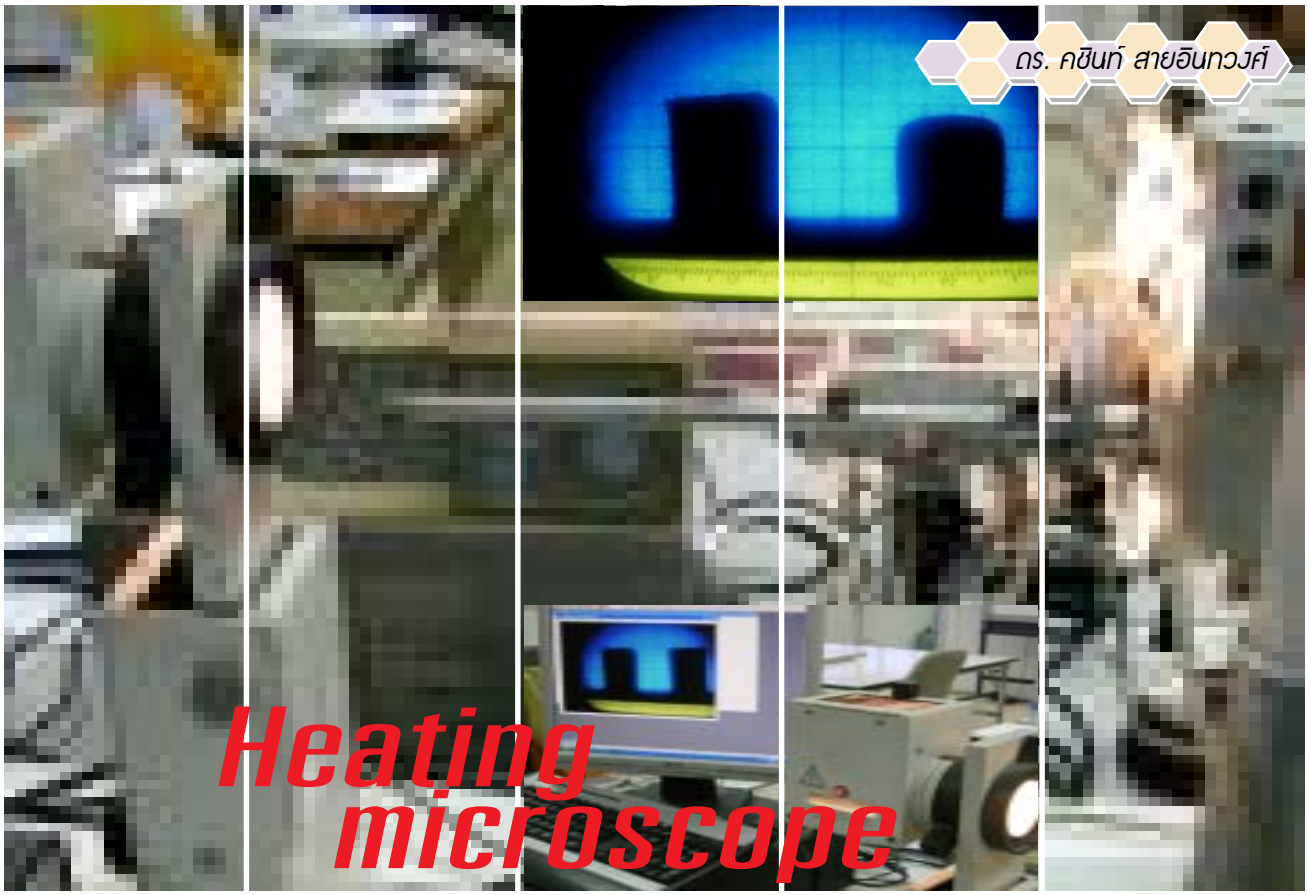
ปัจจุบัน การใช้เทคนิควิธีการเผาด้วยเตาฟืนในการสร้างสรรค์ผลงานเซรามิกลดน้อยลง เนื่องจากต้องใช้เวลา ความเพียรพยายามและค่าใช้จ่ายสูง ซึ่งอาจทำให้เทคนิควิธีการอันทรงคุณค่านี้สูญหาย ดังนั้นคณาจารย์ของสถาบันการศึกษาที่มีการจัดการเรียนการสอนทางด้านเซรามิกในระดับอุดมศึกษาจาก 4 สถาบันการศึกษา ประกอบด้วยมหาวิทยาลัยศิลปากร,มหาวิทยาลัยบูรพา,สถาบันบัณฑิตพัฒนศิลป์ และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ เล็งเห็นคุณค่าของเทคนิควิธีการเผาด้วยเตาฟืนที่สามารถสร้างสรรค์ผลงานเซรามิกที่มีเอกลักษณ์ เสริมสร้างประสบการณ์การเรียนรู้นอกห้องเรียน และเพื่อเชื่อมความสัมพันธ์อันดีระหว่างสถาบันการศึกษาจึงเป็น จุดเริ่มต้นของโครงการสร้างสรรค์ผลงานเซรามิกเผาด้วยเตาฟืนร่วมกัน

ช่วงเวลาในการสร้างสรรค์ผลงานแบ่งออกเป็น 3 ระยะ คือช่วงแรกระหว่างวันที่ 2-3 กุมภาพันธ์ 2551 ที่ผ่านมา มีเจ้าภาพ คือ ภาควิชาเครื่องเคลือบดินเผา คณะมัณฑนศิลป์ มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์ เป็นการพบกันครั้งแรกของนักศึกษาจากทั้ง 4 สถาบันฯ เพื่อสร้างสรรค์ผลงานร่วมกันโดยมีอาจารย์ลัคนา วงศ์สวัสดิ์ ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการเผาด้วยเตาฟืน เป็นวิทยากรรับเชิญมาบรรยายให้ความรู้ ความเป็นมาของเตา เทคนิควิธีการเผา ความงามทางสุนทรียะพร้อมภาพผลงานการสร้างสรรค์ หลังจากเสร็จสิ้นการบรรยายมีการจัดแบ่งกลุ่มนักศึกษาในแต่ละกลุ่มประกอบด้วยนักศึกษาจากทั้ง 4 สถาบันฯ มาประชุมพูดคุยเพื่อสรุปแนวความคิดในการสร้างสรรค์ผลงานร่วมกัน

ช่วงที่สองของโครงการเป็นการเตรียมความพร้อมก่อนการเผา เริ่มตั้งแต่ช่วยกันทำความสะอาดภายในเตา นำผลงานเรียงเข้าเตา และจุดไฟอุ่นเตาเผาเพื่อให้อุณหภูมิค่อยๆ สูงขึ้น ระหว่างการเผานักศึกษาจัดแบ่งหน้าที่การทำงานร่วมกันตั้งแต่การใส่ฟืน การจดบันทึกอุณหภูมิและที่สำคัญกิจกรรมสันทนาการเพื่อผ่อนคลายความเหน็ดเหนื่อย จากการเผางานจนกระทั่งปิดเตาและเมื่อถึงเวลาที่ตื่นเต้นที่สุดของคนทำงานเซรามิกทุกคน คือ ช่วงเวลาการเปิดเตาเผา ทั้งคณาจารย์และนักศึกษาต่างตื่นเต้น ตื่นตาปนแปลกใจ เมื่อได้เห็นผลงานภายในเตาบางชิ้นผลงานเป็นมันวาว บางชิ้นผิวหยาบด้าน บางชิ้นมีเศษขี้เถ้าที่กำลังเริ่มหลอมตัวเกาะติดอยู่ ฯลฯ แต่ละชิ้นมีความงามที่แตกต่างกัน อันเกิดจากการจัดวางผลงานภายในเตาอย่างตั้งใจผนวกกับองค์ประกอบตามธรรมชาติ เนื้อดิน เปลวความร้อนจากฟืน และการหลอมของขี้เถ้าเป็นตัวเคลือบผสมผสานกันอย่างสมดุล

นอกเหนือจากความงามทางสุนทรียะแล้ว สิ่งสำคัญที่แฝงอยู่ในผลงานคือ ความงามอันเกิดจากมิตรภาพของคณาจารย์และนักศึกษาทั้ง 4 สถาบันฯ เมื่อมองผ่านผลงานเซรามิกส์แล้วให้หวนคำนึงถึงเรื่องราวต่างๆ ความเหน็ดเหนื่อย ความสนุกสนานของกิจกรรมที่ผ่านมา ก่อนนำผลงานสร้างสรรค์ทั้งหมด มาจัดนิทรรศการร่วมกันภายใต้ชื่อ "การแสดงศิลปะเครื่องเคลือบดินเผาเตาฟืน 4 สถาบันฯ" ณ ศูนย์สรรพสินค้าซีคอนแสควร์ ระหว่างวันที่ 24-31 มีนาคม 2551 ที่ผ่านมา ซึ่งได้รับความสนใจและตอบรับจากผู้ชมที่มีใจรักงานศิลปะเป็นอย่างดี

ดร. คชินท์ สายอินทวงศ์



Heating microscope

สำหรับ..Softening point ของเคลือบ

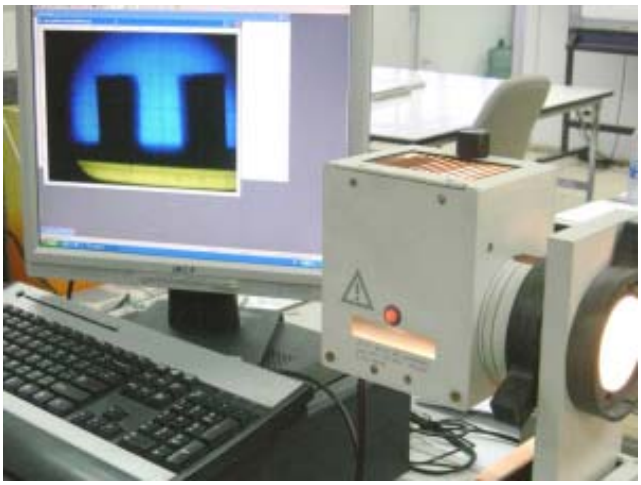
ในกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์เซรามิกนั้น ขั้นตอนในช่วงการเผา จะเป็นช่วงที่มีการเกิดปฏิกิริยาของทั้งเนื้อดินและ เคลือบโดยเฉพาะอย่างยิ่งในผลิตภัณฑ์ที่เผาครั้งเดียวเช่น กระเบื้องปูพื้น, กระเบื้องบุผนังแบบ Monoporosa, ลูกถ้วยไฟฟ้า, สุขภัณฑ์, กระถางเคลือบสี, กระเบื้องหลังคาเซรามิก เนื่องจากมีการสลายตัวของน้ำในโครงสร้างผลึกของดินและทัลคัมมีการสลายตัว ของพวกคาร์บอเนตในหินปูน โดโลไมท์ แมกนีไซท์ รวมทั้งมีการสลาย ตัวของสารอินทรีย์ใน เนื้อดินและสารเคมีที่มี การเติมลงไปในเนื้อดินเพื่อปรับปรุงคุณภาพ ซึ่งอุณหภูมิในการสลายตัวของวัตถุดิบ แต่ละชนิดมีค่าที่แตกต่างกันไป *ตามตารางที่1*

ตารางแสดงอุณหภูมิของการสลายตัวของวัตถุดิบชนิดต่าง ๆ

วัตถุดิบ	อุณหภูมิในการสลายตัว (°C)	PRODUCT	LOSS (WT %)
ALUMINA HYDRATE	250	Al_2O_3	35
CLAY	500-650	Metakaolin	14
DOLOMITE	900	CaO, MgO	48
WHITING	700-800	CaO	44
TALC	1,000	$MgSiO_3$	7
STROTIUM CABONATE	1,200-1,300	SrO	30
BARIUM CABONATE	1,300-1,400	BaO	22

Heating microscope

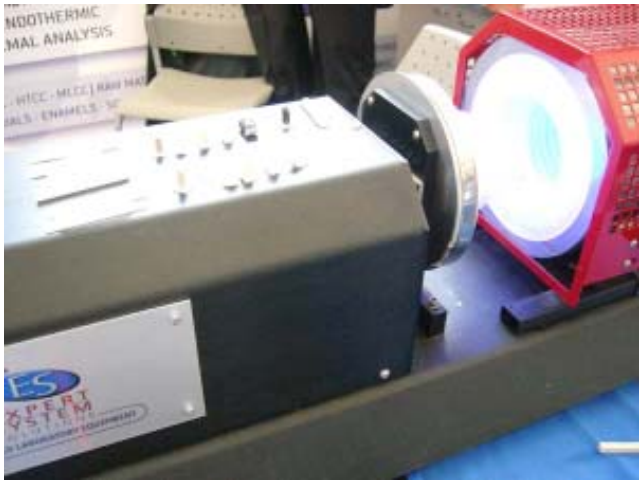
ภาพที่ 1 เครื่อง Heating microscope



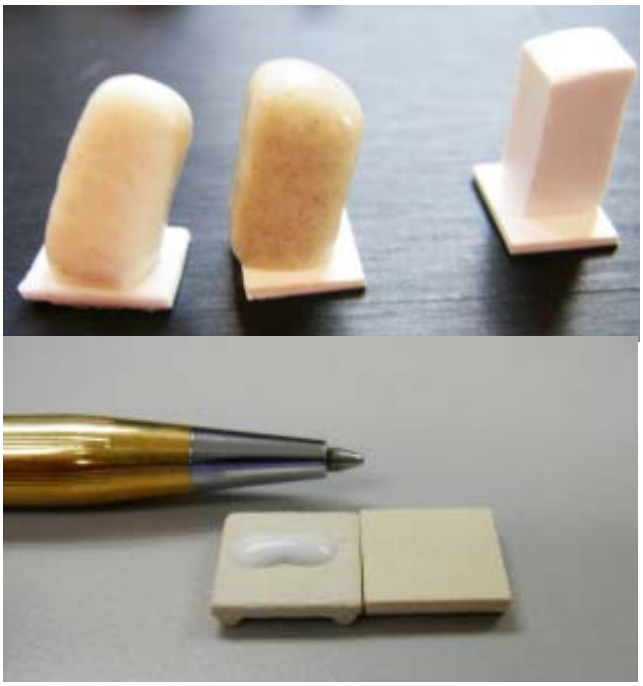
ภาพที่ 2 กล้องถ่ายรูปที่เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์

ถ้าเราไม่ระวังในขั้นตอนการเผา ผลิตภัณฑ์หลังเผาอาจพบปัญหารูพรุน (Pin hole) รูลึก (Blister) ผิวเคลือบยิบ (Pitting) หรือมีลักษณะคล้ายเปลือกส้มหรือเปลือกไข่ (Orange peel, Egg shell) เนื่องจากขณะที่เนื้อดินมีการสลายตัวของสารอินทรีย์ น้ำ หรือคาร์บอเนต ในช่วงอุณหภูมิสูงกว่า 650 องศาเซลเซียล ผิวเคลือบกำลังจะเริ่มหลอมตัวเป็นเนื้อแก้ว ซึ่งในขณะที่เคลือบเริ่มหลอมตัวชั้นเคลือบซึ่งก็คือแก้วนี้จะมีความหนืดค่อนข้างสูงทำให้พวกกาซต่างๆที่ถูกไล่ออกมา จากเนื้อดินจะแทรกผ่านชั้นเคลือบได้ยากขึ้นถ้าช่วงของ การเผาในช่วงนี้เร็วจนเกินไปก็จะทำ ให้กาซ ต่างๆยังคง อยู่ในชั้นเคลือบ และเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นกาซก็จะมีการขยายตัวมากขึ้นและลอยขึ้นมาที่ผิวเคลือบ ถ้ากาซเหล่านี้ออกไปจากเนื้อเคลือบได้ทันก่อนที่เคลือบจะหลอมตัวก็จะไม่มีปัญหาอะไรแต่ถ้าออกไปช้ากว่าหรือพอดีกับที่เคลือบเลยจากจุดหลอม และเริ่มเย็นตัวจนเป็นชั้นแก้วแข็งแล้วก็จะทำให้เกิดปัญหารูชนิดต่างๆปรากฏอยู่ที่ผิวของเคลือบ ยิ่งถ้าเคลือบมีค่าแรงตึงผิวสูงด้วยก็จะยิ่งทำให้ฟองอากาศออกไปได้ยากยิ่งขึ้น

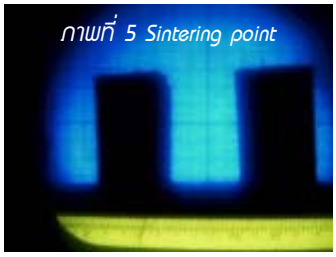
อุณหภูมิที่เคลือบเริ่มมีการหลอมตัวจะเรียกว่าจุดอ่อนตัว (Softening point) ซึ่งจุดนี้จะ มีความสำคัญมากสำหรับนักเซรามิกในการกำหนดสูตรเนื้อดิน สูตรเคลือบ และตารางการเผาผลิตภัณฑ์

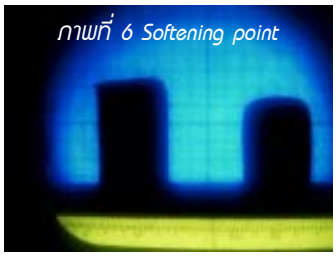


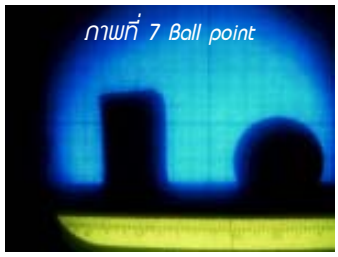
ภาพที่ 3 เครื่อง Optical dilatometer

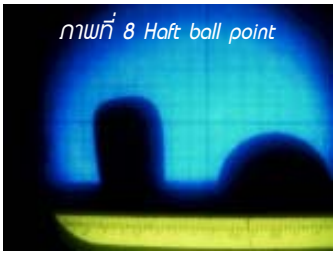


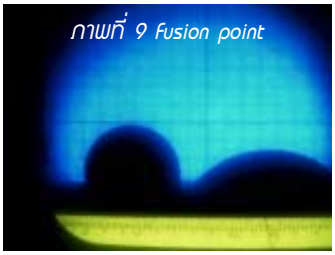
ภาพที่ 4 ตัวอย่างชิ้นงานที่ใช้สำหรับ Heating microscope





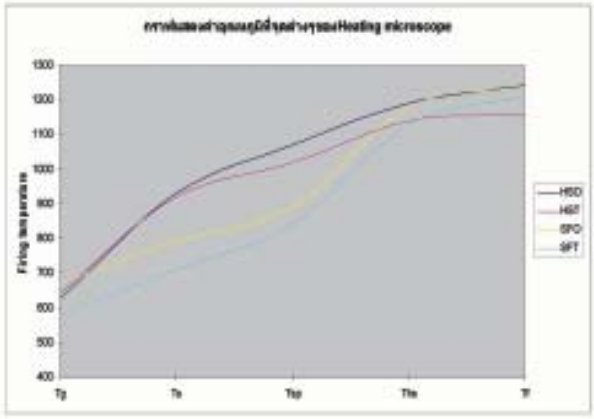






การหาค่า Softening point ของเคลือบจะใช้เครื่องมือที่เรียกว่า Heating microscope ซึ่งเครื่องมือนี้จะประกอบไปด้วย Chamber สำหรับการเผาและมีกล้องสำหรับดูลักษณะของชิ้นงาน โดยจะมีกล้องสำหรับถ่ายรูปชิ้นงานที่อุณหภูมิต่างๆ ตั้งแต่ช่วงก่อนการหลอมตัวจนกระทั่งจุดสุดท้ายของการหลอม โดยจะมีการกำหนดจุดที่สำคัญที่จะอ่านค่าคือ Sintering point, Softening point, Ball point(Sphere), Haft ball point(Haft sphere), Fusion point สีเคลือบหรือฟริตที่เตรียมสำหรับการหาค่า Softening point นี้จะถูกบดให้ละเอียดตามค่าความละเอียดที่ควบคุมใน Spec ของการผลิตของแต่ละโรงงาน แล้วนำมาอบแห้งและเตรียมเป็นลูกเต๋าขนาดเล็กโดยวางอยู่บนแผ่นอลูมิน่าแบบบางที่ขึ้นรูปแบบ Tape casting จากนั้นจึงนำเข้าไปวางไว้ใน Chamber และเริ่มให้ความร้อน จากนั้นจะต้องคอย เฝ้าดูลักษณะของชิ้นงานผ่านทางจอคอมพิวเตอร์เพื่อดูว่าลักษณะ ของลูกเต๋าเปลี่ยนไปอย่างไร โดยจุดที่เริ่มสังเกตจุดแรกคือจุด Sintering ซึ่งเป็นจุดที่ชิ้นงานเริ่มมีการหดตัว (ดูภาพที่5-9 ประกอบตาม) ให้จดอุณหภูมิที่อ่านได้เอาไว้ จุดต่อมาคือจุด Softening ซึ่งเป็นจุดที่ลูกเต๋าเริ่มลบมุมจนมีความมน บันทึกค่าอุณหภูมิไว้หลังจาก นั้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นชิ้นงานเริ่มมีความเป็นแก้วมากขึ้นจะมีแรงตึงผิวสูงขึ้นจนทำให้ชิ้นงานเปลี่ยนรูปทรงจากลูกเต๋าไปเป็นลูกทรงกลมซึ่งเรียกจุดนี้ว่า Ball point หรือ Sphere point ต่อจากนั้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นอีก เคลือบเริ่มหลอมตัวมากขึ้นจนลูกทรง กลมเริ่มอ่อนตัวเป็นรูปครึ่งทรงกลมเรียกว่าจุด Haft ball หรือ Haft sphere สุดท้ายเมื่อเคลือบได้รับความร้อนจนถึงจุดหลอม เหลวก็จะเริ่มหลอมจนกระทั่งแบนราบไปกับแผ่นรองซึ่งเรียกว่าจุด Fusion ซึ่งเป็นจุดสุดท้ายที่จะทำการจดบันทึกผล

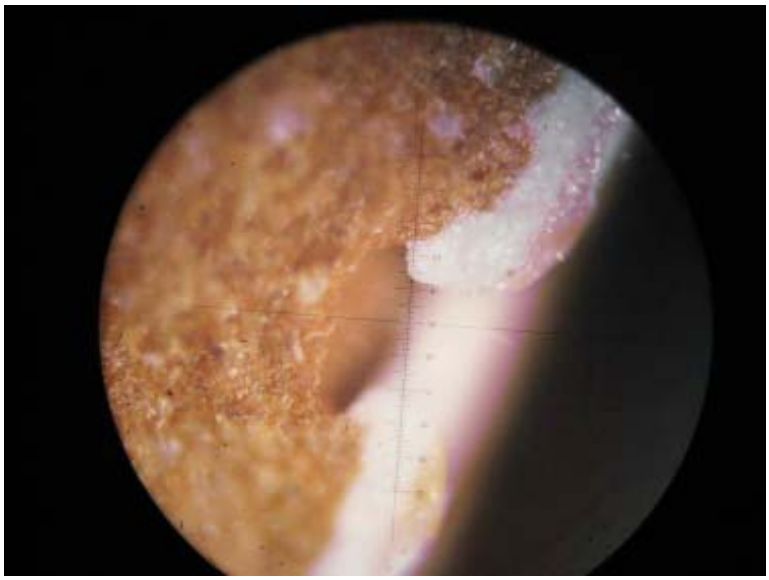
ภาพที่ 10 แสดงจุดต่างๆ ที่ถ่ายได้จาก Heating microscope



Frit	SiO_2	ZrO_2	B_2O_3	Al_2O_3	MgO	CaO	ZnO	Alcali
High softening opaque	56	7	4	5	5	10	10	4
High softening transparent	55	0	5	10	5	10	10	4
Single fire opaque	60	10	12	5	0	5	2	4
Single fire transparent	65	0	12	7	0	5	2	6

ตารางแสดงองค์ประกอบของออกไซด์ในฟริตแต่ละชนิดที่มีค่า Softening point ต่างๆ กัน

สำหรับฟริตที่นำมาใช้งานในเคลือบก็จะมีค่า Softening point ที่แตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับองค์ประกอบทางเคมีของฟริตแต่ละชนิดเช่น ฟริตทึบแสงที่มีSoftening point สูง (High softening point opaque-HSO) จะมีค่าของCaO, MgO และ ZnO มากกว่าฟริตที่เป็น Single fire opaque frit-SFO) เช่นเดียวกับฟริตใสที่มี Softening point สูง (High softening transparent-HST) ที่มีค่า CaO,MgO และ ZnO สูงเช่นกัน จากกราฟจะเห็นว่าฟริตที่มี Softening point สูงจะอ่อนตัวที่อุณหภูมิสูงซึ่งเป็นจุดที่น่าปลอดภัยสำหรับการเผาและช่วงความแตกต่างของอุณหภูมิที่ Softening point กับ Fusion point จะไม่แตกต่างกันมากเมื่อเทียบกับฟริตที่มี Softening point ต่ำ



ภาพที่ 11 แสดงตำหนิรูสึกที่เกิดมาจากเนื้อดิน

ในกรณีที่เราพบปัญหารูเข็มหรือรูยิบบนผิวเคลือบมากแนวทางที่จะลดปัญหาเหล่านี้ได้นอกเหนือจากการปรับเตาหรือปรับสูตรเนื้อดินก็คือการปรับค่า Softening point ของเคลือบเพื่อให้สิ่งที่เราไม่ต้องการในเนื้อดินได้ถูกไล่ออกมา ให้หมดก่อนที่เคลือบจะเริ่มอ่อนตัวปิดผิวเนื้อดิน ดังนั้นการที่เราต้องการที่จะปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์และปรับปรุง%เกรด A ของการผลิตให้สูงขึ้นก็ควรจะต้องทำการศึกษาและทำความรู้จักเคลือบของเราให้ละเอียดขึ้นด้วยครับโดยเฉพาะเรื่อง Softening point ของเคลือบของเรา

ดร. คชินท์ สายอินทวงศ์

ออกซิเจน องค์ประกอบที่สำคัญสำหรับ..การเผา

ในกระบวนการเผานั้น ผลิตภัณฑ์เซรามิกที่ได้จากการเผาจะมาจากการรวมตัวกันของวัตถุดิบทั้ง soft และ hard materials เข้าด้วยกันและตัววัตถุดิบเองนั้นคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีจะเปลี่ยนไประหว่างการเผา เช่นความแข็งแรง การดูดซึมน้ำ สัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากความร้อน การนำความร้อน และอื่นๆ ซึ่งสมบัติเหล่านี้มาจากชนิดและจำนวน phase ที่เกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการเผา

ระหว่างการเผาในเตาจะต้องมีขั้นตอนในการเผาที่สำคัญอยู่ 4 ขั้นตอน คือ การอบแห้ง (drying), การสลายตัวของส่วนประกอบ (decomposition), การเกิดออกซิเดชัน (Oxidation) และการเผาจนเกิดปฏิกิริยาอย่างสมบูรณ์ (vitrification)

การอบแห้งในช่วง Pre heating ของเตาก่อนเข้าสู่ช่วงการเผาเพื่อเป็นการขจัดน้ำจำนวนมากกลไกการขจัดน้ำในดินนั้นจะต้องทำอย่างระมัดระวัง ถ้าเร็วเกินไปผลิตภัณฑ์จะแตกหักได้ง่ายโดยความดันภายในของรูพรุนของตัวผลิตภัณฑ์เอง

ในขั้นตอนแรกที่อุณหภูมิประมาณ 120°C น้ำในดินอันได้แก่ความชื้นและน้ำที่เติมเข้ามาจะถูกขับไล่ออกโดยให้ความร้อนอย่างช้าๆ และระมัดระวัง น้ำในโครงสร้าง(chemical combine water) จะไม่ถูกไล่ออกด้วยจนกระทั่งถึงอุณหภูมิ decomposition ~ 590°C เมื่อการอบแห้งสมบูรณ์แล้วอาจเกิดการ crack ได้ถ้า gas ร้อนสัมผัสกับผลิตภัณฑ์ทำให้เกิดการหดตัวอย่างรวดเร็ว ที่ผิวหน้าแห้งแล้วแต่ภายในยังคงมีความชื้นอยู่ เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นน้ำภายในจะกลายเป็นไอขยายตัวขึ้นเนื่องจากอุณหภูมิสูงขึ้น ปริมาตรของไอน้ำเพิ่มขึ้น (PV=NRT) ทำให้เกิดรอย crack ที่ไม่สม่ำเสมอ

ระหว่างขั้น decomposition สารอินทรีย์ในดินถูกย่อยสลายไปและน้ำภายในโครงสร้าง (chemically combined water) ถูกกำจัดออกไป โดยทั่วไปขั้นตอนนี้จะเริ่มประมาณ 100°C จนถึง 500°C ซึ่งสารอินทรีย์ที่อยู่ในเนื้อดินก็จะเริ่มถูกขจัดไปด้วย

ขั้นตอนที่สามคือการเกิดออกซิเดชั่นเป็นขั้นตอนที่สำคัญของการเผา ในขั้นนี้สารที่เผาไหม้ได้ถูกขจัดออกและเกิดออกซิเดชั่นของ Fe และสารประกอบอื่นๆ สำหรับการผลิตให้ได้สีที่ดีนั้นจะต้องมี oxidation ที่สมบูรณ์ในที่นี้ความร้อนต้องควบคุมให้ดีหลีกเลี่ยงให้ความร้อนเกินไป หรือเกิด black core ขึ้นภายในและสีที่มีผลต่อสภาวะออกซิเดชั่นมากๆ ถ้าเผาอย่างเร่งรีบ หรือค่าพารามิเตอร์ระหว่างกาซกับอากาศ ปรับไม่เหมาะก็จะทำให้สีหลังเผาของ ผลิตภัณฑ์เพี้ยนไปได้ไม่ว่าจะเป็นผลิตภัณฑ์ที่ไม่เคลือบเช่นพวกเทอราคอตตา หรือผลิตภัณฑ์ที่มีการเผาเคลือบต่างๆ แกนดำ (Black coring) ในผลิตภัณฑ์เกิดขึ้นเนื่องจากการ oxidation ไม่เพียงพอของพวกสารอินทรีย์ อย่างไรก็ตาม black core ก็ไม่ได้เกิดจาก carbon อย่างเดียวแต่อาจเกิดเนื่องจากการ reduce ของเหล็กได้

ช่วงของการเกิด oxidation ดีที่สุดสำหรับการเผาอยู่ระหว่าง 930-1040°C ซึ่งเป็นช่วงสำคัญสำหรับคุณภาพของผลิตภัณฑ์ และจะทำให้การทำงานยืดหยุ่นขึ้นโดยสามารถเพิ่ม Production ได้หรือเปลี่ยนแปลงวัตถุดิบที่ใช้ในสูตรได้

ระหว่างช่วงการเผาขั้นตอนสุดท้ายนั้นผลิตภัณฑ์จะถูกให้ความร้อนเต็มที่ทำให้เกิดการหลอมตัวเกิดเป็นเฟสของเนื้อแก้วขึ้น (vitrification) ขึ้นและทำให้ผลิตภัณฑ์มีความแข็งแรง ความเร็วในการยกอุณหภูมิขึ้นระหว่างช่วงนี้จะมีความสำคัญมากกว่าช่วงอื่นๆ เพราะต้องระวังไม่ให้ผลิตภัณฑ์ได้รับความร้อนมากเกินไปจนทำให้เกิด Overfiring

ออกซิเจน องค์ประกอบสำคัญสำหรับการเผา

เตาเผาเป็นแหล่งให้ความร้อนเพื่อที่จะทำให้เนื้อดินที่มาจากวัตถุดิบต่างๆเกิดปฏิกิริยา แต่ความร้อนก็ไม่ใช่สิ่งจำเป็นอย่างเดียวสำหรับการเกิดปฏิกิริยาเพื่อเปลี่ยนวัตถุดิบให้กลายเป็นเนื้อเซรามิก สภาพแวดล้อมบรรยากาศ กระบวนการเผาทั้งทางกายภาพและทางเคมีก็เป็นสิ่งที่สำคัญในการทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดปฏิกิริยาอย่างสมบูรณ์ด้วย

กาซทั่วๆไปที่มีในเตาจะเป็น O_2 , N_2 , CO_2 , CO, SO_3 สำหรับ O_2 และ N_2 ได้มาจากอากาศที่ถูกใส่เข้ามาจาก Burner หรือจาก Blower ของเตาการเผาไหม้ของ hydrocarbon fuel เช่นถ่านหิน, น้ำมัน, propane, natural gas จะทำให้เกิด CO_2 และไอน้ำซึ่งเป็นการการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ ถ้าการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์จะมีการเกิด CO และ H_2 เกิดขึ้นสำหรับสารประกอบของซัลเฟอร์เกิดมาจากมลทินของตัวเชื้อเพลิงเอง

ปฏิกิริยาทางเคมีของผลิตภัณฑ์ถูกควบคุมโดยสัดส่วนของ O_2 และ CO ซึ่งกาซทั้งสองจะมีผลต่อปฏิกิริยาที่เกิดกับ Fe, Mn, V, C ในผลิตภัณฑ์ทั้งในส่วนของเนื้อดินและสีเคลือบ

คาร์บอนโดยธรรมชาติของมันจะเป็นธาตุประกอบอยู่ในวัตถุดิบในรูปของสารอินทรีย์ทั้งในดินชนิดต่างๆหรือแร่อื่นๆ หรือในบางโอกาสคาร์บอนอาจถูกเติมลงไปโดยเป็นตัว binder, ตัวหล่อลื่นและตัวควบคุม porosity แต่ไม่ว่าจะเป็นในกรณีใด คาร์บอนจะต้องถูกเผาไหม้ออกไปในช่วงที่เหมาะสมของกระบวนการเผา ตัวคาร์บอนที่อยู่ในรูปของแข็งจะเปลี่ยนไปเป็นกาซออกไปจากเนื้อดินโดยผ่านรูพรุนที่เปิด (open pore) ถ้าการเผาไหม้ไม่สามารถไล่คาร์บอนออกไปได้หมดก็จะกลายเป็นแกน สีดำ (Black coring) อยู่ภายในเนื้อดินซึ่งจะส่งผลต่อความแข็งแรงของผลิตภัณฑ์หลังเผา และความสวยงามของผิวเคลือบหลังเผาด้วย

สำหรับค่า Valence ของ Fe จะควบคุมสีของผลิตภัณฑ์จาก white → ware → red brick

$$Fe^{\circ} \rightarrow \underset{2e^-}{Fe^{2+}} \rightarrow \underset{e^-}{Fe^{3+}}$$

Ferrous Ferric

เมื่อมีธาตุมารับ e- เรียก reduction

$$2e^- + O^{\circ} \rightarrow O^{2-}$$

ดังนั้นออกซิเจนจะลดลงในขั้นตอนของการเปลี่ยนสถานะของ เหล็กออกไซด์ ในกระบวนการทางเคมี ออกซิเจนจะเป็นตัว oxidizing agent เมื่อปริมาณออกซิเจนเพิ่มขึ้นในอากาศที่ใช้เผาไหม้ (combustion air) ออกซิเจนจะมีหน้าที่ในการเผาไหม้ hydrocarbon fuel ตามสมการ

$$\underset{\text{Natural gas}}{CH_4} + 2O_2 \rightarrow \underset{\text{water}}{2H_2O} + CO_2$$

ออกซิเจนในบรรยากาศภายในเตาระหว่างการเผาผลิตภัณฑ์มาจากอากาศที่มากเกินความต้องการสำหรับเผาไหม้เชื้อเพลิง หรือบางกระบวนการอาจมีการฉีดออกซิเจนบริสุทธิ์เข้าไปในบรรยากาศภายในเตา ออกซิเจนสำคัญสำหรับกระบวนการ oxidation ตามปฏิกิริยา ดังนี้

$$2C + O_2 \rightarrow 2CO$$
$$2CO + O_2 \rightarrow 2CO_2$$
$$4FeO + O_2 \rightarrow 2Fe_2O_3$$
$$V_2O_3 + O_2 \rightarrow V_2O_5$$
$$4MnO + O_2 \rightarrow 2Mn_2O_3$$
$$2FeS + O_2 \rightarrow 2FeO + 2SO_2$$
$$2SO_2 + O_2 \rightarrow 2SO_3$$

อากาศที่มากเกินพอหรือออกซิเจนที่มากเกินพอจะทำให้ iron oxide อยู่ในรูป Fe_2O_3 (ferric) ระหว่างกระบวนการเผา ซึ่งเป็นสีแดง ซึ่งเฉดสีของมันมีได้ตั้งแต่สีแดง ส้ม จนถึงม่วงขึ้นอยู่กับ อุณหภูมิที่เกิดปฏิกิริยา iron oxide ให้สีครีมขาวใน white ware สีเหลืองปนครีมใน fire clay body และสีแดงใน Terracotta Fe_2O_3 สามารถละลายได้ใน mullite เพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น ดังนั้นเมื่อมี %เหล็กมากในเนื้อดินก็จะทำให้เกิดสีชมพู ถึง แดง ในสภาวะที่เป็น oxidizing และเมื่อเผาสูงขึ้นเหล็กเหล่านี้ก็จะมีสีที่เข้มขึ้นตามไปด้วย

การควบคุมคุณภาพในช่วงของการเผา

ในเนื้อดินเซรามิกนั้นจะมีสารประกอบต่างๆอยู่มากมายทั้งที่เราต้องการและไม่ต้องการ สารประกอบบางตัวเมื่อถูกเผาไหม้จะมีการเปลี่ยนสถานะไปเป็นกาซซึ่งจะมีผลกระทบต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ โดยเฉพาะสีหลังเผาทั้งสีของเนื้อดินและสีเคลือบนอกจากนี้กาซบางตัวก็ส่งผลถึงสภาพแวดล้อมภายนอกด้วย ดังนั้นในขั้นตอนการเผาจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการควบคุมให้ปริมาณของออกซิเจนมีเพียงพอในการเผาไหม้ ออกซิเจนจะช่วยกำจัดสารประกอบคาร์บอนในเนื้อดิน และ oxidize สารประกอบอื่นๆอย่างสมบูรณ์ เมื่อเผาผลิตภัณฑ์ที่มีคาร์บอน ตัวคาร์บอนเองจะต้องเคลื่อนออกในขณะที่เนื้อดินจะยังคงมีรูพรุนอยู่ดังนั้นในการเผาควรให้เกิดบรรยากาศ oxidation (excess O_2) ตั้งแต่ช่วง preheating 550-980°C เพื่อช่วยกำจัดคาร์บอนหรือซึ่งก็คือสารอินทรีย์ต่างๆที่มีอยู่ในเนื้อดินนั่นเอง

สภาวะ oxidizing จำเป็นอย่างยิ่งที่จะช่วยกำจัด sulfer ซึ่งในวัตถุดิบบางตัวมีพวก iron sulfide (pyrite และ pyrhotite) ซึ่งปกติในการเผาไหม้พวก Sulfer จะกลายเป็นกาซ SO_2 ซึ่งเมื่อถูกปลดปล่อยออกไปจากเตาจะทำให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมและ ถ้าโรงงานใดจำเป็นต้องถูกตรวจปล่องของเตาว่ามีกาซมลพิษใดบ้างที่ถูกปลดปล่อยออกมาขณะทำการเผาก็จะต้องระมัดระวังเรื่องดังกล่าวมากเป็นพิเศษไม่ว่าจะถูกตรวจโดยลูกค้าหรือโดยกรมควบคุมโรงงานก็ตาม สภาวะ oxidizing ที่ดีจะช่วยเปลี่ยน Sulfer ให้กลายเป็นSO_3 ซึ่งจะถูกดูดซับที่พื้นผิวภายในของเนื้อดิน จึงขจัดปัญหา sulfurous gas ออกมาในเตาได้ สำหรับ สารประกอบV_2O_3 จะถูก oxidize เป็น inert chemical ใน SiO_2 และ Al_2O_3

เมื่อจำนวนออกซิเจนไม่เพียงพอในการเผาเชื้อเพลิงที่เป็น hydrocarbon จะให้ CO ซึ่ง gas นี้จะเป็น reducing agent กับ Fe, V และ Mn ซึ่งไม่เป็นที่ต้องการในผลิตภัณฑ์เซรามิก เพราะว่า Fe ในรูป Ferrous (FeO) จะเป็นสีดำและเป็น flux อย่างแรงในพวก aluminosilicate product ทำให้เกิดจุดดำที่ผิวหน้าของเคลือบ ส่วนสำหรับในพวกผลิตภัณฑ์ที่ต้องการความขาวมากๆเช่น Porcelain สี blue-white ได้มาจากบรรยากาศที่มี CO อยู่

นอกจากนี้ CO ในบรรยากาศของเตาจะไป reduce V ที่เป็น form ที่ reactive มากและ MnO จะละลายได้ดีมากใน acid solution มันจึงไม่เป็นที่ต้องการใน ceramic body

ออกไซด์ต่าง ๆที่เปลี่ยนฟอร์มไปในการเผาแบบ Reduction

$Fe_2O_3 + CO \rightarrow 2FeO + CO_2$	FeO สีดำและเป็น flux อย่างแรงใน clay product
$V_2O_5 + 2CO \rightarrow V_2O_3 + 2CO_2$	V_2O_3 เป็น form ที่ reactive มาก
$Mn_2O_3 + CO \rightarrow 2MnO + CO_2$	MnO ละลายได้ดีมากใน acid solution
$SO_3 + CO \rightarrow SO_2 + CO_2$	SO_2 เป็นกาซที่ทำให้เกิดปัญหามลภาวะกับสิ่งแวดล้อม

แนวทางในการเพิ่ม oxidation rate

ปฏิกิริยาเคมีต่างๆที่เกิดขึ้นในเตาขึ้นกับความร้อน ความเข้มข้นของ O_2 และอุณหภูมิ ดังนั้นเมื่อในเตามีอุณหภูมิหรือความเข้มข้นของ O_2 เพิ่มขึ้น oxidation rate ก็จะเพิ่มขึ้นตามไปด้วย

ไอน้ำและ CO_2 เป็นผลิตผลที่ได้จากการเผาไหม้ของ hydrocarbon fuel ในการเผาไหม้อย่างสมบูรณ์ ซึ่งวัตถุดิบในกระบวนการผลิตเซรามิกจะปล่อยไอน้ำและCO_2 ในจำนวนมาก ดังนั้นจะเกิดผลกระทบคือทำให้เกิดการเจือจางของปริมาณO_2 ในสภาพแวดล้อมรอบๆผลิตภัณฑ์ เราจำเป็นที่จะต้องรักษาบรรยากาศ oxidizing เอาไว้ตลอดช่วงของการเกิด Oxidation จึงต้องเพิ่มอากาศที่จะไหลเวียนเพื่อขจัดไอน้ำและ CO_2 ออกจากเนื้อดินหรืออาจจะเพิ่ม O_2 บริสุทธิ์เข้าไป การที่จะเพิ่มอัตราการผลิตโดยการเผาให้เร็วขึ้นจะต้องเพิ่มอัตราการเกิด Oxidation และเพิ่มปริมาณ O_2 ที่ใส่เข้าไป

ในการเพิ่มอากาศปริมาณมากเพื่อรักษาความเข้มข้นของ O_2 ในบรรยากาศไว้ เมื่อเชื้อเพลิงถูกเผาไหม้ทุกๆ ปริมาณ 5 ส่วนของอากาศจะมี 1 ส่วนของ O_2 และ 4 ส่วนของ inert gas (N_2) หรือในอากาศ 100% จะมี O_2 อยู่เพียง 20% ที่เหลืออีก 80% เป็น inert gas (N_2) ซึ่งกาซเฉื่อยพวกไนโตรเจนนี้จะไม่มีประโยชน์สำหรับการเผาไหม้เลย ปริมาณของอากาศจำนวนมากต้องถูกให้ความร้อนเมื่อผ่านเข้าไปในโซนที่แตกต่างกันของเตา อากาศจะผ่านความร้อนเข้าสู่ผลิตภัณฑ์ได้โดยการ convection และ conduction ดังนั้นต้องสิ้นเปลืองพลังงานความร้อนจำนวนมากไปสำหรับการเผาไหม้กาซเฉื่อยพวกไนโตรเจนนี้ การเพิ่ม O_2 บริสุทธิ์เข้าไปแทนที่อากาศบางส่วนในเตาจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเผาไหม้ และอัตราการ oxidation เพิ่มขึ้นได้

ความแตกต่างระหว่างการฉีด O_2 บริสุทธิ์ และการใช้อากาศเพื่อเป็นตัวให้ O_2 นั้น สำหรับ stoichiometric ของการเผาไหม้นั้น 1 ft^3 (~ 0.03 m^3) ของกาซธรรมชาติจะใช้อากาศ 10ft^3 (~ 0.03 m^3)

สมการการเผาไหม้เป็นดังนี้ $CH_4 + 8N_2 + 2O_2 \quad 8N_2 + CO_2 + 2H_2O$

1 ft^3 ของกาซธรรมชาติเผาไหม้จะให้พลังงาน 1080 BTU พลังงานนี้ใช้สำหรับการให้ความร้อนและเปลวไฟให้อุณหภูมิ ~1870^oC ถ้าแทนที่อากาศด้วย O_2 บริสุทธิ์ N_2 ก็จะถูกขจัดออกไป จำนวนพลังงานที่ได้เท่ากันแต่ปริมาตรของกาซที่ถูกเผาไหม้จะน้อยลง และมีผลทำให้มีความร้อนเพิ่มขึ้น อุณหภูมิของเปลวไฟเพิ่มขึ้นเป็น 2760^oC ดังนั้นการที่เราพยายามจะลดปริมาณ N_2 ลงในการเผาไหม้ผลิตภัณฑ์จะมีผล 2 ประการดังนี้

(a) อุณหภูมิของเปลวไฟเพิ่มขึ้นถึงแม้ปริมาณของพลังงานเท่ากัน ทำให้ความร้อนที่ยังคงอยู่มีมากขึ้น ในขณะที่ความร้อนเคลื่อนผ่านโดยการแผ่ความร้อน(Radiating) จากเปลวไฟสู่เตาแปรผันเป็นค่ายกกำลัง 4 ของอุณหภูมิ และมีTurbulence ในบรรยากาศของเตาใช้ สำหรับการเคลื่อนที่ของความร้อนสู่ผลิตภัณฑ์

(b) ปริมาณของกาซที่ได้จากการเผาไหม้ลดลง เนื่องจากปริมาณ O_2 เจือจาง จะต้อทำให้ความเข้มข้นของ O_2 ในเตาสูงขึ้น และเร่งความเร็วของการเกิดปฏิกิริยา oxidation ซึ่งจะช่วยเพิ่ม production rate ขึ้น

การที่จะแทนที่อากาศด้วย O_2 บริสุทธิ์เลยนั้นไม่แนะนำเพราะจะต้องเปลี่ยนหัวพ่นใหม่ นอกจากนี้อิฐทนไฟในเตาจะต้องเช็คว่าทนอุณหภูมิได้แค่ไหน อย่างไรก็ตามอากาศที่ใช้เผาไหม้สามารถที่จะเติมO_2 บริสุทธ์เข้าไปเพื่อให้มีปริมาณ O_2 เพิ่มขึ้นจาก 21% เป็น 24% ในอากาศจะเป็นการเพิ่มค่าพลังงาน ให้มากขึ้นโดยจำนวน เชื้อเพลิงเท่าเดิมจะช่วยให้ผู้ใช้ตัดปริมาณอากาศที่จะใช้สำหรับเผาไหม้ลงไปได้บางส่วน ผลก็คือช่วยลดปริมาณ gas ที่ไม่จำเป็นในบรรยากาศเตาลงไปได้ ซึ่งในฉบับหน้าจะเขียนถึงการใช้กระบวนการ Oxygen injection เพื่อใช้ในการเพิ่มอัตราการเผาและลด Gas consumption ลงได้

เห็นไหมครับว่าในขั้นตอนของการเผาไม่ใช่มีเพียงอุณหภูมิเท่านั้นที่เป็นเรื่องสำคัญ อัตราการเกิดปฏิกิริยา บรรยากาศในเตากาซที่เป็นผลผลิตจากการเผาไหม้ สารประกอบต่างๆที่อยู่ในเนื้อดิน และสีเคลือบต่างส่งผลต่อการเผาผลิตภัณฑ์เซรามิกทั้งสิ้น ดังนั้นเราควรต้องรู้ก่อนว่าเราต้องการผลิตผลิตภัณฑ์เซรามิกชนิดใด ต้องการคุณภาพแบบใดแล้วจึงควบคุมกระบวนการเผาให้เหมาะสม เช่นถ้าต้องการผลิตชิ้นงานที่มีขนาดใหญ่มาก ขึ้นรูปด้วยแป้นหมุนซึ่งต้องใช้ดินที่มีความเหนียวสูงซึ่งแน่นอนว่าดิน เหล่านี้ก็จะมีสารอินทรีย์หรือคาร์บอนอยู่เป็นจำนวนมาก การเผาไหม้ในช่วงที่ไล่สารอินทรีย์และในช่วง Oxidation จึงเป็นเรื่องสำคัญมาก ไม่เช่นนั้นแล้วก็จะทำให้ผลิตภัณฑ์แตกเสียหายหรือบวมปูด หรือผิวเคลือบไม่สวยได้

การเผาผลิตภัณฑ์ที่ต้องการความขาวเช่น Porcelain ก็เช่นกันถึงแม้ว่าจะเป็นการเผาแบบ Reduction เพื่อให้เหล็กในเนื้อดินเปลี่ยนรูปไปเป็น FeO แต่ก่อนที่จะปรับเข้าสู่บรรยากาศ Reduction ในการเผาก็ต้องมีขั้นตอนของการเกิด Oxidation จนสมบูรณ์ก่อนเช่นกัน

ผลิตภัณฑ์พวกเทอราคอตตาที่ต้องการเนื้อที่มีสีแดงของ Fe_2O_3 จำเป็นที่จะต้องควบคุมการเผาให้มีการเกิด Oxidation ที่สมบูรณ์จึงจะได้สีของเนื้อดินที่สวยงาม แต่ถ้ามีการปรับอากาศไม่เพียงพอ ทำให้การเผาไหม้ไม่สมบูรณ์มีการเกิด CO ขึ้นบางส่วนก็จะทำให้เนื้อดินมีสีที่เปลี่ยนไป สีแดงจะจางลงเป็นบางส่วนหรือทั้งหมดทำให้คุณภาพของผลิตภัณฑ์ด้อยลงไปด้วย

ดังนั้นออกซิเจนนอกจากจะทำหน้าที่ในกระบวนการเผาไหม้เพื่อให้เกิดปฏิกิริยาการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ทำให้เกิดความร้อนแล้ว ออกซิเจนยังทำหน้าที่ในการเปลี่ยนสารประกอบออกไซด์อื่นๆให้อยู่ในรูปที่ไม่เกิดปัญหาต่อผลิตภัณฑ์และสิ่งแวดล้อม และยังช่วยเพิ่มอัตราในการเผาทำให้ได้ปริมาณการผลิตมากขึ้นและลดปริมาณการใช้เชื้อเพลิงลงได้ด้วย

ไพศาล กาญจนพิบูลย์

การอบแห้ง ผลิตภัณฑ์เซรามิกขนาดใหญ่

ในกระบวนการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์เซรามิกทั่วไป ต้องมีส่วนผสมของน้ำอยู่ด้วย เพื่อให้เกิดความเหนียวเพียงพอที่จะขึ้นรูปได้ และมีความแข็งแรงเมื่อชิ้นงานแห้งตัวแล้ว ดังนั้นหลังจากการขึ้นรูปก็ต้องมีกระบวนการอบแห้งหรือทำให้แห้งซึ่งนับว่าเป็นกระบวนการที่สำคัญมากตอนหนึ่งและมีผลต่ออัตราความสูญเสียในการผลิตได้ไม่น้อยโดยเฉพาะอย่างยิ่งผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดใหญ่ อย่างเช่น เครื่องสุขภัณฑ์และชิ้นงานหล่ออื่น ๆ ที่มีขนาดใหญ่ เป็นต้น แต่จากประสบการณ์ที่พบมายังมีหลาย ๆ โรงงานให้ความสำคัญของกระบวนการอบแห้งน้อยกว่า กระบวนการอื่น ๆ อาจเป็นเพราะคนส่วนใหญ่ในโรงงานมุ่งให้ความสำคัญไปที่วัตถุดิบ เนื้อดิน การขึ้นรูป และการเผามากกว่า ประกอบกับผู้ที่ทำงานเกี่ยวข้องกับกระบวนการอบแห้งยังขาดความเข้าใจเกี่ยวกับกลไกของการอบแห้งก็เป็นได้

ในบทความนี้มิได้มีเจตนาจะมาถ่ายทอดทฤษฎีของการอบแห้งแต่อย่างใด แต่มุ่งถ่ายทอดประสบการณ์ที่อิงเกณฑ์ว่าขั้นตอนไหนควรทำอย่างไร อิงหลักเกณฑ์หรือกลไกของการอบแห้งอย่างไร และเพื่อให้ครอบคลุมถึงผลิตภัณฑ์แบบต่างๆ ให้หลากหลายจึงขอตั้งเป้าหมายให้สามารถใช้กับผลิตภัณฑ์ขนาดใหญ่ได้ ถ้าเป็นชิ้นงานที่เล็กลงกระบวนการอบแห้งก็จะยิ่งง่ายลง

ก่อนอื่นก็ขอให้รายการข้อมูลที่เรียกว่า **ข้อเท็จจริง (Facts) บางประการที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการอบแห้ง** ไว้ ณ ที่นี้ก่อนเป็นสิ่งที่เราต้อง คิดคำนึงตลอดเวลาตั้งแต่การเลือกระบบการอบแห้ง หรือออกแบบการอบแห้ง ตลอดไปจนถึงการทำให้ชิ้นงานแห้งตามเป้าหมาย ดังนี้

1. ในเนื้อบอดี้เปียกจะมีน้ำประกอบอยู่ด้วยสองส่วน คือ น้ำที่ทำให้เกิดการหดตัว (Shrinkage water) ซึ่งเป็นส่วนที่ทำให้เกิดความเหนียวสำหรับการขึ้นรูปด้วย กับน้ำที่อยู่ในรูพรุนของเนื้อบอดี้ (Pore water)

2. เนื้อบอดี้เปียกจะหดตัวอย่างต่อเนื่องตลอดเวลาที่สูญเสียน้ำในส่วนแรกที่เป็น Shrinkage water

3. การสูญเสียน้ำที่อยู่ในรูพรุนของเนื้อบอดี้ (Pore water) จะไม่ทำให้เกิดการหดตัว

4. ค่า % ความชื้นของเนื้อบอดี้ที่เหลือเฉพาะน้ำ ที่อยู่ในรูพรุนของเนื้อบอดี้ (Pore water) เรียกว่าค่าความชื้นวิกฤติ หรือที่ Critical Drying Point (CDP) เป็นจุดที่บอกว่าเนื้อบอดี้หยุดหดตัวแล้ว

5. การหดตัวที่ไม่เท่ากัน หรือไม่สม่ำเสมอกันในชิ้นงานเดียวกัน ย่อมทำให้เกิดแรงเค้น (Stress) ในชิ้นงานหากเกิดในขณะที่ชิ้นงานยังมีความเหนียวอยู่ก็อาจทำให้กลายเป็นความบิดเบี้ยว (Warp) ได้และถ้าเกิดในขณะที่หมดความเหนียว แล้วก็จะกลายเป็นรอยแตกหากแรงเค้น (Stress) มีค่ามากกว่าความแข็งแรง (Strength) ของเนื้อบอดี้ ณ ขณะนั้น

6. การสูญเสียน้ำที่ทำให้เกิดการหดตัว (Shrinkage water) เริ่มเกิดขึ้นตั้งแต่ชิ้นงานยังอยู่ในแบบพิมพ์ปลาสเตอร์ (ในกรณีหล่อหรือปั้นในแบบพิมพ์ปลาสเตอร์) และเกิดต่อเนื่องไปเรื่อยๆ ระหว่างการถอดชิ้นงานออกจากแบบการพักรอให้มีความแข็งแรงมากขึ้น การจอดรอเข้าห้องอบไปจนถึงระหว่างที่อยู่ในห้องอบ การสูญเสียน้ำส่วนนี้จะเป็นปริมาณค่อนข้างสูง และอาจจะสูงกว่าในขั้นตอนที่อยู่ในตู้อบก็มี

7. ค่าความแข็งแรง (Strength) ของเนื้อบอดี้ แปรผันแบบทวีคูณกับค่าความชื้นในบอดี้ที่ลดลง และค่าความแข็งแรง จะสูงสุดอยู่ที่เนื้อบอดี้ใกล้แห้งสนิท

ปัจจัยสำคัญที่มีผลโดยตรงต่อการอบแห้ง (Drying factors)

1. อุณหภูมิ (Temperature) ของชิ้นงาน และบรรยากาศในการอบแห้ง อุณหภูมิยิ่งสูงก็ยิ่งแห้งเร็ว หรืออัตราการสูญเสียน้ำจากบอดี้ยิ่งสูง

2. ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity) ของบรรยากาศที่อยู่รอบๆ ชิ้นงาน ความชื้นสัมพัทธ์ยิ่งต่ำซึ่งหมายความว่าอากาศยิ่งแห้งก็ทำให้ชิ้นงานยิ่งแห้งเร็ว

3.ความเร็วลม (Air velocity) ของอากาศโดยรอบชิ้นงาน ความเร็วลมยิ่งสูงก็ยิ่งแห้งเร็ว

4.ความดันบรรยากาศ (Atmospheric pressure) ที่ยิ่งต่ำก็ยิ่งแห้งเร็ว เคยเห็นมีผู้สร้างห้องอบแบบสุญญากาศ (Vacuum dryer) โดยอิงเกณฑ์นี้แต่ปัจจุบันอาจจะไม่มีผู้สร้างอีกแล้ว

5. ระยะเวลา (Time) ที่สัมผัสกับปัจจัยต่างๆ ข้างต้น

รูปแบบหนึ่งของห้องอบแบบดั้งเดิม

ความสูญเสียของผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นในกระบวนการอบแห้ง (Drying losses)

ความสูญเสียของผลิตภัณฑ์เกิดขึ้นได้จากสาเหตุหลักสองด้าน คือ

1.ปัญหาจากแรงกระทำภายนอกเช่นในขั้นตอนการถอดชิ้นงานเปียกออกจากแบบ (เพราะติดแบบ) การหยิบยกเคลื่อนย้ายการกระทบกระแทก รวมทั้งน้ำหนักของชิ้นงานเองที่กดลงบนฐานของผลิตภัณฑ์ในขณะที่ยังมีความแข็งแรงไม่พอ ซึ่งพบได้ง่ายในกรณีชิ้นงานมีขนาดใหญ่และหนักมาก

2.แรงเค้น (Stress) ที่เกิดขึ้นจากการหดตัวที่ไม่เท่ากันในชิ้นงานเดียวกัน เป็นสาเหตุที่พบมากที่สุดตั้งแต่ถอดชิ้นงานออกจากแบบ ผึ่งหมาดในโรงงานรอเข้าอบไปจนถึงช่วงเวลา ที่อยู่ในห้องอบหากแรงเค้นที่เกิดขึ้นยังไม่สูงกว่าค่าความแข็งแรงชิ้นงานก็ยังไม่แตกแต่ถ้าแรงเค้นสูงกว่าความแข็งแรงของเนื้อดินขณะนั้น ก็จะเกิดรอยแตกให้เห็นทันที

แผลแตกของชิ้นงานเปียกที่ปล่อยให้แข็งในแบบนานเกินหรือแบบหล่อแห้งเกิน

จากประสบการณ์พบว่ามีบ่อยครั้งที่ชิ้นงานรอเข้าอบเกิดรอยแตกอยู่แล้ว ด้วยสาเหตุใดสาเหตุหนึ่งหรือจากทั้งสองสาเหตุข้างต้นนี้ แล้วถูกนำเข้าห้องอบโดยไม่ได้ตรวจสอบเท่ากับว่าส่งของแตกเข้าห้องอบโดยไม่รู้ตัว หรือรู้แต่ไม่มีขั้นตอนการคัดออกผลออกมาหลังอบก็จะแตกอ้ามากขึ้น จนเห็นเด่นชัดและกลายเป็นว่าห้องอบ หรือการควบคุมห้องอบมีปัญหาแล้วก็ไปตามแก้ในจุดต่างๆ ที่ไม่ใช่สาเหตุแท้จริงแก้เท่าไรก็ไม่หายสักที

แผลแตกที่เกิดจากน้ำหนักชิ้นงานกดลงบนฐาน

ตัวอย่างของปัญหาความสูญเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการขึ้นรูปและการอบแห้ง

❋ ชิ้นงานหล่อพบรอย แตกทันทีที่เปิดแบบหล่อพิมพ์ปลาสเตอร์ อาจเป็นเพราะความชื้นในแบบหล่อต่ำเกินไปหรือความชื้นของชิ้นส่วนแบบหล่อแตกต่างกันมากเกินไปหรือทิ้งไว้ในแบบให้แข็งตัวนานเกินไปทำให้น้ำที่ทำให้เกิดการหดตัว (Shrinkage water) ถูกดูดออกมากเกินและเกิดการหดตัวมากเกินจนชิ้นงานขาดหรือแตกรวมทั้งการหดตัวรัดแบบแตกด้วย เรื่องนี้เป็นการแตกในขั้นตอนการหล่อขึ้นรูปแต่ก็มีหลักการเดียวกันกับการแตกในขั้นตอนของการอบแห้ง

❋ ชิ้นงานหล่อมีรอยแตก หรือฉีกหลังจาดถอดจากแบบมักจะมีปัญหาติดแบบ เพราะช่วงนั้นแบบยังคงดูดน้ำออกจากชิ้นงานหล่ออยู่ ยังไม่หดตัวหลุดจากแบบรอยแตกแบบนี้ถ้าไม่ตรวจพบก่อนก็อาจทำให้เข้าใจไปว่าเป็นการแตกในช่วงอบแห้งได้

❋ ชิ้นงานขนาดใหญ่และหนัก มีรอยแตกแบบเนื้อดินฉีกปริ เป็นเพราะน้ำหนักตัวชิ้นงานเองกดลงที่ฐานในขณะที่ยังแข็งแรงไม่พอ แก้ไขได้โดยทิ้งไว้ในแบบพิมพ์ปลาสเตอร์ให้นานขึ้น ให้ชิ้นงานมีความแข็งแรงมากขึ้นก่อนถอดแบบหรือถ้าจำเป็นต้องรีบถอดแบบเพื่อเลี่ยงปัญหาการหดตัวรัดแบบแตกก็ต้องมีวัสดุหรืออุปกรณ์ค้ำช่วยแบ่งรับน้ำหนักไปบ้างก็ได้

❋ ชิ้นงานแตกเพราะมีการหยิบยกเคลื่อนย้ายชิ้นงานเปียกที่ยังมีความแข็งแรงไม่เพียงพอ แก้ได้โดยทิ้งพักอยู่นิ่งๆ ไว้ให้นานขึ้น

❋ ชิ้นงานที่รอเข้าห้องอบ บิดเบี้ยวหรือแตกเนื่องจากโดนลมพัดผ่าน ซึ่งมักจะโดนลม ไม่ทั่วถึงหรือสม่ำ สมอทั้งชิ้นงานปัญหานี้จะพบมากและบ่อยที่สุดในหลายๆ โรงงานความรุนแรงจะขึ้นกับอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และความเร็วลมซึ่งเป็นปัจจัยหลักตามที่ได้กล่าวไว้ข้างต้นแล้ว ดังนั้นก็ต้อง

พิจารณาตามแต่กรณีว่าจะจัดการกับปัจจัยเหล่านั้นอย่างไรจึงจะไม่เกิดปัญหา เคยเห็นหลายโรงงานทุเลาปัญหาโดยการใช้ผ้าชุบน้ำมาคลุม หรือคลุมไว้ด้วยกระดาษหรือผ้าพลาสติก หรือเก็บไว้ในกระโจมที่ปิดทึบ บางกรณีก็มีการพ่นละอองน้ำเพื่อเพิ่มความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศก็มี การแก้ไขและป้องกันปัญหานี้มีหลากหลายมากแต่บางครั้งก็ช่วยแก้ปัญหาไม่ได้ทั้งหมดรวมทั้งยังมีบ่อยครั้งที่ถูกมองข้ามปัญหาเหล่านี้ไป จึงอยากจะขอย้ำว่า ในขั้นตอนนี้อาจเกิดความสูญเสียของชิ้นงานได้ไม่น้อยเลย เพราะที่จริงแล้วก็เป็นขั้นตอนหนึ่งในกระบวนการอบแห้ง และเป็นกระบวนการอบแห้งที่มักจะไร้การควบคุม มีหลายประเภทชิ้นงานที่อยู่ในขั้นตอนนี้นานหลายวันก็มี ทำให้ชิ้นงานคายน้ำที่ทำให้เกิดการหดตัว (Shrinkage water) ออกไปมากจนเกือบหมดหรือจนหมดแล้วก็มีทำให้เหลือแต่เพียงน้ำที่อยู่ในรูพรุนของเนื้อบอดี้ (Pore water) ซึ่งหากนำเข้าห้องอบก็สามารถให้ลมร้อนเร่งอบอย่างรวดเร็วก็ไม่แตกแล้ว เพราะบอดี้จะไม่หดตัวอีก

จากปัญหาการผึ่งหมาด หรือเป็นกระบวนการอบแห้งขั้นต้นก่อนเข้าห้องอบซึ่งควบคุมปัจจัยการทำให้แห้งได้ยาก หรือไร้การควบคุมในบางโรงงานทำให้มีผู้คิดค้นว่าทำอย่างไรดีจึงจะสามารถให้ชิ้นงานเปียกอยู่ภายใต้สภาวะ การควบคุมอย่างถูกต้องตลอดเวลา คำตอบที่ได้ก็คือต้องทำห้องอบที่ควบคุมอุณหภูมิ และความชื้นได้ ผลที่ได้จากการใช้งานพบว่าสามารถอบชิ้นงานใหญ่ขนาดเครื่องสุขภัณฑ์หล่อในสภาพเปียกสด ที่เพิ่งถอดจากแบบหล่อและเพิ่งตกแต่งเปียกเสร็จใหม่ๆ ก็นำเข้าอบได้เลยและสามารถอบให้แห้ง (ความชื้นคงเหลือ ประมาณ 0.5 %) ได้ภายในเวลาประมาณ 12 ชั่วโมงหรือต่ำกว่านั้น กลายเป็นระบบอบแห้งเร็วไปด้วยแต่อุปสรรคที่พบจะอยู่ที่ไม่สามารถเคลื่อนย้ายชิ้นงานเปียกสดเหล่านั้นไปเข้าห้องอบโดยไม่ให้เกิดความเสียหายเสียก่อนได้ จึงยังจำเป็นต้องพักผึ่งรอไว้บริเวณขึ้นรูปเพื่อให้ชิ้นงานมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้นเพียงพอที่จะเคลื่อนย้ายได้โดยไม่เกิดความเสียหาย อย่างไรก็ตามช่วงเวลาที่พักผึ่งนี้ก็สั้นลงเหลือครึ่งวันหรือหนึ่งวันจากที่เคยทิ้งไว้นาน 1 – 5 วันก่อนเข้าห้องอบ

รูปแบบหนึ่งของห้องอบแบบแห้งเร็วโดยใช้อุณหภูมิสูงและควบคุมความชื้นได้

ห้องอบแบบแห้งเร็วโดยใช้อุณหภูมิสูงและควบคุมความชื้นได้

ห้องอบแบบนี้มีลักษณะและใช้หลักการอบแห้งดังนี้

❋ ห้องอบมีลักษณะเป็นห้องร้อนสี่เหลี่ยมประตูปิดได้ทึบสนิทไม่รั่ว ผนังห้องมีฉนวนกันความร้อนเพราะช่วงอุณหภูมิในห้องสูงสุดจะอยู่ที่ประมาณ 95 °C

❋ ห้องอบมีระบบลมหมุนเวียนภายในห้องมีจุดป้อนลมร้อนเข้าโดยจะใช้ลมร้อน จากเตาเผาหรือหัวพ่นไฟเป็นชุดของห้องอบเองก็ได้

❋ มีจุดป้อนไอน้ำ (Steam) หรือละอองน้ำที่เป็นฝอยละเอียดพร้อมที่จะกลายเป็นไอน้ำได้ทันทีที่รับความร้อนเข้าในระบบลมหมุนเวียนถัดจากจุดป้อนลมร้อนเข้า มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มความชื้นสัมพัทธ์ (% RH) ของอากาศภายในห้องอบในช่วงแรก และต้องมีขนาดเพียงพอที่จะเพิ่ม % RH ได้สูงถึง 80 – 100% RH (ที่ 100 % RH ก็คือจุดน้ำค้างหรือ Dewpoint ซึ่งหมายถึงจุดอิ่มตัวของอากาศที่ไม่สามารถรับความชื้นเพิ่มขึ้นได้อีก ชิ้นงานเปียกที่อยู่ในสภาวะนี้จะไม่มีการสูญเสียความชื้นจากชิ้นงานเลยไม่ว่าจะอยู่ที่อุณหภูมิและมีความเร็วลมเท่าไร)

❋ ที่หลังคาห้องอบจะต้องมีช่องระบายความชื้นออกได้ด้วยพัดลมดูดอากาศ และสามารถควบคุมอัตราไหลของอากาศออกได้ด้วย

❋ หลักของการอบแบบนี้ก็คือ ในช่วงเริ่มต้นต้องทำให้ชิ้นงานที่ยังเปียกนั้นร้อนขึ้นอย่างทั่วถึงทั้งชิ้นงานทั้งภายนอกและภายในร้อนจนเท่ากับหรือใกล้เคียงกับอุณหภูมิเป้าหมาย สูงสุดที่จะใช้ในการอบแห้ง (เป้าหมายมักจะอยู่ที่ 90 – 95 °C) เพื่อพร้อมให้ความชื้นจากภายในเนื้อชิ้นงานสามารถ

เคลื่อนตัวออกสู่ภายนอกได้อย่างสม่ำเสมอต่อเนื่องตลอดเวลาเท่ากับอัตราการระเหยออกที่ผิวชิ้นงาน แต่ทั้งนี้ในช่วงอุ่นให้ร้อนนั้นจะต้องไม่ให้ชิ้นงานคายความชื้นออกไปแม้แต่น้อย การคายความชื้นออกไปจากชิ้นงานนั่นหมายถึงการสูญเสียน้ำที่ทำให้เกิดการหดตัว (Shrinkage water) ซึ่งจะเสี่ยงต่อการแตกเสียหายได้ง่ายที่ระดับอุณหภูมิสูงระดับนี้

✱ หลักการยับยั้งไม่ให้ชิ้นงานที่เข้าอบไม่คายความชื้นออกได้เลย ในช่วงเวลาการอุ่นชิ้นงานนั้นก็อาศัยการอัดไอน้ำ (Steam) เข้าไป ทั้งนี้ต้องมีการทดลองก่อนว่าระดับ % RH ของอากาศในห้องอบที่อุณหภูมิการอุ่นขึ้นนั้นต้องเป็นเท่าไรจึงจะไม่มีการคายความชื้น จากการทดลองพบว่าต้องรักษาระดับ 85 - 95 % RH ขึ้นไปแล้วแต่ชนิดของชิ้นงานจึงจะปลอดภัย แต่ก็เคยพบในบางโรงงานบอกมาว่าของเขาไม่จำเป็นต้องอัดไอน้ำเข้าเลย เขาก็ทำความชื้นได้ถึง 85 % RH เหมือนกันและชิ้นงานเขาก็ไม่แตกด้วย พอซักถามลึกๆ ก็ได้ความว่าเขาผึ่งชิ้นงานไว้ในโรงงานเกือบ 3 วัน จนความชื้นเกือบจะต่ำเท่าหรืออาจต่ำกว่าจุดความชื้นวิกฤติ (CDP) แล้ว ความชื้นที่สูงถึง 85% ได้ก็มาจากชิ้นงานนั่นเอง ถ้าเป็นเช่นนั้นนำไปเข้าห้องอบด้วยลบร้อนอย่างเดียว เร็วๆ เลยก็ได้ เพราะการหดตัวหยุดเกือบหมดแล้ว

ขั้นตอนการใช้งานห้องอบแบบแห้งเร็ว โดยใช้อุณหภูมิสูงและควบคุมความชื้นได้

1. ชิ้นงานเปียกต้องผ่านการหล่อถอดแบบและหยิบยก เคลื่อนย้ายอย่างถูกขั้นตอนดังที่กล่าวไว้ตอนต้นแล้วเพื่อไม่ให้ชิ้นงานเกิดรอยแตกร้าวก่อนมาเข้าห้องอบ

2. เราสามารถนำชิ้นงานเปียกสดใหม่ที่เพิ่งผ่านการถอดแบบ และตบแต่งมาเข้าห้องอบชนิดนี้ได้หากสามารถเคลื่อนย้ายมาเข้าอบได้โดยไม่แตกหักเสียหายมากก่อน แล้วเริ่มเดินห้องอบได้ทันที ทำให้สามารถตัดขั้นตอนที่ต้องผึ่ง พักไว้ในโรงงานหลายๆ วันแบบดั้งเดิมได้

3. ห้องอบก่อนเริ่มใช้งานควรปรับสภาพความชื้นภายในห้องอบให้สูงมาก ในระดับ 75 – 85 % ได้จะเป็นการดี โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีที่มีการใช้ห้องอบในรอบที่ผ่านมาซึ่งยังคงร้อนอยู่ และในการเรียงชิ้นงานเข้าห้องอบจนเต็มก็ต้องใช้เวลาสั้นที่สุดด้วย วัตถุประสงค์ก็คือเป็นการป้องกันชิ้นงานใหม่ที่นำเข้าห้องอบไม่สูญเสียความชื้นก่อนเริ่มเดินห้องอบ

4. ในขั้นตอนแรกของการอบก็จะเดินพัดลมหมุนเวียนอากาศภายในห้องพร้อมๆ กับอัดไอน้ำเข้าไปให้มากพอโดยเร็วจนได้ความชื้นขึ้นสูงถึงเป้าหมายที่ 85 - 95 % RH เพื่อเป็นการป้องกันการสูญเสียความชื้นออกจากชิ้นงานในขณะที่อุ่นชิ้นงานให้ร้อนขึ้นจนถึง 90 – 95 °C หากในห้องอบมีความชื้นสูงตลอดเวลาแล้ว ถึงแม้จะถูกลมพัดในห้องอบแรงชิ้นงานก็จะยังไม่สูญเสียความชื้นทำให้ยังไม่เกิดการหดตัวจึงไม่มีการแตกเกิดขึ้นได้

5. เมื่อชิ้นงานร้อนขึ้นจนถึง 90 – 95 °C อย่างทั่วถึงทั้งชิ้นแล้ว ก็จะเริ่มทำการลดความชื้นในห้องอบลงโดยเปิดพัดลมดูดอากาศออกจากหลังตู้อบพร้อมๆ กับเปิดช่องอากาศภายนอกเข้าสู่ระบบพัดลมหมุนเวียนของห้องอบจากน้อยไปมาก ชิ้นงานก็จะค่อยๆ คายความชื้นออกมาทุกทิศทาง อย่างสม่ำเสมออย่างและต่อเนื่องในทางที่ดีแผ่นรองรับชิ้นงานเข้าอบก็ควรจะมีทางระบายอากาศออกได้ด้วย เพื่อให้ความชื้นคายออกทางด้านฐานล่างของชิ้นงานได้พร้อมๆ กับด้านบนในการนี้การหดตัวที่เกิดขึ้นก็จะเกิดพร้อมๆ และพอๆ กันทุกจุดในแต่ละชิ้นงาน ทำให้ไม่เกิดแรงเค้น (Stress) มากพอที่จะทำให้เกิดการแตกได้

6 เมื่อคาดว่าชิ้นงานมีความชื้นคงเหลือต่ำกว่าจุดความชื้นวิกฤติ (CDP) แล้ว ก็สามารถเร่งการอบได้เต็มที่และรวดเร็ว เพราะเป็นช่วงที่ชิ้นงานจะไม่มีการหดตัวอีกแล้วจึงสามารถเร่งได้ทั้งอุณหภูมิแรงลมและการลดความชื้นลงมาจนใกล้ 0 % RH ในการประมาณการ ว่าช่วงไหนของการอบจะมีความชื้นในชิ้นงานเหลือต่ำกว่า CDP นั้นก็ต้องมีการทดลองและตรวจวัดในรอบการอบที่ผ่านๆ มาไว้ก่อน

จะเห็นว่าการอบผลิตภัณฑ์เซรามิกขนาดใหญ่ไม่ใช่เป็นเรื่องที่ยากจนเกินไปหากมีความเข้าใจในพื้นฐานของหลักการอบแห้ง และใช้ปัจจัยของการอบแห้งให้ถูกต้องเหมาะสม

ห้องอบประเภทนี้มีการใช้มาหลายปีแล้วและได้รับความนิยมมากขึ้น โรงงานที่มีการสร้างห้องอบใหม่หรือสร้างทดแทนห้องอบเก่าแบบ ดั้งเดิมก็น่าจะเลือกห้องอบประเภทนี้รุ่นใหม่ๆ มีการใช้ไอน้ำยวดยิ่ง (Superheated steam) เข้ามาแทนไอน้ำธรรมดากันแล้ว ทำให้อบได้เร็วขึ้นและได้ผลดีมากขึ้นไปอีก

ประเทศไทย

สระบุรี

บริษัทไทย-เยอรมันเซรามิกอินดัสทรี้ จำกัด (มหาชน)

มีการเปลี่ยนแปลงครั้งสำคัญโดยได้มีการเปลี่ยนผู้ถือหุ้นรายใหญ่มาเป็นบริษัท เซรามิกซีเมนต์ไทย จำกัด และ ผู้บริหาร ทั้งระดับสูง และระดับกลางใหม่แทบจะทั้งหมด โดยทีมงานแทบจะยกชุดมาจาก SGI ทั้งชุดตั้งแต่ กรรมการผู้จัดการ คือ คุณอารีย์ ชวลิตชีวินกุล ยกเว้น คุณปราโมทย์ พรหมเอื้อ ที่เป็นลูกหม้อของ TCC

บริษัท เคอร่าไทล์

ได้ผู้จัดการโรงงานคนใหม่คือ คุณธานินทร์ พุทธรัตน์ ผู้ที่มีประสบการณ์อย่างมากมายจากบริษัทไทย-เยอรมัน เซรามิก อินดัสทรี้ จำกัด (มหาชน) นอกจากนี้ทาง บริษัทยัง ได้รับการรับรองระบบบริหารงานคุณภาพ ISO 9001:2000 มาหมาดๆ เมื่อปลายเดือนกรกฎาคมที่ผ่านมานี้เอง

บริษัท นามสุขภัณฑ์

ได้ผู้ถือหุ้นรายใหม่คือบริษัท Villeroy &Boch โดย ที่ได้เข้า มาถือหุ้นเป็นสัดส่วนมากกว่า 80% โดยที่แบรนด์ “Nahm” ก็จะ ยังเก็บเอาไว้สำหรับตลาดในประเทศไทย รวมทั้งจะสร้างแบรนด์ V&B ให้เป็นทางเลือกใหม่ของสุขภัณฑ์ในเมืองไทยด้วย

กรุงเทพ

สำนักเทคโนโลยีชุมชน กรมวิทยาศาสตร์บริการ

จัดนิทรรศการแสดงผลงานเซรามิกจากศูนย์ศิลปาชีพ ต่างๆทั่วประเทศไทยได้แก่ศูนย์บ้านแม่ต๋ำ ศูนย์ทุ่งจี้ จังหวัด ลำปาง ศูนย์บ้านกุดนาขาม จังหวัดสกลนคร ศูนย์พระตำหนักทักษิณราชนิเวศน์ จังหวัดนราธิวาส ศูนย์ศรีบัวทอง จังหวัด อ่างทอง ศูนย์บางไทร จังหวัดอยุธยา ซึ่งงานนี้แต่ละศูนย์ก็ได้เตรียมผลงานทางเซรามิก มาแสดงกันแบบเต็มที่เพื่อให้ชาว กรุงได้เห็นงาน ฝีมือจากชาวศูนย์ศิลปาชีพฯ

ราชบุรี

บริษัท ไชมีสเมอร์ชานไดส์ จำกัด

ผู้ผลิตกระถางเนื้อเทอร์ราคอตตาที่ใหญ่ที่สุดในเอเชีย ได้การรับรองระบบบริหารงานคุณภาพ ISO 9001:2000 จากทางบริษัท SGS แล้วเมื่อวันที่24 กรกฎาคม ที่ผ่านมานอกจาก นี้ประธานกรรมการบริษัทคือ คุณประพันธ์ อังอติชาติ ก็เพิ่งมีข่าวดีก่อนหน้านี้ไม่นานเมื่อได้รับพระราชทานปริญญาบัตร ดุษฎีบัณฑิต สาขาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย

ต่างประเทศ

ตรุกี

Seramikanka

บริษัท Seramikanka เป็นบริษัทที่เกิดขึ้นใหม่ในตรุกี สำหรับผลิตกระเบื้องปูพื้น กระเบื้องบุผนัง และกระเบื้องแกรนิต โดยเลือกใช้เครื่องจักรของ SACMI มีกำลังการผลิตประมาณ 8,000,000 ตารางเมตรต่อปี

อิหร่าน

Apadana Ceram

บริษัท Apadana Ceram ผู้ผลิตกระเบื้องราย ใหญ่ได้เริ่มเดินโรงงานใหม่ที่ได้ชื่อว่าเป็นโรงงานผลิตกระเบื้องที่ใหญ่ที่สุดในโลกมีกำลังการผลิต มากกว่า 200,000 ตารางเมตรต่อวัน โดยเริ่มต้นที่จะผลิตกระเบื้อง ปูพื้น กระเบื้องบุผนังแบบเผา 2 ครั้งและในเฟสต่อไปจะผลิตกระเบื้องแกรนิตแบบไม่เคลือบ โดยมีบริษัท Cooperativa Ceramica d'Imola Group ช่วย สนับสนุนทางด้านเทคโนโลยีและการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่

สเปน

Ferro

บริษัท Ferro ได้ทำการสร้างโรงงานผลิตสีเซรามิกขึ้น ที่เมืองคาสเตลยอล โดยมีกำลังการผลิตอยู่ที่ 20,000 ตัน ซึ่ง ทำการผลิตทั้งสีเคลือบและสีสเตน

สหรัฐอเมริกา

Alfred University

Alfred University ได้ทำการเปิดโรงงานต้นแบบ สำหรับนาโนเทคโนโลยีโดยใช้เงินลงทุน 1.8 ล้าน เหรียญสหรัฐ ซึ่งได้เงินสนับสนุนมาจาก The New York State Foundation for Science, Technology &Innovation (NYSTAR)

จีน

SACMI

บริษัท SACMI ได้ทำการเปิดบริษัทใหม่ขึ้นในประเทศ จีนให้ชื่อว่า Sacmi Machinery (Foshan Nanhai) โดยเป็นผู้ผลิตเครื่อง Press และอุปกรณ์รวมทั้ง Spare part ต่างๆ โดยทำการให้บริการแก่อุตสาหกรรม เซรามิกในประเทศจีนโดยเฉพาะรวมทั้งมีการให้บริการเกี่ยวกับทางด้านเทคนิค ด้วย

จดหมายข่าวฉบับที่ 01/ 2551
ของผู้ประกอบการ
เซรามิกลำปาง

คนหล่ายดอยขอรายงานตัวครับผม ในเดือนที่ฟ้าฉ่ำฝนผู้ประกอบการเซรามิกลำปางบางรายเหงาหงอยไม่ซุ่มฉ่ำดั่งฤดูกาล ภาวะน้ำมันดีเซลที่ขึ้นเป็นบ้าเป็นหลังปี 2551 เพียงแค่สองไตรมาสฟาดไปสิบกว่าบาทแล้ว ดีที่มีนโยบาย 6 มาตรการของ***ออหมัก*** *(ออกมาหาเสียงล่วงหน้า)*ช่วยเบรกราคาไม่พอยังลดให้อีกลิตรละ 6บาท และยังสั่งชะลอการปรับราคาแก๊ส LPGไว้ก่อน อันนี้และที่ถือว่าสำคัญสำหรับผู้ประกอบการเซรามิกลำปางผู้ประกอบการอย่างพวกเราคงจะพอยิ้มออกกันบ้าง *(Refund)* ***เข้าข่าวเลยดีกว่า*** จังหวัดลำปางร่วมกับกรมส่งเสริมอุตสาหกรรมโดยศูนย์พัฒนาอุตสาหกรรมเซรามิกและกลุ่มลำปางเซราคลัสเตอร์*(อุตสาหรรมเซรามิกและไม้)* เชิญชวนผู้ประกอบการเซรามิกลำปางและอุตสาหกรรมอื่นๆ ที่ผลิตสินค้าที่เกี่ยวข้องกับงานโรงแรม รีสอร์ท สปา และการท่องเที่ยวไปออกงานแสดงสินค้าสัญจร *(Road Show)* ที่ห้องธารา โรงแรมกระบี่มาริไทม์ จ.กระบี่ เมื่อวันที่ 27-28 มิถุนายน 2551ที่ผ่านมา ผู้ผลิตตัวจริงขนสินค้าไปพบกับผู้ซื้อถึงที่ งานนี้ได้รับเกียรติจาก***ท่านรองผู้ว่าราชการจังหวัดลำปาง นายชาย พานิชพรพันธุ์*** เป็นหัวหน้าคณะนำพวกเรามุ่งใต้สู่ฝั่งทะเลอันดามันที่ จ.กระบี่ เนื่องจากท่านรองฯชายเคยดำรงตำแหน่งรองผู้ว่าฯ

รองผู้ว่าราชการจังหวัดลำปาง นายชาย พานิชพรพันธุ์

กลุ่มผู้เข้าร่วมแสดงงาน Road Show

จดหมายข่าวฉบับที่ 01/ 2551

ของผู้ประกอบการเซรามิกลำปาง

กระบี่ถึง 4 ปี งานนี้เลยไม่ธรรมดา✱✱วันเปิดงานผู้ประกอบการโรงแรม,รีสอร์ท,สปาและการท่องเที่ยวของ จ.กระบี่และจังหวัดใกล้เคียงมากันพร้อมหน้า ***บารมีท่านไม่เบา*** Connection กับภาคเอกชนแน่นปึ๊ก หลายรายให้ความสนใจเลือกซื้อสินค้ากันในงาน***มีเท่าไหร่เอาหมด*** บางรายก็สั่งออเดอร์ในงาน บางรายสนใจสินค้าเซรามิกของกลุ่มลำปางเซราคลัสเตอร์มีการเจรจาให้ออกแบบเป็นเอกลักษณ์เฉพาะรายไป✱✱ถึงกับมีเสียงพูดออกมาจากปากผู้เข้าชมงานว่า ***นี่เป็นสินค้าเซรามิกจากจังหวัดลำปางหรือ?*** ในงานเรามีพันธมิตรทางธุรกิจคลัสเตอร์คือกลุ่มคลัสเตอร์นวัตศิลป์บางกอกจากกรุงเทพและปริมณฑล มาร่วมสร้างงานให้สมบูรณ์แบบยิ่งขึ้น ขนมาทั้งสินค้างานผ้าม่าน,ผ้าขนหนู,ผ้าที่เกี่ยวข้องกับโรงแรม งานหล่อ ทองเหลือง ของประดับตกแต่ง งานโคมไฟ งานกรอบรูปพลอยประดับฯ และก็***ขายดีกันถ้วนหน้าไม่เชื่อก็ต้องเชื่อว่ากระบี่ เป็น*** *Blue Ocean* ***อีกที่หนึ่ง***ที่ผู้ประกอบการเซรามิกหรืออื่นๆที่เกี่ยวข้องน่าจะลองไปเปิดตลาดดู✱✱มีเสียงสะท้อนตามมาหลังจากจบงาน ปีหน้า*(2552)* ***จัดอีกได้มั้ย?*** ได้ถ้ามีงบประมาณช่วยเหลือและมีเสียงเรียกร้องจากผู้ประกอบการของจังหวัดกระบี่ และจังหวัดใกล้เคียง งานนี้ต้อง *Follow up* ✱✱แต่กำลังมองว่าแม่งานใหญ่สำหรับงาน *Road Show* ในปีต่อไปต้องเปลี่ยนจากกลุ่มลำปางเซราคลัสเตอร์เป็นสมาคมเครื่องปั้นดินเผาลำปางแล้วกระมัง เพราะศักยภาพที่มีอย่างล้นเหลือ ของสมาคมฯ และในตัวท่านผู้นำองค์กรฯ นายกสมาคมเครื่องปั้นดินเผาลำปาง ***คุณสุปราณี ศิริอาภานนท์*** ขอฝากความหวังไว้กับท่านนายกฯด้วยครับ✱✱ ***ข่าวดี*** จังหวัดลำปางกำลังจะมีศูนย์แสดงและจำหน่ายสินค้าเซรามิกและหัตถอุตสาหกรรม ที่ อ.เกาะคา จ.ลำปาง ด้วยงบประมาณการก่อสร้างกว่า 165 ล้านบาท ที่จะแล้วเสร็จภายในเดือนกันยายน 2551 นี้ ✱✱ ศูนย์ฯแห่งนี้คงจะเป็นสถานที่รองรับของนักท่องเที่ยวที่มาเยือนนครลำปางเพื่อเลือกหาและซื้อสินค้าเซรามิกรวมทั้งสินค้าหัตถอุตสาหกรรมอื่นๆต่อไปในอนาคตอย่างแน่นอน ***หลังจากที่รอมานาน***✱✱น้ำมันแพงเงินก็ออกจากกระเป๋าคนยากขึ้น ***สู้เข้าไว้*** *SMEs* ***ไทยหัวใจไม่ยอมแพ้***✱✱แล้วพบกันใหม่นะครับ***สมาชิกที่รักทุก ๆท่าน***✱✱

ตนหล่ายตอย

31 กรกฎาคม 2551

ดร. คชินท์ สายอินทวงศ์

งานประชุมทางวิชาการทางเซรามิก

2nd International Congress On Ceramics

เมื่อ ช่วงต้นเดือนกรกฎาคมที่ผ่านมา ได้มีโอกาสไปเข้าร่วมงานประชุมทางวิชาการทางเซรามิก ชื่องานว่า International Congress On Ceramics ครั้งที่2 สถานที่จัดงานคือ Palazzo della Gran Guardia เมืองเวโรน่า ประเทศอิตาลี ถ้าใครเคยไปเมืองเวโรน่าแล้ว สถานที่จัดงานนี้อยู่ตรงข้ามกับArenaของเมืองเวโรน่าเลย จากงานนี้มีเรื่องต่างๆ ที่น่าสนใจมาเล่าสู่คนในแวดวงเซรามิกบ้านเราได้ฟังกันหลายเรื่องทีเดียว

ถ้าพูดถึงงานสัมมนาทางวิชาการในต่างประเทศคนในวงการวิชาการ, วงการวิจัยจะรู้เรื่องเป็นอย่างดีว่าจะจัดกันที่ไหน เมื่อไหร่และมักมีนักวิจัย หรืออาจารย์ตามมหาวิทยาลัยต่างๆของไทยไปเข้าร่วมด้วยเสมอ มีทั้งไปบรรยายไปนั่งฟังหรือไปนำ เสนอโปสเตอร์แต่คนในแวดวงอุตสาหกรรมนั้น จะ ไม่สนใจงานอะไรแบบนี้ แต่มักจะมีความสนใจในงานแฟร์ต่างๆ ในต่างประเทศ เช่นงานแฟร์กระเบื้องและสุขภัณฑ์ Cersile fare ที่อิตาลี และ Cevisama fair ที่สเปน งานแสดงเครื่องจักรทาง อุตสาหกรรม เซรามิก Ceramitech ที่เมืองมิวนิคเยอรมันและงานแสดงเครื่องจักร Tecnargilla ที่เมือง Remini อิตาลีรวมทั้งงานน้องใหม่ ที่เพิ่งเกิดได้ไม่นานแต่มีผู้ผลิตเซรามิกในบ้านเราไปดูงานนี้เป็นจำนวน มากนั่นคืองานแสดงเครื่องจักรที่กวางเจา ประเทศจีน ผมในฐานะพวก ครึ่งบก ครึ่งน้ำ คือเป็นทั้งนักอุตสาหกรรมและนักวิจัย (แต่ชอบเป็นนักเขียนที่สุด) จึงได้มีโอกาสได้สัมผัสงาน ทั้งสองแบบนี้ซึ่งก็แตกต่างกันพอสมควร

Palazzo della Gran Guardia

เป็นเรื่องที่น่าแปลกที่บริษัทในเมืองไทยไม่ค่อยสนใจงานสัมมนาวิชาการที่จัดในต่างประเทศ ซึ่งมีงานวิจัย ใหม่ๆ ถูกนำเสนอมาจากนักวิจัยทั่วทุกมุมโลก ซึ่งทำให้เกิดไอเดียที่จะนำไปต่อยอดความคิดและพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ ออกมาได้แม้ว่าในหลายหัวข้อของงานวิจัยอาจจะก้าวไกลไปกว่าที่อุตสาหกรรมบ้านเราจะรองรับเทคโนโลยีได้ทันแต่อย่างน้อยก็ได้แรงบันดาลใจและแนวคิดในการวิจัย แต่การไปดูงานแฟร์เครื่องจักรนั้นก็เพื่อไปดูหรือซื้อเทคโนโลยีที่มีผู้ผลิตออกมาแล้วและก็ขายให้กับทุกบริษัทในโลกที่มีเงินจ่ายเขาได้ทำให้เทคโนโลยีก็จะไม่หนีห่างกันเท่าไหร่นัก ดังนั้นผลิตภัณฑ์ที่ออกมาจึงมีความคล้ายกันเกือบทั้งหมด

ในงานประชุมวิชาการครั้งนี้ก็จะมีทั้งงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ Nano technology, Electroceramic, Bioceramic, Functional ceramic ที่เป็นงานทางด้าน Advance ceramic และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ Conventional ceramic อีกในหลายหัวข้อรวมทั้ง Geopolymer ด้วยซึ่งจากงานนี้ผมมีมุมมองที่อยากมาเล่าสู่กันฟังหลายเรื่องครับ

เรื่องแรกนั้นผมได้มีโอกาสได้คุยกับนักศึกษาปริญญาเอกของประเทศตุรกี, โปแลนด์, ฮังการี และโรมาเนีย ซึ่งเป็นประเทศในกลุ่มยุโรปที่กำลังพัฒนา พบว่างานวิจัยของนักศึกษาประเทศเหล่านี้เป็นงานวิจัยที่ทางโรงงานอุตสาหกรรมเป็นผู้นำเสนอหัวข้อเรื่อง โดยร่วมมือกับทางอาจารย์ในมหาวิทยาลัยในการศึกษาวิจัยจนสำเร็จ โดยโรงงานเป็นผู้ออกทุนและ ค่าใช้จ่ายให้กับนักศึกษาและงานวิจัย และเมื่อจบมาแล้วก็พร้อมรับนักศึกษาเข้าทำงานในโรงงานนั้นและสานต่องานวิจัยให้สมบูรณ์หรือต่อยอด งานวิจัยต่อไปซึ่งผมมองว่าเป็นแนวคิดที่ดีมาก เป็นWin-Win thinking ซึ่งอยากให้เกิดขึ้นมากๆ ในวงการเซรามิกบ้านเรา ซึ่งอย่าว่าแต่งานวิจัยปริญญาเอกเลย งานปริญญาตรีเองบางทีก็ไม่ได้มีการร่วมมือกันเท่าที่ควร ก็ไม่ทราบว่าทางโรงงานในบ้านเรามีนักวิจัยอยู่แล้วเลยไม่มาติดต่อมหาวิทยาลัยหรือไม่เห็นความสำคัญของการวิจัย และพัฒนาหรือไม่มั่นใจในศักยภาพของนิสิต นักศึกษารวม ทั้งบุคคลากร ในมหาวิทยาลัยหรือไม่มีช่องทางในการเข้าหาซึ่งกันและกัน หรือเสียดายงบประมาณในการจ้างทำงานวิจัย หรือ..... *(อื่นๆอีกมากมาย)*

ตัวอย่างงานวิจัยที่ทางนักศึกษาประเทศเหล่านี้ได้มานำเสนอได้แก่ การปรับสูตรเนื้อดินสำหรับสุขภัณฑ์ให้สามารถเผาเร็วขึ้นได้และลดอุณหภูมิในการเผาลง โดยตั้งเป้าที่จะลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานลง 30%, การปรับสูตรเพื่อลดอุณหภูมิในการเผากระเบื้องเนื้อพอซ์สเลน, การเผา Fast firing กระเบื้อง Monoporosa โดยใช้วัสดุทดแทน Limestone, การ ลด Casting rate ของ Recrystalized SiC, การใช้ Waste recycle ต่างๆมาใช้ในกระเบื้องปูพื้น, การเพิ่มค่าความแข็งแรงของผลิตภัณฑ์ คอร์เดียไลท์-มัลไลท์ ซึ่งจะสังเกตได้ว่าเป็นงานวิจัยในระดับ Conventional ceramic ทั้งสิ้นไม่ได้ทำอะไรที่เป็นเซรามิกสมัยใหม่ เลยแต่จะเป็นการวิจัยจนได้องค์ความรู้ ที่นำไปใช้งานได้จริงในอุตสาหกรรม ไม่ได้คิดงานวิจัยที่เป็นแบบ Advance แล้วไม่สามารถรองรับความต้องการของอุตสาหกรรมของประเทศตนเองได้แบบนักวิจัยบางประเทศ ที่เอาแต่วิจัยตาม Trend ของฝรั่งแล้วก็เก็บงานวิจัยไว้และส่งไปตีพิมพ์อยู่ในวารสารวิชาการต่างประเทศเท่านั้น แต่เสียงบประมาณสำหรับงานวิจัยตั้งมากมายเสียงบไปนำเสนอผลงานต่างประเทศตั้งมากมาย แต่ถ้างานวิจัย นั้นมีประโยชน์และนำไปใช้จริงได้ในอุตสาหกรรม ช่วยสร้างมูลค่าของผลิตภัณฑ์และกระบวนการช่วยสร้างงานให้คน ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพ ให้กับประเทศชาติอันนี้น่าชื่นชม และน่าสนับสนุนอย่างยิ่ง

อีกเรื่องที่สังเกตได้จากงานสัมนาทางวิชาการในหลายๆ ครั้งที่ได้มีโอกาสได้ไปก็คือนักวิจัยต่างประเทศดีมีความกระตือรือล้นมีความกระหายที่จะเรียนรู้ และพบว่าภาษาอังกฤษเป็นเรื่องที่สำคัญอย่างยิ่งในการสื่อสารการฟัง

พาโนรามาของเมืองเวโรนา

ช่วงการนำเสนอโปสเตอร์

บรรยากาศข้างห้องประชุม

บรรยาย และการพูดจา สื่อสารจะใช้ภาษาอังกฤษทั้งสิ้นซึ่งแน่นอนพวกยุโรปและอเมริการวมทั้งออสเตรเลีย นั่นเป็นภาษาของเขาอยู่แล้วแต่พบว่า พวกเอเชียอย่างญี่ปุ่น สิงคโปร์ ฮ่องกง ไต้หวัน อินเดีย ก็พูดภาษาอังกฤษได้ดีอย่างยิ่ง ผิดกับบ้านเรา ถ้าไม่ใช่พวกที่เกิดเมืองนอก หรือไปเรียนเมืองนอกนานๆ ก็จะนั่งฟังกันอย่างสงบเสี่ยมเจียมตนอย่างยิ่ง ภาษาเป็นเรื่องที่สำคัญอย่างยิ่งที่เราจำเป็นจะต้องพัฒนาให้ เท่าเทียมกับประเทศอื่นๆ หลายคนในวงการศึกษา อาจมองว่าผมจะพูดเรื่องนี้ทำไมเพราะเขาอาจมองไม่เห็น ถึงปัญหานี้แต่คนที่ต้องสัมผัสและสร้างเด็กจบปริญญาตรีสายวิทยาศาสตร์จากสถาบันที่ไม่ได้เน้นเรื่องภาษาไปทำงานจะรู้ดีเลยว่าเป็นปัญหาเพียงใด

บรรยากาศข้างห้องประชุม

ในงานยังมีโอกาสได้ฟังบริษัท SACMI พูดถึงแนวคิดในการดำเนินธุรกิจในอนาคต โดยแนวคิดคือ การตั้ง TEAM (Technology and Experience for Advanced Materials) โดยมีการรวมตัวของบริษัทต่างๆที่อยู่ในเครือของ SACMI เพื่อดึงเอา จุดแข็งของบริษัทต่างๆออกมา ได้แก่

- SACMI IMOLA ที่เชี่ยวชาญเรื่อง Structural, functional และ Electrical ceramic รวมทั้ง Kiln furniture ที่มีรูปร่างซับซ้อน
- GAIOTTO ระบบอัตโนมัติ และระบบ Handing ต่างๆ
- ALPHA ceramic ที่เชี่ยวชาญในการวิจัย Body preparation และการขึ้นรูป
- LAEIS ที่เชี่ยวชาญด้านวัสดุทนไฟและการ Press
- SAMA เชี่ยวชาญด้านการขึ้นรูป High pressure casting, Tape casting
- RIEDHAMMER ผู้เชี่ยวชาญด้านเตาเผาและระบบการเผาไหม้ต่างๆ

SACMI ได้สร้างนวัตกรรมใหม่ๆโดยอาศัยเทคโนโลยีที่มาจากบริษัทในเครือเหล่านี้เพื่อฉีกหนีจากบริษัทผลิตเครื่องจักรจากประเทศจีนไปอีกขั้นหนึ่งฟัง แล้วก็รู้สึกอยากเห็นอะไรแบบนี้ในเมืองไทยบ้าง แต่ถ้าจะมีได้ใกล้เคียงกับ SACMI ก็เห็นจะมีเพียง SCG (Siam Cement Group) เท่านั้นที่พอเทียบเคียงได้

บรรยากาสในห้องประชุม

มีงานวิจัยที่ไม่ถึงกับเป็นหัวข้อใหม่นักในต่างประเทศ แต่ถือว่าค่อนข้างใหม่มากในประเทศไทย คือเรื่อง Geopolymer ซึ่งจะปฏิวัติอุตสาหกรรมเซรามิกในหลาย ๆกรณี ทั้งในอุตสาหกรรมซีเมนต์ อุตสาหกรรมกระเบื้องเซรามิก อุตสาหกรรมวัสดุทนไฟ อุตสาหกรรมกระถางและของตกแต่งสวนอุตสาหกรรมก่อสร้าง ที่สามารถลดอุณหภูมิในการเผาลงได้อย่างมาก ทำให้ลดพลังงานในการผลิตลงและถือว่าเป็น Green technology ได้เพราะมีการนำ Waste จากอุตสาหกรรมต่าง ๆมาใช้งานได้ซึ่งนักวิจัยในประเทศไทยที่เริ่มสนใจในเรื่องนี้ก็มีเช่น ดร.ธนากร วาสนาเพียรพงษ์ จากภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

งาน ICC2 ที่ผ่านมาก็ถือได้ว่าเป็นงานสัมมนาทางวิชาการอีกงานหนึ่งที่น่าสนใจครับ

ดร.ชุติมา เอี่ยมโชติชวลิต

MUDA กับ..อุตสาหกรรมเซรามิก

“MUDA”เป็นคำภาษาญี่ปุ่นแปลว่าความสูญเปล่า ซึ่งมีการนำเรื่องของความสูญเปล่ามาใช้กันมากในระบบการผลิตแบบโตโยต้าหรือ Totoya Production System (TPS) เพื่อ ใช้ในการลดต้นทุนการผลิต หลายคนอาจคิดว่าระบบ TPS เป็นเรื่องของผู้ผลิตรถยนต์ หรือชิ้นส่วนรถยนต์ แต่หากเราพิจารณาอย่างดีแล้วหลักคิดของระบบ TPS สามารถใช้ได้กับทุกอุตสาหกรรมโดยเฉพาะเรื่องการลดการสูญเปล่าสามารถ นำมาประยุกต์ใช้ได้แม้ในสำนักงาน หรือชีวิตประจำวัน

การกำจัดความสูญเปล่าให้หมดสิ้นเป็นแนวความคิดพื้นฐานของระบบโตโยต้าหมายถึง การกำจัดความสูญเปล่าที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพของ ผลิตภัณฑ์คนที่ทำการผลิตสิ่งของเครื่องจักรในการผลิตให้หมดสิ้นไปด้วยการดึงปัญหาที่ซ่อนเร้นอยู่ในความสูญเปล่า ต่างๆ มาบริหารจัดการและกำจัดให้หมดไปซึ่งปัญหาต่างๆ จะเห็นหรือปรากฏได้ชัดเจนก็ต่อเมื่อไม่มีสินค้าคงคลังหรือของอยู่ในสต๊อกที่มากเกินไป ที่เรียกกันว่าการผลิตแบบทัน เวลา (Just in Time)

ความสูญเปล่าที่กล่าวต่อไปนี้เป็นความสูญเปล่า 7 ประการที่น่าสนใจและนำไปคิดประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมเซรามิกที่เรามักจะพบเห็นสต๊อกจำนวนมากทั้งในระหว่างการ

ผลิตและผลิตแล้ว ด้วยความเชื่อที่ว่าการผลิตเซรามิกยังไงก็ ต้องผลิตเผื่อไว้เพื่อให้เกิดความมั่นใจว่าจะส่งของได้ทันซึ่งการผลิตเกินจำนวนมีตั้งแต่ 10% ถึง 30% ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความสามารถในการผลิตของแต่ละโรงงานหรือผู้ประกอบการ ทำให้มีสินค้าสต๊อกจำนวนมาก และเป็นต้นทุนที่เพิ่มขึ้นโดยไม่รู้ตัว จากสภาวการณ์ในปัจจุบันที่อุตสาหกรรมเซรามิก ของประเทศไทยมีการแข่งขันสูงกับประเทศเพื่อนบ้าน เช่น เวียตนาม หรือจีนที่มีต้นทุนการผลิตต่ำกว่าไทย การผลิตอย่างไรที่ต้นทุนการผลิตต่ำโดยไม่ลดคุณภาพของผลิตภัณฑ์ จึงเป็นเรื่องที่ต้องพิจารณากันอย่างจริงจังและบริหารจัดการเพื่อให้สามารถลดความสูญเปล่านั้นลงได้

ความสูญเปล่า7ประการที่พบได้ในการผลิตเซรามิกหรืออุตสาหกรรมทั่วไปได้แก่

1. ความสูญเปล่าจากการผลิตมากเกินไปหรือ over production เป็นความสูญเปล่าที่พบได้มากในการผลิตเซรามิก เนื่องจากความยากในการควบคุมการผลิต จึงนิยมที่จะผลิตให้เกินจำนวนเพื่อจะได้ส่งของทัน และเมื่อผลิตแล้วจะเกิดสินค้าระหว่างการผลิตรอคอยจำนวนมาก หากผลิตแล้วได้ของดีหมดก็จะคงเหลืออยู่ในคลังสินค้า ซึ่งลักษณะดังกล่าวทำให้เกิดต้นทุนเพิ่มขึ้นอย่างมากมายทั้งจับต้องได้และจับต้องไม่ได้ เช่น เกิดความสิ้นเปลืองพื้นที่จัดเก็บที่ต้องมีการใช้พื้นที่เป็นคลังสินค้าขนาดใหญ่ เกิดความไม่ปลอดภัยในการทำงานเพราะมีเซรามิกที่รอการเผา หรือหลังอบแห้งกองเป็นจำนวนมาก เวลาจะขนย้ายอาจล้มลงมาได้ทำให้เกิดความไม่ปลอดภัยในการทำงาน เกิดต้นทุนแรงงานและวัตถุดิบของสินค้าที่ค้างสต๊อกหรือไม่ได้ขายจำนวนมาก ตลอดจนเกิดการปิดบังปัญหาที่แท้จริงในการผลิตเนื่องจากการผลิตที่มากเกินไปใน แต่ละแผนกทำให้สามารถส่งของได้ทันโดยส่งจากสต๊อกที่มีทำให้ไม่ทราบว่าปัญหาได้เกิดขึ้นแล้วในระหว่างการผลิตและไม่ทราบว่าเกิดจากกระบวนการหรือขั้นตอนใดจึงไม่สามารถแก้ปัญหาหรือควบคุมการผลิตได้อย่างยั่งยืน ซึ่งเป็นเรื่องที่สำคัญมากต่อการพัฒนาการผลิตเซรามิก

ในการลดการผลิตเกินต้องศึกษาว่าในกระบวนการผลิตของเรามีอะไรเป็นคอขวดที่ทำให้สายการผลิตต้องรอในกระบวนการนั้นแล้วจึงนำไปบริหารจัดการ เช่น การรออบแห้งเป็นเวลานาน อาจต้องปรับปรุงประสิทธิภาพการอบหรือการเคลื่อนที่ของสายพานให้ผลิตได้ทันเวลาเป็นต้น

2. ความสูญเปล่าจากการขนย้ายที่ไม่จำเป็น ในเรื่องนี้มักจะเกิดได้บ่อยมากในอุตสาหกรรมหรือ โรงงานที่จัด

ผังการผลิต โดยไม่ได้ให้ความสำคัญมากต่อการไหลของงาน ทำให้ต้องมีการเคลื่อนย้ายสินค้าระหว่างการผลิตหลายครั้ง ซึ่งทำให้เกิดความเสี่ยงในการตกแตกหรือบิ่นเนื่องจากเซรามิกก่อนเผามีความเปราะบางมากการเคลื่อนย้ายหลายครั้ง ทำให้แตกเสียหายได้ โดยเฉพาะของชิ้นใหญ่ที่มีน้ำหนักมากการตั้งแผนกเคลื่อนย้ายอยู่ไกลจากแผนกเตาทำให้ต้องเคลื่อนย้ายไปมาด้วยระยะทางไกลทำให้เกิดความเสี่ยงมาก

3. ความสูญเปล่าจากการเก็บวัตถุดิบคงคลังมากเกินไปทำให้ต้นทุนจมอยู่กับค่าวัตถุดิบในคลัง นอกจากนี้วัตถุดิบบางประเภทมีอายุใช้งาน เช่น สารเคมีในการเคลือบหากเก็บนานเกินไปจะใช้ไม่ได้และเงินจมอยู่ในวัตถุดิบค้างสต๊อก นอกจากนี้ยังอาจเกิดปัญหาที่หาของไม่เจอ เคยซื้อแล้วแต่ไม่รู้อยู่ที่ไหนท้ายที่สุดก็ต้องซื้อใหม่ การเก็บวัตถุดิบคงคลังมากเกินไปเป็นการเพิ่มต้นทุนใน การบริหารจัดการสต๊อกวัตถุดิบและแรงงานรวมถึงความเสียหายเนื่องจาก การเสื่อมสภาพของวัตถุดิบที่เก็บนานเกินไปอีกด้วย

การบริหารจัดการวางแผนการผลิตที่ดีสามารถลดปัญหาความสูญเปล่าจากวัตถุดิบค้างสต๊อกได้ เช่น การทำเคลือบเซรามิกที่มีความหลากหลายมาก เกินไปมีสีจำนวนมากให้เลือกซึ่งจำเป็นต้องใช้วัตถุดิบหลายชนิด หากผลิตจำนวนไม่มาก แต่การสั่งซื้อต้องซื้อตามขั้นต่ำ ซึ่งมากกว่าความจำเป็นในการใช้งานจึงต้องเหลือหาก เราสามารถจัดการโดยลดความหลากหลายของเคลือบหรือ แบบของผลิตภัณฑ์ลงเท่าที่จำเป็นก็จะสามารถลดค่าใช้จ่ายลงได้มาก

4. ความสูญเปล่าจากการผลิตช้า ในที่นี้หมายถึงการผลิตของและไม่เป็นตามข้อกำหนดของโรงงานไม่เป็นตามมาตรฐานและไม่เป็นตามความต้องการของลูกค้าความสูญเปล่าในเรื่องการผลิตไม่ได้ตามแบบ หรือผลิตของแล้วเสีย เป็นเรื่องวิกฤตสำหรับการผลิตเซรามิก เนื่องจากการทำซ่อมหรือ Rework มีความยุ่งยากหรือไม่สามารถทำได้ เช่น กรณีแตกหรือฉีกบนผลิตภัณฑ์หลังเผาจะไม่สามารถซ่อมแซมได้ ทำให้ต้นทุนการผลิตสูง หากมีของเสียมากการแก้ปัญหาสามารถทำได้โดยการควบคุมกระบวนการผลิตโดยศึกษาตัวแปรที่มีผลต่อการผลิตในแต่ละขั้นตอนแล้วนำมาจัดลำดับตามสำคัญว่าตัวแปรใดมีผลต่อการสูญเสียหรือเป็นตัวแปรที่วิกฤตให้แก้ไขและควบคุมให้ดีในการผลิตการคัดเลือกหรือสาเหตุของปัญหาในแต่ละขั้นตอนการผลิตที่ทำได้ทันที คือการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาโดยการตั้งคำถามใช้หลัก 4W 1H คือ What ทำอะไร When ทำเมื่อไร Where ทำที่ไหน Who ใครเป็นคนทำ และตามด้วย ทำไมต้องทำเช่นนั้น (Why) และคำถามต่อมา คือ ทำโดยวิธีอื่นที่เหมาะสมกว่าได้หรือไม่ How ? เพื่อหาคำตอบเป็นรากของปัญหาให้ได้แล้วจึงแก้ไข

5. ความสูญเปล่าจากการรอคอย ในการผลิตเซรามิกเมื่อเดินสำรวจรอบโรงงานแล้วเห็นว่าหากมีบางกระบวนการพนักงานต้องคอยของเพื่อนำมาผลิตต่อ ให้เข้าใจได้ว่านั้นคือการสูญเสีย ลักษณะเช่นนี้จะพบเห็นได้ก็ต่อเมื่อโรงงานนั้นไม่มีการทำสต๊อกหรือมีการผลิตแบบพอดี จึงทำให้เห็นการเดินทางของงานในระหว่างการผลิตได้ชัด การรอคอยอาจเกิดจากการขาดการจัดการ เช่นการวางแผนการผลิตไม่ดีทำให้ผลิตไม่ได้เพราะวัตถุดิบหมด ขาดวัตถุดิบป้อนเข้าในสายการผลิตหรือกำหนดเวลาไม่พอดีทำให้การผลิตหยุดชะงัก เป็นต้น การรอคอยทำให้เสียเวลา และเสียโอกาสที่ทำให้ในการผลิต

ไม่สามารถผลิตได้เต็มที่ และส่งผลไปยังการส่งของไม่ทันเวลา ก็จะเกิดค่าปรับขึ้นได้อีก การรอคอยอาจเกิดจากเครื่องจักรเสีย หรือเครื่องมือไม่เพียงพอ ดังนั้นการบำรุงเครื่องจักร และจัดหาเครื่องมือให้พร้อมขณะทำงาน จะช่วยลดการรอคอยได้การปรับปรุงเครื่องมือให้ทำงานเติมประสิทธิภาพ จัดคนให้พอกับงาน หรือฝึกคนงานให้เป็น multi skill หรือมีทักษะการทำงานหลายด้านในคนเดียว จะสามารถช่วยลดการรอคอยได้ ในกรณีทางแผนกคนไม่พอต้องหาคนมาช่วยผลิตเป็นต้น

6.ความสูญเปล่า จากกระบวนการผลิต หรือขั้นตอนการผลิต หมายถึงการผลิตหรือขั้นตอนที่อยู่ในการผลิตที่ทำแล้วไม่ได้งานเพิ่มขึ้น ถือเป็นการสูญเปล่า เช่นการตรวจสอบผลิตภัณฑ์หลังเผาว่ามีรอยร้าวหรือไม่ เมื่อแยกแล้วไม่ได้ส่งไปเคลือบแต่เก็บเป็นสต๊อกไว้ เมื่อจะใช้ค่อยเอาออกมาแล้วตรวจสอบอีกครั้ง ลักษณะนี้เป็นการทำงานซ้ำ ทำให้เสียเวลาในการผลิต เราอาจจะต้องวางแผนการผลิตที่ผลิตแล้วต่อเนื่องไม่ต้องเพิ่มขั้นตอนที่ไม่จำเป็นเข้าไป เป็นต้น หรือการเก็บข้อมูลการผลิต การวัดสมบัติของผลิตภัณฑ์ที่สามารถใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์คำนวณได้เลยและได้ผลเร็วแต่ไม่ทำกลับใช้คำนวณโดยเครื่องคิดเลข ทำให้เสียเวลาในการทำงานมากโดยไม่ได้งานเพิ่มขึ้นเป็นต้น การแก้ปัญหาหรือการลดการสูญเปล่าสามารถทำโดยการปรับปรุงกระบวนการผลิต เริ่มจากการวิเคราะห์การทำงานโดยใช้ Operation Process Chart และ Flow Process Chart เพื่อศึกษากระบวนการทำงานและหาวิธีปรับปรุงต่อไป

7. ความสูญเปล่าจากการเคลื่อนไหว หรือการเคลื่อนไหวของพนักงานในขณะผลิตที่ไม่ก่อให้เกิดงานถือเป็นความสูญเปล่าอีกอย่างหนึ่ง สิ่งที่มักพบเป็นเป็นประจำในการผลิตเซรามิก คือการเก็บของใช้ไม่เป็นที่ ทำให้ต้องใช้เวลาในการเดินหาของที่ต้องการใช้และบางครั้งหาไม่พบ หรือการจัดเก็บของไม่เป็นระเบียบ ทำให้ต้องใช้เวลาขนย้ายเพื่อให้ได้ของที่ต้องการ การเคลื่อนย้ายเซรามิกที่มีขนาดใหญ่ มักจะมีน้ำหนักมาก ทำให้พนักงานเกิดความเมื่อยล้าและอ่อนล้าโดยไม่จำเป็น นอกจากนี้ยังอาจเกิดความเสียหายจากการที่ของตกลงมาแตกได้อีกด้วยการหยิบขอมาเคลือบหรือมาเขียนลายเซรามิกควรมีการจัดวางของ และเครื่องมือให้เหมาะสมเพื่อให้เกิดการเคลื่อนไหวที่ไม่จำเป็นเกิดขึ้นน้อยที่สุด แนวทางการลดความสูญเปล่าจากการเคลื่อนไหว สามารถทำได้โดยการศึกษาการเคลื่อนที่ของพนักงานในการทำงานแต่ละขั้นตอน เพื่อนำมาปรับปรุงวิธีการทำงานให้มีการเคลื่อนไหวน้อยที่สุดและเหมาะสมที่สุดตามหลักกายศาสตร์ (Ergonomic) ทำให้พนักงานทำงานได้นานขึ้น การดูแลสถานที่ทำงานให้มีการจัดเก็บของให้เป็นที่หาง่าย สะดวกในการหยิบมาใช้งานก็จะช่วยลดความสูญเปล่านี้ได้เช่นกัน

ความสูญเปล่าที่กล่าวมานี้ หากกำจัดได้จะสามารถลดต้นทุนการผลิตลงได้และยังเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและแก้ปัญหาการผลิตได้ โดยไม่ต้องลงทุนมาก เพียงแต่ต้องการความใส่ใจในงาน และศึกษารายละเอียดของขั้นตอนการทำงานจะสามารถลดความสูญเปล่าลงได้ ซึ่งจะส่งผลต่อกำไรที่ได้เพิ่มขึ้นจากต้นทุนลงมา ทั้งยังเป็นการพัฒนาการผลิตอย่างยั่งยืนอีกด้วย

แนะนำ...ศูนย์ส่งเสริมศิลปาชีพ

บ้านกุดนาขาม

ภาพเขียนพระองค์ท่าน

ด้านหน้าของศูนย์ฯ

ร้อยเอกประถิมสุ์
หัวหน้าศูนย์ฯ

ถ้าเอ่ยถึงโรงงานเซรามิกในบ้านเรา คนส่วนใหญ่ก็จะนึกถึงที่ลำปาง สระบุรี ราชบุรี ชลบุรี สมุทรสาคร โดยที่ดินแดนอีสานนั้นแทบจะไม่มีคนนึกถึงว่ามีโรงงานเซรามิกอยู่เลย นอกเหนือจากที่ด่านเกวียนที่ตั้งอยู่ที่โคราชประตูสู่อีสาน วันนี้จะพาไปรู้จักโรงงานเซรามิกที่สกลนครที่ซึ่งพิเศษกว่าโรงงานเซรามิกทั่ว ๆไปตรงที่ไม่ได้เน้นแต่การทำธุรกิจผลิตเซรามิกอย่างเดียว แต่เป็นที่ซึ่งสร้างงานสร้างอาชีพให้ประชาชนในถิ่นนั้น และที่สำคัญคือ เป็นที่ซึ่งกำเนิดมาจากพระราชดำริของสมเด็จพระนางเจ้าฯ พระบรมราชินีนาถ

ลวดลายที่วิจิตรบรรจง

โรงงานเซรามิกที่กำลังจะเอ่ยถึงนี้คือศูนย์ส่งเสริมศิลปาชีพบ้านกุดนาขาม อำเภอเจริญศิลป์ จังหวัดสกลนคร ซึ่งถือได้ว่ามีประวัติความเป็นมาที่ยาวนานทีเดียว โดยจุดเริ่มต้นเกิดขึ้นเมื่อวันที่ 25 ธันวาคม 2525 สมเด็จพระนางเจ้าฯ พระบรมราชินีนาถ เสด็จพระราชดำเนินเยี่ยมราษฎร บ้านกุดนาขามๆ เป็นหมู่บ้านหนึ่งที่มีราษฎรยากจนจำนวนมาก แต่ราษฎรมีความสามัคคี กลมเกลียวกันดี จึงทรงมีพระราชดำริให้ราษฎรปลูกต้นไม้รักษาป่า คณะกรรมการหมู่บ้านก็พร้อม ใจกันถวายที่ดินสาธารณะของหมู่บ้านจำนวน 43 ไร่ 3 งาน 32 ตารางวาสำหรับจัดตั้งโครงการป่ารักน้ำและราษฎรบ้านกุดนาขามได้ช่วยกันเสียสละแรงงานด้วยการปลูกต้นไม้โตเร็วและร่วมกันปลูกต้นไม้เสริมจากที่มีอยู่เดิม

เมื่อวันที่ 1 พฤษภาคม 2526 สมเด็จพระนางเจ้าฯ พระบรมราชินีนาถ ได้เสด็จพระราชดำเนินทรงเยี่ยมโครงการป่ารักน้ำ บ้านกุดนาขามอีกครั้งหนึ่ง ทรงปลูกต้นไม้และทรงมีราชดำริให้ราษฎรปลูกเพิ่มเติมในช่วงนั้น ได้จัดครูมาช่วยฝึกสอนอาชีพต่าง ๆ ตามที่ราษฎรถนัด และทรงมีพระราชดำริที่จะให้บ้านกุดนาขามเป็นหมู่บ้านตัวอย่าง จึงทรงมีพระเมตตาให้จัดตั้งศูนย์ส่งเสริมศิลปาชีพขึ้น ณ บ้านแห่งนี้ โดยมีพระราชเสาวนีย์ให้พันเอก เรวัต บุญทับ (ยศในขณะนั้น ปัจจุบันคือ พล.อ ณพล บุญทับ รองสมุหราชองครักษ์) เข้าเฝ้าเมื่อวันที่ 25 ตุลาคม 2526 ณ พระตำหนักจิตรลดารโหฐานเพื่อรับพระราชนโยบายเกี่ยวกับการจัด ตั้งโรงงานเครื่องปั้นดินเผาขึ้นที่บ้านกุดนาขาม จึงเป็นจุดเริ่มต้นของศูนย์ส่งเสริมศิลปาชีพมาตั้งแต่บัดนั้น

อาจารย์ทั้งสามท่าน

ภายในห้องแสดงสินค้า

ทีมงานจากกรมวิทย์ที่เข้าไปช่วย

ภาพเขียนวรรณคดี

ดินลายเอกลักษณ์ของศูนย์ฯ

วิสัยทัศน์ ศูนย์ส่งเสริมศิลปาชีพ บ้านกุดนาขาม

ศูนย์ส่งเสริมศิลปาชีพบ้านกุดนาขามเป็นศูนย์ส่งเสริมอาชีพ และคุณภาพชีวิตราษฎร มุ่งเน้นความเป็นผู้นำในการผลิตเซรามิก ลายภาพเขียน เพื่อการค้า

เป้าหมาย และวัตถุประสงค์ในการจัดตั้งศูนย์มีดังนี้

1.ส่งเสริมให้ราษฎรมีอาชีพเสริมภายหลังเสร็จสิ้นฤดูกาลทำนาไม่ละทิ้ง ถิ่นฐานตนเอง เข้าไปรับจ้างตามเมืองใหญ่ๆ หรือในกรุงเทพฯ

2.เพื่อยกระดับรายได้ของราษฎร และให้ราษฎรมีความรู้ ความสามารถในอาชีพที่ตนถนัด เมื่อนำไปประกอบอาชีพแล้วสามารถช่วยเหลือตัวเองได้

3. เพื่ออนุรักษ์สภาพแวดล้อมและให้ราษฎรมีส่วนช่วยกันรักษาสภาพป่าให้คงอยู่ตลอดไป

4.สืบทอดประเพณี วัฒนธรรมท้องถิ่น ลงบนผลิตภัณฑ์ เพื่อถ่ายทอดให้กับอนุชนรุ่นหลัง รวมทั้งประชาชนทั่วไปได้ศึกษาถ่ายทอดต่อไป

5. เพื่อให้เป็นหมู่บ้านพัฒนาดีเด่นเป็นตัวอย่างการพัฒนาหมู่บ้านอื่นๆ

6. เพื่อเป็นการส่งเสริมการท่องเที่ยวในระดับท้องถิ่น

ผลิตภัณฑ์จากดินพื้นบ้าน

ผลิตภัณฑ์แบบใหม่ๆ
จากอาจารย์กรมวิทย์ฯ.

กิจกรรมต่าง ๆ ภายในศูนย์ส่งเสริมศิลปาชีพบ้านกุดนาขาม

ลำดับ	แผนก	ครู	สมาชิก	หมายเหตุ
1.	แผนกเครื่องปั้นดินเผา	3	122	
2.	แผนกดอกไม้ประดิษฐ์	1	13	
3.	แผนกตัดเย็บเสื้อผ้า	1	12	
4.	แผนกทอผ้าไหม	-	42	
5	แผนกเฟอร์นิเจอร์ / แผนกแกะสลักไม้	-	14	
6.	แผนกตีเหล็ก/หล่อโลหะ	-	8	
7.	แผนกจักสาน / แผนกตัดเย็บเครื่องหนัง	-	8	
8.	แผนกอาหารขนม/ เกษตร	-	7	
9.	แผนกปักผ้า / แผนกอัดอิฐบล็อก	-	9	
10.	แผนกเครื่องประดับปีกแมลงทับ / แผนก แผนกอัดกรอบพระ/เลี้ยงไหม	-	5	
11.	แผนกวาดภาพบนผืนผ้าใบ	2	20	
12.	- ฝ่ายธุรการ		4	
	- ฝ่ายบรรจุภัณฑ์และจำหน่ายผลิตภัณฑ์		12	
	- ภารโรง/พลขับรถ		4	
	รวมทั้งสิ้น 18 แผนก	7	282	

รวมทั้งสิ้น 18 แผนก

- *มีสมาชิกศูนย์ ฯ 282 คน*
- *ครู/อาจารย์ประจำแผนก 7 คน (ช.5, ญ.2)*
- *เจ้าหน้าที่ทหารชุดปฏิบัติการ 10 นาย (น. 4 นาย, ส. 6 นาย)*

ศูนย์ส่งเสริมศิลปาชีพบ้านกุดนาขามได้เริ่มผลิตเซรามิกส์มาตั้งแต่ปี 2526 ซึ่งในระยะแรกของการดำเนินงานนั้นได้ใช้เนื้อดินสำเร็จรูปมาใช้สำหรับการขึ้นรูปทั้งงานแป้นหมุน งานปั้นอิสระและงานหล่อแบบ โดยมีอาจารย์จากทางกรมวิทยาศาสตร์บริการมาเป็นผู้ถ่ายทอดความรู้เรียกได้ว่าตั้งแต่นับหนึ่งเลยทีเดียวเริ่มตั้งแต่สอนปั้นแป้นหมุน การทำพิมพ์สำหรับงานหล่อแบบ สอนการเขียนลาย การตกแต่ง สอนการเคลือบ การเผา โดยมีอาจารย์ที่อยู่ประจำศูนย์สามท่านคือ อาจารย์เดช สุภาพ ที่ดูแลทางด้านงานเตรียมเนื้อดินปั้นและงานปั้นแป้นหมุน อาจารย์พสธร ตันมา ดูแลทางการทำแบบพิมพ์ การปั้นอิสระ การเคลือบและเตาเผา อาจารย์นวลจันทร์ ตันมา ดูแลการเขียนลายและตกแต่งผลิตภัณฑ์ให้มีความสวยงามมากขึ้น และมีหัวหน้าศูนย์ที่เอาการเอางาน เป็นทหารที่รู้เรื่องเซรามิกได้ดีที่สุดคนหนึ่งที่ผมได้รู้จักมา คือร้อยเอกประดิษฐ์ พิมพการ ซึ่งทำทั้งหน้าที่ผู้ดูแลศูนย์และฝ่ายการตลาดไปด้วยในตัว หลังจากที่สมาชิกได้เรียนรู้จนมีความชำนาญมากขึ้น ก็เริ่มมีแผนในการลดต้นทุนการผลิตโดยหาแหล่งที่เป็นวัตถุดิบในท้องถิ่นมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิต ศูนย์ฯจึงได้ทดลองดินในพื้นที่บ้านกุดนาขามจนสามารถผลิตมาเป็นเซรามิกส์ดินลาย ซึ่งต่อมากลายเป็นเอกลักษณ์ของศูนย์ส่งเสริมศิลปาชีพบ้านกุดนาขามซึ่งมีสีสันและลวดลายที่แตกต่างไปจากผลิตภัณฑ์ในท้องถิ่นอื่นๆ ทำให้ต้นทุนการผลิตลดลง นอกจากนี้ยังมีการนำตัวอย่างดินขาวจากบ้านขามเปี้ย ตำบลข่า อำเภอศรีสงคราม จังหวัดนครพนม มาให้ศูนย์ฯทดลองซึ่งผลปรากฏว่ามีคุณสมบัติใกล้เคียงกับดินขาวลำปางต่อมาได้นำมาทดลองและสามารถขึ้นรูปและหล่อน้ำดินได้โดยมาผสมกับดินดำจากลำปางทำให้ต้นทุนการผลิตลดลงเป็นอย่างมาก

1. สมาชิกกำลังประชุมเพื่อลดความสูญเสีย
2. เริ่มดำเนินการทำ 5 ส.
3. สมาชิกกำลังเรียนรู้เทคนิคใหม่ๆ
4. ขัดสี ตีเส้น
5. สมาชิกกำลังอบรมTQM.

หลังจากที่ศูนย์ฯได้รับการอบรมมาอย่างต่อเนื่องประกอบกับสมาชิกในศูนย์ไม่ค่อยมีการลาออก ดังนั้นความชำนาญในการผลิตจึงมีมากขึ้น ดังนั้นในช่วงปีที่ผ่านมาทางกรมวิทยาศาสตร์บริการจึงได้เริ่มทำกา รพัฒนาสมาชิก ในด้านอื่นๆนอกเหนือจากงานผลิตเซรามิกเพื่อให้สมาชิกได้มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องทั้งวิธีการทำงาน และระบบการทำงานต่างๆ ทั้งการบริหารคุณภาพทั่วทั้งองค์กร การทำ5 ส เพื่อเพิ่มผลผลิตการลดความสูญเสียในกระบวนการผลิตเซรามิก การจัดทำAction plan สำหรับอาจารย์ผู้ควบคุมงาน ซึ่งทำให้สมาชิกได้มีความเข้าใจ ในกระบวนการทำงานเพื่อผลิตสินค้าให้มีคุณภาพ ดีขึ้นและลดต้นทุนการผลิตอย่างต่อเนื่อง รวมทั้งการทำงานที่มีมาตรฐานได้ใกล้เคียงกับโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆมากขึ้น

นอกจากความรู้ความสามารถในการผลิตเซรามิกของสมาชิกในศูนย์ฯมีการพัฒนาขึ้นอย่างต่อเนื่องแล้วผลการดำเนินงานของศูนย์ฯยังช่วยพัฒนาความเป็นอยู่ในด้านต่างๆของราษฎรดังนี้

1.สภาพความเป็นอยู่ของราษฎรโดยส่วนรวมของหมู่บ้านกุดนาขามก่อนจัดตั้งศูนย์ส่งเสริมศิลปาชีพ ราษฎรมีรายได้เฉลี่ยครอบครัวละ 5,000 บาท ต่อปี ปัจจุบันราษฎรมีรายได้เฉลี่ยครอบครัวละประมาณ 87,899 บาท

2. สุขภาพอนามัยของราษฎรอยู่ในเกณฑ์ ดี

3. สภาพการศึกษา ราษฎรที่ไม่รู้หนังสือไม่มีแล้วในชุมชน

4. สภาพการทำงาน ราษฎรเดินทางไปทำต่างถิ่น ลดลงอย่างมาก ส่วนใหญ่ก็เข้ามาทำงานที่ศูนย์ฯ

ซึ่งสมาชิกในศูนย์ทุกคนต่างมีความภาคภูมิใจที่ได้ทำงานรับใช้พระองค์ท่านที่ศูนย์แห่งนี้เป็นอย่างมาก ปัจจุบันที่โรงงานเซรามิกแห่งนี้มีเครื่องมือ เครื่องจักรที่เรียกได้ว่าพอจะทำงานเลี้ยงตนเองได้ทีเดียวไม่ว่าจะเป็นหม้อบด Filter press ถังตีดิน Edge runner เครื่องรีดดิน แป้นหมุนไฟฟ้าหลายเครื่อง เครื่องจิ้กเกอร์ เครื่องโรลเลอร์ เตาเผาขนาดกลางหลายลูกซึ่งก็มีงานออเดอร์จากลูกค้าแหล่งต่างๆเข้ามาอยู่เรื่อยๆไม่ว่าจะเป็นชุดถ้วยกาแฟ แจกันเขียนรูปเหมือน และล่าสุดคือ ถ้วยรองน้ำยาง ที่มีออเดอร์เข้ามาไม่จำกัดเนื่องจากในปัจจุบันภาคตะวันออกเฉียงเหนือโดยเฉพาะแถบหนองคาย อุดรธานี สกลนคร หนองบัวลำภู มีการปลูกยางกันเป็นจำนวนมากดังนั้นถ้วยรองน้ำยางของศูนย์ฯจึงเป็นที่ต้องการของชาวสวนยางในแถบนี้มาก จึงนับได้ว่าศูนย์ส่งเสริมศิลปาชีพบ้านกุดนาขามเป็นศูนย์ส่งเสริมความรู้ความสามารถทางเซรามิกให้กับผู้คนในแถบนี้ได้เป็นอย่างดี

AD คอมพาวัดเดลย์

ชัชวาล วิริฐติกาล
กรรมการผู้จัดการ บริษัท ภัทรา รีเฟรกทอรี จำกัด
สุวดี สมเกียรติ

รถเตาประหยัดพลังงาน
Low Thermal Mass Kiln Car

ระบบรถเตาได้รับการพัฒนาอย่างมากในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา ได้มีการแนะนำระบบรถเตาที่มีน้ำหนักเบา โดยมีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างรถเตาเพื่อลดน้ำหนักดังนี้

1. การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างชั้นล่าง (Bottom layer) ของรถเตา โดยใช้วัสดุที่มีความเป็นฉนวนสูงและมีน้ำหนักเบาเป็นแกนกลางของรถ (car core) ซึ่งจะเป็นเส้นใยเกาลิน (kaolin wool) หรือคอนกรีตที่มีน้ำหนักเบา (lightweight concrete) ที่มีความหลากหลายของส่วนที่หยาบ (aggregate) ขึ้นกับอุณหภูมิของการใช้งาน เช่น เวอร์มิคูไลท์ (vermiculite), ชามอตต์ที่มีน้ำหนักเบา (lightweight chamotte) และปอซโซลาน (pozzolan)

2. การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างชั้นบน (Top layer)

3. การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างการเรียงชิ้นงานบนรถเตา(Setting deck)

สิ่งสำคัญที่สุดที่ต้องตระหนักคือ การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของวัสดุทนไฟ โดยการพัฒนาใหม่ๆ จะคำนึงถึงสภาวะในการใช้งาน, อายุการใช้งานที่นานขึ้น และการเลือกใช้วัตถุดิบและเนื้อดินที่มีคุณภาพแต่ราคาค่อนข้างต่ำ เพื่อเป็นการลดต้นทุนในการผลิต นอกจากนี้ยังต้องคำนึงถึงการออกแบบเพื่อให้ได้รถเตาที่มีน้ำหนักเบา และประหยัดพลังงานอีกด้วย

การทำให้วัสดุทนไฟมีคุณภาพสูงจะต้องทำให้มีความเป็นเนื้อเดียวกัน (homogeneity) ของวัตถุดิบ (raw materials), เนื้อดิน (clay body) และผลิตภัณฑ์ (products) ซึ่งจะพิจารณาในเรื่องของปัจจัยทางกายภาพ (physical parameter) และการควบคุมกระบวนการเผา (firing process) เพื่อให้ได้คุณสมบัติทางแร่ตามที่ต้องการ

คุณสมบัติที่จำเป็นของวัสดุทนไฟที่ใช้ในรถเตา

1. ความคงทนต่อแรงทางกลเมื่อได้รับความร้อน (Thermal-mechanical stability)
2. ความทนทานต่อการกัดกร่อน (Corrosion resistance)
3. ความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอย่างฉับพลัน (Resistance to thermal shock)
4. ความทนทานต่อแรงเค้นที่อุณหภูมิสูง (High thermal stress resistance)

ประเภทของวัสดุทนไฟสำหรับระบบรถเตา จะถูกพัฒนาบนพื้นฐานของคอร์เดียไรท์ (cordierite) และมัลไลท์ (mullite) เพื่อให้มีความสามารถในการทนต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอย่างฉับพลัน (Resistance to thermal shock) และมีความสามารถในการรับแรงกดได้ดี โดยใช้แอนดาลูไซท์(andalusite)เป็นวัตถุดิบทุติยภูมิ (secondary material) ซึ่งรถเตาแบบเดิมจะมีเพียงประเภทอิฐไฟร์เคลย์ (Fireclay brick) และอิฐอลูมินา (Alumina brick) ที่ไม่มีคอร์เดียไรท์ (cordierite)

Low Thermal Mass Kiln Car

สำหรับอิฐรถเตาที่ใช้กันอยู่ทั่วไปในอุตสาหกรรมเซรามิก (Conventional Kiln Car Construction) จะเป็นอิฐรถเตาที่มีน้ำหนักมาก ไม่ทนต่อ Thermal shock รับแรงกดหรือน้ำหนักได้น้อย ใช้เชื้อเพลิงในการเผาผลิตภัณฑ์มาก เนื่องจากอิฐที่ใช้ก่อรถเตามีขนาดใหญ่และหนาทำให้ต้องสูญเสียความร้อนไปกักเก็บไว้ในตัวอิฐเป็นจำนวนมาก ความร้อนภายในเตาไหลเวียนได้ไม่ดี และมีการสูญเสียความร้อนลงสู่พื้นรถเตาในปริมาณสูง จึงทำให้สิ้นเปลืองพลังงานในการเผาผลิตภัณฑ์มากขึ้น

ดังนั้นในปัจจุบันจึงได้มีการนำ Know How จากประเทศเยอรมันเข้ามา เพื่อผลิตอิฐรถเตาประหยัดพลังงาน (Low Thermal Mass Kiln Car Construction) โดยใช้อิฐคอร์เดียไรท์ (Cordierite) และมัลไลท์ (Mullite) เพื่อให้อิฐมีคุณสมบัติที่ดีขึ้น ตามที่ได้กล่าวไว้ในข้างต้น ประกอบกับโครงสร้างรถเตาที่มีการออกแบบให้ช่วยประหยัดพลังงานได้ดียิ่งขึ้น

ข้อดีของรถเตาประหยัดพลังงานมีดังนี้

1.ช่วยลดต้นทุนการผลิต ในเรื่องของพลังงานเชื้อเพลิงที่ราคามีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นในปัจจุบัน โดยปริมาณพลังงานที่ใช้จะน้อยลง เนื่องจากความร้อนภายในเตาเผามีการไหลเวียนที่ดี และมีความสม่ำเสมอทั่วทั้งเตา ซึ่งจะช่วยให้ระยะเวลาการขึ้นไฟ (heat up) สั้นลง และช่วยลดความร้อนที่สูญเสียลงสู่พื้นรถเตา จึงช่วยประหยัดเชื้อเพลิงที่ใช้ในการเผาผลิตภัณฑ์ได้

2.รถเตามีน้ำหนักเบา จึงช่วยประหยัดแรงที่ใช้ในการดึงหรือดันรถเตาให้เคลื่อนที่ และยังช่วยลดปัญหาลูกปืนแตกได้อีกด้วย

3.ช่วยยืดอายุการใช้งาน เนื่องจากอิฐที่ใช้เป็นคอร์เดียไรท์ (Cordierite) และมัลไลท์ (Mullite) ซึ่งจะทนต่อ Thermal Shock และ Refractoriness Under load ได้ดี ทำให้มีอายุการใช้งานที่นานขึ้น จึงช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงรถเตาเผาได้

ตัวอย่างรถเตาประหยัดพลังงานสำหรับเตาอุโมงค์ ของบริษัท ภัทรา รีแฟรกทอรี จำกัด ที่ใช้เผาวัสดุทนไฟ ที่อุณหภูมิ 1450 องศาเซลเซียส

รถเตาแบบเดิม

รถเตาแบบเดิม

รถเตาประหยัดพลังงาน

รถเตาประหยัดพลังงานของ **บริษัท ภัทรา รีแฟรกทอรี จำกัด** สามารถลดน้ำหนักรถเตาลงจากรถเตาแบบเดิมได้ถึง 48% จึงช่วยลดปัญหาลูกปืนแตกเสียหาย และยังช่วยป้องกันความร้อนที่สูญเสียลงสู่พื้นรถเตาได้

แบบจำลองรถเตาประหยัดพลังงาน

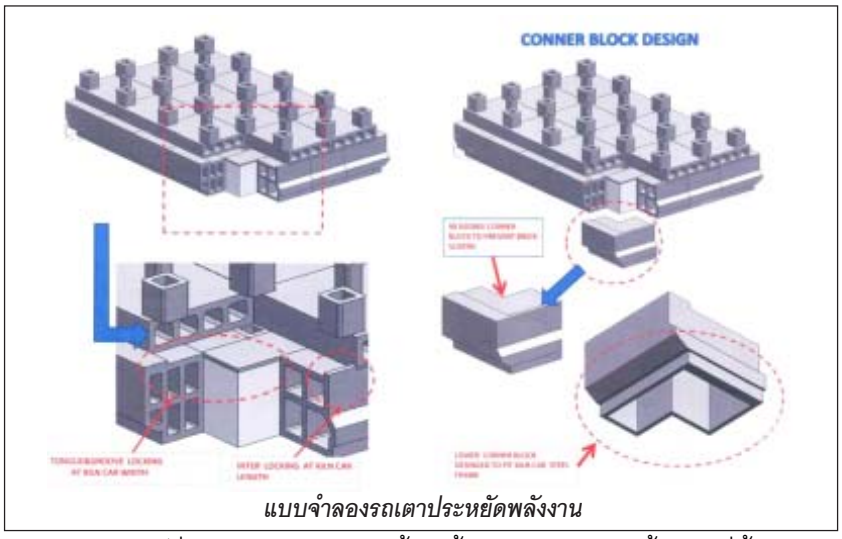
รถเตาประหยัดพลังงาน

★ ***หมายเหตุ*** *: ขนาดรถเตา 1480x1985x654 mm น้ำหนักรถเตาแบบเดิม 2595 kg น้ำหนักรถเตาประหยัดพลังงาน 1343 kg*

ตัวอย่างรถเตาประหยัดพลังงานสำหรับเตาอุโมงค์ (ปรับปรุงใหม่) ที่ใช้เผาถ้วยชามเนื้อพอร์ซเลน

รถเตาแบบเดิม

รถเตาแบบเดิม



แบบจำลองรถเตาประหยัดพลังงาน

รถเตาประหยัดพลังงานสำหรับรถเตาอุโมงค์ที่มีการปรับปรุงโครงสร้างให้สามารถกันความร้อนลงสู่พื้นรถเตาได้ดียิ่งขึ้น และสามารถลดน้ำหนักรถเตาลงจากเดิมได้ถึง 40% นอกจากนี้โครงสร้างรถเตาแบบใหม่ถูกออกแบบให้มี inter locking เพื่อช่วยป้องกันการลื่นไหลของอิฐบนรถเตาและลดปัญหาการแตกหักของอิฐที่ขอบมุมรถเตาได้อีกด้วย

★ ***หมายเหตุ*** *: รถเตาขนาด 1764x1250x325 mm น้ำหนักรถเตาแบบเดิม 1040 kg น้ำหนักรถเตาประหยัดพลังงาน 624 kg*

ตัวอย่างเตาและรถเตาประหยัดพลังงานสำหรับเตาชัตเติ้ลที่ใช้เผาถ้วยชามเนื้อสโตนแวร์

รถเตาแบบเดิม

รถเตาประหยัดพลังงานสำหรับเตาชัตเติ้ล ที่ใช้ hollow blocks แทนอิฐทนไฟที่มีน้ำหนักมาก ภายในใส่ ceramic fiber เพื่อช่วยในเรื่องคุณสมบัติการเป็นฉนวนความร้อนและการประหยัดพลังงานนอกจากนี้ยังมีการออกแบบให้ใช้ ceramic fiber ในส่วนของผนังเตา และส่วนของจมูกเตามีการออกแบบให้เป็น hollow block เช่นเดียวกับรถเตาซึ่งสามารถลดน้ำหนักรถเตาและจมูกรถเตาลงจากแบบเดิมได้53%

นอกจากนี้ยังช่วยลดการสูญเสียความร้อนสะสม และสามารถประหยัดพลังงานได้5-10% เทียบกับรถเตาแบบเดิม

รถเตาประหยัดพลังงาน

เตาประหยัดพลังงาน

★ ***หมายเหตุ*** *- เตาขนาด2.5 m^3 ใช้งานจริงที่ บริษัท มีศิลป์ เซรามิค จ.ลำปาง*
- รถเตาขนาด 1200x1800x300 mm
- น้ำหนักรถเตาและจมูกเตาแบบเดิม 1500 kg
- น้ำหนักรถเตาและจมูกเตาประหยัดพลังงาน 700 kg
- อ้างอิงข้อมูลมาจาก ผศ.ดร. อนุชา พรมวังขวา สถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงาน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

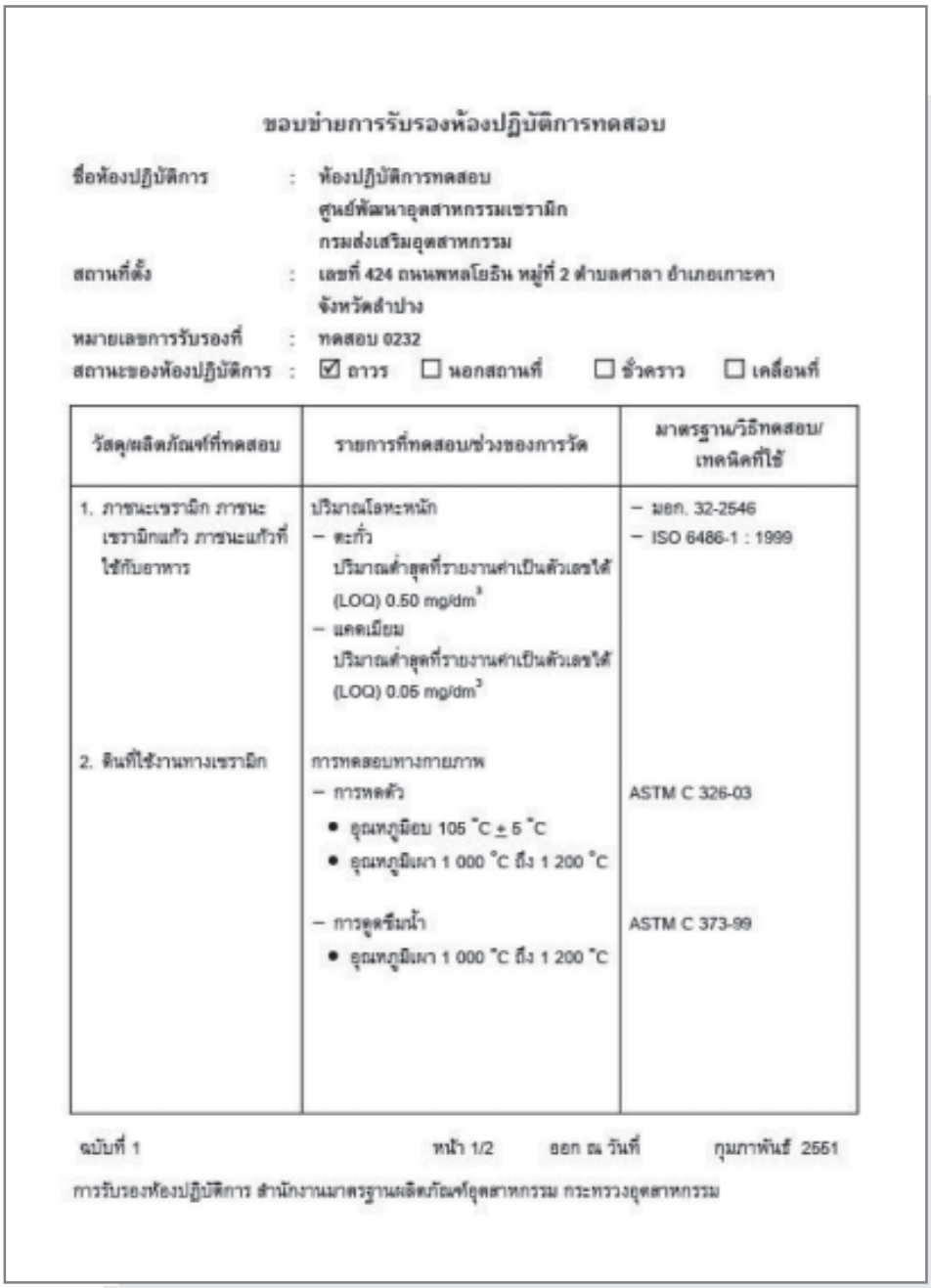
รถเตาประหยัดพลังงาน จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่จะช่วยลดการใช้พลังงานเชื้อเพลิงให้น้อยลงในยุคที่เชื้อเพลิงมีราคาแพง เพื่อเป็นการลดต้นทุนในการผลิตและยังได้ผลิตภัณฑ์หลังเผาที่มีคุณภาพอีกด้วย

เกษสุดา ถอนเมือง

ปฏิบัติการเชิงรุก :

การประกันความปลอดภัย ของ.. เซรามิกลำปาง

เป็นข่าวครึกโครมกันพักใหญ่เรื่องความปลอดภัยของภาชนะเซรามิก
เนื่องจากมีการรายงานข่าวการปนเปื้อนของสารพิษ
ในภาชนะเซรามิกครั้งนั้นส่งผลกระทบต่อ
สินค้าเซรามิกของจังหวัดลำปางอย่างมาก
เนื่องจากมีการใช้ภาพประกอบเป็นภาชนะเซรามิกลวดลายไก่
อันเป็นที่รู้กันทั่วไปว่าเป็นสินค้าขึ้นชื่อของจังหวัดลำปาง
จากการสอบถามบรรดาผู้ผลิต และจำหน่าย
สินค้าเซรามิกในจังหวัดลำปาง
พบว่าข่าวครั้งนั้น ส่งผลกระทบโดยตรงต่อยอดการขาย ซึ่งหลังจาก
นั้นทางกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ได้เข้ามาทำการสำรวจ
เก็บตัวอย่างภาชนะ เซรามิกไปทำการทดสอบ
และมีการแถลงข่าวอย่างเป็นทางการ
เพื่อยืนยันว่าสินค้าเซรามิก
ของจังหวัดลำปาง มีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค



ขอบข่ายการรับรองห้องปฏิบัติการทดสอบ

ชื่อห้องปฏิบัติการ : ห้องปฏิบัติการทดสอบ
ศูนย์พัฒนาอุตสาหกรรมเซรามิก
กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม

สถานที่ตั้ง : เลขที่ 424 ถนนพหลโยธิน หมู่ที่ 2 ตำบลศาลา อำเภอเกาะคา
จังหวัดลำปาง

หมายเลขการรับรองที่ : ทดสอบ 0232

สถานะของห้องปฏิบัติการ : ☑ ถาวร ☐ นอกสถานที่ ☐ ชั่วคราว ☐ เคลื่อนที่

วัสดุ/ผลิตภัณฑ์ที่ทดสอบ	รายการที่ทดสอบ/ช่วงของการวัด	มาตรฐาน/วิธีทดสอบ/เทคนิคที่ใช้
1. ภาชนะเซรามิก ภาชนะเซรามิกแก้ว ภาชนะแก้วที่ใช้กับอาหาร	ปริมาณโลหะหนัก – ตะกั่ว ปริมาณต่ำสุดที่รายงานค่าเป็นตัวเลขได้ (LOQ) 0.50 mg/dm^3 – แคดเมียม ปริมาณต่ำสุดที่รายงานค่าเป็นตัวเลขได้ (LOQ) 0.05 mg/dm^3	– มอก. 32-2546 – ISO 6486-1 : 1999
2. ดินที่ใช้งานทางเซรามิก	การทดสอบทางกายภาพ – การหดตัว • อุณหภูมิอบ 105 °C ± 5 °C • อุณหภูมิเผา 1 000 °C ถึง 1 200 °C – การดูดซึมน้ำ • อุณหภูมิเผา 1 000 °C ถึง 1 200 °C	ASTM C 326-03 ASTM C 373-99

ฉบับที่ 1 หน้า 1/2 ออก ณ วันที่ กุมภาพันธ์ 2551

การรับรองห้องปฏิบัติการ สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม

ภาพที่ 1-1
ใบCertificate
แสดงขอบข่าย
การได้รับการรับรองของ
ห้องปฏิบัติการเซรามิก
ศูนย์พัฒนา
อุตสาหกรรมเซรามิก

ในครั้งนั้นศูนย์พัฒนาอุตสาหกรรมเซรามิก ซึ่งเป็นหน่วยงานที่ส่งเสริมและสนับสนุน อุตสาหกรรมเซรามิก มีห้องปฏิบัติการเซรามิกที่ให้บริการการวิเคราะห์ทดสอบมากมายหลายรายการ หนึ่งในนั้นคือ การทดสอบปริมาณตะกั่วละแคดเมียมที่ปนเปื้อนอยู่ในภาชนะเซรามิกและแก้ว โดยใช้เครื่องอะตอมมิกแอบซอร์ปชันสเปคโตรโฟโตมิเตอร์ (Atomic absorption spectrophotometer) ยี่ห้อ Perkin Elmer รุ่น 3100 ซึ่งการทดสอบนี้ทางห้องปฏิบัติการเซรามิกของศูนย์ได้รับการรับรองมาตรฐาน มอก. 17025 - 2548 เป็นที่เรียบร้อยแล้ว จึงได้เข้ามามีส่วนร่วมในการรับประกันคุณภาพของผลิตภัณฑ์เซรามิกลำปาง โดยการจัดโครงการสุ่มตัวอย่างภาชนะเซรามิกชนิดเคลือบที่ใช้กับอาหารเพื่อทำการทดสอบปริมาณตะกั่ว และ แคดเมียมที่ละลายจากภาชนะ เพื่อการนี้โดยเฉพาะ

ขอบข่ายการรับรองห้องปฏิบัติการทดสอบ

หมายเลขการรับรองที่ : ทดสอบ 0232

สถานะของห้องปฏิบัติการ : ☑ ถาวร ☐ นอกสถานที่ ☐ ชั่วคราว ☐ เคลื่อนที่

วัสดุ/ผลิตภัณฑ์ที่ทดสอบ	รายการที่ทดสอบ/ช่วงของการวัด	มาตรฐาน/วิธีทดสอบ/เทคนิคที่ใช้
3. ผลิตภัณฑ์เซรามิกชนิดเคลือบ	การทดสอบการรานตัว ที่ความดัน 340 ± 34 kPa	EN 13258 : 2003 method A

ออกให้ ณ วันที่ : กุมภาพันธ์ 2551

ลงชื่อ :

(นายอิสระ โชติบุรการ)
รองปลัดกระทรวงอุตสาหกรรม
หัวหน้ากลุ่มภารกิจด้านส่งเสริมอุตสาหกรรมและผู้ประกอบการ
ประธานกรรมการมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

ออกให้ครั้งแรกเมื่อ : กุมภาพันธ์ 2551 หน้า 2/2 ฉบับที่ 1

การรับรองห้องปฏิบัติการ สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม

ภาพที่ 1-2
ใบ Certificate
แสดงขอบข่ายการได้รับ
การรับรองของ
ห้องปฏิบัติการเซรามิก
ศูนย์พัฒนา
อุตสาหกรรมเซรามิก

พูดถึงการได้รับการรับรองมาตรฐานห้องปฏิบัติการทดสอบ หรือเป็นที่รู้จักกันในชื่อ มาตรฐาน มอก. 17025 หรือ ISO/IEC 17025 เป็นมาตรฐานว่าด้วยการรับรองความสามารถ ของห้องปฏิบัติการ ซึ่งปัจจุบันเป็นมาตรฐาน มอก. 17025 - 2548 รายละเอียดเพิ่มเติมเกี่ยว กับความรู้ด้านมาตรฐาน สามารถหาอ่านได้จากเว็บไซต์ของสำนักงาน มาตรฐานผลิตภัณฑ์ อุตสาหกรรมที่ www.tisi.go.th ซึ่งในส่วนของห้องปฏิบัติการทดสอบของศูนย์นั้นขอรับรอง ในนามห้องปฏิบัติการเซรามิก ได้ผ่านการรับรองความสามารถของห้องปฏิบัติ การของรายการทดสอบอื่นๆ นอกเหนือจากการทดสอบปริมาณตะกั่วและแคดเมียมอีก 3 รายการ ได้แก่ การทดสอบการหดตัว การดูดซึมน้ำ และการทดสอบการรานตัวตามมาตรฐาน ที่ระบุไว้ในใบรับรอง ***ตามภาพที่ 1-1 และ 1-2***

ตารางที่ 1 มาตรฐานปริมาณตะกั่วในภาชนะเซรามิกประเภทต่าง ๆ

ประเภท	เกณฑ์กำหนดสูงสุดของปริมาณตะกั่ว (Pb)		
	มอก.ประเทศไทย)	FDA (อเมริกา)	BS (ยุโรป)
ภาชนะแบบก้นตื้น	0.8 mg/dm^2	3 mg/L	
ภาชนะแบบก้นลึกขนาดเล็ก	2 mg/L	2 mg/L	
ภาชนะแบบก้นลึกขนาดใหญ่	1 mg/L	1 mg/L	
ถ้วยเครื่องดื่ม	0.5 mg/L	0.5 mg/L	
ขอบของถ้วยเครื่องดื่ม	4 mg/L	4 mg/L	

ที่มา: http://www.nstda.or.th/th/index.php?option=com_content&task=view&id=497&Itemid=66

ตารางที่ 2 มาตรฐานปริมาณแคดเมียมในภาชนะเซรามิกประเภทต่าง ๆ

ประเภท	เกณฑ์กำหนดสูงสุดของปริมาณแคดเมี่ยม (Cd)		
	มอก.602-2546(ประเทศไทย)	ASTM C927.80 (อเมริกา)	BS 6748 (ยุโรป)
ภาชนะแบบก้นตื้น	0.07 mg/dm^2	-	0.07 mg/dm^2
กาชนะแบบก้นลึกขนาดเล็ก	0.5 mg/dm^3	-	0.3 mg/dm^3
ภาชนะแบบก้นลึกขนาดใหญ่	0.25 mg/dm^3	-	0.1 mg/dm^3
ขอบของถ้วยเครื่องดื่ม	0.4 mg/dm^3	0.4 mg/dm^3	-

ที่มา: http://www.nstda.or.th/th/index.php?option=com_content&task=view&id=497&Itemid=66

โครงการสุ่มตัวอย่าง
ภาชนะเซรามิกชนิดเคลือบเพื่อทำการทดสอบปริมาณตะกั่วและแคดเมียม

โครงการนี้เกิดขึ้นเนื่องมาจากผลกระทบของข่าวการปนเปื้อนของสารตะกั่ว และแคดเมียมในภาชนะเซรามิก ซึ่งส่งผลกระทบอย่างมากต่ออุตสาหกรรมเซรามิกลำปาง ถึงแม้จะ ได้มีการแถลงข่าวยืนยันความปลอดภัยของเซรามิกลำปางโดยกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ และรายงานผลการทดสอบจากห้องปฏิบัติที่โรงงานเซรามิกยอมรับเพื่อให้ข้อมูลแก่ผู้บริโภคไปแล้วนั้น จากการทดสอบที่ผ่านมาของห้องปฏิบัติการเซรามิกยืนยันได้ว่าผลิตภัณฑ์เซรามิกลำปางที่ได้สุ่มตัวอย่างจากโรงงาน และท้องตลาดผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ ***(ตารางที่ 1 และตารางที่ 2)*** แต่เพื่อเป็นการเฝ้าระวังศูนย์จึงได้จัดโครงการสุ่มตัวอย่างภาชนะเซรามิก ชนิดเคลือบที่ใช้กับอาหารเพื่อทำการทดสอบ ปริมาณตะกั่วและแคดเมียมที่ละลายจากภาชนะโดยไม่คิดค่าบริการในการทดสอบ (ปกติการทดสอบปริมาณตะกั่วและแคดเมียมมีค่าบริการ 1,000 บาทต่อตัวอย่าง) โดยมีรายละเอียดของโครงการแสดงดังตารางที่ 3 ซึ่งโครงการนี้ได้ดำเนินการอย่างต่อเนื่อง มาเป็นเวลาหลายเดือนแล้ว ภาพกิจกรรม และตัวอย่างบางส่วนที่ผ่านการทดสอบ ***แสดงดังภาพที่ 2, 3, 4, 5***

ตารางที่ 3 รายละเอียดของโครงการสุ่มตัวอย่างฯ

เป้าหมาย	ชนิดของตัวอย่าง (ตามการตกแต่ง)	เกณฑ์กำหนดของตัวอย่างทดสอบ	ระยะเวลาในการทดสอบ	ประเภทของภาชนะ
1. ทำการทดสอบตัวอย่างจากโรงงานเซรามิกในจังหวัดลำปาง จำนวน 4 โรงงาน ต่อเดือน (1 ตัวอย่าง)	1.เคลือบใส 2.เคลือบสี 3.เขียนลายใต้เคลือบ 4.เขียนลายบนเคลือบ/สติ๊กเกอร์	1.จำนวน 12 ชิ้น ต่อ 1 ตัวอย่าง 2.ชนิดของเคลือบสี การตกแต่งและเนื้อผลิตภัณฑ์เป็นชนิดเดียวกัน 3.ผลิต Lot. เดียวกัน	5 วัน ต่อ 1 ตัวอย่าง	1. ภาชนะแบบลึก ขนาดเล็ก Hollowware Small, ความลึก > 25 มม. ปริมาตร < 1.1 ลิตร 2. ภาชนะแบบลึก ขนาดใหญ่ Hollowware Large, ความลึก > 25 มม. ปริมาตร > 1.1 ลิตร 3. Drinking Rim (ภาชนะที่ต้องสัมผัสกับขอบปากภาชนะ) 4. ภาชนะแบบแบน Flatware, ความลึก < 25 มม. 5. ภาชนะแบบแบน Non-Fillable Flatware, ความลึก < 25 มม.

หมายเหตุ *ประเภทของตัวอย่าง ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม วิธีทดสอบตะกั่วและแคดเมียมที่ละลายจากภาชนะเซรามิก ภาชนะเซรามิกแก้ว และภาชนะแก้วที่ใช้กับอาหาร : มอก. 32 – 2546*

ภาพที่ 2
การปฏิบัติการเชิงรุก
ในการเข้าเก็บตัวอย่างที่โรงงานเซรามิก

ภาพที่ 3 สีที่ใช้ในการเขียนลวดลาย

ภาพที่ 4
การเขียนลวดลาย
บนชิ้นงานเซรามิกที่อาศัยทักษะ
ของพนักงานที่มีประสบการณ์

ภาพที่ 5 ผลิตภัณฑ์บางส่วนของโครงการสุ่มตัวอย่างฯ

บทสรุป

จากการทดสอบที่ผ่านมาพบว่า ผลิตภัณฑ์เซรามิกลำปางผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ที่กำหนดไว้เป็นการยืนยันให้แก่ผู้บริโภคได้ว่าผลิตภัณฑ์เซรามิกลำปาง (อ้างอิงตามประเภทของตัวอย่างที่ผ่านการทดสอบ) มีความปลอดภัยต่อผู้บริโภคและผ่านเกณฑ์มาตรฐานในการส่งออกไปยังต่างประเทศ ทั้งนี้การที่ห้องปฏิบัติการเซรามิกของศูนย์ได้รับการรับรองมาตรฐาน มอก.17025-2548 อันเป็นมาตรฐานสากลเป็นที่ยอมรับในระดับโลก สามารถดูได้จากตรารับรอง ที่ปรากฏในใบรายงานผลซึ่งต่างชาติยอมรับช่วยให้ลดค่าใช้จ่ายในการทดสอบซ้ำ เพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันในตลาดโลกได้ หากท่านใดสนใจเข้าร่วมโครงการหรือทำการทดสอบสามารถติดต่อได้ที่ ***งานวิเคราะห์ทดสอบ ศูนย์พัฒนาอุตสาหกรรมเซรามิก*** โทรศัพท์ *0 5428 1884-5* โทรสาร *0 5428 1885* ในวัน/เวลาราชการ

LABORATORY ACCREDITATION
TESTING NO. 0232

ดร. คชินท์ สายอินทวงศ์

การผลิตแผ่นรองเผา ชนิดคอร์เดียไรท์Cordierite มัลไลท์Mullite

ในการเผาผลิตภัณฑ์เซรามิกชนิดต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นถ้วยชาม, ลูกถ้วยไฟฟ้า, สุขภัณฑ์, กระเบื้องหลังคา, ของตกแต่งและอื่นๆ ถ้าเป็นการเผาในเตา Shuttle และ ในเตาอุโมงค์ (Tunnel kiln) นั้นจำเป็นจะต้องใช้อุปกรณ์ที่ช่วยรองรับชิ้นงานไม่ว่าจะเป็นแผ่นรองเผา ขาตั้ง อุปกรณ์support ซึ่งเรามักจะเรียกรวมกันว่า Kiln furniture ซึ่งคุณสมบัติของ Kiln furniture ที่ดีนั้นคือต้องทนอุณหภูมิสูงมากโดยไม่เปลี่ยนรูปร่าง สามารถรับน้ำหนักได้ดีแม้เป็นการรับน้ำหนักที่อุณหภูมิสูง (Refractoriness under load) สามารถทนการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิโดยเฉียบพลันได้ดี (Good thermal shock resistance) มีค่าการนำความร้อนต่ำ ซึ่งในปัจจุบันนี้วัสดุที่นำมาทำ Kiln furniture สำหรับงานอุตสาหกรรมเซรามิกแบบดั้งเดิมนั้นจะมีหลักๆอยู่ด้วยกันสองชนิดคือ เนื้อซิลิคอนคาร์ไบด์ และเนื้อคอร์เดียไรท์-มัลไลท์ ซึ่งมีข้อดีข้อเสียแตกต่างกันไป เนื้อซิลิคอนคาร์ไบด์นั้นจะรับ น้ำหนักของผลิตภัณฑ์ได้มากกว่า โดยเฉพาะการรับน้ำหนักที่อุณหภูมิสูง เพราะซิลิคอนคาร์ไบด์จะมีความแข็งแรงที่อุณหภูมิสูงดีกว่าที่อุณหภูมิปกติ ดังนั้นจึงสามารถทำให้บางลงได้ทำให้น้ำหนักของ Kiln furniture ลดลงได้แต่ข้อเสียของซิลิคอนคาร์ไบด์ คือราคาสูงกว่าเนื้อคอร์เดียไรท์-มัลไลท์ และมีค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากความร้อนสูงกว่าทำให้ค่าความทนการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิโดยเฉียบพลันจะต่ำกว่าเนื้อคอร์เดียไรท์-มัลไลท์ แต่ผู้ผลิตแผ่นซิลิคอนคาร์ไบด์ลดปัญหาการแตกร้าวลงโดยทำเป็นช่อง Slit ไว้ใน แต่ละด้าน ของแผ่นเพื่อช่วยเรื่องปัญหาการเกิด Spalling นอกจากนี้ปัญหาอีกอย่าง ของเนื้อซิลิคอนคาร์ไบด์คือยังมีโอกาสเกิดซิลิกาขึ้นที่ผิวของชิ้นงานซึ่งจะมีลักษณะเป็นแผ่นฟิล์มสีขาวขุ่นที่ผิว สาเหตุเกิด เนื่องมาจากวัตถุดิบที่นำมาผลิตหรือเกิดจากการเผา หรือปริมาณเนื้อแก้วที่อยู่ในซิลิคอนคาร์ไบด์ ซิลิกาที่เกิดขึ้นบนผิวของซิลิคอนคาร์ไบด์นี้จะทำให้ความแข็งแรงลดลง และเศษซิลิกาอาจหลุดล่อนแล้วปลิวไปติดกับชิ้นงานที่เราต้องการเผาทำให้เกิดตำหนิขึ้นที่ผิวของผลิตภัณฑ์ได้

สำหรับเนื้อคอร์เดียไรท์-มัลไลท์นั้น เป็นวัสดุที่เหมาะ ในการทำเป็น Kiln furniture เนื่องจากมีข้อดีในเรื่องความทนทานที่อุณหภูมิสูงของ Mullite และค่า COE ที่ต่ำมากของ Cordierite ทำให้เกิดเป็นผลิตภัณฑ์ที่ทน Thermal shock ได้ดี และรับน้ำหนักที่อุณหภูมิสูงได้ดี ซึ่งเป็นการผสมผสานกัน ระหว่างข้อดีของเฟสทั้งสองส่วนที่มารวมกันเป็นเนื้อเดียวกัน

Cordierite (คอร์เดียไรท์)

สูตรเคมีคือ *$2MgO2Al_2O_35SiO_2$* ***มี*** *MgO 13.7% Al_2O_3 34.9% SiO_2 51.4%*

เป็นชื่อของนักธรณีวิทยาชาวฝรั่งเศส Pierre Louis.A. Cordier (1777 -1861). คอร์เดียไรท์ในธรรมชาตินั้นเป็นแร่ที่หายากมาก เนื่องจากอุณหภูมิที่เกิดคอร์เดียไรท์นั้นแคบมาก ดังนั้นคอร์เดียไรท์ที่ใช้ในอุตสาหกรรมนั้นจะถูกสังเคราะห์ขึ้นมาจากวัตถุดิบต่างๆ เช่นดินดำ,ดินขาว,Grog,Molochite,Talcum,Magnesite ดังนั้นควรทำความเข้าใจด้วยว่าผงคอร์เดียไรท์ที่เราซื้อมาใช้นั้นมาจากขั้นตอนการสังเคราะห์ทั้งสิ้น แม้ว่าข้างถุงจะเขียนว่าคอร์เดียไรท์ก็ตามแต่ก็ไม่ได้หมายความว่ามันถูกขุดขึ้นมาจากเหมืองเหมือนอย่างดินหรือเฟลด์สปาร์

คุณสมบัติที่สำคัญของคอร์เดียไรท์คือมีค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากความร้อน (COE) ต่ำมาก ~ $1.5\text{-}2x10^{-6}$ 1/ $^{\circ}C$ จึงเหมาะอย่างยิ่งสำหรับการนำมาใช้ทำแผ่นรองเผาสำหรับเซรามิก เนื่องจากจะต้องมีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในระหว่างการเผาและช่วงการเย็นตัว ซึ่งคอร์เดียไรท์จะมีความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิโดยเฉียบพลันได้ดี คอร์เดียไรท์มีจุดหลอมตัวที่ 1460 $^{\circ}C$ ความถ่วงจำเพาะ 2.6 g/cc

Mullite (มัลไลท์)

สูตรเคมีคือ $3Al_2O_3 2SiO_2$ มี Al_2O_3 72% SiO_2 28%

ในธรรมชาติแร่มัลไลท์มีพบได้น้อยมากดังนั้นมัลไลท์ส่วนใหญ่จึงมาจากการสังเคราะห์ มัลไลท์สามารถสังเคราะห์ได้จากวัตถุดิบที่ประกอบไปด้วย Al_2O_3 และ SiO_2 ได้แก่ ดินขาว, ดินดำ, อลูมิน่า, วัตถุดิบที่เป็น SiO_2 ได้แก่ ทราย, Quartz, แกลบ, ไดอะตอมไมท์, ซิลิกาเจล มีค่าความถ่วงจำเพาะอยู่ที่ 3.2 g/cc มีจุดหลอมตัวสูง (~1870 °C) มีความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิโดยเฉียบพลัน มีค่า COE ปานกลาง~$5x10^{-6}$ 1/°C ซึ่งสูงกว่าคอร์เดียไรท์มากแต่ถ้าเทียบกับเซรามิกเนื้ออื่นๆก็ถือได้ว่ามีค่า COE ไม่ถึงกับสูงมากนัก มีความทนทานต่อแรงกดเป็นเวลานานๆได้สูง มีความทนทานต่อสารเคมีสูง มีการนำความร้อนต่ำ (รายละเอียดของมัลไลท์จะนำมาเขียนถึงในฉบับหน้าครับ)

วัตถุดิบที่นำมาใช้ในการผลิตคอร์เดียไรท์-มัลไลท์

ดินดำ

ดินดำที่นำมาใช้ในการผลิตเนื้อคอร์เดียไรท์นั้นจะต้องเป็นดินที่มีความเหนียวที่ดีและมีค่าความทนไฟค่อนข้างสูง ซึ่งควรจะมีสัดส่วนของ Al_2O_3 อยู่ในปริมาณที่มากกว่าดินดำปกติ และควรมีค่า %Alkali ทั้ง Na_2O และ K_2O ต่ำมากๆ เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดเนื้อแก้วขึ้นภายในเนื้อคอร์เดียไรท์หลังเผาเพราะเนื้อแก้วที่เกิดขึ้นในแผ่นรองเผา จะทำให้แผ่นรองเผาอ่อนตัวลงในขณะเผาที่อุณหภูมิสูงจนทำให้แผ่นรองเผาแอ่น (Bending) และไม่สามารถใช้งานได้ในที่สุด จุดประสงค์ในการใช้งานดินดำก็เพื่อต้องการความเหนียวเพื่อให้สามารถขึ้นรูปได้ทั้งแบบ Press และ Extrude รวมทั้งต้องการ Al_2O_3 และ SiO_2 จากองค์ประกอบของดินเพื่อให้เกิดเฟส Mullite ขึ้น

ดินขาว

ควรจะมีสัดส่วนของ Al_2O_3 อยู่ในปริมาณที่มากกว่าดินขาวที่ใช้งานปกติ และควรมีค่า %Alkali ทั้ง Na_2O และ K_2O ต่ำมากๆ เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดเนื้อแก้วขึ้น การที่ใส่ดินขาวลงไปแทนที่ดินดำบางส่วนเพื่อต้องการลด %การหดตัวหลังอบแห้งของชิ้นงานให้มีการหดตัวน้อยที่สุด เนื่องจากถ้ามี%การหดตัวสูงจะทำให้เกิดปัญหารอยร้าวเล็กๆที่ขอบของชิ้นงานก่อนเผาได้

Molochite

ทำมาจากดินขาวที่ผ่านการเผาที่อุณหภูมิสูงโดยนำมาบดและทำการคัดขนาดมีองค์ประกอบของออกไซด์โดยประมาณคือ Al_2O_3 42% SiO_2 54.5% Fe_2O_3 <1% Na_2O/K_2O <2%สำหรับเฟสในเนื้อของ Molochite นั้นประกอบด้วย Mullite 55% Amorphous silica 45% มีค่า COE $4.5x10^{-6}$ 1/°Cและค่า ความถ่วงจำเพาะ 2.7 ค่าความทนไฟอยู่ที่ PCE 34-35 (~1750-1770 °C) จุดประสงค์ในการเติม Molochite ลงไปในสูตรเนื้อดินก็เพื่อให้เกิดเฟสของมัลไลท์ขึ้นภายในเนื้อของแผ่นรองเผา

Kyanite

สูตรเคมี $Al_2O_3SiO_2$ มี Al_2O_3 62.9% SiO_2 37.1%มี Polymorphism คือ Silimanite, AndalusitePCE 36-38 ถ.พ 3.5-3.7 Hardness 4-5 แหล่งที่พบมากอยู่ที่ บราซิล, อินเดีย, อเมริกา, เซอร์เบีย, รัสเซีย, จีน Kyanite มักใช้ในอุตสาหกรรมวัสดุทนไฟเป็นส่วนใหญ่ Kyanite นั้นจะมีการขยายตัวขณะเปลี่ยนเฟสไปเป็น Mullite สูงซึ่งการขยายตัวนั้นก็จะขึ้นอยู่กับขนาดของอนุภาคของตัว Kyanite เอง ถ้าอนุภาคมีขนาดใหญ่ก็จะทำให้เกิดการขยายตัวสูงขึ้นด้วย ดังนั้นถ้าจะนำ Kyanite ไปทำวัสดุทนไฟที่เป็น Brick นั้น ควรทำการ Calcine Kyanite ก่อนสำหรับรายละเอียดของแร่ในกลุ่มนี้ทั้งสามตัวจะนำมา เขียนถึงในโอกาสต่อไปครับ

Magnesite

สูตรเคมี $MgCO_3$ มี MgO 47.8 % CO_2 52.2 %ความถ่วงจำเพาะ ~3.0 ความแข็ง 4มักเกิดอยู่ร่วมกับ โดโลไมท์ $Ca,Mg(CO_3)_2$) และหินปูน การใช้งานในอุตสาหกรรมเซรามิก

- ใช้ในอุตสาหกรรมวัสดุทนไฟ แผ่นคอร์เดียไรท์
- ใช้ทาแผ่นรองเผา
- ใช้ในเคลือบกระเบื้องเซรามิก
- ใช้ทำเคลือบหลังกระเบื้องไม่ให้ติด Roller
- MgO เป็นตัวเติมเพื่อปรับคุณสมบัติของ New ceramic หลายชนิด

Talcum

สูตรเคมี $3MgO4SiO_2$ H_2O 64%SiO2 31%MgO 5%H_2O ความถ่วงจำเพาะ~ 2.7 ความแข็ง 1 โครงสร้างผลึกแบบ T:O:T สลายน้ำในโครงสร้างผลึกที่ 900°C เกิดการบวมน้ำ (Swelling) ทำให้น้ำดินเกิด Thixotropic *(รายละเอียดอ่านได้ในวารสาร เซรามิกฉบับที่ 27 มกราคม-เมษายน 2551)* การเติมทัลคัมลงไปในสูตรสำหรับทำเนื้อคอร์เดียไรท์ก็เพื่อต้องการปริมาณของ MgO และ SiO_2 จากทัลคัม

กระบวนการผลิต Kiln furniture

การเตรียมเนื้อดินสำหรับการผลิตแผ่นรองเผาเนื้อคอร์เดียไรท์นั้นมีการเตรียมได้หลายแบบขึ้นกับกระบวนการขึ้นรูปได้แก่

1.การเตรียมแบบเปียกและทำให้เป็นเม็ดดิน โดยใช้ Spray dryer ใช้สำหรับการขึ้นรูปแบบอัด (Pressing)

2.การเตรียมแบบเปียกและกำจัดน้ำบางส่วนโดยใช้ Filter press ใช้สำหรับการขึ้นรูปแบบรีด, จิ้กเกอร์, Roller head machine

3.การเตรียมแบบแห้ง ใช้สำหรับการขึ้นรูปแบบอัด (Pressing)

ซึ่งโรงงานผู้ผลิตรายใหญ่ในประเทศไทยที่มีอยู่ด้วยกัน 3 ราย คือบริษัทสยามเอ็นจีเคเทคโนเซอรา จำกัด, บริษัทอิเมอรี่สคิล์นเฟอร์นิเจอร์ (ประเทศไทย) จำกัด และบริษัทภัทรารีแฟรกทอรี่ จำกัด ก็มีกระบวนการผลิตที่แตกต่างกันไปขึ้นกับเครื่องจักรที่แต่ละที่มีอยู่รวมทั้งลักษณะของผลิตภัณฑ์

การเตรียมแบบเปียกและทำให้เป็นเม็ดดิน โดยใช้ Spray dryer สำหรับการขึ้นรูปแบบอัด

เริ่มต้นจากการนำวัตถุดิบที่จะใช้ในการผลิตเนื้อดินมาตีผสมให้เข้ากัน โดยใช้ High speed blunger โดยตีดินดำและดินขาวให้แตกตัวเป็นสลิปก่อนแล้วจึงเติม Molochite ขนาดต่างๆลงไป แล้วจึงเติม Magnesite หรือทัลคัม (ขึ้นอยู่กับสูตรที่ใช้) การเตรียมน้ำดินจะไม่ใช้การบดด้วยหม้อบด เนื่องจากเราต้องการค่าขนาดของอนุภาคที่แตกต่างกันไปของ Molochite เพื่อช่วยในเรื่องคุณสมบัติที่เกี่ยวข้องกับความทนไฟและการทนต่อการเกิด Spalling เมื่อกวนวัตถุดิบทุกอย่างจนเข้ากันดีแล้วจึง Pump ไปรอการ Spray ซึ่งควรมีการ Aging น้ำดินในช่วงกระบวนการนี้ก่อนอย่างน้อย 6-8 ชั่วโมงเพื่อให้ดินมีความเหนียวที่ดีขึ้นแล้วจึงผ่าน Piston pump เพื่อเข้าสู่ Spray chamberไปทำการระเหยน้ำต่อไป หลังผ่านการ Spray ก็จะได้เม็ดดินที่มีลักษณะเป็น Granule ลักษณะกลมคล้ายโดนัท มีการควบคุมความชื้นตามที่การขึ้นรูปต้องการ ซึ่งอยู่ในช่วง 8-10% ขึ้นกับปริมาณดินดำในสูตรและค่าการกระจายตัวของขนาดอนุภาค (Grain size distribution) หลังจากได้ผงดินแล้วจะต้องนำผงดินไปหมักเพื่อให้เกิดความสม่ำเสมอของความชื้นอย่างน้อย 24 ชั่วโมง แล้วจึงนำไปขึ้นรูปโดยใช้เครื่องอัดไฮโดรลิก (Hydraulic pressing machine)

แผ่น Cake ที่ได้จากการทำ Filter press

Extrude batt

Roller head machine

การเตรียมแบบเปียกและกำจัดน้ำบางส่วนโดยใช้ Filter press สำหรับการขึ้นรูปแบบรีด

เริ่มต้นจากการตีกวนผสมวัตถุดิบต่างๆให้เป็นน้ำสลิป แล้วจึงนำไปผ่าน Filter press หลังจากนั้นจึงนำ Cake ที่ได้ไปผ่าน Pug mill เพื่อผสมให้เนื้อดินมีความชื้นสม่ำเสมอขึ้นเนื่องจากความชื้นในจุดต่างๆของ Cake อาจไม่เท่ากัน แล้วนำไปเข้า Extruder เพื่อทำการขึ้นรูปต่อไป โดยอาจจะขึ้นรูปจากเครื่อง Extrude เลย ซึ่งจะต้องมีการออกแบบหัว Die ให้ได้ลักษณะตามที่เราต้องการเช่นเสาทรงกระบอก หรือแผ่นรองเผา หรืออาจจะรีดมาให้เป็นแท่งแล้วนำไปตัดเพื่อส่งไปขึ้นรูปแบบ Jigger หรือ Roller head ต่อไปในกรณีที่ต้องการขึ้นรูป Kiln furniture สำหรับรองเผาจาน หรือผลิตภัณฑ์ที่มีรูปทรงพิเศษ

การเตรียมผงดินแบบแห้ง (Dry process)

เป็นกระบวนการเตรียมเนื้อดินแบบแห้ง โดยไม่ต้องอาศัยการบดวัตถุดิบให้เป็นสลิปก่อนแต่จะอาศัยการบดโดยใช้เครื่องจักรที่เป็นแบบแห้งทั้งหมด และมาเติมน้ำลงไปเล็กน้อยเพื่อช่วยในการขึ้นรูปเริ่มจากการบดย่อยวัตถุดิบ แล้วนำมาชั่งตามสูตร ใส่ลงไปใน Dry pan mill, Dry mixing, Muller mill, Edge runner เพื่อผสมให้เข้ากัน แล้วเติมน้ำหรือ Binder อื่นๆลงไปเล็กน้อย การเตรียมเนื้อดินโดยวิธีการนี้จะใช้ผงคอร์เดียไรท์ที่ผ่านการสังเคราะห์มาแล้วหรือ Chamotte ของผลิตภัณฑ์ที่เป็นเนื้อคอร์เดียไรท์ต่างๆเช่น แผ่นรองเผาที่เป็นของเสีย, Honey comb ที่มีตำหนิแล้วนำมาบดให้ได้ความละเอียดตามที่ต้องการเนื่องจากว่าการผสมแบบแห้งนี้วัตถุดิบ ต่างๆที่นำมาผสมจะมีความเข้ากันได้น้อย กว่าการบดเปียกหรือการผสมแบบเปียก ดังนั้นถ้านำวัตถุดิบต่างๆมาใช้การผสมแบบแห้งอาจจะได้เฟสของคอร์เดียไรท์ที่ไม่สม่ำเสมอได้

Muller mill

Edge runuer mill

Dry mixing machine

Dry pan mill

การเรียงแบบตั้งเผา

การขึ้นรูปผลิตภัณฑ์

หลังจากกระบวนการเตรียมเนื้อดินแล้วจึงนำเนื้อดินที่ได้ไปขึ้นรูป โดยกระบวนการขึ้นรูปนั้นจะขึ้นกับประเภทของเนื้อดินที่เตรียมขึ้น ในกรณีที่เป็นเนื้อดินแบบแห้งทั้งจากกระบวนการ Spray dryer หรือ Dry process จะใช้การขึ้นรูปแบบอัดโดยใช้เครื่องอัดแบบไฮโดรลิกหรือบางโรงงานก็ยังมีการใช้ Friction press อยู่ โดยที่อาจเป็นการขึ้นรูปเป็นแผ่น Slab ธรรมดาหรือ Mould อาจมีการออกแบบให้สามารถรองรับผลิตภัณฑ์ชนิดพิเศษที่ต้องการแผ่นรองเผาที่สามารถรองตำแหน่งต่างๆของชิ้นงานได้ เช่นการเผาพวกกระเบื้องหลังคาที่มี Profile ที่ซับซ้อนหรือพวกครอบหลังคาหรือสุขภัณฑ์บางแบบ

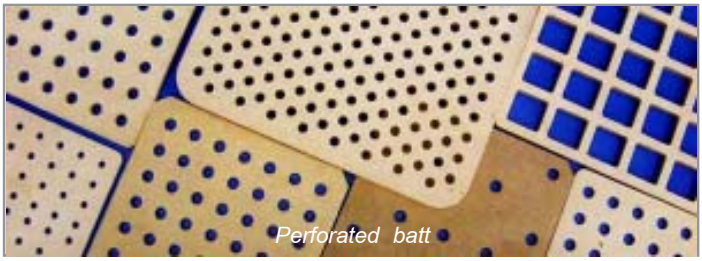
ส่วนการเตรียมเนื้อดินแบบกึ่งเปียก (Semi wet process) จะใช้สำหรับการขึ้นรูปแบบ Extrude เพื่อใช้สำหรับการผลิตแผ่นรองเผาแบบรีด (Extrude batt) ซึ่งข้อดีของแผ่นรองเผาแบบ นี้คือจะมีความแข็งแรงดีกว่าแผ่นรองเผาที่ขึ้นรูปด้วยการอัดแบบและช่วยลดปริมาณ Gas consumption เนื่องจากแผ่น Extrude batt จะมีรูตรงกลางแผ่นทำให้ลดน้ำหนักของแผ่นรองเผาลงไปได้ นอกจากการขึ้นรูปแบบExtrudeแล้ว เนื้อดินชนิดนี้ยังใช้สำหรับการขึ้นรูปแบบ Jigger หรือ Roller head ได้อีกด้วย

แผ่นรองเผาเนื้อคอร์เดียไรท์ชนิดต่าง ๆ

ภาพตำหนิรอยร้าวและจุดเหล็กที่ผิวชิ้นงาน

Grooved batt

แผ่นรองเผาเนื้อคอร์เดียไรท์ชนิดต่าง ๆ


Perforated batt

การอบแห้งและการเผา

เมื่อผ่านกระบวนการขึ้นรูปแล้วก็จะถึงกระบวนการที่สำคัญคือขั้นตอนของการอบแห้ง สำหรับชิ้นงานที่ขึ้นรูปด้วย Extrude นั้นจะมี%น้ำอยู่ภายในชิ้นงานสูงประกอบกับมีดินดำในสูตรอยู่ปริมาณมากเนื่องจากต้องการความเหนียวสำหรับการขึ้นรูปดังนั้นในระหว่างการอบจะเกิดการหดตัวของชิ้นงานอย่างมาก ซึ่งต้องระวังในขั้นตอนของการอบแห้งให้ดีโดยเฉพาะ ตรงจุดวิกฤตของการอบแห้งมิฉะนั้นจะเกิดปัญหาการแตกร้าวของชิ้นงานได้

สำหรับขั้นตอนการเผานั้นจะมีทั้งเผาโดยใช้ Shuttle kiln และ Tunnel kiln ซึ่งในขั้นตอนนี้สิ่งที่ต้องคำนึงถึงคือเทคนิคการเรียงของเข้าเตาเผา เพื่อป้องกันไม่ให้แผ่นรองเผาบิดเบี้ยว ขณะทำการเผาหรือเกิดการแตกร้าวจากการกดทับกันของชิ้นงานนอกจากนี้เทคนิคในการเรียงเผา ที่เหมาะสมก็จะช่วยให้เผาชิ้นงานได้จำนวนมากขึ้นทำให้ประหยัดค่าก๊าซ ใน การเผาได้มาก โดยถ้าเป็นแผ่นรองเผาขนาดเล็กจะใช้การเรียงเผาแบบซ้อนกัน แต่ถ้าเป็นแผ่นรองเผาขนาดใหญ่ (มากกว่า 40 cm. ขึ้นไป)จะใช้การเรียงแบบตั้งโดยจะมีอิฐทนไฟเรียงประกบด้านนอก ส่วนในระหว่างแผ่นก็จะใช้แผ่นรองเผาที่เผาแล้วที่เป็นตำหนิมาวางขั้นไว้ในระหว่างแผ่นเพื่อป้องกันการบิดเบี้ยวในระหว่างการเผา อุณหภูมิในการเผาจะอยู่ในช่วง 1300-1350 °C ซึ่งเป็นช่วงที่มีการเกิดเฟสของคอร์เดียไรท์ได้ดีที่สุด

เมื่อผ่านขั้นตอนการเผาแล้วก็จะนำไปคัดเลือกเพื่อแยกแผ่นรองเผาที่มีตำหนิออกไป โดยตำหนิที่พบบ่อยคือร้าวที่ขอบร้าวที่รูมีจุดเหล็กอยู่ที่ผิวหน้า บิดเบี้ยว โก่ง-แอ่น ขนาดมีความผันแปรสูง หลังจากการคัดของตำหนิออกไปแล้วก็จะมีการ เคลือบผิวด้วยเอนโกบที่ประกอบไปด้วยดินขาว และอลูมิน่า เพื่อช่วยป้องกันเวลามีเคลือบไปติดกับแผ่นรองขณะเผา

การใช้งานแผ่นรองเผากับการเผาสุขภัณฑ

การใช้งานแผ่นรองเผากับการเผาสุขภัณฑ์

การใช้งานแผ่นรองเผาเนื้อคอร์เดียไรท์-มัลไลท์นั้นจะขึ้นอยู่กับขนาดของชิ้นงานที่เราต้องการจะเผา และลักษณะพิเศษของชิ้นงาน เช่น Groove batt จะใช้สำหรับการเผากระเบื้อง หรือผลิตภัณฑ์ที่ต้องการความสม่ำเสมอของความร้อนทั้งด้านบนและด้านล่าง Extrude batt เหมาะสำหรับงานชิ้นใหญ่และมีน้ำหนักมากเนื่องจากแผ่นรองเผาชนิดนี้จะรับน้ำหนักได้มากกว่า Perforated batt เหมาะสำหรับงานที่ต้องการความทั่วถึงของความร้อน นอกจากนี้ยังช่วยลดปริมาณการใช้เชื้อเพลิงลงไปได้ด้วย เนื่องจากแผ่นจะมีการเจาะรูทั่วไปเพื่อให้ความร้อนสามารถถ่ายเทได้และน้ำหนักเบาขึ้น

ปัญหาที่พบมากสำหรับการใช้งานแผ่นรองเผาเนื้อคอร์เดียไรท์-มัลไลท์คือจะมีการแตกร้าว เมื่อใช้งานไปหลายรอบเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิโดยเฉียบพลัน นอกจากนี้ก็มีปัญหาเรื่องการยุบตัวของแผ่น (Sag)จนทำให้แผ่นแอ่นจนไม่สามารถวางชิ้นงานสำหรับการเผาได้ สาเหตุเนื่องมาจากการเกิดเนื้อแก้วจำนวนมากในเนื้อคอร์เดียไรท์-มัลไลท์

ดร.สิริพรรณ นิลไพรัช

สถานภาพ อุตสาหกรรมเซรามิก ในประเทศไทย

เครื่องปั้นดินเผา
บ้านมอญ นครสวรรค์

เซรามิก เป็นผลิตภัณฑ์อย่างหนึ่งที่สามารถพบเห็นได้ทั่วไปในชีวิตประจำวัน มีตั้งแต่ผลิตภัณฑ์ที่มีราคาถูก เช่น หม้อ กระถาง ไห ถ้วยกาแฟ เรื่อยไปจนถึงผลิตภัณฑ์ที่มีความสวยงามและราคาแพง เช่น เครื่องเบญจรงค์ ผลิตภัณฑ์โบนไชน่า รวมทั้งผลิตภัณฑ์ที่จัดเป็นงานศิลปะ จุดเริ่มต้นของการผลิต เซรามิกมาจากความต้องการภาชนะ หรือสิ่งของเครื่องใช้ในการดำรงชีวิตประจำวันและได้มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องทั้ง ในด้านรูปแบบและประโยชน์ใช้สอยที่เปลี่ยนไปตามยุคสมัย สำหรับปัจจุบันการผลิตเซรามิกสามารถแบ่งได้เป็น 3 ระดับ คือ

1. เครื่องปั้นดินเผาพื้นบ้าน ชุมชนเครื่องปั้นดินเผาพื้นบ้านในประเทศไทย มีกระจายอยู่ทั่วทุกภูมิภาคนับหลายร้อยชุมชน การผลิตเครื่องปั้นดินเผาพื้นบ้านส่วนใหญ่เป็นอุตสาหกรรมในครัวเรือน ใช้แรงงานภายในครอบครัวเป็นหลัก โดยส่วนใหญ่จะทำเป็นอาชีพเสริมในยามว่างจากการ ประกอบอาชีพหลักทางการเกษตร ผู้ผลิตส่วนมากจะอยู่รวมกันเป็นกลุ่มในชุมชน เดียวกัน อย่างไรก็ตามการรวมกลุ่มมักเป็นแบบหลวมๆ ขาดการจัดการที่มีประสิทธิภาพทั้งในด้านการ ผลิตและการจัดจำหน่าย ตลอดจนถึงการขอรับการสนับสนุนจากหน่วยงานราชการ

การเผาดาด
หรือเผากลางแจ้ง

เครื่องปั้นดินเผาพื้นบ้าน

กระบวนการผลิตและรูปแบบผลิตภัณฑ์ส่วนใหญ่ได้รับการถ่ายทอดกันมาจากบรรพบุรุษ โดยสะท้อนให้เห็นถึงภูมิปัญญาชาวบ้านของชาวบ้านในแต่ละท้องถิ่น วัตถุดิบหลักในการผลิตหากันเองภายหมู่บ้านหรือพื้นที่ใกล้เคียงการขึ้นรูปและการเผาอาศัยความชำนาญของผู้ประกอบการเป็นหลัก ซึ่งทำให้มีจุดเด่นที่ผลิตภัณฑ์จะมีลักษณะเฉพาะตัวของผู้ผลิต แต่ก็ยากต่อการควบคุมภาพให้มีมาตรฐานเดียวกัน ได้เช่นเดียวกัน ผลิตภัณฑ์ส่วนใหญ่จะมีพ่อค้าคนกลางมารับไปจำหน่ายต่อมีบางส่วนที่จำหน่ายปลีกในชุมชน

ปัญหาหลักของผู้ผลิตในกลุ่มนี้ก็คือผลิตภัณฑ์มีคุณภาพไม่สม่ำเสมอ ผู้ผลิตขาดเงินทุน และความกล้าในการลงทุนเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์รวมถึงการคิดรูปแบบผลิตภัณฑ์และหาตลาดใหม่ๆ นอกจากนั้นผู้ผลิตส่วนใหญ่ขาดความรู้ความเข้าใจในการคำนวณต้นทุนการผลิต โดยมักละเลยการคิดต้นทุนที่มิได้จ่ายเป็นตัวเงินโดยตรง เช่น ค่าแรงงานของผู้ผลิต รวมถึงวัตถุดิบบางชนิดที่มองว่า “ได้เปล่า” เช่น ดินเหนียวในบางแหล่งที่มีแหล่งดินสาธารณะที่ผู้ผลิตสามารถไปขุดได้โดยไม่ต้องซื้อเป็นต้น ทำให้ผู้ผลิตไม่ทราบต้นทุนในการผลิตที่แท้จริงจึงมักถูกกดราคาโดยพ่อค้าคนกลางได้ง่าย

ความช่วยเหลือที่ผู้ผลิตในกลุ่มนี้ต้องการส่วนมากจะเป็นในเรื่องการลงทุน ทั้งในรูปตัวเงินหรือปัจจัยในการผลิต เช่น เครื่องไม้เครื่องมือ เตาเผา โรงเรือน ฯลฯ รวมถึงการหาตลาดใหม่ๆ สำหรับการจัดอบรมเพื่อถ่ายทอดความรู้โดยหน่วยงานราชการนั้นพบว่าหลายครั้งผู้เข้ารับการอบรม มักไม่ได้นำความรู้จากการอบรมไปใช้ประโยชน์ ทั้งนี้เนื่องจากไม่คุ้นเคยและขาดความชำนาญขาดความมุ่งมั่น และความพยายามที่จะนำความรู้จากการอบรมไปทดลอง และพัฒนาสินค้าทำให้ผู้ผลิตไม่สามารถพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้สอดคล้องกับความต้องการของตลาดในการพัฒนาจึงต้องมุ่งให้ผู้ผลิต เกิดแรงจูงใจในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ ทั้งในด้านคุณภาพและรูปแบบผลิตภัณฑ์โดยเน้นให้เห็นถึงประโยชน์ที่จะได้รับรวมถึงให้กำลังใจให้เกิดความพยายาม ในการพัฒนาทักษะในการผลิตและการจัดการนอกเหนือจากการพัฒนาด้านเทคโนโลยีและอื่นๆ

2. **อุตสาหกรรมกึ่งหัตถกรรม** ผู้ผลิตเซรามิกกลุ่มนี้เกิดจากผู้ประกอบการเครื่องปั้นดินเผาในกลุ่มแรกที่มีหัวคิดก้าวหน้ามีการพัฒนาทั้งผลิตภัณฑ์ และกระบวนการผลิตให้ได้มาตรฐานเป็นที่ยอมรับของตลาดมากขึ้น ผู้ผลิตในกลุ่มนี้ อาทิ กลุ่มบ้านด่านเกวียน จ.นครราชสีมา บ้านทุ่งหลวง จ.สุโขทัย เครื่องปั้นดินเผาเวียงกาหลง จ.เชียงราย เครื่องปั้นดินเผา บ้านมอญ จ. นครสวรรค์ โรงผลิตโอ่ง จ.ราชบุรี เกาะเกร็ด จ.นนทบุรี เป็นต้น กระบวนการผลิตมีทั้งที่ยังคงรูปแบบดั้งเดิมและที่นำเทคโนโลยี สมัยใหม่เข้ามาช่วย เช่น การใช้แป้นหมุน การหล่อน้ำดิน การผลิตยังใช้แรงงานเป็นหลักและมีการนำเครื่องจักรมาใช้ในการเตรียมวัตถุดิบ และขึ้นรูปเพื่อลดการใช้แรงงานและเพิ่มกำลังการผลิตวัตถุดิบจะมีทั้งที่หาเองและ ซื้อวัตถุดิบสำเร็จรูปมาใช้ เช่น ดินขาว ฟลักซ์ เคลือบ มีการนำระบบธุรกิจมาใช้ในการจัดการผลิตมากขึ้น มีการผลิตอย่างต่อเนื่องการผลิตมีทั้งแบบต่างคนต่างทำในครอบครัว หรือรวมกลุ่มกันเป็น

เครื่องปั้นดินเผาเวียงกาหลง จ.เชียงราย

การซื้อขายสินค้าในหมู่บ้าน

กิจการขนาดเล็กที่มีการแบ่งหน้าที่การรับผิดชอบอย่างชัดเจน เทคนิคการผลิตมีการ ถ่ายทอดกันภายในกลุ่มจากรุ่นสู่รุ่น ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตมีทั้งสินค้าที่มีราคาต่ำ จนถึงงานศิลปะที่มีราคาสูงโดยมีตลาดทั้งในประเทศ และต่างประเทศ

ในการผลิตมีการจัดการด้านวัตถุดิบ เช่น การเก็บสำรองวัตถุดิบและการเตรียมวัตถุดิบเพื่อรักษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ มีการพัฒนาผลิตภัณฑ์และรูปแบบใหม่ๆ อย่างต่อเนื่องเพื่อสร้างตลาดใหม่ ช่วยให้ผู้ผลิตสามารถกำหนดราคาได้เอง อย่างไรก็ตามในหลายแหล่งผลิตภัณฑ์ยังมีคุณภาพไม่สม่ำเสมอ

รูปแบบการบริหารจัดการมีทั้งแบบธุรกิจครอบครัวและกึ่งอุตสาหกรรมโดยมีการลงทุนในการผลิต และมีการคำนึงถึงต้นทุนของปัจจัยการผลิตทั้งหมดซึ่งรวมทั้งค่าแรงซึ่งต้องจ้างแรงงานเป็นส่วนใหญ่ เนื่องจากเจ้าของมักจะต้องทำงาน ในด้านการบริหารจัดการรวมถึงการตลาดมากขึ้นจนไม่สามารถทำงานด้านการผลิตด้วยตัวเอง

ในการขอรับความช่วยเหลือมักต้องการคำแนะนำด้านเทคนิคในการผลิต การจัดหาเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิต การแก้ปัญหาในการผลิต เช่น การลดความเสียหายการให้ความช่วยเหลือผู้ผลิตกลุ่มนี้มักได้รับตอบสนองที่ดีหากไม่ทำให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้นมากนัก เนื่องจากผู้ผลิตส่วนใหญ่จะประกอบอาชีพในการผลิตเครื่องปั้นดินเผาเป็นอาชีพหลักจึงมีความกระตือรือร้นในการพัฒนาการผลิตของตนมากกว่าชาวบ้านที่ผลิตเครื่องปั้นดินเผาเป็นอาชีพเสริม

3.**อุตสาหกรรม** ผู้ผลิตเซรามิกกลุ่มนี้จัดเป็นกิจการขนาดใหญ่มีการลงทุนในระดับหลายสิบล้านบาทขึ้นไป ซึ่งบางครั้งอาจต้องมีการลงทุนร่วมระหว่างผู้ประกอบการในประเทศกับต่างประเทศ หรือผู้ประกอบการจากต่างประเทศเข้ามาลงทุนในประเทศไทยโดยตรง ลักษณะการผลิตและการบริหารงานองค์กรเป็นแบบอุตสาหกรรมเต็มรูปแบบมีการนำเทคโนโลยีและเครื่องจักร สมัยใหม่จากต่างประเทศเข้ามาใช้ในการผลิต เช่น เครื่องจักรในการขึ้นรูป เตาเผาที่ควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ เป็นต้น ทำให้มีกำลังผลิตสูงช่วยลดต้นทุนในการผลิต และสินค้าที่ได้มีมาตรฐานอย่างเดียวกันผู้ผลิตในกลุ่มนี้จึงสามารถสร้าง ตราของตัวเองให้เป็นที่ยอมรับจากตลาดได้โรงงานอุตสาหกรรมเซรามิกขนาดใหญ่ใน ประเทศไทยส่วนใหญ่อยู่ในเขตภาคกลาง เช่น สระบุรี ราชบุรี สมุทรสาคร และบางส่วนอยู่ภายในนิคมอุตสาหกรรม สำหรับสินค้าที่ผลิต อาทิ กระเบื้องปูพื้นและผนัง สุขภัณฑ์ เครื่องถ้วยชาม ลูกถ้วยไฟฟ้า เป็นต้น

เครื่องใช้บนโต๊ะอาหาร
(ที่มา : http : www.alibaba.com)

สุขภัณฑ์ (ที่มา : http : // www.propertyexpat.org)

การเผาผลิตภัณฑ์ในระดับอุตสาหกรรม

ความช่วยเหลือที่ผู้ผลิตในกลุ่มนี้ต้องการมักจะอยู่ในระดับของนโยบายภาครัฐเช่น นโยบายการส่งเสริมการลงทุน มาตรการณ์ ด้านภาษีในการนำเข้า วัตถุดิบ อุปกรณ์และเครื่องจักรในการผลิตข้อตกลงทางการค้าที่จะมีผลต่อการนำเข้าและส่งออกสินค้า ฯลฯ รวมถึงการขอ การสนับสนุนด้านวิชาการและเทคโนโลยีที่จำเป็น เช่น การทดสอบและ ขอใบรับรองมาตรฐาน ผลิตภัณฑ์และกระบวนการผลิต เป็นต้น

ในการสนับสนุนผู้ผลิตระดับนี้ ควรส่งเสริมให้ผู้ประกอบการมีความสนใจที่จะทำวิจัยและพัฒนาให้มากขึ้น เช่น การลดหย่อนภาษีสำหรับค่าใช้จ่ายในการทำวิจัยของภาคเอกชน รวมถึงการส่งเสริมให้มีการทำวิจัยร่วมระหว่างหน่วยงาน ภาครัฐ และเอกชน เพื่อให้สามารถพึ่งพาตัวเองในด้านเทคโนโลยีได้มากขึ้นแทนการนำเข้าเทคโนโลยีจากต่างประเทศทั้งหมดรวมถึง เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ที่ต่อยอดจากผลิตภัณฑ์ดั้งเดิมเพื่อเพิ่มมูลค่าและขยายตลาด เป็นต้น

จากที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่าการผลิตผลิตภัณฑ์เซรามิกมีตั้งแต่ชาวบ้านจนกระทั่งผู้ประกอบการรายใหญ่ในอุตสาหกรรม จึงนับว่าเป็นธุรกิจที่เป็นแหล่งสร้างงานและรายได้ที่สำคัญอย่างหนึ่ง และมีบทบาทสำคัญในการเสริมสร้างความแข็งแกร่งให้เศรษฐกิจของประเทศ อย่างไรก็ตามจากสภาวะเศรษฐกิจของโลก และคู่แข่งที่มีต้นทุนการผลิตต่ำกว่าทำให้ทั้งผู้ผลิตประสบปัญหามากมาย อาทิ ต้นทุนวัตถุดิบ เชื้อเพลิง ราคาผลิตภัณฑ์ต่ำ ทำให้รัฐบาลได้มีการเข้ามาช่วยเหลือในรูปแบบโครงการต่างๆ เพื่อให้ผู้ผลิตสามารถปรับตัวและพัฒนาความสามารถในการผลิตและการจัดการเพื่อความอยู่รอดต่อไป

สำหรับผู้เขียนได้ทำให้วิจัยเกี่ยวกับเครื่องปั้นดินเผาพื้นบ้านหรือเซรามิกชุมชนในหลายพื้นที่ทุกภูมิภาคของประเทศได้สัมผัสกับเรื่องราวต่าง ๆ ของเครื่องปั้นดินเผาในหลายแง่มุม อาทิการผลิต การจัดการการตลาด ฯลฯ นอกจาก นี้ได้มีโอกาสเรียนรู้ประสบการณ์ใหม่ ๆ จากผู้ผลิตในพื้นที่อัน เป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่องานวิจัยด้านนี้ซึ่งจะได้นำสิ่งที่พบเห็นมา มาเล่าสู่กันฟังในโอกาสต่อไปคะ

ขอขอบคุณ

ดร. ธนากร วาสนาเพียรพงศ์ ดร. รัฐพล รังกุพันธุ์ และคุณสุรศักดิ์ ไวทยวงศ์สกุล ที่ได้ช่วยเหลือในการเขียนบทความนี้

เอกสารอ้างอิง

- สถาบันวิจัยโลหะ และวัสดุจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โครงการยกระดับคุณภาพวัตถุดิบ และผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาภาคอีสาน, 2551
- สถาบันวิจัยโลหะ และวัสดุจุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย โครงการยกระดับคุณภาพวัตถุดิบ และผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาปีที่ 1 , 2545
- สถาบันวิจัยโลหะ และวัสดุจุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย โครงการยกระดับคุณภาพวัตถุดิบ และผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาปีที่ 2 , 2546
- สถาบันวิจัยโลหะและวัสดุจุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย โครงการวิจัยดิน เพื่อการพัฒนาคุณภาพผลิตภัณฑ์ อุตสาหกรรมดินเผา (จ.อ่างทอง), 2548

AD เอเชียพลาสเตอร์
(ฟิล์มเดิม)

ผลงานออกแบบเซรามิกส์ของ..นิสิตมหาวิทยาลัยบูรพา

ดังที่ทราบกันอยู่ในแวดวงทางด้านการศึกษาศิลปกรรมศาสตร์ที่ว่าวิชาทางศิลปะและการออกแบบแต่ละสาขาวิชามีผู้เลือกเข้าศึกษาในระดับอุดมศึกษาด้วยเหตุผล ปัจจัยทางด้านกระแสความนิยม ความยากง่ายในการเรียน จำนวนการแข่งขัน ในการสอบหรือคะแนนในการสอบจำนวนมากน้อยแตกต่างกันไป ทั้งวิชาเซรามิกส์ยังถูกจัดถูกบรรจุในการศึกษาที่แตกต่างกัน ดังเช่นเซรามิกส์ทางด้านวิทยาศาสตร์ เซรามิกส์ในด้านศิลปะการออกแบบผลิตภัณฑ์เชิงอุตสาหกรรม หรือเซรามิกส์ทางด้านการออกแบบงานหัตถกรรม เซรามิกส์ทางด้านงานศิลปะที่เน้นคุณค่าทางความงามและเซรามิกส์ที่เน้นทางด้านเทคโนโลยี

ที่น่าสังเกตในภาพโดยรวมคือ ผู้ที่ศึกษาทางด้านเซรามิกส์อาจมีจำนวนน้อยลงไปอีก เมื่อเปรียบเทียบกับสาขาวิชาทางด้านศิลปะแขนงต่าง ๆ แต่กระนั้นแต่ละสถาบันก็ได้จัดการศึกษา เพื่อให้ผู้เรียนนิสิตนักศึกษาได้รับความรู้และประสบการณ์อย่าง ครบถ้วนและสำเร็จการศึกษาตามปรัชญาและวัตถุประสงค์ของหลักสูตร ทั้งนำความรู้ไปใช้ในการสร้างผลงานการประกอบ สัมมนาอาชีพโดยตรง และหรือที่เกี่ยวข้องหรือศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้น

ในการศึกษาในสาขาวิชาเซรามิกส์ คณะศิลปกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ปีสุดท้ายผู้ศึกษาต้องจัดทำโครงการศิลปนิพนธ์ซึ่งก็คือผลงานออกแบบประกอบการจัดทำเอกสาร โดยผู้ศึกษาได้ใช้ความสามารถเฉพาะตนความพยายามใน การศึกษาค้นคว้าทดลองการออกแบบและสร้างผลงานตามที่นำเสนอ รวมถึงการเรียบเรียงเอกสารประกอบผลงานและที่สำคัญนิสิตต้องนำผลงาน ไปจัดแสดงนิทรรศการเพื่อเผยแพร่ผลงานสู่สาธารณชน โดยในปีการศึกษา พ.ศ. 2550 นิสิตสาขาวิชาเซรามิกส์ ได้นำผลงานออกจัดแสดง ณ โถงห้องแสดงสรรพสินค้า สยาม กรุงเทพฯ ในช่วงวันที่ 2 – 15 เมษายน 2551

ผลงานเป็นไปตามความสนใจส่วนตน มีทั้งในส่วนที่เป็นผลิตภัณฑ์เซรามิกส์ในแนวหัตถกรรม และในเชิงอุตสาหกรรม มีการออกแบบที่มีที่มาของแนวความคิด ความประทับใจจากสิ่งมีชีวิตธรรมชาติ สิ่งแวดล้อมต่าง ๆ และผลงานในแนวศิลปะ และเรื่องราวของวิถีชีวิต โดยผลงานทั้งหมดนำไปใช้เพื่อการใช้งานในลักษณะต่าง ๆ การประดับตกแต่งโดยเลือกใช้เนื้อดิน น้ำเคลือบเทคนิคการตกแต่ง และอุณหภูมิในการเผาที่เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ แตกต่างกันไป

ผลงานที่จัดแสดงอาจเป็นงานส่วนหนึ่งที่นิสิตมีความภาคภูมิใจ และเป็นตัวอย่างเป็นแนวทางแต่ผู้สนใจศึกษา ต่อทางด้านเซรามิกส์ต่อไป

*****

การออกแบบผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ในสปา ชุด ศิลาดลร่วมสมัย"

โดย.. **นางสาวกนกกัญญา รวมไมตรี**

ผู้ดำเนินโครงการ นำเสนอรูปแบบผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ในสปาชุด "ศิลาดลร่วมสมัย" ซึ่งประกอบด้วย ชุดถ้วยใส่สมุนไพร ชุดภาชนะใส่กำยานและธูปหอมและแก้วใส่น้ำสมุนไพร ช้อน ไม้พาย ด้ามพู่กัน ถาดขนาดใหญ่ ถาดขนาดเล็กเตาน้ำมันหอมและแก้วใส่น้ำสมุนไพร ช้อน ไม้พาย ด้ามพู่กัน ถาดขนาดใหญ่ ถาดขนาดเล็ก เตาน้ำมันหอมและแก้วใส่น้ำสมุนไพร โดยนำรูปทรงของดอกลีลาวดีที่มีลักษณะรูปทรง และโครงสร้างที่มีความโดดเด่นน่าสนใจมาเป็นแรงบันดาลใจในการออกแบบใช้เนื้อดินสโตร์แวร์ ตกแต่งผลิตภัณฑ์ด้วยการทำลวดลายบนพื้นผิว เคลือบด้วยเคลือบศิลาดลสีเขียวและเขียนตกแต่งลวดลายด้วยแพลทินัม เพื่อให้เกิดความร่วมสมัยระหว่างความโบราณของเคลือบศิลาดลและความเป็นสมัยใหม่ของแพลทินัม

การออกแบบชุดโคมไฟปลา เพื่อตกแต่งบรรยากาศที่พักอาศัย

โดย.. **นางสาวจุฑารัตน์ ชุมชอบ**

การออกแบบชุดโคมไฟปลาเพื่อการตกแต่งบรรยากาศที่พักอาศัย ได้รับแนวความคิดมาจากปลา ปลาเป็นสัตว์น้ำที่บ่ง บอกถึงความอุดมสมบูรณ์ ความมั่งมีตามคำกล่าวที่ว่า “ในน้ำ มีปลาในนามีข้าว” ดังนั้นปลาจึงเป็นเหตุและแรงจูงใจในการนำเอาลักษณะ รูปร่างรูปทรงของปลามา คลี่คลายและออกแบบโคมไฟชุดนี้โดยเลือกใช้เนื้อดินพอร์ตสเลน

การออกแบบผลิตภัณฑ์อาหารชุดผาแต้ม

โดย.. **นายศุภักษร บางสำรวจ**

โครงการออกแบบผลิตภัณฑ์อาหารชุดผาแต้มซึ่งได้รับ แรงบันดาลใจมาจากภาพเขียนสีและรูปทรงของภาชนะดินเผาแบบมีสัน ในสมัยก่อนประวัติศาสตร์มา ออกแบบและประยุกต์ให้มีความร่วมสมัยมากขึ้น ผู้จัดทำโครงการได้เลือกใช้สีขาวเป็นพื้นเพื่อ ให้เหมาะสำหรับเป็นภาชนะใส่อาหารดูแล้วสะอาดตามีการตก แต่งด้วยลักษณะเป็นภาพและใช้สีน้ำตาลในการเขียนเพื่อให้ดู แล้วจะได้รู้สึกถึงกลิ่นอายความเป็นก่อนประวัติศาสตร์การออก แบบผลิตภัณฑ์อาหารชุดผาแต้ม โดย นายศุภักษร บางสำรวจ

การออกแบบโคมไฟเซรามิกส์จากดินเยื่อกระดาษ โดยได้รับแรงบันดาลใจจากศิลปะลัทธิอิมเพรสชั่นนิสม์

โดย.. **นางสาวพิณภณี แก้วกังวาล**

การออกแบบโคมไฟเซรามิกส์จากดินเยื่อกระดาษ โดยได้รับแรงบันดาลใจจากลัทธิอิมเพรสชั่นนิส สำหรับตกแต่งภายในที่พักอาศัย โดยได้สร้างสรรค์ขึ้น เนื่องจากในปัจจุบันที่พักอาศัยมีความจำเป็นต่อมนุษย์มาก ซึ่งผู้คนส่วนใหญ่ได้ใช้เวลาอยู่ที่อื่นๆมากกว่าการใช้เวลาที่บ้าน ทำให้ต้องเผชิญกับปัญหาต่างๆ ในชีวิตประจำวันเช่น รถติด มลภาวะสิ่งแวดล้อมเป็นพิษสิ่งเหล่านี้ ส่งผลกระทบต่อมนุษย์เป็นอย่างมาก ทั้งทางด้านความเครียด และอารมณ์ความรู้สึก รวมไปถึงการขาดการริเริ่มสร้างสรรค์สิ่งใหม่ๆรวมไปถึงทางด้านศิลปะด้วย ผลงานออกแบบได้เลือกใช้ดินเพเพอร์เคลย์โดยขึ้นรูปด้วยวิธีการอัดพิมพ์ เผาดิบที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส และใช้ดินสีในการตกแต่งเคลือบใสที่อุณหภูมิ 1230 องศาเซลเซียส บรรยากาศออกซิเดชั่น

การพัฒนาดินด่านเกวียนเป็นผลิตภัณฑ์ตกแต่งสวน ประเภทน้ำพุด

โดย.. **นางสาววิลาสินี วิลาศ**

ผลงาน การพัฒนาดินด่านเกวียนเป็นผลิตภัณฑ์ตกแต่งสวน ประเภทน้ำผุด เป็นการนำความรู้ที่ได้ศึกษาทางสาขาเซรามิกส์มาประยุกต์ใช้กับดินพื้นบ้านที่มีอยู่ในท้องถิ่นของตน โดยพัฒนาด้านการออกแบบเพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีความหลากหลาย และแปลกใหม่ขึ้น ด้วยเสน่ห์ของเนื้อดินที่เป็นเอกลักษณ์ของด่านเกวียน ทำให้เกิดบรรยากาศที่สดชื่นผ่อนคลายได้พักผ่อน เหมาะกับผู้ที่ต้องการใกล้ชิดกับธรรมชาติและใช้แนวความคิดของเปลือกหอย จากลักษณะเส้นที่มีรูปร่างรูปทรงหยักโค้งไปตาม ทิศทางของการบิดเป็นเกลียวชั้นเมื่อนำมารวมกับการไหลของสายน้ำทำให้เกิดการผสมผสานกันอย่างลงตัว

*****

โครงการออกแบบชุดแจกันเซรามิกส์ โดยได้แรงบันดาลใจจากพฤกษาชาติ

โดย.. **นางสาวณัฐธินี พรรณรังษี**

ชุดแจกันเซรามิกส์โดยได้แรงบันดาลใจจากพฤกษชาติ โดยการออกแบบให้พฤกษชาติเป็นส่วนเชื่อมโยงเรื่องราวให้กับชุดแจกันทุกชุด มีความสัมพันธ์กัน มีเรื่องราวสอดคล้องกัน สามารถนำแจกันมาจัดวางเป็นชุดเดียวกัน หรือนำแจกันมาแยกออกจากกันอยู่ได้โดยไม่ขัดเขิน ขึ้นรูปโดยการปั้นบีบทุกชิ้น ตกแต่งชิ้นงานด้วยเทคนิคต่างๆ เผา เคลือบทึบ สีสดไฟต่ำ อุณหภูมิ 1080 องศา การออกแบบในครั้งนี้ต้องใช้ความรู้ความเข้าใจในกระบวนการผลิตหลายขั้นตอน และมีการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นจนทำให้มีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาอย่างเหมาะสม

*****

การออกแบบผลิตภัณฑ์เซรามิกส์ป้องกันยุงสำหรับตกแต่งบ้านโดยมีแนวความคิดจากธรรมชาติ

โดย.. **นางสาวอารยา แก้วเล็ก**

การพัฒนาผลิตภัณฑ์เซรามิกส์ในปัจจุบันมีมากมาย แต่ผลิตภัณฑ์เซรามิกส์ที่ใช้ตกแต่งบ้านที่อาจจะมองข้ามไป คือ ผลิตภัณฑ์ที่ใส่ยาจุดกันยุงประเภทต่างๆ โดยนำเสนอชุดผลิตภัณฑ์เซรามิกส์ป้องกันยุง ชุดกบใส่หมวกชุดกบเล่นเครื่องดนตรี 4 ภาค และกบในอารมณ์ร่าเริง โดยเป็นลักษณะของการ์ตูนที่ไม่ซ้ำแบบใคร และท่าทางที่ให้ความรู้สึกสนุกสนาน ที่สอดคล้องกับแนวความคิดขึ้นรูปด้วยมือ และการหล่อสามารถใช้งานได้จริงและมีความปลอดภัย สร้างบรรยากาศให้กับสถานที่ให้รู้สึกน่าอยู่

ประติมากรรมเก้าอี้สนามโดยได้แนวคิดจากการเสื่อมสภาพตามธรรมชาติ *โดย..* **นายนนทวุฒิ ภิญโญ**

งานประติมากรรมที่ใช้ในการประดับตกแต่งอาคารบ้านเรือน หรือสวนสาธารณะต่างๆ จะใช้วัสดุอุปกรณ์ที่หลากหลายชนิด ทั้งหิน เหล็ก ปูนหรือไม้ และรูปแบบของงานมีความแตกต่างกันออกไป วัสดุเซรามิกส์ก็เป็นวัสดุอีกชนิดหนึ่งที่เหมาะสมจึงได้ศึกษาและออก แบบงานประติมากรรมที่มีแนว คิดจากการเสื่อมสภาพตามธรรมชาติ โดยมีการนำเอารูปแบบ และลักษณะต่างๆของการเสื่อมสภาพตามธรรมชาติมาตัดทอนตามความคิด และนำมาแสดงออกในรูปแบบของงานเซรามิกส์ ใช้ประโยชน์จากงานประติมากรรมในด้านการตกแต่งสวนหย่อมเป็นที่นั่งพักผ่อนหย่อนใจ เพื่อเพิ่มคุณค่า ความงาม และความน่าสนใจ ให้เกิดสุนทรียภาพทางอารมณ์

*****

การออกแบบผลิตภัณฑ์ชุดโคมไฟดอกไม้ *โดย..* **นางสาวศรีชล อัญญโพธิ์**

การออกแบบผลิตภัณฑ์ชุดโคมไฟดอกชบา มีเป้าหมายเพื่อตอบสนองกลุ่มคนที่ชอบการตกแต่งบ้านในแนวสมัยใหม่ โดยออกแบบผลิตภัณฑ์ที่ใช้ตกแต่งและสร้างบรรยากาศให้กับที่พักอาศัยภายในตัวอาคารและนอกอาคารได้ตามความชอบ และตามความเหมาะสม ผลงานได้นำเอาแนวความคิดมาจากการนำเอารูปทรงธรรมชาติของดอกชบามาออกแบบในแนวสมัยใหม่ เน้นรูปทรงเรียบง่าย โทนสีสดใสเพื่อให้เกิดความรู้สึกสดชื่นสบายตา ใช้เนื้อดินพอร์ซเลนเพราะต้องการคุณสมบัติที่โปร่งแสงของเนื้อดิน

*****

โครงการออกแบบชุดผลิตภัณฑ์เซรามิกส์ สำหรับร้านข้าวต้มปลา *โดย..* **นางสาวลลิตา หงษ์ทอง**

โครงการออกแบบชุดผลิตภัณฑ์เซรามิกส์สำหรับร้านข้ามต้มปลานี้ก็เพื่อที่จะให้เหมาะสมกับอาหารและมีคุณค่าทางความงามผู้ศึกษาได้ออกแบบโดยนำกระแสคนรักสุขภาพมาเป็นหลักในการออกแบบ ใช้ลักษณะของผักคื่นฉ่ายซึ่งเป็นส่วนประกอบหนึ่งในข้าวต้มปลามาเป็นสื่อในการออกแบบผลิตภัณฑ์ในแต่ละชุด ขึ้นรูปด้วยวิธีการหล่อน้ำดินตกแต่งด้วยเทคนิคการฝังสลิป เทคนิคพิมพ์ปูนกดลาย เทคนิคบีบสลิปให้เป็นเส้นใช้เคลือบ Barium Carbornate ภาชนะจะเป็นสีนวลสว่างผิวแบบ Semi Matt ผลิตภัณฑ์ดูสะอาดตา ทำให้อาหารดูมีคุณค่าน่า รับประทาน มากยิ่งขึ้น

ผลงานการออกแบบผลิตภัณฑ์เซรามิก จากความคิดสร้างสรรค์ เพื่อผู้ประกอบการ ของนักศึกษามหาวิทยาลัยรังสิต

อีกครั้ง กับการแสดงนิทรรศการผลงานการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมสาขาวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คณะศิลปะและการออกแบบ มหาวิทยาลัยรังสิต เมื่อวันอังคาร ที่ 10 มิถุนายน 2551 ที่ชั้น 1 สยามพารากอน มีการนำเสนอผลงานการออกแบบสร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์นานาชนิด ดังที่ได้กล่าวไว้ในวารสารเซรามิกฉบับที่ 27 แล้วว่า สาขาวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแห่ง มหาวิทยาลัยรังสิต มีการเรียนการสอนเกี่ยวกับดีไซน์รวมทั้งหมด 5 รายวิชา แต่ละรายวิชาในการออกแบบก็จะแยกสาระการเรียนรู้ที่ต่างกัน ดังนั้นนักศึกษาทุกคนก็จะได้เก็บเกี่ยวความรู้และทักษะได้อย่างหลากหลาย อีกทั้งชุดวิชาเอกเลือกและเลือกเสรีก็เป็นฐานสำคัญที่สนับสนุนให้นักศึกษาได้ฝึกทักษะสุดท้าย นักศึกษาทุกคนจะเรียนรู้ถึงความถนัดของตนเองออกมาในงานศิลปนิพนธ์ และสามารถทำได้ดีจึงเป็นเหตุให้เกิดผลิตภัณฑ์ต่างๆ อาทิเช่นกลุ่ม Furniture, Packaging, Public Benefit, Souvenir, Toys และ Ceramic ก็เป็นส่วนหนึ่งของการแสดงนิทรรศการครั้งนี้ นับว่าเป็นปีที่มีนักศึกษาให้ความสนใจกับงานออกแบบเครื่องเคลือบดินเผาพอสมควรซึ่งส่วน มากจะเน้นการออกแบบ Artistic and Function บางโครงการก็ Contract กับสถานประกอบการ เป็นการเรียนรู้เพื่อให้นักศึกษาได้ประสบการณ์จริง ศิลปนิพนธ์ 2 ใน 40 โครงการศิลปนิพนธ์ ได้รับคัดเลือกเป็นผลิตภัณฑ์นวัตกรรมอันดับ 1 และ 2 ของมหาวิทยาลัยรังสิต นับว่าเป็นผลสำเร็จระดับหนึ่งของหลักสูตรและอีกหลายๆ โครงการถูกติดต่อให้นำผลงานลงเผยแพร่ในนิตยสาร บางโครงการก็มีผู้สนใจขอซื้อ หลังจากนิทรรศการแสดงจบลงภายใน 1 สัปดาห์ ผู้เขียนก็อยากจะนำเสนอผลงานทั้งหมดลงในวารสารเซรามิกเสียจริงๆ แต่เป็นไปไม่ได้จึงขอนำเสนอเฉพาะงานเซรามิกเท่านั้น แต่อาจจะพบเห็นงานดีไซน์อื่นๆ ในหนังสือเกี่ยวกับไอเดีย ดีไซน์ บ้านและสวน และรายการทางโทรทัศน์เกี่ยวกับงานออกแบบหรือ ไม่ออกแบบก็ได้โปรดติดตามชม ถ้าสนใจผลิตภัณฑ์ชิ้นไหนสามารถติดต่อกลับมายัง สาขาวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์ มหาวิทยาลัยรังสิตได้ หรือเด็กๆ นักเรียนที่จบมัธยมปีที่ 6 แล้วสนใจที่จะศึกษาต่อสาขาออกแบบผลิตภัณฑ์สามารถเข้าไปชมผลงานการเรียนการสอนได้ที่ www.rsu.ac.th/ และเข้าไปในคณะศิลปะและการออกแบบสาขาวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์ ได้ตลอดเวลา

ชุด.. ภาชนะบรรจุเครื่องดื่มร้อน พร้อมอุปกรณ์การชง

โดย : นางสาว สุรางคนา เพชรโต

การออกแบบภาชนะบรรจุอุปกรณ์เครื่องดื่มร้อนพร้อมชุดชงเพื่อการจัดเก็บอย่างเป็นระเบียบ ใช้งานได้สะดวกปรับเปลี่ยนการใช้งานได้ตามจินตนาการของผู้ใช้โดยนำหลักการของการ เรียงกันของรังผึ้ง

โครงการออกแบบผลิตภัณฑ์สปา : แมนดาราสปา โรงแรมมาริออท รีสอร์ทแอนด์สปา กรุงเทพฯ

โดย : นายธนิต เผือกโพธิ์ทอง

เป็นการออกแบบที่เน้นความเป็นเอกลักษณ์ของโรงแรมคำนึงถึงพฤติกรรมผู้บริโภคของผู้ใช้บริการและผู้รับการบริการต้นทุนต่ำ มีความสวยงามประกอบด้วยบรรจุภัณฑ์สบู่เหลว,แชมพู,คัทตันบัท,ตะเกียงอโรมาและกล่องกระดาษทิชชู

Mandara tea set

โดย : นางสาวพัชรินทร์ ลือคำหาญ

เป็นชุดน้ำชาที่ใช้ในการต้อนรับลูกค้าของแมนดาราสปา โรงแรมมาริออท รีสอร์ทแอนด์สปา ได้แรงบันดาลใจในการออกแบบรูปทรงจากดอกบัวโดยการตกแต่งสถานที่แบบ Tropical Style

Modern Style Coffee Sets

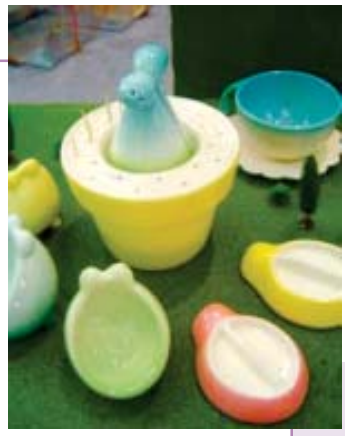
โดย : นายพศวีร์ ตั้งเพิ่มพูน

เป็นการออกแบบชุดกาแฟที่ตอบสนองผู้บริโภคที่มีรสนิยมสมัยใหม่โดยการนำเอารูปทรงGeometric มาเป็นแนวทางในการออกแบบ

เฟอร์นิเจอร์ตกแต่งสวน

โดย : นายวิชาญ ปัญญาสัย

เฟอร์นิเจอร์แต่งสวนที่ได้แรงบันดาลใจจากความงามของเส้นใยของใบไม้ที่สานกันไปมาเป็นเหตุให้เกิดการพัฒนารูปทรงผสมผสานเข้ากับวัสดุและกระบวนการทางเซรามิกที่ก่อให้เกิดเฟอร์นิเจอร์ตกแต่งสวนแบบร่วมสมัย



ชุดอุปกรณ์บนโต๊ะอาหารแนวแฟนตาซี

โดย : นางสาวอณิตา นฤคุปต์ชาญชัย

แนวความคิด : สำหรับแม่บ้านสมัยใหม่ที่ชอบการตกแต่งอาหารให้มีความน่ารับประทาน โดยเลือกใช้ภาชนะที่มีสีสดใส และรูปทรงสนุกสนาน

ชุดอาหารและอุปกรณ์ตกแต่งบนโต๊ะอาหาร

โดย : นายคฑากรณ์ ใจจินา

Table ware สำหรับโรงแรม รายาวดีรีสอร์ท จังหวัดกระบี่ เป็นการออกแบบที่คำนึงถึงบรรยากาศบริเวณรอบๆ ของโรงแรม จึงเป็นที่มาของ ชุดอาหารที่รวมเอาความหมายของคำว่าContemporary กับ Tropical มานำเสนอผ่านผลงานชุดนี้

ชุดพริกไทยเกลือ : โครงการของที่ระลึกกรุงเทพมหานคร

โดย : นางสาวฌาณ์ชลีย์ เดชสิทธิ์ธาวัน

เป็นการออกแบบผลิตภัณฑ์เซรามิกประเภท Table ware
ที่สามารถนำกลับเป็นของที่ระลึกของนักท่องเที่ยวต่างประเทศโดยมีเอกลักษณ์ของ
กรุงเทพมหานครเพื่อการจดจำ โดยถ่ายทอดสถานที่สำคัญผ่านชุด
พริก-ไทยเกลือ จำนวน 3 ชุด เช่นพระที่นั่งอนันตสมาคม,ภูเขาทอง, โลหะปราสาท

หวานเปรี้ยวหรู : เครื่องประดับจากเซรามิก

โดย : นางสาวนริศรา เพ็งศิริ

เป็นที่มาของเครื่องประดับที่ผสานวัสดุสองชนิดเข้าด้วยกัน
ระหว่างเงินที่เป็นตัวเรือนหรือโครงสร้างกับเซรามิกที่เป็น
จุดเด่นของเครื่องประดับสามารถทำให้เกิดรูปร่างรูปทรง,
และพื้นผิวที่หลากหลาย อย่างไม่มีวันสิ้นสุด
นี่คือความพิเศษของเซรามิก ที่วัสดุอื่นมิอาจทำได้

อ.ดร.วันทนีย์ พุกกะคุปต์

วัสดุทนไฟ เซรามิก ใน..เตา

ผลิตภัณฑ์เซรามิกทั้งหลาย จะสมบูรณ์สวยงามไม่ได้เลย
หากปราศจากการขั้นตอนการเผา วัสดุทนไฟจึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง
เพราะวัสดุทนไฟเป็นองค์ประกอบหลัก และมีผลต่อประสิทธิภาพของเตา
วัสดุทนไฟเหล่านี้เป็นเซรามิกที่ต้อง
สามารถทนทานต่ออุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิสุกตัวของผลิตภัณฑ์
สามารถคงรูปร่างได้ไม่บิดเบี้ยว ทนทานต่อการกัดกร่อน
รวมทั้งคงสภาพทางกลโดยเฉพาะแรงอัดได้ระหว่าง
หรือหลังจากการเผาซ้ำไปซ้ำมา ส่วนประกอบทางเคมีของวัสดุประเภทนี้
ขึ้นอยู่กับการนำไปใช้งาน เช่น อุณหภูมิเผา บรรยากาศการเผา
และชนิดของวัสดุที่มาสัมผัสผิวหน้าวัสดุทนไฟด้วย

โคนที่ใช้ประเมินความทนไฟของเซรามิก
(ภาพจาก www.netzsch-thermal-analysis.com)

สิ่งที่ต้องคำนึงถึงก่อนเลือกใช้วัสดุทนไฟ

- **ความทนไฟ** (refractoriness)

ความทนไฟของวัสดุแสดงถึงความสามารถในการทนต่ออุณหภูมิสูงโดยรูปร่างไม่บิดเบี้ยวผิดรูป วิธีการประเมินความทนไฟของวัสดุทำได้โดยใช้"โคน"(pyrometric cone) มีรูปร่างเป็นทรงโคนเหลี่ยมและมีส่วนผสมทางเคมีแตกต่างกันไป โคนที่มีส่วนผสมทางเคมีต่างกันนี้จะอ่อนตัวโค้งลงต่างกันเมื่อนำไปเผาที่อุณหภูมิเดียวกัน การทดสอบความทนไฟของเซรามิกทำได้โดยการอัดวัสดุเป็นโคนวางเรียงข้าง ๆ โคนมาตรฐานที่ทราบส่วนผสมและความทนไฟแน่นอนแล้วเผาร่วมกันเปรียบเทียบการอ่อนตัวของโคนทั้งสองชนิด อย่างไรก็ตามหากวัสดุทนไฟจำเป็นต้องรับน้ำหนัก เช่น เป็นโครงสร้างที่อยู่บริเวณผิวหน้าสัมผัสกับความร้อนโดยตรง อาจทำให้ความทนไฟต่ำกว่าที่ประเมินเทียบจากโคนมาตรฐาน เนื่องจากผลของความเค้นที่เกิดจากน้ำหนักกดและความร้อนทำให้วัสดุบิดเบี้ยวได้ง่ายขึ้น

- **สภาวะขณะใช้งาน** (operating conditions)

สภาพและบรรยากาศการเผามีผลอย่างมากต่อสมบัติของวัสดุเซรามิกทนไฟ ตัวอย่างเช่น กราไฟต์ทนไฟสามารถนำไปใช้งานที่อุณหภูมิสูงมากๆได้ดีในบรรยากาศออกซิเจนต่ำอย่างสูญญากาศหรือบรรยากาศรีดักชั่น แต่ไม่เหมาะกับบรรยากาศออกซิเดชั่นเพราะกราไฟต์จะระเหิดไปที่อุณหภูมิประมาณ 1000 องศาเมื่อเผาในสภาพบรรยากาศปกติ นอกจากนี้วัสดุที่สัมผัสกับผิวหน้าเซรามิกทนไฟก็มีความสำคัญอาทิ ผิวหน้าที่ต้องสัมผัสกับน้ำเหล็กในอุตสาหกรรมหลอมเหล็กจะต้องใช้วัสดุทนไฟชนิดด่าง(basic refractories) เพราะตะกรันบริเวณผิวหน้าน้ำเหล็กที่เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างน้ำเหล็กและอากาศมักประกอบด้วยแมกนีเซียมออกไซด์(MgO) และแคลเซียมออกไซด์(CaO)เป็นหลักหากใช้วัสดุทนไฟชนิดกรด (acid refractories) เป็นวัสดุกรุเตาหลอมหรือขนย้ายน้ำโลหะสู่แบบพิมพ์ วัสดุทนไฟดังกล่าวจะสึกกร่อนอย่างรวดเร็วเนื่องจากปฏิกิริยาระหว่างตะกรันซึ่งมีฤทธิ์เป็นด่างกับวัสดุทนไฟซึ่งมีฤทธิ์เป็นกรดนั่นเอง

- **ความพรุนตัว** (porosity)

วัสดุทนไฟแต่ละชนิดมีความหนาแน่นหรือความพรุนตัวแตกต่างกัน โดยทั่วไปวัสดุทนไฟที่มีความพรุนตัวต่ำจะนำความร้อนได้ดีกว่าเมื่อเทียบกับวัสดุทนไฟที่พรุนตัวสูง ทั้งนี้เพราะรูพรุนเก็บกักอากาศไว้ภายในและอากาศเองก็นำความร้อนได้ต่ำมากจึงมีสมบัติเป็นฉนวนความร้อน แต่วัสดุที่พรุนตัวสูงจะทนอุณหภูมิสูงมากๆ หรือสัมผัสเปลวไฟโดยตรงไม่ได้เพราะมีโอกาสยวบตัวขาดความแข็งแรง ดังนั้นในบริเวณที่ต้องสัมผัสกับเปลวไฟในเตาหรือร้อนจัดจะเลือกใช้วัสดุทนไฟความพรุนตัวต่ำ ส่วนวัสดุทนไฟที่มีความพรุนตัวสูงจะใช้ในส่วนที่ได้รับความร้อนต่ำกว่าใช้เป็นวัสดุหนุนด้านนอกเตาแทน

รูปแบบของวัสดุเซรามิกทนไฟ

วัสดุเซรามิกทนไฟสามารถแบ่งออกได้ 3 กลุ่มใหญ่ๆ ตามรูปแบบ ได้แก่

1)วัสดุทนไฟที่มีรูปร่างแน่นอน เป็นวัสดุทนไฟสำเร็จรูปที่ขึ้นรูปทรงมีขนาดที่แน่นอน พร้อมติดตั้งและใช้งานได้ทันที เช่น อิฐทนไฟ ใช้เป็นวัสดุโครงสร้าง

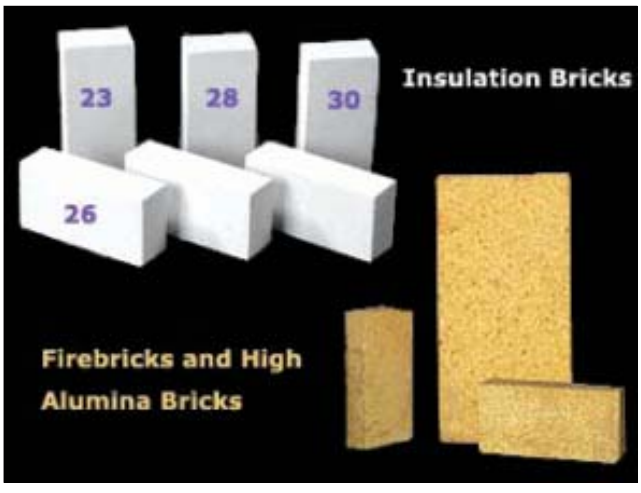
2)วัสดุทนไฟแบบเส้นใยเซรามิก เรียกได้อีกอย่างว่าวัสดุทนไฟชนิดมวลเบา ทำจากเส้นใยอะลูมิโนซิลิเกต อะลูมินาและเซอร์คอน มีหลายรูปแบบแตกต่างกันขึ้นอยู่กับอุณหภูมิสามารถตัดแต่งได้ง่ายจึงสะดวกต่อการนำใช้งาน

3)วัสดุทนไฟแบบโมโนลิธิก หรือวัสดุทนไฟแบบหล่อขึ้นรูปได้(refractory castables) เป็นวัสดุที่ยังไม่ผ่านการขึ้นรูปเป็นทรงที่แน่นอน วัสดุประเภทนี้จะมีลักษณะคล้ายคอนกรีตตรงที่ประกอบด้วยอนุภาคกรวดทนไฟขนาดต่างๆกันโดยมีตัวเชื่อมประสานจำพวกแคลเซียมอะลูมิเนตซีเมนต์เป็นตัวยึดอนุภาคไว้ สามารถนำไปหล่อขึ้นรูปร่างได้ตามต้องการ

วัสดุทนไฟรูปแบบต่างๆ

วัสดุทนไฟแบบโมโนลิธิก (monolithic refractory)

เป็นการเรียกชื่อวัสดุทนไฟที่ยังไม่ผ่านการขึ้นรูปนั่นเอง คำว่าโมโนลิธิก(monolithic) นั้นมาจากคำว่า monolith หมายถึงก้อนหิน องค์ประกอบหลักจะประกอบด้วยเม็ดกรวดวัสดุทนไฟ (aggregate) คละขนาดกันเพื่อให้สามารถอัดตัวตามช่องว่างระหว่างอนุภาคให้แน่นขึ้น และตัวเชื่อมประสาน(binder) เช่นซีเมนต์อะลูมินาสูง และน้ำทำหน้าที่เป็นตัวยึดอนุภาคของกรวดทนไฟเอาไว้ จากนั้นจึงนำมาบ่มหรืออบเผาเพื่อให้ตัวเชื่อมประสานแห้งหรือเปลี่ยนเป็นพันธะที่แข็งแรงยิ่งขึ้น การใช้วัสดุทนไฟชนิดต้องอาศัยความละเอียดถี่ถ้วนในขั้นตอน



การเตรียมผสมและบ่มแห้ง มิฉะนั้นการเตรียมที่ไม่เหมาะสมอาจทำให้เกิดการระเบิดแตกกะเทาะหลุดออกมา สาเหตุการระเบิดหรือแตกกะเทาะดังกล่าวเกิดขึ้นจาก 2 ปัจจัยร่วมกันคือ (1) ความชื้นเนื่องจากน้ำที่ขังอยู่ภายรูพรุนจะกลายเป็นไอน้ำเกิดความดันเมื่อได้รับความร้อน (2) ความเค้นในเนื้อวัสดุทนไฟเมื่อได้รับความร้อน การทำให้แห้งเป็นปัญหาหลักของวัสดุทนไฟชนิดนี้

อนุภาคกรวดทนไฟและตัวเชื่อมประสาน

การเลือกใช้กรวดทนไฟขึ้นกับช่วงอุณหภูมิที่ต้องการนำมาใช้งานความต้านทานต่อการกัดกร่อน และความแข็งแรงทางกล ตารางที่ 1 แสดงถึงชนิดองค์ประกอบและอุณหภูมิใช้งานของซีเมนต์เชื่อมประสาน จะเห็นได้ว่าความทนต่ออุณหภูมิของซีเมนต์ขึ้นกับปริมาณอะลูมินา(กล่าวคือยิ่งอะลูมินาสูงยิ่งทนไฟได้มาก) กรวดทนไฟมีหลากหลายชนิด สมบัติและอุณหภูมิการใช้งานแตกต่างกันไปดังแสดงในตารางที่ 2 กรวดทนไฟที่นิยมใช้ผสมในวัสดุทนไฟมีดังนี้

- บอกไซต์ (bauxite, $Al_2O_3.nH_2O$) เป็นแร่ที่มีอะลูมินากับน้ำเป็นองค์ประกอบเมื่อ *n* คือจำนวนโมลของน้ำ แร่นี้มักจะมีแร่โบฮ์ไมต์(boehmite, $Al_2O_3.H_2O$) หรือกิบไซต์ (gibbsite, $Al_2O_3.3H_2O$) เป็นหลัก มักมีสารมลทินจำพวกเหล็กไททาเนียและซิลิกาเจือปนอยู่ด้วยขึ้นกับแหล่งแร่บอกไซต์ วัสดุทนไฟควรมีปริมาณอะลูมินาสูงและเหล็กเจือปน ต่ำเพื่อให้ทนไฟได้สูงนั่นเอง เมื่อนำแร่นี้ไปย่างหรือเผาจะได้เป็นอะลูมินา หรือมัลไลท์ (mullite, $3Al_2O_3.2SiO_2$)
- อะลูมินา (alumina, Al_2O_3) ผลิตจากบอกไซต์ที่ผ่านกระบวนการถลุงอะลูมินัม(Bayer process) อะลูมินาที่ได้มีความบริสุทธิ์สูง เมื่อผ่านการย่าง(calcine), เผา(sinter) หรือหลอม(fuse) เมื่อผ่านความร้อน ที่อุณหภูมิเกิน 1000 องศา จะได้อะลูมินาชนิดต่างๆ ซึ่งเรียกชื่อตามกระบวนการทางความร้อนคือ calcined alumina, sintered alumina และ fused alumina ตามลำดับ อะลูมินา เหล่านี้อยู่ในรูป alumina ที่มีความเสถียรสูงอาจมีสีแตกต่างกันขึ้นกับชนิด และปริมาณสารมลทินที่เจือปนอยู่ นอกจากนี้ยังมีอะลูมินาพรุน (fused bubbled alumina) มีสมบัติพิเศษคือเป็นฉนวนความร้อนที่ดีมากเตรียมได้จากการเป่า อากาศความดันสูงลงใน อะลูมินาหลอมเหลวเกิดเป็นฟองอากาศในเนื้อวัสดุ

วัสดุทนไฟรูปแบบต่างๆ

- แมกนีเซีย (magnesia, MgO) มีฤทธิ์เป็นด่างทนต่อการกัดกร่อนของตะกรัน แต่การนำความร้อนและการขยายตัวทางความร้อนค่อนข้างสูง แมกนีเซียมสามารถเตรียมได้โดยกระบวนการทางความร้อน เช่นเดียวกับอะลูมินา ข้อควรระวังคือแมกนีเซียมีแนวโน้มที่จะดูดน้ำและความชื้น
- สปิเนล (spinel, XY_2O_4) เกิดจากการสังเคราะห์โดยนำออกไซด์ของธาตุโลหะที่มีประจุ 2_+ (X= Mg, Zn, Mn, Fe, Ni) และประจุ 3_+(Y=Cr, Fe, Al) มาเผาร่วมกันไอออนจะเกิดแทนที่ตำแหน่งกันในโครงสร้างผลึก และจับกันเป็นโครงสร้างใหม่เรียกว่าสปิเนล สปิเนลที่ใช้กันทั่วไปเตรียมจากแมกนีเซีย(MgO) และอะลูมินา(Al_2O_3) เป็นแมกนีเซียมอลูมิเนต $MgAl_2O_4$ สามารถทนทานต่อการกัดกร่อนของตะกรันได้ดี การนำความร้อนต่ำ และการขยายตัวทางความร้อนต่ำกว่าเมื่อเทียบวัตถุดิบที่เป็น สารตั้งต้น
- โดโลไมต์ (Dolomite) ผลิตจากเกลือคาร์บอเนต $CaCO_3$ และ $MgCO_3$ มีฤทธิ์เป็นด่างให้ความทนทานต่อการกัดกร่อนจากด่างตะกรันสูงมาก จึงมักใช้ในสำหรับกระบวนการผลิตเหล็ก
- ซิลิคอนคาร์ไบด์ (silicon carbide, SiC) เป็นวัสดุที่ต้านทานต่อการเสียดสี ไม่แตกกะเทาะและการกัดกร่อนต่อตะกรันดีเลิศ แต่มีจุดอ่อนคือทำปฏิกิริยากับออกซิเจนง่าย ราคาแพงและมีความนำความร้อนค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับกรวดทนไฟชนิดอื่นๆ
- ชมอร์ต (chamotte) ทำจากดินที่เผาจนเกิดการหดตัวเต็มที่แล้ว มีมัลไลต์ ($3Al_2O_3.2SiO_2$) เป็นองค์ประกอบหลัก
- เวอร์มิคูไลท์ (vermiculite) เป็นแร่ดินที่มีสมบัติคล้ายไมกา สามารถหดและขยายตัวได้มากเนื่องจากมีน้ำอยู่ในโครงสร้างซึ่งมีลักษณะเป็นชั้น ถึงแม้ว่าแร่ดินชนิดนี้มีความแข็งแรงทางกลต่ำแต่ว่ามีการนำความร้อนต่ำมาก จึงมักใช้เป็นวัสดุทนไฟชนิดฉนวนความร้อน

ตารางที่ 1 ช่วงอุณหภูมิใช้งานของตัวเชื่อมประสานแคลเซียมอะลูมิเนตซีเมนต์ (calcium aluminate cement, CAC) เทียบกับโคนมาตรฐาน (pyrometric cone eqiuvalent)

Types of CAC	Al_2O_3/CaO	PCE (°C)
Grey CAC	1.15	1270-1290
Brown CAC	1.40	1430-1450
White CAC	2.50	1590-1620
White CAC	4.70	1770-1810

ตารางที่ 2 ชนิดของกรวดทนไฟและอุณหภูมิสูงสุดสำหรับใช้งาน เมื่อใช้ซีเมนต์แคลเซียมอะลูมิเนต (calcium aluminate cement, CAC) แต่ละชนิดเป็นตัวเชื่อมประสาน

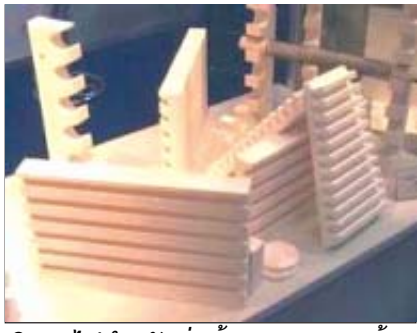
Cement type	Al_2O_3	Aggregate type	Approx. temperature limit (°C)
Heat resistant concretes			
Grey CAC	40	Granite/basalt	700-800
Grey CAC	40	Emery	1000
Grey CAC	40	Alag™	1100
Brown CAC	50	Olivine	1200
Dense refractory concrete			
Grey CAC	40	Chamotte	1300
Brown CAC	50-55	Molochite	1400
White CAC	70	Molochite	1450
Grey CAC	40	Sillimanite or gibbsite	1350
Brown CAC	50-55	" "	1450
White CAC	70	" "	1550
Grey CAC	40	Brown fused alumina	1400
Brown CAC	50-55	" "	1550
White CAC	70	" "	1650
White CAC	80	" "	1750
White CAC	70	White fused alumina	1800
White CAC	80	" "	1850
White CAC	70	Tabular alumina	1800
White CAC	80	" "	1900
Thermally insulating concretes			
Grey CAC	40	Pumice, diatomite	900
Grey CAC	40	Vermiculite, perlite	1000
Grey CAC	50	Lytag™, Leca™	1100
Brown CAC	70	Expanded chamotte	1300
White CAC	80	Bubble alumina	1700
White CAC		Bubble alumina	1800

วัสดุทนไฟแบบโมโนลิธิกโดยมากจะใช้ปริมาณตัวเชื่อมประสานประเภทซีเมนต์ที่มีปริมาณอะลูมินาสูง (high alumina cement) เมื่อผสมกับน้ำจะเกิดปฏิริยาไฮเดรชั่นเป็นโครงข่ายยึดอนุภาคเข้าไว้ด้วยกัน ระหว่างการเผาน้ำจะถูกกำจัดออกไปและอนุภาคทนไฟเหล่านี้จะซินเตอร์เกิดพันธะเซรามิกที่แข็งแรงมาก โดยทั่วไปจะวัสดุทนไฟแบบโมโนลิธิกประกอบด้วยซีเมนต์ 15-30% นอกจากนี้ยังสามารถใช้อะลูมินาชนิดที่ไวต่อปฏิกิริยา(activated or hydrated alumina)เป็นตัวเชื่อมประสานแทนซีเมนต์ได้เมื่อผสมกับน้ำจะเกิดเป็นพันธะยึดเกาะที่แน่นหนาข้อดีของการใช้อะลูมินาเป็นตัวเชื่อมประสานแทนซีเมนต์คือไม่มีส่วนผสมของแคลเซียมออกไซด์ ทำให้มีความทนไฟสูงยิ่งขึ้น

อย่างไรก็ตามแม้ว่าอะลูมินาที่ใช้เป็นตัวเชื่อมประสานจะสามารถทำปฏิกิริยาได้แต่ปฏิกิริยานี้เกิดขึ้นได้ค่อนข้างช้า จึงอาจจำเป็นต้องเติมซีเมนต์ลงไปในปริมาณเล็กน้อยเพื่อเร่งปฏิกิริยาให้เร็วขึ้น ภายหลังมีการพัฒนาสารเคมีเพื่อช่วยลดปริมาณซีเมนต์และน้ำที่ใช้ในวัสดุทนไฟให้น้อยลง การเติมสารเคมีทำให้วัสดุทนไฟใช้ปริมาณซีเมนต์เพียง 3-10% หรือน้อยกว่าสารเคมีที่เติมลงไปสามารถช่วยเสริมการไหลตัวเนื่องจากสารเคมีจะปรับเคมีที่พื้นผิวของอนุภาคกรวด ไม่ต้องอาศัยการสั่นเพื่อไล่ฟองอากาศ เพิ่มความแข็งแรงและใช้งานได้ยาวนานขึ้น นอกจากนี้ยังมีการเติมสารเคมีเร่งการเซตตัวอีกด้วย

ตารางที่ 3 ชนิดและพันธะที่เกิดจากตัวเชื่อมประสานในวัสดุทนไฟ

Type of binder	Nature of bond formed	Materials
Cement	Hydraulic bond	Calcium aluminate cement
Activated aluminas	Hydraulic bond	Pseudo boehmite
Colloids	Hydraulic bond	Colloidal alumina, colloidal silica.
Phosphate	Chemical bond	Aluminium phosphate
Silicate	Chemical bond	Sodium silicate or potassium silicate
Resin bonded	Organic bond	Phenolic resin
Adhesive	Adhesive bond	Dextrin,syrup,pitch,polyvinylalcohol, carboxymethyl cellulose, arabic gum
Ceramic	Ceramic Bonded	All refractory materials after their heat up to high temperatures.



อิฐทนไฟสำหรับห่อหุ้มขดลวดความร้อน

อิฐทนไฟอลูมินาสำหรับงานหล่อเหล็กกล้า

refractory anchor

การใช้งานของวัสดุทนไฟ

วัสดุทนไฟใช้เป็นวัสดุกรุเตาทำหน้าที่เป็นฉนวนความร้อนเพื่อให้ความร้อนคงอยู่เฉพาะในส่วนห้องเตา เพิ่มประสิทธิภาพเตาจากการป้องกันการสูญเสียความร้อน ปกป้องกรอบนอกและโครงเตา รวมไปถึงผู้ปฏิบัติงานที่ต้องทำงานอยู่บริเวณรอบๆ ตัวเตาด้วย โครงสร้างเตาเผาประกอบด้วยวัสดุทนไฟต่างชนิดกันซ้อนเป็นชั้น ส่วนผิวหน้าที่สัมผัสความร้อนหรือผิวหน้าด้านในเตา(hot face) จะใช้วัสดุทนไฟที่มีความหนาแน่นสูงเพราะต้องการ ทั้งสมบัติทางความร้อนและความแข็งแกร่งทางกลไปพร้อมๆกัน ในขณะที่ส่วนถัดออกมาด้านนอกจะใช้วัสดุทนไฟที่มีความพรุนตัวมากขึ้น เพื่อเป็นฉนวนป้องกันการสูญเสียความร้อนระหว่างวัสดุทนไฟด้านผิวหน้าสัมผัสความร้อนกับวัสดุทนไฟด้านนอก อาจมีชั้นวัสดุทนไฟอื่นมาแทรกโดยที่ยิ่งเข้าใกล้ด้านในเตาจะยิ่งต้องใช้วัสดุที่ความหนาแน่นสูงขึ้น นอกจากจะใช้วัสดุเหล่านี้กรุเตาเผาแล้ววัสดุทนไฟเซรามิกยังใช้ได้ในอุตสาหกรรมอื่นอีก เช่น เตาหลอมแก้ว กระบวนการถลุงและกรรมวิธีทางความร้อนสำหรับเหล็กและโลหะนอกกลุ่มเหล็ก อุตสาหกรรมปิโตรเคมี เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง http://WWW. AZOM.COM

ลดา พันธ์สุขมธนา

มารู้จัก... กฎหมายการจัดการสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วของโรงงาน

สิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วเกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน เช่นเดียวกับกับวงจรการผลิตของโรงงาน กระแสรักษ์สิ่งแวดล้อมในปัจจุบันทำให้การจัดการกับสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วเป็นเรื่องที่ไม่ควรละเลยและควรให้ความสำคัญเป็นลำดับต้น ๆ การจัดการสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วของโรงงาน จึงเป็นกฎหมายที่โรงงานต้องรู้และปฏิบัติตามให้ถูกต้อง

ปัจจุบันการกำจัดสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วจากโรงงานอุตสาหกรรม เป็นไปตามประกาศของกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่องการกำจัดสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว พ.ศ. 2548 ซึ่งทดแทนของประกาศเดิม พ.ศ.2540 โดยสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วในประกาศนี้หมายถึง สิ่งของที่ไม่ใช้แล้วหรือของเสียทั้งหมดที่เกิดขึ้นจากการประกอบกิจการโรงงาน รวมถึงของเสียจากวัตถุดิบ ของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต ของเสียที่เป็นผลิตภัณฑ์เสื่อมคุณภาพ และน้ำทิ้งที่มีองค์ประกอบหรือมีคุณลักษณะที่เป็นอันตราย สิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วในประกาศนี้ไม่รวมถึงสิ่งที่มาจากสำนักงาน บ้านพักอาศัย และโรงอาหารในบริเวณโรงงาน กากกัมมันตรังสี มูลฝอยตามกฎหมายว่าด้วยการสาธารณสุข และน้ำเสียที่ส่งไปบำบัดนอกโรงงานทางท่อส่ง การจัดการสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วในประกาศนี้สามารถทำโดยการบำบัด ทำลายฤทธิ์ ทิ้ง กำจัด จำหน่ายจ่ายแจก แลกเปลี่ยน หรือนำกลับไปใช้ในรูปแบบต่างๆ ทั้งนี้รวมถึงการกักเก็บก่อนดำเนินการด้วย

ประกาศนี้ประกอบด้วยหมวดต่างๆ ตั้งแต่การกำหนดรหัสของชนิดและประเภทของสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว ผู้ก่อเกิดสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วซึ่งได้แก่โรงงาน การรวบรวมขนส่งของเสียอันตราย ผู้บำบัดและกำจัดสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว และบทเฉพาะกาลเกี่ยวกับการบังคับใช้ประกาศนี้ ผู้ที่เกี่ยวข้องกับประกาศนี้ได้แก่ผู้ก่อเกิดสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว ผู้รวบรวมและขนส่ง รวมถึงผู้บำบัดและกำจัด

ในส่วนของโรงงาน ประกาศกำหนดให้โรงงานต้องไม่ครอบครองสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วภายในโรงงานเกินเวลา 90 วัน หากเกินกว่ากำหนดต้องขออนุญาต ต้องมีผู้ควบคุมดูแลระบบป้องกันสิ่งแวดล้อมที่มีความรู้เฉพาะด้าน และจัดทำแผนการป้องกันอุบัติภัยเพื่อรองรับเหตุฉุกเฉิน ซึ่งการนำสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วออกนอกบริเวณโรงงานต้องได้รับอนุญาตจากกรมโรงงานอุตสาหกรรม ข้อมูลการขนส่งสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วทุกชนิดให้แจ้งทางสื่ออิเล็กทรอนิกส์ หรือกรณีการบำบัดหรือกำจัดภายในบริเวณโรงงาน ต้องปฏิบัติตามหลักเกณฑ์ที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมกำหนด มีข้อมูลผลวิเคราะห์เคมีและ กายภาพจากห้องปฏิบัติการที่ขึ้นทะเบียนไว้กับกรมโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งต้องเก็บข้อมูลไว้อย่างน้อย 3 ปีเพื่อการตรวจสอบและส่งรายงานประจำปีแก่กรมโรงงานอุตสาหกรรม

หลักเกณฑ์ที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมกำหนดในการจัดการสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วภายในโรงงานได้แก่ การฝังกลบ การเผา การหมักทำปุ๋ย การถมที่ การนำกลับไปใช้ ฯลฯ การจัดการต้องไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เป็นไปตามกำหนดมาตรฐานการปล่อยทิ้งอากาศเสียจากเตาเผามูลฝอย และ/หรือได้รับความเห็นชอบจากกรมโรงงานอุตสาหกรรม กรณีใช้บริการผู้บำบัดและกำจัดสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว โรงงานจะต้องรับผิดชอบต่อภาระความรับผิดต่อสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว จนกว่าผู้บำบัดและกำจัดจะรับไว้ในครอบครอง

สิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่เป็นของเสียอันตราย ต้องส่งให้กับผู้รวบรวมและขนส่ง หรือผู้บำบัดและกำจัดสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วเท่านั้น อีกทั้งต้องได้รับความเห็นชอบจากกรมโรงงานอุตสาหกรรม และการนำออกนอกบริเวณโรงงานต้องมีใบกำกับการขนส่งทุกครั้ง โรงงานหรือผู้บำบัดและกำจัดสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วสามารถแต่งตั้งตัวแทนเพื่อเป็นผู้รวบรวมและขนส่งตามหลักเกณฑ์และวิธีการที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมกำหนด และต้องรับภาระความรับผิดร่วมกับตัวแทน อีกทั้งโรงงานต้องดำเนินการให้ผู้ขนส่งปฏิบัติตามกฎหมายที่เกี่ยวข้องและจัดส่งรายงานประจำปี

ลักษณะและคุณสมบัติที่เป็นของเสียอันตราย มีหลายประเภท คือ สารไวไฟ สารกัดกร่อน สารที่เกิดปฏิกิริยาได้ง่าย สารพิษ หรือมีองค์ประกอบของสิ่งเจือปนคือสารอนินทรีย์อันตรายและสารอินทรีย์อันตราย โดยการเปรียบเทียบความเข้มข้นทั้งหมดของสิ่งเจือปนหรือ Total Concentration กับค่า Total Threshold Limit Concentration (เช่น แคดเมียม 100 มิลลิกรัม/กิโลกรัม) ซึ่งหากพบว่ามีค่ามากกว่าหรือเท่ากับแสดงว่าเป็นอันตราย แต่หากพบว่ามีค่าต่ำกว่า Total Threshold Limit Concentration และมากกว่าหรือเท่ากับ Soluble Threshold Limit Concentration (เช่น แคดเมียม 1 มิลลิกรัม/ลิตร) ต้องใช้วิธี waste Extraction Test ประกอบ เพื่อเปรียบเทียบกับค่า Soluble Threshold Limit Concentration อีกครั้ง จึงจะสรุปว่าเป็นอันตรายหรือไม่ กรณีการฝังกลบสิ่งปฏิกูลและวัสดุที่ไม่ใช้แล้วต้องมีสิ่งเจือปนดังนี้ Soluble Threshold Limit Concentration $\geq$ Total Concentration<Total Threshold Limit Concentration

ผู้บำบัดและกำจัดสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว ต้องปฏิบัติเกี่ยวกับการจัดการตามหลักเกณฑ์และวิธีการที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมกำหนด และรับจัดการเฉพาะที่ได้รับอนุญาตตามเงื่อนไขการประกอบกิจโรงงานที่กำหนดไว้ ในการขนส่งต้องใช้ใบกำกับการขนส่ง ต้องปฏิบัติตามประกาศมติคณะกรรมการวัตถุอันตราย เรื่องการขนส่งวัตถุอันตรายทางบก พ.ศ.2545 และเมื่อรับมาในโรงงานแล้วให้แจ้งข้อมูลต่อกรมโรงงานอุตสาหกรรมทางสื่ออิเล็กทรอนิกส์ ต้องรับภาระความรับผิดเมื่อรับดำเนินการ มีข้อมูลผลวิเคราะห์ทางเคมี และกายภาพก่อนการดำเนินการบำบัดหรือกำจัดจากห้องปฏิบัติการที่ขึ้นทะเบียนไว้กับกรมโรงงานอุตสาหกรรม ให้เก็บข้อมูลไว้อย่างน้อย 3 ปีเพื่อการตรวจสอบ อีกทั้งต้องมีผู้ควบคุมดูแลระบบป้องกันสิ่งแวดล้อมที่มีความรู้เฉพาะด้าน มีแผนการป้องกันอุบัติภัยเพื่อรองรับเหตุฉุกเฉิน และต้องส่งรายงานประจำปีแก่กรมโรงงานอุตสาหกรรม

ภาคผนวกของประกาศประกอบด้วย รหัสของชนิดและประเภทของสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว ลักษณะและคุณสมบัติของสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่เป็นของเสียอันตราย แผนป้องกันอุบัติภัยและแผนฉุกเฉิน หลักเกณฑ์และวิธีการในการจัดการสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว รวมถึงแบบรายงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับประกาศ สามารถ download ประกาศนี้จาก http://www2.diw.go.th/PIC/download/waste/waste11.pdf หรือสอบถามรายละเอียดเพิ่มเติมจากกรมโรงงานอุตสาหกรรม

ประกาศของกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่องการกำจัดสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว พ.ศ. 2548 นี้ เป็นเพียงภาคบังคับพื้นฐานในชีวิตจริง การกำจัดสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วจะประสพความสำเร็จอย่างแท้จริง เมื่อผู้เกี่ยวข้องทุกท่านร่วมมือร่วมใจในจัดการให้เกิดประโยชน์จากการใช้วัสดุสูงสุด และเกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมให้น้อยที่สุด เช่น การนำกลับมาใช้ซ้ำ การนำกลับมาใช้ประโยชน์อีก การนำกลับคืนมาใช้ รวมถึงการจัดการอื่นๆอย่างถูกวิธี

ที่มา

1.ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่องการกำจัดสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว พ.ศ. 2548

2.บัณฑิต ต้นเสถียร, การปฏิบัติตามกฎหมายว่าด้วยเรื่องการกำจัดสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว, เอกสารสัมมนางานวิจัยและพัฒนาเพื่ออุตสาหกรรมเซรามิก ประจำปี 2550 เรื่อง ทิศทางการพัฒนา และวัสดุเหลือใช้ กับอุตสาหกรรมเซรามิกไทย วันที่ 20 กรกฎาคม 2551 กรมวิทยาศาสตร์บริการ กทม.

สุธรรม ศรีหล่มสัก

การวิเคราะห์การกระจายตัวของ..
ความแข็งแรง
(Weibull Analysis)

สมมุติว่าคุณเป็นวิศวกรผู้รับผิดชอบโครงการก่อสร้างแห่งหนึ่งและคุณต้องการซื้อเซรามิกเพื่อใช้ในงานก่อสร้างนี้ ปรากฏเมื่อดูสเปคของเซรามิกที่ผู้ผลิตเสนอมาให้ปรากฏว่ามี 2 เจ้าที่ราคาเท่ากันแต่สเปคต่างกันดังนี้ ผู้ผลิตที่ 1 เสนอเซรามิกที่มี Modulus of rupture (MOR) หรือ Flexural strength (σ) 350±100 MPa และส่วนผู้ผลิตที่ 2 เสนอเซรามิกที่มี MOR 350 ± 10 MPa ถามว่าคุณจะเลือกซื้อเซรามิกของเจ้าไหน? เชื่อขนมกินกันได้เลยว่าคุณคงเลือกเจ้าที่ 2 โดยไม่ต้องสงสัยเพราะว่าเจ้าที่ 2 มีค่า±น้อยกว่า เพราะคุณเห็นว่าค่า±มีความสำคัญใช่ไหม? สำคัญเพราะอะไร? ตอบ เพราะว่ามันทำให้เราทราบว่าชิ้นเซรามิกที่เราซื้อมี MOR ผันแปรมากน้อยแค่ไหน ถ้าผันแปรมากก็ไม่ดีเพราะทำให้เราไม่มั่นใจในความแข็งแรงของเซรามิกทุกชิ้นในรุ่น (lot) ที่ซื้อว่าจะแข็งแรงพอหรือไม่? ในทางปฏิบัตินักเซรามิกจะใช้สถิติบอกว่าโอกาสที่ชิ้นงานจะแตหักที่ strength ใดเป็นเท่าไร และบอกการกระจายตัวของความแข็งแรงของชิ้นเซรามิกในแต่ละ lot ด้วยมอดูลัสที่ชื่อว่า Weibull modulus เรียกตามชื่อของ Weibull ผู้เสนอแนวทางสถิติที่นำมาใช้ในการดูการกระจายตัวของความแข็งแรง ในปี ค.ศ. 1937 Weibull เสนอว่าโอกาสที่จะชิ้นงานจะ แตกหักที่ strength ใดๆ (probability of failure : F) หาได้จาก

$$F = 1 - \exp\left[-V\left(\frac{\sigma - \sigma_v}{\sigma_0}\right)^m\right] \qquad (1)$$

เมื่อ

F = Probability of failure

V = ปริมาตรของชิ้นงานส่วนที่อยู่ใต้ stress ในการทดลองทั่วไปเราอาจจะให้ V = 1

σ = Strength ซึ่งเป็น stress at failure

σ_v = Strength ที่ซึ่ง probability of failure เท่ากับศูนย์ ส่วนใหญ่เราให้ $\sigma_v = 0$

m = Weibull modulus เป็นตัวเลขที่บอกว่า strength ของชิ้นงานที่เราทดสอบมีการกระจายตัวมากน้อยเพียงใด ชิ้นงานรุ่นที่มีการกระจายตัวของstrengthมาก (เช่นชิ้นงานจากผู้ผลิตที่ 1 ใน ตัวอย่างข้างบน) จะมี m น้อย ข้อเสียของเซรามิกอย่าหนึ่งคือเซรามิกจัดเป็นวัสดุที่มีการกระจายตัวของ strengthค่อนข้างมาก โดยทั่วไปเซรามิกจะมี m = 6 แต่เซรามิกดีๆ มีการกระจายตัวของ strength น้อยจะมี m = 10 ก็ได้

σ_0 = Characteristic strength คือ strength ที่ซึ่งโอกาสของการแตกเท่ากับ 63% หรือ F เท่ากับ 0.63

จาก (1) ถ้าเราใส่ ln2 ชั้นเข้าไปในสมการจะได้

$$\ln\ln\left(\frac{1}{1-F}\right) = \ln V + m\ln(\sigma - \sigma_v) - m\ln\sigma_0 \qquad (2)$$

จาก (2) จะเห็นได้ว่าเมื่อ plot กราฟระหว่าง $\ln\ln\left(\frac{1}{1-F}\right)$ กับ ln(σ) จะได้กราฟเส้นตรงที่มีความชัน (slope) เท่ากับ m เมื่อทราบ m ของเซรามิก lot ใด เราก็จะทราบการกระจายตัวของ strength ของเซรามิก lot นั้น ได้ นักเซรามิกมืออาชีพจะไม่คำนึงถึงแต่ ค่าความแข็งแรงเฉลี่ย (mean strength) ของเซรามิกของเขาเพียงอย่างเดียวแต่จะคำนึงถึง Weibull modulus ของเซรามิกของเขาด้วย การทำ Weibull analysis เพื่อหา Weibull modulus ของเซรามิกทำได้ไม่ยากเลย ไม่เชื่อเชิญดูตัวอย่างการทำ Weibull analysis ของแก้วที่ในการเรียนการสอนวิชา 426309 Ceramic measurement and testing lab ในปีการศึกษา 2550 ที่สาขาวิชาวิศวกรรมเซรามิก สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ได้เลย ...

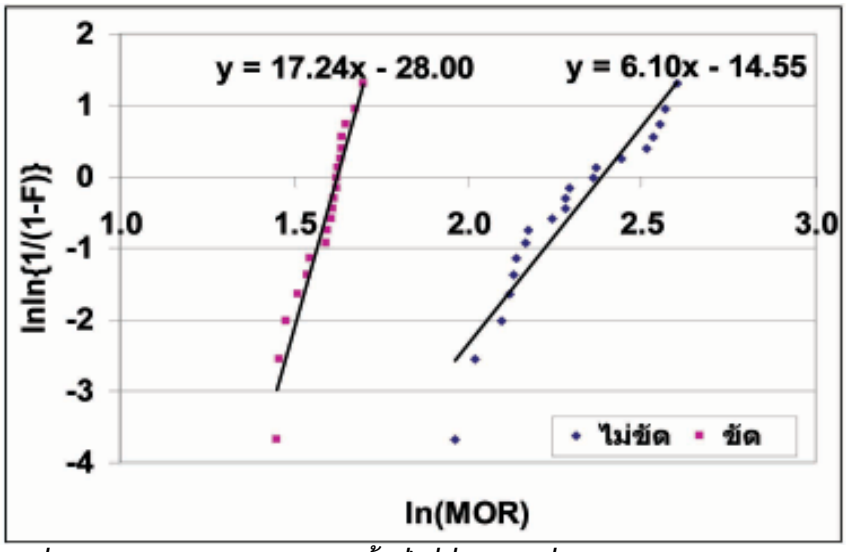
ในการเรียนการสอนอาจารย์ผู้สอนให้นักศึกษาหา strength และทำ Weibull analysis แก้ว 2 ชนิด ชนิดที่ 1 เป็นแท่งแก้ว Soda-lime glass ธรรมดาที่ไม่ผ่านการขัดกระดาษที่ผิว; ชนิดที่ 2 เป็นแท่งแก้ว Soda-lime ที่ผ่านการขัดกระดาษทรายที่ผิวแล้วให้นักศึกษาเปรียบเทียบ strength และ Weibull modulus และอธิบายผลการทดลอง มาดูกันว่านักศึกษาเขาทำ Weibull analysis อย่างไรและผลการทดลองที่ได้เป็นอย่างไร ทำไมเป็นเช่นนั้น

วิธีทดลองและผลการทดลอง

1) นักศึกษานำแท่งแก้ว Soda-lime รูปทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 6 mm. ยาวประมาณ 70 mm. มา 40 ชิ้นแบ่งเป็น 2 ส่วน ส่วนละ 20 ชิ้น ส่วนที่ 1 เป็นแก้วธรรมดาที่ไม่ผ่านการขัดผิวด้วยกระดาษทราย; ส่วนที่ 2 เป็นแก้วที่ถูกขัดผิวด้วยกระดาษทราย จึงนำส่วนที่ 2 ไปขัดผิวด้วยกระดาษทราย แล้วแก้วทั้งสองชุดนำไปวัดขนาดและทดสอบ strength ด้วยวิธี three point bending ในเครื่อง instron ได้ผลดังแสดงใน**ตารางที่ 1** อนึ่งต้องบอกว่าจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องใช้ชิ้นตัวอย่างอย่างน้อย 20 ชิ้น ต่อ 1 ชนิดตัวอย่างในการทำ Weibull analysis การใช้ชิ้นตัวอย่างจำนวนน้อยกว่านี้จะได้ผลที่มีความไม่แน่นอนและมีความผิดพลาดสูง
2) คำนวณหา MOR หรือ Flexural strength โดยใช้

$$MOR = \sigma = \frac{8PL}{\pi d^3} \qquad (3)$$

เมื่อ MOR คือ Modulus of rupture หรือ flexural strength (σ) หน่วยเป็น Pascal ; P คือ load ที่ใช้ในการหักแท่งแก้วมีหน่วยเป็น Newton; d คือเส้นผ่านศูนย์กลางของแท่งแก้ว คำนวณแล้วได้ MOR ดังแสดงใน**ตารางที่ 2**
3) ต่อมาจัดเรียงลำดับข้อมูลใหม่จาก MOR น้อยสุด เป็นลำดับที่ i = 1 ถัดมาเป็น i = 2 และสุดท้ายเป็นข้อมูล MOR มากสุดเป็นลำดับที่ i = 20 ดังแสดงใน**ตารางที่ 3**
4) คำนวณหาค่า probability of failure (F) จากสูตร $F = \frac{i-0.5}{N}$ เมื่อ N คือจำนวนชิ้นตัวอย่างแต่ละชนิด ในที่นี้เท่ากับ 20 คำนวณแล้วได้ F ดังแสดงใน**ตารางที่ 3**
5) แล้วคำนวณ $\ln\ln\left(\frac{1}{1-F}\right)$ และ ln (σ) ได้ผลดังแสดงใน**ตารางที่ 3**
6) ต่อมาเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง ต่อ ln (σ) ได้ผลดังแสดงใน**ภาพที่ 1**
7) สุดท้ายหาความชัน (slope) ของกราฟ ให้ slope = m หรือ Weibull modulus ของแก้วทั้งสองชนิดในทางปฏิบัติอาจจะหา slope โดยใช้คำสั่งเส้นแนวโน้ม (trend line) ใน Excel ได้ คำสั่งดังกล่าวจะหาสมการเส้นตรงที่เป็นตัวแทนของกราฟแล้วเขียนสมการเส้นตรงออกมาให้ดังสมการในภาพที่ 1 จากสมการดังกล่าวเราหา slope ของกราฟได้เพราะ slope ของกราฟคือตัวเลขที่คูณกับ x และจากที่กล่าวมาแล้วข้างต้น slope ของกราฟคือ Weibull modulus (m) ของแก้ว จากสมการของกราฟเส้นตรงที่อยู่ในกราฟจะได้ว่า m ของแก้วที่ไม่ขัดกับของแก้วที่ขัดเท่ากับ 6.10 และ 17.24 ตามลำดับ



ภาพที่ 1 แสดง Weibull plot ของแก้วที่ไม่ผ่านและผ่านการขัดกระดาษทรายที่ผิว

ตารางที่ 1 แสดงเส้นผ่านศูนย์กลางและ load (P) ที่ใช้ในการหักแท่งแก้วตัวอย่าง

	ชนิดที่ 1 แก้วที่ไม่ผ่านการขัด		ชนิดที่ 2 แก้วที่ผ่านการขัดผิว	
No.	Diameter (mm)	P (N)	Diameter (mm)	P (N)
1	5.94, 5.96, 5.98	22.44	6.08, 6.08, 6.06	8.00
2	5.98, 5.94, 5.98	20.99	6.00, 5.96, 6.00	8.47
3	5.98, 6.00, 5.98	12.72	5.92, 5.92, 5.92	8.38
4	6.02, 6.08, 6.00	14.04	5.92, 5.96, 5.90	8.20
5	5.98, 6.00, 5.96	14.15	6.08, 6.08, 6.08	8.95
6	6.90, 6.90, 6.00	16.08	5.94, 5.96, 5.98	9.09
7	6.00, 5.96, 5.98	21.58	5.96, 6.00, 6.02	7.22
8	6.12, 6.12, 6.02	23.10	6.00, 6.10, 6.02	7.58
9	6.06, 6.00, 6.03	21.32	6.00, 5.98, 5.99	8.56
10	6.06, 6.08, 6.06	14.60	6.02, 6.06, 6.06	8.85
11	5.96, 5.98, 5.94	14.60	5.96, 5.94, 5.98	8.32
12	6.02, 6.00, 6.00	16.84	6.00, 5.96, 6.00	8.32
13	6.04, 5.98, 5.94	15.88	5.96, 5.94, 5.98	8.66
14	5.94, 5.96, 5.94	17.66	5.94, 5.90, 5.94	8.75
15	5.94, 5.92, 5.98	14.04	5.94, 6.00, 5.96	8.21
16	5.98, 5.94, 5.94	16.24	6.00, 6.00, 6.00	8.72
17	6.00, 6.00, 6.02	19.58	6.08, 6.08, 6.00	8.96
18	6.10, 6.18, 6.04	18.94	5.96, 5.90, 5.90	7.67
19	6.00, 6.00, 6.00	16.59	5.90, 5.90, 5.90	6.95
20	6.00, 6.00, 6.06	14.97	5.94, 5.96, 6.10	7.92

ตารางที่ 2 MOR ของแก้วทั้งสองชนิด

No	แก้วที่ไม่ผ่านการขัด		แก้วที่ผ่านการขัดผิว	
	P (Newton)	MOR or σ (MPa)	P (Newton)	MOR or σ (MPa)
1	22.44	13.49	8.00	4.55
2	20.99	12.58	8.47	5.02
3	12.72	7.55	8.38	5.14
4	14.04	8.14	8.20	5.01
5	14.15	8.42	8.95	5.07
6	16.08	7.12	9.09	5.46
7	21.58	12.84	7.22	4.27
8	23.10	13.04	7.58	4.38
9	21.32	12.38	8.56	5.07
10	14.60	8.32	8.85	5.09
11	14.60	8.78	8.32	5.00
12	16.84	9.89	8.32	4.94
13	15.88	9.42	8.66	5.21
14	17.66	10.69	8.75	5.35
15	14.04	8.50	8.21	4.92
16	16.24	9.80	8.72	5.14
17	19.58	11.50	8.96	5.14
18	18.94	10.59	7.67	4.71
19	16.59	9.78	6.95	4.31
20	14.97	8.73	7.92	4.67
mean	17.32	10.08	8.29	4.92

วิเคราะห์ผลการทดลอง

จากการทดลองจะเห็นว่าแก้วที่ไม่ผ่านการขัดมีความแข็งแรงเฉลี่ย (mean strength) สูงกว่าแก้วที่ผ่านการขัด ซึ่งเป็นไปตามที่คาดเพราะการขัดผิวแก้วด้วยกระดาษทรายทำให้เกิดรอยขูดขีดที่ผิวแก้วมากขึ้น ซึ่งเท่ากับเป็นการทำให้ microcrack ที่ผิวของแก้วตามทฤษฎีของ Griffith มีความลึกยิ่งขึ้นจึงทำให้แก้วที่ขัดมี strength ต่ำลง อย่างไรก็ตามแก้วที่ผ่านการขัดจะมี Weibull modulus (m) สูงกว่าแก้วที่ไม่ผ่านการขัดซึ่งก็เป็นไปตามทฤษฎี เพราะการขัดผิวของแก้วทำให้เกิด microcrack ใหม่จำนวนมากที่ผิวของแก้ว หลังจากขัดแล้วผิวของแก้วจึงเต็มไปด้วย microcrack จำนวนมากที่กระจายทั่วไปที่ผิวต่างกับแก้วที่ไม่ผ่านการขัดจะมี microcrack บางบริเวณเท่านั้นเมื่อนำแก้วที่ผ่านการขัดผิวไปหักด้วยเครื่อง instron โอกาสที่จะมี crack ใต้รอยกดพอดีจึงมีเท่าๆ กัน ในทางตรงกันข้ามโอกาสที่จะมี microcrack ตรงรอยกดพอดีของแก้วแต่ละแท่งในชุดที่ไม่ผ่านการขัดจึงแตกต่างกันมาก ดังนั้นแก้วที่ผ่านการขัดจึงมีการกระจายตัวของ strength ต่ำกว่าแก้วที่ไม่ผ่านการขัด

ตารางที่ 3 แสดงการจัดลำดับใหม่ (i), Probability of failure (F), $\ln\ln\left(\frac{1}{1-F}\right)$ และ ln (σ) ของแก้วตัวอย่าง

แก้วไม่ผ่านการขัด						แก้วที่ผ่านการขัด					
No	MOR or σ MPa)	i	F	lnln{1/(1-F)}	ln(σ)	No	MOR or σ (MPa)	i	F	lnln{1/(1-F)}	ln(σ)
6	7.12	1	0.03	-3.68	1.96	7	4.27	1	0.03	-3.68	1.45
3	7.55	2	0.08	-2.55	2.02	19	4.31	2	0.08	-2.55	1.46
4	8.14	3	0.13	-2.01	2.10	8	4.38	3	0.13	-2.01	1.48
10	8.32	4	0.18	-1.65	2.12	1	4.55	4	0.18	-1.65	1.51
5	8.42	5	0.23	-1.37	2.13	20	4.67	5	0.23	-1.37	1.54
15	8.50	6	0.28	-1.13	2.14	18	4.71	6	0.28	-1.13	1.55
20	8.73	7	0.33	-0.93	2.17	15	4.92	7	0.33	-0.93	1.59
11	8.78	8	0.38	-0.76	2.17	12	4.94	8	0.38	-0.76	1.60
13	9.42	9	0.43	-0.59	2.24	11	5.00	9	0.43	-0.59	1.61
19	9.78	10	0.48	-0.44	2.28	4	5.01	10	0.48	-0.44	1.61
16	9.80	11	0.53	-0.30	2.28	2	5.02	11	0.53	-0.30	1.61
12	9.89	12	0.58	-0.16	2.29	5	5.07	12	0.58	-0.16	1.62
18	10.59	13	0.63	-0.02	2.36	9	5.07	13	0.63	-0.02	1.62
14	10.69	14	0.68	0.12	2.37	10	5.09	14	0.68	0.12	1.63
17	11.50	15	0.73	0.26	2.44	16	5.14	15	0.73	0.26	1.64
9	12.38	16	0.78	0.40	2.52	3	5.14	16	0.78	0.40	1.64
2	12.58	17	0.83	0.56	2.53	17	5.14	17	0.83	0.56	1.64
7	12.84	18	0.88	0.73	2.55	13	5.21	18	0.88	0.73	1.65
8	13.04	19	0.93	0.95	2.57	14	5.35	19	0.93	0.95	1.68
1	13.49	20	0.98	1.31	2.60	6	5.46	20	0.98	1.31	1.70

อนึ่งเราอาจจะหา Characteristic strength (σ_0) ได้โดยดูจุดตัดแกน x ของกราฟ เพราะว่าที่จุดนี้ F = 0.63 และ lnln{1/(1-0.63)} เท่ากับ 0 ดังนั้นจุดตัดแกน x ของกราฟจึงเป็น ln(σ_0) จาก**ภาพที่ 1** จะเห็นว่า ln(σ_0) ของแก้วที่ไม่ผ่านและผ่านการขัดเท่ากับ 2.36 และ 1.62 ตามลำดับ เมื่อเอา ln ออกจึงได้ σ_0 ของแก้วที่ไม่ผ่านและผ่านการขัดเท่ากับ 10.59, 5.05 MPa ตามลำดับ จึงอาจจะกล่าวได้ว่าแก้วที่ไม่ผ่านการขัดมีโอกาสที่จะแตกที่ strength 10.59 MPa เท่ากับ 63% ในทำนองเดียวกันแก้วที่ผ่านการขัดมีโอกาสที่จะแตกหักที่ strength เท่ากับ 5.05 MPa เท่ากับ 63%

จากตัวอย่างข้างต้นจะเห็นได้ว่าการทำ Weibull analysis ของวัสดุเซรามิกอย่างคร่าวๆ นั้นทำได้ไม่ยากเลยจริงไหมครับ? จึงขอเชิญชวนให้ผู้อ่านที่ทำงานเกี่ยวกับเซรามิกโดยเฉพาะงานที่ต้องเกี่ยวข้องกับความแข็งแรงช่วยทำ Weibull analysis ชิ้นงานของท่านแล้วจะทำให้ท่านดูเป็นมืออาชีพอย่างเห็นได้ชัดกว่า...

มหาวิทยาลัยศิลปากร

ร่วมกับ..**การท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย**

และ**กรมส่งเสริมการส่งออกกระทรวงพาณิชย์**

โดยการสนับสนุนของ**กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม**

และ**บริษัทไทย เบฟเวอเรจ จำกัด (มหาชน)**

กำหนดจัดให้มีการแสดงศิลปะ**เครื่องปั้นดินเผาแห่งชาติ ครั้งที่** 14 ขึ้น ดังนี้

ประเภทของงานที่จัดแสดง

1. เครื่องปั้นดินเผาประเภทศิลปกรรม
2. เครื่องปั้นดินเผาประเภทหัตถกรรม แยกเป็น
   2.1 ประเภทหัตถกรรมประเพณี
   2.2 ประเภทหัตถกรรมร่วมสมัย
3. เครื่องปั้นดินเผาประเภทอุตสาหกรรม

★ ผู้ส่งผลงานเข้าประกวดต้องมีเอกสารแสดงแนวคิดสร้างสรรค์และวิธีการผลิต

รางวัลการตัดสินการประกวด

- รางวัลผลงานยอดเยี่ยมในแต่ละประเภท ได้รับโล่และเงินรางวัล 60,000 บาท ประเภทละ 1 รางวัล
- รางวัลผลงานดีเด่นในแต่ละประเภท ได้รับโล่และเงินรางวัล 20,000 บาท ประเภทละ 3 รางวัล

กำหนดส่งผลงาน

18-21 กันยายน 2551 ดังสถานที่ต่อไปนี้

1. หอศิลป์ร่วมสมัย (อาคารใหม่) มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์ นครปฐม
2. หอศิลปวัฒนธรรม มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ โทร. 0 5322 1724
3. ศูนย์พัฒนาอุตสาหกรรมเครื่องเคลือบดินเผา
   เลขที่ 424 ถ.พหลโยธิน ม.2 ต.ศาลา อ.เกาะคา จ.ลำปาง โทร. 0 5428 1884

ประกาศผลการตัดสิน

14 ตุลาคม 2551

การแสดงนิทรรศการ

1. วันที่ 8-30 ธันวาคม 2551 ณ หอศิลป์ร่วมสมัย (อาคารใหม่)
   มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์ นครปฐม
2. หอศิลปวัฒนธรรม มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ ในเดือนมกราคม-กุมภาพันธ์ 2552
3. จัดแสดงในงาน Bangkok International Gift and Houseware ในเดือนเมษายน 2552
   โดยกรมส่งเสริมการส่งออก ณ ศูนย์แสดงสินค้า และการประชุมอิมแพค เมืองทองธานี
4. จัดแสดงในงานเทศกาลเที่ยวเมืองไทย ของการท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย ในเดือนมิถุนายน 2552

ใบสั่งจองโฆษณา

วารสารเซรามิกส์

ข้าพเจ้า (นาย นาง นางสาว).....

(ห้าง,ร้าน,บริษัท).....

สถานที่ทำการ.....

.....โทรศัพท์.....

ขอสั่งจองโฆษณาในวารสารเซรามิกส์

ในขนาด.....หน้า.....ใบแทรก เป็นเวลาปี..... (กำหนดออกปีละ 3 ฉบับ)

เป็นจำนวนเงิน..... บาท (.....)

โดยเริ่มตั้งแต่ฉบับที่..... ถึงฉบับที่..... ประจำปี พ.ศ .....

ทั้งนี้ได้มอบข้อความโฆษณา.....ชุด CD-Disk ..... แผ่น ใบแทรก ..... ฉบับ มาพร้อมด้วยแล้ว

(ลงนามผู้สั่งโฆษณา).....

ตำแหน่ง.....

วันที่..... เดือน ..... พ.ศ .....

ลักษณะรูปเล่ม - ขนาดมาตรฐาน กว้าง 8.25 นิ้ว x 11.5 นิ้ว

- ปก 4 สี กระดาษอาร์ต (อาบยูวี)

เนื้อใน 4 สี กระดาษอาร์ต 120 แกรม / เนื้อในขาวดำ กระดาษปอนด์ 80 แกรม

ฉบับเดือน

- ☐ มกราคม - เมษายน พ.ศ 2552
- ☐ พฤษภาคม - สิงหาคม พ.ศ 2552
- ☐ กันยายน - ธันวาคม พ.ศ 2552

มีความประสงค์ลงโฆษณาใน

วารสารเซรามิกส์

ติดต่อที่ :

บริษัท แนวทางเศรษฐกิจ 2004 จำกัด

เลขที่ 7 อาคารนพ-ณรงค์ ลาดพร้าว ซอย 23 แขวงจันทรเกษม เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

โทร. 02-938-3207-9, 938-3345-7, 938-3296 แฟกซ์ : 02-938-3297

ใบสมัครสมาชิกสมาคมเซรามิกส์ไทย www.ops.go.th/tcs E_mail : thaicer@yahoo.com

ข้อมูลสมาชิก *(กรุณากรอกแบบฟอร์มให้ครบถ้วนชัดเจนด้วยตัวบรรจง)*

ชื่อผู้สมัคร(ภาษาไทย).....นามสกุล.....

(ภาษาอังกฤษ).....

อายุ.....ปี อาชีพ ..... ตำแหน่ง .....

ที่อยู่ .....

..... รหัสไปรษณีย์ .....

โทรศัพท์..... โทรสาร.....

ข้อมูลบริษัท/โรงงาน/หน่วยงาน *(หากมีโบชัวร์หรือตัวอย่างผลิตภัณฑ์สามารถแนบมาได้)*

บริษัท/โรงงาน/หน่วยงาน.....ที่อยู่.....

.....รหัสไปรษณีย์ .....

โทรศัพท์..... โทรสาร.....

E-mail..... เว็บไซต์ .....

ประเภท ○ ผู้ผลิต ○ ผู้จัดจำหน่าย ○ หน่วยงานของรัฐ ○ สถาบัน ○ อื่นๆ .....

ประเภทผลิตภัณฑ์ ○ กระเบื้อง ○ สุขภัณฑ์ ○ ลูกถ้วยไฟฟ้า ○ ถ้วยชาม

○ ของชำร่วยและเครื่องประดับ ○ วัตถุดิบ ○ อื่นๆ .....

ประเภทอุตสาหกรรม ○ ขนาดเล็ก (OTOP) ○ ขนาด กลาง (SME) ○ ขนาด ใหญ่ (L)

ประเภทของตลาด ○ ภายในประเทศ .....% ○ ต่างประเทศ .....%

พื้นที่โรงงาน .....***จำนวนคนงาน*** .....คน ***ปริมาณการผลิต*** .....ต่อเดือน

ข้าพเจ้าขอรับรองว่า ข้าพเจ้าทราบข้อบังคับของสมาคมเซรามิกส์ไทยดีแล้ว และจะปฏิบัติตามข้อบังคับของสมาคมเซรามิกส์ไทยทุกประการ โปรดส่งเอกสารและวารสารไปที่ ☐ บ้าน ☐ ที่ทำงาน

ลงชื่อ.....ผู้สมัคร

...../...../.....

ประเภทของสมาชิกสมาคมเซรามิกส์ไทย

ประเภทนิติบุคคล

☐ รายปี 2,000 บาท ☐ ตลอดชีพ 25,000 บาท

รับวารสาร 2 ชุด / ฉบับ, ส่วนลดการเข้าร่วมสัมมนาฟรี 1 คน

ประเภทบุคคลทั่วไป

☐ ตลอดชีพ 3,000 บาท

(รับวารสาร 10 ปี นับตั้งแต่การสมัครเข้าเป็นสมาชิก)

☐ รายปี 300 บาท

☐ นิสิตนักศึกษา 200 บาท

พร้อมกันนี้ได้ชำระเงินค่าสมาชิกจำนวน..... บาท

(.....)

เป็น ☐ เงินสด ☐ ธนาณัติ ☐ เช็คไปรษณีย์

☐ เงินโอน วันที่ .....

☐ ต่ออายุสมาชิก ☐ สมัครเป็นสมาชิกใหม่

สิทธิของสมาชิกสมาคมเซรามิกส์ไทย

1. สมาชิกทุกประเภทมีสิทธิเสนอความคิดเห็นหรือให้คำแนะนำใดๆอันเป็นประโยชน์ที่เกี่ยวกับกิจการหรือวัตถุประสงค์ของสมาคมฯต่อคณะกรรมการได้
2. สมาชิกทุกประเภทมีสิทธิในการลงคะแนนในการประชุมได้คนละหนึ่งคะแนนเท่าเทียมกันหมด
3. สมาชิกมีสิทธิได้รับการเลือกตั้งเป็นกรรมการ
4. ส่วนลดพิเศษในการเข้าร่วมกิจกรรมของสมาคมฯ

ธนาณัติสั่งจ่าย ณ. ที่ทำการไปรษณีย์ จุฬาลงกรณ์ 10332 หรือโอนเงินเข้าบัญชีออมทรัพย์ ธนาคารไทยพาณิชย์ สาขาสภากาชาดไทย
ชื่อบัญชีสมาคมเซรามิกส์ไทย เลขที่บัญชี 045-2 07350-2 แฟกซ์สลิปการโอนเงินกลับมาที่ 0-2218-5558 , 0-2218-5561 โทร.0-2218-5558

การสั่งซื้อวารสาร

วารสารเซรามิกส์ฉบับ 1, 2, 3, 11, 18 หมด

☐ ฉบับที่ 6 50-

☐ ฉบับที่ 7 50-

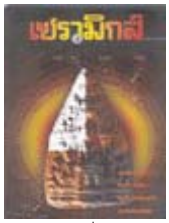
☐ ฉบับที่ 8 50-

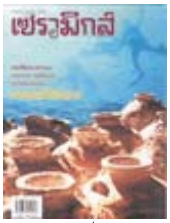
☐ ฉบับที่ 9 60-

☐ ฉบับที่ 10 70-

☐ ฉบับที่ 12 70-

☐ ฉบับที่ 13 70-


☐ ฉบับที่ 14 70-


☐ ฉบับที่ 15 80-

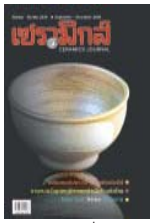
☐ ฉบับที่ 16 80-

☐ ฉบับที่ 19 80-

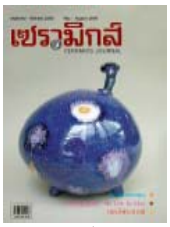
☐ ฉบับที่ 20 80-

☐ ฉบับที่ 21 80-

☐ ฉบับที่ 22 90-


☐ ฉบับที่ 23 90-

☐ ฉบับที่ 24 90-


☐ ฉบับที่ 25 90-

☐ ฉบับที่ 26 90-

☐ ฉบับที่ 27 90-

☐ ฉบับที่ 28 90-

แบบฟอร์มการสั่งซื้อวารสาร

ชื่อผู้ซื้อ.....

ที่อยู่.....

ฉบับที่.....รวม.....ฉบับ

รวมเป็นเงิน.....

(.....)

ด่วน! Thai Ceramic Directory 2007-2009 หนังสือที่รวบรวมข้อมูลอุตสาหกรรมเซรามิก ไม่ว่าจะเป็นข้อมูลทางวัตถุดิบ, รายชื่อผู้ประกอบการอุตสาหกรรมเซรามิก, แก้ว และกระจก ฯลฯ มีทั้งผู้ผลิต ผู้จัดจำหน่าย ให้ท่านเลือกอย่างครบถ้วน ในราคาเล่มละ 500 บาท
ติดต่อสอบถามข้อมูลเพิ่มเติมได้ที่ : สมาคมเซรามิกส์ไทย ภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 10330 โทร.0-2218-5558

Lampang Ceramic Design Award 2008

การประกวดออกแบบผลิตภัณฑ์เซรามิก ประจำปี 2551

ประเภทการประกวด

ก. เครื่องประดับ

1. กระดุม 6 เม็ด 2. เข็มกลัด 3. กำไล 4. สร้อยคอ 5. ต่างหู 1 คู่ ส่งชิ้นงานพร้อมบรรจุภัณฑ์

(ให้ส่งพร้อมบรรจุภัณฑ์เพื่อป้องกันการชำรุด และเพิ่มมูลค่า)

ข. เครื่องใช้บนโต๊ะอาหาร 10 ชิ้น ประกอบด้วย

จานเปล จานใหญ่ จานกลาง จานเล็ก ชามใหญ่ ชามกลาง ชามเล็ก ถ้วยน้ำจิ้ม ถ้วยกาแฟ

พร้อมจานรอง

โดยให้ส่งผลงานอย่างละ 2 ชิ้น รวม 20 ชิ้น

ค. ชุดสนาม ทำจากวัสดุเซรามิก recycle

ประกอบด้วยเก้าอี้ 4 ที่นั่ง และโต๊ะกลาง 1ตัว

โดยใช้วัสดุเหลือใช้จากกระบวนการผลิตเซรามิกเป็นวัสดุหลัก เช่น ชิ้นงานเซรามิกที่มีตำหนิ

หลักเกณฑ์

ส่งผลงานสำเร็จตามจำนวนที่กำหนดแต่ละประเภท พร้อมเอกสารประกอบเพื่ออธิบายแนวความคิดในการออกแบบ ไม่เกิน 1 หน้ากระดาษ A4

รางวัล มีรางวัลประเภทละ 13 รางวัล รวมทั้งสิ้น 39 รางวัล ดังนี้

รางวัลที่ 1 50,000 บาท

รางวัลที่ 2 30,000 บาท

รางวัลที่ 3 20,000 บาท

รางวัลชมเชย 10 รางวัล รางวัลละ 5,000 บาท

ผลงานที่ได้รับรางวัลจะแสดงในงานลำปางเซรามิกแฟร์ วันที่ 1 - 10 ธันวาคม พ.ศ. 2551

และมีโครงการจัดแสดงในต่างประเทศต่อไป

กำหนดรับผลงาน

รับผลงานตั้งแต่วันที่ 20 สิงหาคม ถึง 4 กันยายน พ.ศ. 2551 ที่ ศูนย์พัฒนาอุตสาหกรรมเซรามิก 424 หมู่ 2 ต.ศาลา อ.เกาะคา จังหวัดลำปาง 52130 โทรศัพท์ 0-5428-1884

ประกาศผลการตัดสิน วันที่ 25 กันยายน พ.ศ. 2551

ข้อมูลเพิ่มเติม

ดูรายละเอียดเพิ่มเติมและ download ใบสมัครได้ที่เว็บไซต์ของสมาคมเครื่องปั้นดินเผาลำปาง http://www.ceramiclampang.com

ดำเนินการประกวดโดย

จังหวัดลำปาง สมาคมเครื่องปั้นดินเผาลำปาง โครงการพัฒนาส่งเสริมเซรามิกบ้านศาลาเมิง และ ศูนย์พัฒนาอุตสาหกรรมเซรามิก