

พฤษภาคม - สิงหาคม 2551 May - August 2008

เซรามิกส์



CERAMICS JOURNAL

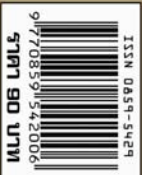


常滑ロータリークラブ

Ceramic Murals

การเลือกใช้วัสดุในอาคารอันในเตาไฟฟ้า

นาโนซิลเวอร์สารยับยั้งแบคทีเรียประสิทธิภาพสูง



เซรามิกส์ ปีที่ 12 ฉบับที่ 28

● Ceramic Murals

● นาโนซิลเวอร์ สารยับยั้งแบคทีเรียประสิทธิภาพสูง

พฤษภาคม - สิงหาคม 2551



ข่าวเตา

เซรามิก

ท่ามกลางข่าวดีเกี่ยวกับราคาของสินค้าเกษตรที่นับวันจะสูงขึ้นเรื่อยๆ เกษตรกรหันมาปลูกข้าว ปลูกพืชพลังงาน เช่น อ้อย มันสำปะหลัง ปาล์มน้ำมันกันทั่วไ้ ก็ได้แต่หวังในใจลึกๆ แทนผู้ประกอบการเซรามิกที่ยังต้องพึ่งพาแรงงานฝีมืออยู่มาก ถ้าพวกเขากลับบ้านไปปลูกข้าวกันหมด ใครจะมาทำงานให้เรา

นับวันค่าแรงของพนักงานก็จะสูงขึ้นเรื่อยๆ ค่าพลังงาน ค่าวัตถุดิบพากันขึ้นราคากันเป็นทิวแถว เหลืออย่างเดียวกันที่ขึ้นได้ ซ้ำกันว่าเขาก็คือราคาขาย ทำให้ผู้ประกอบการเริ่มย้ายถิ่นกันไปตามๆ กัน งานBIG ที่ผ่านมาก็ห่วยเหวา คนเผ้าบูธเดินดูกันเองแต่ลูกค้าต่างประเทศที่คาดหวังให้มากขึ้นเยอะๆ กลับหายหน้าหายตาไป ใครๆ ก็เผ้ารอเผ้าจะไปงานแฟร์ที่ฮ่องกงกับจีน แม้แต่ผู้ประกอบการไทยหลายรายก็เลิกเปิดบูธที่งานBIG แต่หันไปเปิดที่ ฮ่องกงแทน

ธุรกิจทุกวันนี้มีปัจจัยที่ยากขึ้นเรื่อยๆ จากยุคปลาใหญ่กินปลาน้อย ตอนนี้ปลาน้อยเริ่มหมดไปเราจะได้เห็นปลาใหญ่ที่แข็งแรงกินปลาใหญ่ที่อ่อนแอมากขึ้น ในวงการเซรามิกก็เช่นกัน ช่วงเดือนที่ผ่านมาได้เห็นการควบรวมกันของบริษัทยักษ์ใหญ่ในอุตสาหกรรมทั้งในอุตสาหกรรมกระเบื้องและ สุขภัณฑ์ ในอนาคตก็คงได้เห็นปลาตัวใหญ่ว่ายเล่นอยู่ไม่กี่รายเท่านั้น

บรรณาธิการ

ดร.กชินท์ สายอินทวงศ์

kachins1@yahoo.com

วารสารเซรามิกส์ จัดทำขึ้นเพื่อเป็นศูนย์กลางการเผยแพร่วิชาความรู้ทางด้านเซรามิก และเป็นสื่อกลางระหว่างสมาชิกของสมาคมฯ ตลอดจนผู้สนใจ สมาชิกสมาคมฯ ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้องในวงการเซรามิก ทั้งด้านอุตสาหกรรมและแวดวงการศึกษา รวมทั้งผู้สนใจในกิจกรรมด้านนี้ ขอคิดเห็นและบทความในวารสารเล่มนี้เป็นที่คนละอิสระของผู้เขียนแต่ละท่าน สมาคมเซรามิกไทยไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป

เซรามิกส์

เจ้าของ

สมาคมเซรามิกไทย

บรรณาธิการผู้พิมพ์ผู้โฆษณา

ดร.สมนึก ศิริสุนทร

ที่ปรึกษาเกียรติศักดิ์

ดร.ดำริ สุโขะนัง

ศ.เกียรติคุณ เสริมศักดิ์ นาคบัว

คิด วิจารณ์เพ็ญกุล

รศ.ทวี พรหมพุกษ์

บรรณาธิการบริหาร

ดร.สมนึก ศิริสุนทร

ดร.คชินท์ สายอินทวงศ์

กองบรรณาธิการ

ผศ.เวนิช สุวรรณโมลี

รศ.สุพมาล เล็กสวัสดิ์

ผศ.ดร.ศิริพันธ์ เวียมศิริเลิศ

รศ.วรวิธ สุทธิวีระขจร

ดร.ชุติมา เอี่ยมโชติชวลิต

ดร.ลดา พันธุ์สุพมาล

ดร.ศิริพร ลาภเกียรติถาวร

ผศ.สาธิต ชลชาติภิญโญ

ชินตวันนันทน์ ตาตะนันท์

สำนักพิมพ์ติดต่อ

สมาคมเซรามิกไทย 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

จันทร์เกษม จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

โทร. 0 2938 3207-9 แฟกซ์ 0 2938 3207

E-mail : economicline@yahoo.com

เพลท/แยกสี SK กราฟฟิค

พิมพ์ที่ โรงพิมพ์ดอกเบ๊

CONTENTS



เซรามิกส์

ปีที่ 12 ฉบับที่ 28

CERAMICS JOURNAL

พฤษภาคม - สิงหาคม 2551 • May - August 2008

วิถีธรรมชาติและงานปั้นเป็นหมูน : สุนทรียภาพจากเครื่องปั้นดินเผา

สุนทรียภาพจากเครื่องปั้นดินเผา



วิถีชีวิตและธรรมชาติเป็นแรงบันดาลใจให้ศิลปินสร้างสรรค์งานศิลปะที่มีคุณค่าและมีความหมาย...
งานปั้นเป็นหมูนับเป็นงานศิลปะที่มีคุณค่าและมีความหมาย...
งานปั้นเป็นหมูนับเป็นงานศิลปะที่มีคุณค่าและมีความหมาย...

9

Re-branding ศูนย์ศิลปาชีพ

การเปลี่ยนแปลงและปรับตัวเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับองค์กรทุกแห่ง...
การเปลี่ยนแปลงและปรับตัวเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับองค์กรทุกแห่ง...
การเปลี่ยนแปลงและปรับตัวเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับองค์กรทุกแห่ง...

33

เรื่องราวของ...เซรามิก



เซรามิกเป็นวัสดุที่มีลักษณะเฉพาะตัว...
เซรามิกเป็นวัสดุที่มีลักษณะเฉพาะตัว...
เซรามิกเป็นวัสดุที่มีลักษณะเฉพาะตัว...

67



9 วิถีธรรมชาติและงานปั้นเป็นหมูน : สุนทรียภาพจากเครื่องปั้นดินเผา

11 แนะนำนักเขียน

19 นาโนซิลเวอร์ สารยับยั้งแบคทีเรียประสิทธิภาพสูง

22 การเลือกใช้วัสดุให้ความร้อนในเตาไฟฟ้า

25 เซรามิก สำหรับ...งานขัดถู (Ceramic Abrasives)

33 Re-branding ศูนย์ศิลปาชีพ

39 โครงการพัฒนาระบบการผลิตผลิตภัณฑ์เซรามิกในจังหวัดลำปาง

43 เรื่องเบาๆ กับ.....ผลิตภัณฑ์เซรามิกไฟต่ำสุด

47 ว่าด้วยเรื่อง...ของการกวน

53 การทดสอบกระเบื้องเซรามิก ตามมาตรฐาน ISO 10545

67 การผสมกันของ...สีเซรามิก

CONTENTS

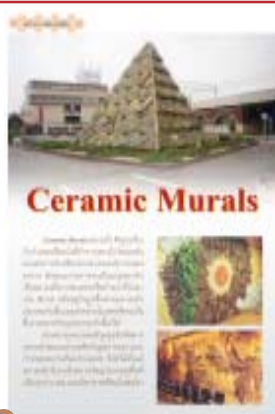


เซรามิกส์

ปีที่ 12 ฉบับที่ 28

CERAMICS JOURNAL

พฤษภาคม - สิงหาคม 2551 • May - August 2008



70



73



79



70 Ceramic Murals

73 Visual Research Presentation

79 เครื่องปั้นดินเผาจากตะกอนน้ำประปา

83 เตาผลิตก๊าซ ชีวมวลพลังงานทางเลือกในอุตสาหกรรมเซรามิก

89 ซิลเวอร์ : สารยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรีย

95 ทำเล่นให้เป็นจริง



95

วิถีธรรมชาติและงานปั้นแป้นหมุน...

สุนทรียภาพจากเครื่องปั้นดินเผา

ผลงานของภรดี



1. **โต้ทะเล** หล่อน้ำสลิปและปั้นตกแก้ว
ดินสโตนแวร์ เพา 1200 c



2. **ข้าว** หล่อน้ำสลิปและปั้นตกแก้ว เพา 1230 c



3. **โต้ทะเล** ดินสโตนแวร์ เคลือบเฟลสปาร์
เพา 1250 c เป็นงานชิ้นโปรดของภรดี



4-5. **พลไม้** หล่อน้ำสลิปและปั้นตกแก้ว เคลือบเฟลสปาร์ เพา 1230 c

แม้ว่าเครื่องปั้นดินเผาจะถูกมองว่ามีคุณค่าเพียงภาชนะที่มีประโยชน์ใช้สอย แต่ก็มีศิลปินที่มีใจรักพยายามสร้างสรรค์ผลงานให้เครื่องปั้นดินเผาเป็นสื่อที่แสดงออกในแง่มุมของศิลปะออกมาให้ได้มากที่สุด สองศิลปินที่คร่ำหวอดในวงการเซรามิกส์ แต่เพิ่งแสดงผลงานร่วมกันเป็นครั้งแรก คือ ภรดี พันธุ์ภากร และเสกสรรค์ ตันยาภิรมย์ ได้จัดงานนิทรรศการ วิถีธรรมชาติ และงานปั้นแป้นหมุนขึ้นในวันที่ ๑๙ มกราคม - ๓ กุมภาพันธ์ ๒๕๕๑ ที่ศูนย์การค้าเกษรพลาซ่า

ผลงานที่จัดแสดงนั้นแม้จะมีความหลากหลายในแง่ของรูปทรง สีส้นและขนาด แต่ก็สามารถจัดรวมกันได้อย่างกลมกลืนสำหรับภรดีนั้น เน้นแนวคิดที่เป็นแรงบันดาลใจจากธรรมชาติ เช่น ต้นไม้ ใบหญ้า พืชพันธุ์ต่างๆ นำมาสร้างเป็นผลงานที่ดูแล้วสบายตา สบายใจ สร้างความอึดอ้อมให้ผู้ชมงานพบความสุขกลับบ้านเป็นของแถม งานแต่ละชิ้นเผาในอุณหภูมิที่แตกต่างกันตามความเหมาะสมของรูปทรงและขนาดที่ต้องการ เคลือบบางชนิดก็นำวัตถุดิบมาผสมกันโดยไม่ต้องบดทำให้เกิดจุดสีจากออกไซด์ที่แปลกตา ภรดีเลือกเทคนิคการตกแต่งที่หลากหลายให้เหมาะสมกับแนวความคิดและรูปทรงของผลงาน ดังนั้นบางชิ้นจึงใช้การเจาะ แกะสลัก หรือใช้ดินพื้นบ้านในการขึ้นรูปเพื่อให้ได้พื้นผิวดูอบอุ่นและแปลกตา รวมถึงการตกแต่งด้วยการเผารมควัน

ส่วนผลงานของเสกสรรค์นั้น เน้นการขึ้นรูปด้วยแป้นหมุนโดยปั้นภาชนะขนาดใหญ่ เผาเตาแก๊ส อุณหภูมิ 1250-1280 องศา ด้วยความชำนาญในการใช้เคลือบจากการปรับสูตรและทดลองเป็นเวลานานทำให้ได้ผลงานที่ดูสวยงามและอบอุ่น ซึ่งเหมาะสมกับรูปทรงที่เรียบง่าย เสกสรรค์ใช้เทคนิคในการตกแต่งให้รูปทรงกลมของภาชนะจากการขึ้นแป้นหมุนดูน่าสนใจมากขึ้นโดยการบีบกดบางส่วน งานบางชิ้นก็ใช้วิธีตัดเฉือนผิวภาชนะให้มีเหลี่ยมมุม ส่วนงานชิ้นใหญ่ที่มีผิวเรียบก็เพิ่มเสน่ห์ด้วยการเล่นเคลือบบนเคลือบหรือแต้มจุดทับกัน



6. ผลงานสโตนแวร์ของเสกสรรค์
เคลือบเฟลสปาร์ เเผา 1250 c เตาแก๊ส



8. ชาม เเผา 1280 c
ใช้เคลือบที่หดตัว เกิดพื้นผิวที่น่าสนใจ



11. การจัดวางผลงานชุด “ข้าว” ของกรดี



7. ภาชนะสโตนแวร์ใบปรดของเสกสรรค์
เผาที่ 1280 c



9. บรรยากาศการแสดงผลงาน



10. ภาชนะสโตนแวร์ของเสกสรรค์
กับบรรยากาศในนิทรรศการ



12. การจัดวางผลงานของเสกสรรค์
ช่องด้านหลังจัดทำเพื่อวางถ้วยที่มีหลากหลายแบบ

ผลงานร่วมสองร้อยชิ้นที่ศิลปินทั้งสองนำมาจัดแสดงนั้นนับว่าปั้นจากใจรัก ที่ใช้เวลาในการรวบรวมเป็นเวลาหลายปีกว่าจะได้นำมาจัดนิทรรศการด้วยความยากลำบาก เรียกได้ว่าประสบความสำเร็จเป็นอย่างดีทีเดียว สนุกที่เรียกจากการชมงานครั้งนี้เป็นข้อพิสูจน์ได้เป็นอย่างดีว่าเครื่องปั้นดินเผาไม่ได้เป็นเพียงภาชนะ ใช้สอยเพียงอย่างเดียว หากแต่เป็นงานศิลปะที่จับต้องได้และมีคุณค่าทางความงามและยังสร้างแรงบันดาลใจให้ผู้เข้าชมได้อีกด้วย ปัญหาของการจัดนิทรรศการเครื่องปั้นดินเผานั้นมีมากมายแต่ผู้เขียนคิดว่าศิลปินทั้งสองท่านคงมีแรงใจที่จะสร้างสรรค์ผลงานเพื่อนำมาจัดแสดงให้ผู้หลงใหลในศิลปะเครื่องปั้นดินเผา ได้ชมกันอีกในเร็ววัน

แนะนำนักเขียน

บทความในวารสารเซรามิกส์ที่ท่านผู้อ่านได้ติดตามกันมาตลอด ไม่ว่าจะเป็นบทความทางวิชาการ การแสดงผลงานของศิลปินต่างๆทั้งไทยและเทศ เทคนิคการผลิต และการแก้ไขปัญหา บทความแนะนำศิลปิน ผู้ประกอบการรายใหม่ๆ และสถานศึกษาเกี่ยวกับเซรามิก นั้นจะมีผู้เขียนประจำกองบรรณาธิการและผู้เขียนรับเชิญที่อยู่ในแวดวงของเซรามิกบ้านเรา หลายคนอาจเป็นที่รู้จักของคนในวงการ หลายคนเคยได้ยินชื่อแต่ยังไม่เคยเห็นหน้า ผู้อ่านบางคนอาจเป็นแฟนประจำของ นักเขียนคนนี้แต่อยาการู้จักมากขึ้น วันนี้เราจะมาเปิดเผยตัวจริง หน้าตาและประวัติการศึกษาและ ประวัติการทำงานมาให้ทุกคนได้รู้จัก

เริ่มต้นจากท่านแรก ผู้ที่หาผลงานสวยๆ มาขึ้นปกหนังสือของเราเสมอมา



รองศาสตราจารย์ สุพุมล เล็กสวัสดิ์

การศึกษา อาจารย์สุพุมลหรืออาจารย์ตุ๊กจบการศึกษาจาก โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปทุมวัน หลังจากนั้นได้มาศึกษาต่อที่ภาควิชา ศิลปศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และต่อปริญญาโทที่ Illinois State University USA

ปัจจุบัน อาจารย์สาขาวิชาเอกทัศนศิลป์ (เซรามิกส์) หัวหน้าภาควิชาคณิตศิลป์ ภาควิชาคณิตศิลป์ คณะศิลปกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สำหรับผลงานทางวิชาการของอาจารย์ตุ๊กมีทั้งงานวิจัย หนังสือ และการแสดงผลงานต่างๆ ดังนี้

- ด้านงานวิจัย ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับเรื่องผ้าปักพม่า
- สำหรับหนังสือและตำราต่างๆได้แก่ เครื่องปั้นดินเผา : พื้นฐานการออกแบบและปฏิบัติงาน, เคลือบสำหรับนักปั้น, การออกแบบและตกแต่งเครื่องปั้นดินเผา
- สำหรับการแสดงผลงานนั้นมีทั้งในและต่างประเทศดังนี้
- การแสดงผลงานเซรามิกส์และเครื่องประดับที่สหรัฐอเมริกา, ภาพเขียนสีน้ำที่ญี่ปุ่น
- ส่วนในประเทศไทยนั้นได้แก่การแสดงผลงานนฤมิตรศิลป์เซรามิกส์ 1-8, ต้นฉบับแสดงมรดกวัฒนธรรมรัฐประชาชนลาว, ต้นฉบับปกหนังสือ, ภาพประกอบหนังสือ, เซรามิกส์ (Clayography : My Life in Clay), เซรามิกส์ Relationships
- นอกจากนี้ยังมีโครงการเรื่องสรวงศ์งานศิลป์ พื้นถิ่นอันดามัน จังหวัดกระบี่ และสรวงศิลป์ จังหวัดขอนแก่น



ดร. ชุตินา อี่ยมโชติชวลิต

การศึกษา ดร.ชุตินา นั้น จบปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วัสดุศาสตร์) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปริญญาโทและปริญญาเอกสาขา Ceramics Sci. & Engineering ที่ Rutgers University, สหรัฐอเมริกา

ปัจจุบัน นักวิชาการ 9 (รักษาการผู้อำนวยการฝ่ายเทคโนโลยีวัสดุ) สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

ประสบการณ์ เริ่มต้นทำงานที่บริษัท เอเชียพอร์เลน จำกัด และปัจจุบันวิจัยและพัฒนาวัสดุเซรามิก, วิจัยและพัฒนาสารอิเล็กทรอนิกส์เซรามิก (เพียโซอิเล็กทริกเซรามิก), วิเคราะห์ทดสอบวัสดุเซรามิกและแร่เซรามิกโดยรักษาการผู้อำนวยการฝ่ายเทคโนโลยีวัสดุ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

ความเชี่ยวชาญ

- กระบวนการผลิตเซรามิกประเภท เครื่องใช้บนโต๊ะอาหารของประดับตกแต่งสวน และสุขภัณฑ์
- การควบคุมคุณภาพการผลิตแร่เซรามิกและผลิตภัณฑ์เซรามิก
- การวิเคราะห์ทดสอบผลิตภัณฑ์เซรามิกและแร่เซรามิก
- การผลิตสารเพียโซอิเล็กทริกเซรามิก



ดร. ลดา พันธุ์สุขุมธนา

การศึกษา จบปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วัสดุศาสตร์) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปริญญาเอก Ph.D. Ceramic Science and Engineering จาก Rutgers University USA

ปัจจุบัน นักวิทยาศาสตร์ 8 ว. สำนักเทคโนโลยีชุมชน กรมวิทยาศาสตร์บริการ

ความเชี่ยวชาญ/ความชำนาญด้านเซรามิก

- การวิเคราะห์วัตถุดิบและวัสดุฐานเซรามิก
- การพัฒนาเนื้อดินและเคลือบเซรามิก
- Colloidal
- Powder Processing



ดร. ศิริพร ลาภเกียรติถาวร

การศึกษา ปริญญาตรีที่ภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปริญญาโทและเอกที่ Metallurgy & Material Engineering Colorado School of Mines, USA เริ่มงานเป็นหัวหน้าแผนกพัฒนาผลิตภัณฑ์ บริษัทไทย-เยอรมัน เซรามิกส์ อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด

ปัจจุบัน นักวิชาการ 8 สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

สาขาวิชาที่เชี่ยวชาญ

- กระบวนการผลิตเซรามิก, การควบคุมคุณภาพ และการวิเคราะห์ทดสอบ
- พัฒนาคุณภาพผลิตภัณฑ์เซรามิกดั้งเดิมและเซรามิกยุคใหม่
- Structural Ceramics (Dense and Porous)
- Ceramic Matrix Composites
- High Temperature Corrosion

ดร.ศิริพรมีบทความทางวิชาการที่ได้รับการตีพิมพ์ในระดับนานาชาติจำนวน 16 เรื่อง



พศ.ดร. ศิริธันว์ เกียมศิริเลิศ

การศึกษา พศ.ดร. ศิริธันว์หรืออาจารย์ก๊ีบจบการศึกษาปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วัสดุศาสตร์) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปริญญาโท Vanderbilt University, Nashville, TN ปริญญาเอกที่ Clemson University, U.S.A อาจารย์ก๊ีบเริ่มทำงานเป็นนักวิจัยที่บริษัทเซรามิก อุตสาหกรรมไทย จำกัด (Cotto tile)

ปัจจุบัน เป็นอาจารย์ประจำภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มีความเชี่ยวชาญพิเศษในสาขา Glass technology

งานที่ได้รับมอบหมายในปัจจุบัน:

- เลขานุการสมาคมเซรามิกส์ไทย (2001 – ปัจจุบัน)
- สมาชิก The American Ceramic Society (1994 - ปัจจุบัน)
- กรรมการวิชาการคณะที่ 61 มาตรฐานกระจกแผ่น สำนักมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
- รองหัวหน้าภาควิชาวัสดุศาสตร์ ฝ่ายวิชาการ
- เลขานุการและกรรมการบริหารหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยี เซรามิก ภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- คณะกรรมการประจำคณะประเภทคณาจารย์ประจำ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาฯ
- อนุกรรมการโครงร่างวิทยานิพนธ์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- รองหัวหน้าหน่วยปฏิบัติการวิจัยเซรามิกขั้นสูง ภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พศ.ดร. ศิริธันว์มีบทความทางวิชาการที่ได้รับการตีพิมพ์ในระดับนานาชาติจำนวน 10 เรื่อง



คุณ ชณิตนันท์ ตาตะนันท์

การศึกษา คุณกบจบจากมหาวิทยาลัยรังสิต คณะศิลปกรรม สาขาเครื่องเคลือบดินเผา เริ่มงานเป็นนักวิทยาศาสตร์ 3 ศูนย์พัฒนาเครื่องเคลือบดินเผา กรมวิทยาศาสตร์บริการต่อมาเป็น เลขานุการ บริษัท เบสท์บิลเดอร์ จำกัด เลขานุการ ดร.วรุณี ถิรมงคล

ปัจจุบัน เป็นเลขานุการสมาคมเซรามิกส์ไทย เป็นกองบรรณาธิการในการจัดทำวารสาร เซรามิกส์ นามปากกา นาธุโตะเป็น กองบรรณาธิการในการจัดทำจดหมายข่าวของสมาคม เซรามิกส์ไทยและจัดทำHome Page ของสมาคมเซรามิกส์ไทย และเป็นผู้ประสานงาน โครงการต่างๆ ของทางสมาคมที่ดำเนินการร่วมกับส่วนงานอื่นๆ ทั้งสถาบันการศึกษาต่างๆ คุณกบ นับเป็นบุคคลที่มีความสำคัญมากสำหรับวารสารของเรา เพราะคุณกบนอกเหนือ จากบทบาทของเลขานุการสมาคมเซรามิกส์ไทยแล้ว ก็ยังเป็นผู้ประสานงานระหว่างผู้เขียน บทความกับบรรณาธิการ เป็นผู้ประสานงานในการส่งบทความไปให้สำนักพิมพ์ทำ Art work และประสานงานในการแก้ไข จนกระทั่งสามารถจัดทำเป็นรูปเล่มได้ในแต่ละฉบับ นอกจากนี้ ยังทำหน้าที่ดูแลสมาชิกทั้งเก่าและใหม่ จัดส่งวารสารให้กับสมาชิกและผู้สนใจที่ต้องการ นำวารสารไปเผยแพร่



ดร. คิชน์ สายอินทวงศ์ บรรณาธิการบริหาร

กรรมการผู้จัดการบริษัทเซรามิกคอนซัลติงค์ จำกัด

คุณคิชน์จะเป็นผู้ตรวจบทความต่างๆที่มีผู้ส่งเข้ามารวมทั้งติดต่อผู้คนที่ต้องการให้ช่วยกันเขียนบทความมาลง เพื่อให้วงการเซรามิกบ้านเราได้มีหนังสือเซรามิกที่สมบูรณ์แบบทั้งทางด้านวิชาการ ด้านเทคโนโลยี ด้านการจัดการอุตสาหกรรม ด้านศิลปะ

การศึกษา จบปริญญาตรี, ปริญญาโท และปริญญาเอก ที่ภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติการทำงาน เริ่มต้นจากการเป็นนักวิจัยของบริษัทเซรามิกอุตสาหกรรมไทย จำกัด (COTTO TILE) หลังจากนั้นก็ไปดูแลงานด้านการผลิตทั้งผลิตสีเคลือบ การเตรียมวัตถุดิบ และกระบวนการผลิตกระเบื้องทั้งกระบวนการ ไปเป็น Assistance plant manager ที่ บริษัท Tile cera Inc เมือง Clarksville รัฐเทนเนสซี สหรัฐอเมริกา และบริษัท Beijing Cement Thai Ceramic เมืองปักกิ่ง สาธารณรัฐประชาชนจีนและกลับมาเป็นผู้จัดการส่วนผลิตที่บริษัท ไสสุไกรโปรโมชั่น จำกัด หลังจากนั้นมาตั้งบริษัทเซรามิกคอนซัลติงค์ ซึ่งรับเป็นที่ปรึกษาในอุตสาหกรรมเซรามิกทั้งเรื่องการผลิต การปรับปรุงคุณภาพ ระบบบริหารงานคุณภาพ การพัฒนาผลิตภัณฑ์ เคยเป็นที่ปรึกษาโครงการปรับปรุงประสิทธิภาพของกรรมส่งเสริม อุตสาหกรรมให้กับบริษัททททรีแฟรกทอรี จำกัด, บริษัทศศิรินทร์พอดเตอรี จำกัด, โรงงาน รัตนโกสินทร์ 2, บริษัท จิรภาเซรามิก ที่ปรึกษาการพัฒนากระบวนการ TQM และกลุ่ม QCC ของบริษัท ไสสุไกรโปรโมชั่น จำกัด, บริษัทกระเบื้องหลังคาเซรามิกไทย จำกัด, บริษัท สยามเอ็นจีเค เทคโนโลยีเซรามิก จำกัด

ปัจจุบันเป็น

- ที่ปรึกษาด้านการปรับปรุงกระบวนการผลิตและพัฒนาคุณภาพ บริษัท ไซมัสเมอร์ชานไดส์ จำกัด, บริษัท ไทย-เยอรมัน เซรามิก อินดัสทรี จำกัด (มหาชน), บริษัท เพาเวอร์อินชูลเลเตอร์ จำกัด
- ที่ปรึกษาด้านเทคนิคและการพัฒนาผลิตภัณฑ์ บริษัทกระเบื้องโอฟาร์ จำกัด, บริษัท ศมา อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด
- ที่ปรึกษาด้านTQM, กลุ่ม Problem solving บริษัทสยามแวร์อินดัสทรี จำกัด (COTTO), บริษัท สยามซานิทารีแวร์ หนองแค(TOTO), บริษัทอิมเมอริส คิลินเฟอร์นิเจอร์ (ประเทศไทย) จำกัด
- ผู้เชี่ยวชาญพิเศษ, Auditor ระบบ ISO 9000 และ ISO14000 บริษัท TUV-NORD (Thailand)
- Auditor Inspection บริษัท ARC-INTERNATIONAL (FRANCE)
- วิทยากรพิเศษสถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ, กรมวิทยาศาสตร์บริการ
- ที่ปรึกษาโครงการศิลปาชีพบ้านกุดนาขาม สกลนคร, บ้านทุ่งจี้และบ้านแม่ตำลึงปาง
- อาจารย์พิเศษตามมหาวิทยาลัยและบริษัทต่างๆ

หัวข้อที่มีความชำนาญในการอบรมและให้คำปรึกษา

- Ceramic technology/ Production ในทุกผลิตภัณฑ์ทั้ง Body และ Glaze
- QC concept, QC circle, Problem solving, 5S, QC 7 tools, QC New 7 tools
- TQM, Daily management, Policy management
- TPM, Kaizen
- ISO 9001:2000, ISO 14001:2004
- Waste management
- SPC

นอกเหนือจากกองบรรณาธิการที่มีงานเขียนเป็นประจำแล้ว ก็ยังมีผู้เชี่ยวชาญในสาขาต่างๆ มาเป็นนักเขียนรับเชิญ โดยหลายท่านเขียนบทความที่มีประโยชน์ต่อวงการเซรามิกไทยมาเป็นประจำ ได้แก่



พศ. สาธ ชลชาติภักย์

การศึกษา : - ค.ม.อุตสาหกรรมศิลป์ (ช่างปั้นดินเผา)
- กศ.ม.อุตสาหกรรมศึกษา
- Cert. in Ceramic Art; Tolconame. Japan
- Cert. in Total Quality Management (SISU, USA, X)

การทำงาน 2518 – 2528 กรมสามัญศึกษา
2529 – ปัจจุบัน ม.ราชภัฏพระนคร

อาจารย์สาธเป็นผู้ที่มีความเชี่ยวชาญทางงานศิลปเซรามิกทั้งการขึ้นรูปและการตกแต่งรวมทั้งการออกแบบผลิตภัณฑ์ มีเพื่อนฝูงมากมายเป็นศิลปินทั้งไทยและต่างประเทศที่คอยแลกเปลี่ยนผลงานและประสบการณ์ร่วมกัน



รศ. วรวัช สุธีวีระขาร

การศึกษา จากสาขาออกแบบอุตสาหกรรมบัณฑิต ภาควิชาออกแบบ อุตสาหกรรม คณะสถาปัตยกรรม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยและจบปริญญาโทสาขา Ceramic Art, University of Wales Institute, Cardiff, United Kingdom

ปัจจุบัน อาจารย์ประจำ วิชาเอกหัตถศิลป์ ภาควิชาอนุรักษ์ศิลปกรรม คณะศิลปกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผลงานวิชาการ

- หนังสือ Ceramic Presentations 2542
- หนังสือ เทคนิคในงานเซรามิก 2548
- หนังสือ เพเพอร์เคลย์ 2548

ผลงานเซรามิก

- www.ThaiCeramicsArt.com
- www.Clayalchemy.net
- <http://clayalchemy.srivilasa.com/report.php>

นักเขียนรับเชิญ



พศ.ดร. สุธรรม ศรีหล่มสัก

การศึกษา วท.บ. (วัสดุศาสตร์), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

M. S. (Ceramic Engineering), University of Missouri-Rolla.

Ph.D. (Ceramic), New York State College of Ceramic at Alfred University.

ปัจจุบัน เป็นผู้ช่วยศาสตราจารย์อาวุโสสาขาวิศวกรรมเซรามิก, สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.



อ.ดร. ชนากร วาสนาเพียรพงศ์

การศึกษา ปริญญาตรีสาขาเซรามิกวัสดุศาสตร์ จากภาควิชาวัสดุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จบการศึกษาระดับปริญญาโทสาขาเทคโนโลยีเซรามิก จากจุฬาฯ และจบปริญญาเอกสาขา Metallurgy and Ceramic Materials Science จากสถาบันเทคโนโลยีแห่งโตเกียว ประสบการณ์ในการทำงานนั้นเคยเป็นนักวิจัยของบริษัทสยามซานิทารีแวร์อินดัสทรี จำกัด(สหพันธ์คอตโต้)เป็นเวลา 3 ปี

ปัจจุบัน เป็นอาจารย์ประจำภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มีความเชี่ยวชาญและสนใจด้านเนื้อดินและวัตถุดิบเซรามิก การพัฒนากระบวนการผลิตเซรามิกให้มีต้นทุนต่ำลง เทคนิคการหล่อแบบ การนำ Waste ในอุตสาหกรรมเซรามิกกลับมาใช้งาน รวมถึงวัสดุเซรามิกขั้นสูงในกลุ่ม PZT และซิลิคอนไนไตรต์ การปรับปรุงค่าการนำความร้อนของวัสดุ Al_2O_3 และ Si_3N_4 และเป็นที่ปรึกษาโครงการในบางโรงงาน มีบทความทางวิชาการที่ได้ตีพิมพ์ในวารสารต่างประเทศ 9 เรื่อง และมีงานสัมมนาทางวิชาการในระดับนานาชาติอีก 16 เรื่อง



อ.ดร. นิศานารถ นวพันธ์ุ

การศึกษา จบปริญญาตรีสาขาวัสดุศาสตร์ที่คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปี 2539 ปริญญาโทในสาขา Ceramic Engineering เมื่อปี 2542 ที่ Clemson University, USA ปริญญาเอกในสาขา Ceramic Engineering เมื่อปี 2547 ที่ University of Missouri-Rolla, USA เป็นผู้ช่วยสอนและผู้ช่วยวิจัยที่ภาควิชา Ceramic Engineering, University of Missouri-Rolla, Rolla, MO, USA.

ปัจจุบัน เป็นอาจารย์ประจำภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ความเชี่ยวชาญ

- Aqueous processing of ferroelectric materials
- Piezoelectric behaviors of ferroelectric devices
- Modeling of electromechanical behaviors
- Polymer-ceramic composites
- Polymeric dispersants
- Dispersion of colloids and nanoparticles
- Adsorption of polymers on inorganic surfaces



อ.ดร. พรนภา สุจริตวรกุล

การศึกษา ในระดับปริญญาตรีในปี 2541 และปริญญาโทในปี 2543 ที่ภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และสำเร็จปริญญาเอกในสาขา Materials Science and Engineering ที่ Tokyo institute of technology ในปี 2547

ปัจจุบัน อาจารย์ ระดับ 5 ภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ความเชี่ยวชาญ/ความชำนาญด้านเซรามิก

- การเตรียมและศึกษาสมบัติวัสดุโฟโตคะตะลิสต์ และวัสดุไฮบริดโฟโตคะตะลิสต์ เช่น $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$, $\text{TiO}_2/\text{zeolite}$, $\text{Ag}/\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$ เป็นต้น เพื่อนำไปประยุกต์ใช้งานทางด้าน antimicrobial และ self-cleaning ในผลิตภัณฑ์เซรามิก
- การเตรียมผงไทเทเนียมไดออกไซด์ระดับนาโน
- การเตรียมวัสดุทดแทนชีวภาพเซรามิก (Bioceramics) เช่น ไฮดรอกซีอะพาไทต์
- เป็นผู้เชี่ยวชาญร่วมในโครงการการพัฒนาระบบการผลิตผลิตภัณฑ์เซรามิก ศูนย์ส่งเสริมศิลปาชีพระหว่างประเทศ พ.ศ. 2550



อ.ดร. นุชกัญญ์ พงษ์เก่า คະฮิมา

การศึกษา ของอ.ดร.นุชกัญญ์นั้นจบปริญญาตรีสาขาวิชาเคมี มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์ ปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีเซรามิกจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปริญญาเอก สาขาวิชา Materials Science and Engineering. สถาบัน Tokyo Institute of Technology เมื่อปี พ.ศ. 2545

ปัจจุบัน อาจารย์ประจำภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สาขาวิชาที่เชี่ยวชาญ

- Calcium phosphate bioceramics and bioactive titanium for medical applications
- Synthesis of morphology-controlled calcium phosphates by hydrothermal synthesis
- Electrochemical deposition
- Enhancing the antimicrobial activity of ceramic tiles and sanitarywares

โดยอาจารย์มีผลงานทางวิชาการตีพิมพ์ 6 เรื่อง งานสัมมนาทางวิชาการระดับนานาชาติและ Proceeding 16 เรื่อง



รศ. นรดี พันธุกาญ

การศึกษา จบปริญญาตรีศิลปบัณฑิต มัณฑนศิลป์ สาขาวิชาศิลปกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร และปริญญาโทศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาโบราณคดีสมัยประวัติศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

ปัจจุบัน เป็นรองศาสตราจารย์ ระดับ 9 ประจำสาขาวิชาเซรามิกส์ คณะศิลปกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา



พศ. เสกสรรค์ ตันยาภิรมย์

การศึกษา วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเซรามิกส์ วิทยาลัยครูพระนคร ศิลปมหาบัณฑิต สาขาวิชาเครื่องปั้นดินเผา มหาวิทยาลัยศิลปากร

ปัจจุบัน เป็นรองคณบดีฝ่ายกิจการนิสิต คณะศิลปกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา



อาจารย์ เอกพร ตันศรีประกาศิ์

การศึกษา คม. เทคโนโลยีอุตสาหกรรม (เซรามิกส์) มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

ปัจจุบัน เป็นรองคณบดีคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ม.ราชภัฏวไลยอลงกรณ์



อาจารย์ กานู ศรีวงศ์ไพโรจน์

การศึกษา วทบ. เทคโนโลยีเซรามิกส์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
คม. เทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปัจจุบัน เป็นอาจารย์ประจำหลักสูตรเทคโนโลยีเซรามิกส์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ม.ราชภัฏวไลยอลงกรณ์



อาจารย์ พิชัน จิตรอารีรักษ์

การศึกษา ศิลปบัณฑิต (เครื่องเคลือบดินเผา) เกียรตินิยมอันดับ 2 คณะมัณฑนศิลป์ มหาวิทยาลัยศิลปากร ศิลปมหาบัณฑิต (เครื่องเคลือบดินเผา) บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

ปัจจุบัน เป็นอาจารย์ประจำสาขาวิชาออกแบบเซรามิกส์ ภาควิชาเทคโนโลยีศิลปอุตสาหกรรม วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ



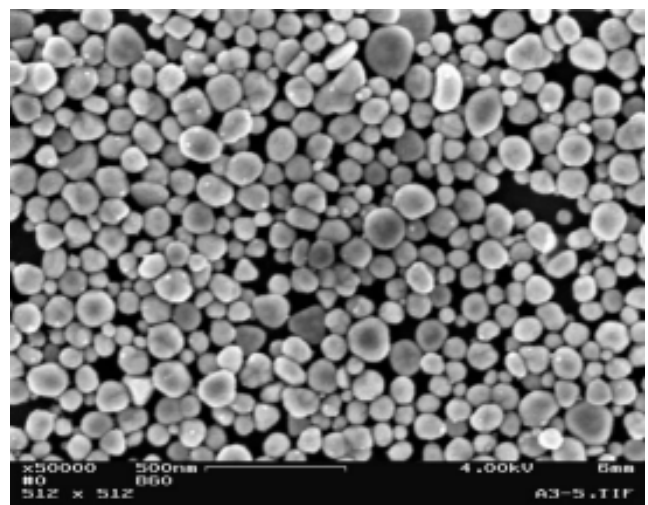
นาโนซิลเวอร์

สารยับยั้งแบคทีเรียประสิทธิภาพสูง

สารยับยั้งแบคทีเรีย (antibacterial agents) ได้ถูกนำมาใช้งานกันแพร่หลาย เช่น ด้านสิ่งแวดล้อม ทางแพทย์ และในอุตสาหกรรมมากมาย เช่น อาหาร เส้นใยสิ่งทอ ผลิตภัณฑ์ดูแลผิว สุขภัณฑ์ สี บรรจุภัณฑ์ เครื่องใช้ไฟฟ้า เป็นต้น ซึ่งสารยับยั้งแบคทีเรียนั้นประกอบไปด้วย 2 กลุ่ม คือ สารอินทรีย์ และสารอนินทรีย์ พวกกลุ่มที่เป็นสารอินทรีย์ มีข้อเสียคือ มันไม่มีความเสถียรโดยเฉพาะที่อุณหภูมิหรือความดันสูงและได้มีการรายงานในญี่ปุ่นว่ามันสามารถก่อให้เกิดการเจ็บป่วยขึ้นได้ เนื่องจากสารยับยั้งแบคทีเรียที่เป็นสารอินทรีย์เหล่านั้นสามารถเกิดการเคลื่อนที่จากผลิตภัณฑ์เข้าสู่ผิวหนังได้โดยผ่านทางเหงื่อ และมันสามารถ ถูกดูดผ่านระบบหายใจไปยังปอดได้ ดังนั้น สารในกลุ่มอนินทรีย์ ซึ่งสามารถทนต่อความร้อนและสภาวะที่ รุนแรงได้ อีกทั้งไม่เกิดการระเหย จึงมีความปลอดภัยในการนำมาใช้กับมนุษย์มากกว่า

จากอดีตกาลได้มีการนำสารอนินทรีย์ ได้แก่ พวกอนุภาคโลหะไอออนของโลหะหรือออกไซด์ของโลหะ หลายชนิดมาใช้เป็นสารยับยั้งหรือฆ่าลาลายแบคทีเรียเพื่อรักษาทางการแพทย์ หรือใช้ในการถนอมอาหาร โดยที่โลหะเหล่านั้น ได้แก่ Ag^+ Hg^+ Cu^{2+} Au^{2+} Zn^{2+} Ca^{2+} Na^+ ซึ่งในบรรดาไอออนของโลหะทั้งหมดที่มีการศึกษามานั้นพบว่า Ag^+ มีสมบัติในการยับยั้ง แบคทีเรียได้อย่างมีประสิทธิภาพที่สุดในขณะที่ใช้ในปริมาณเพียงน้อยนิด โดยหากย้อนกลับไปในอดีตจะพบการรายงาน ในการใช้ซิลเวอร์เริ่มมาตั้งแต่ใน ศตวรรษที่ 18 ในการรักษาแผลติดเชื้อเป็นหนอง โดยใช้ซิลเวอร์ในรูปสารละลาย $AgNO_3$ ที่ความเข้มข้นเพียงแค่ 0.5 % แต่ว่าได้มีการศึกษาและเปิดเผยครั้งแรกถึงสมบัติของซิลเวอร์ไอออนว่าสามารถฆ่าและยับยั้งการเติบโตของพวกสิ่งมีชีวิตเล็กๆ อย่างแบคทีเรีย ไวรัส หรือ เชื้อรา ได้ในต้นศตวรรษที่ 19 โดยที่ในปี 1920 คอลลอยด์ซิลเวอร์ถูกนำมาใช้ ในทางยา ซึ่งพบว่าไม่ก่อให้เกิดการระคายเคือง และสามารถฆ่าเชื้อแบคทีเรียได้รวดเร็วเมื่อใช้ในปริมาณที่เหมาะสมและยังมีการยืนยันแล้วว่า Ag^+ นั้นไม่เป็นพิษ ต่อเซลล์ร่างกายมนุษย์จึงได้รับการยอมรับจาก FDA (US food and Drug Administration)

ให้สามารถใช้ในการบำบัดรักษาบาดแผล อันเกิดจากแบคทีเรีย และในผู้ป่วยที่ ผิวหนังถูกเผาไหม้ได้ แต่หลังจากที่มีการเริ่มนำ ยาปฏิชีวนะ(antibiotic) มาใช้ในปี 1940 การใช้ซิลเวอร์จึงลดลงแต่สุดท้ายซิลเวอร์ก็กลับมา ได้รับความนิยมอีกครั้ง ตั้งแต่ปี 1960 จนถึงปัจจุบัน เนื่องจากว่า ซิลเวอร์มีประสิทธิภาพ ในการป้องกันและฆ่าเชื้อโรคได้หลายชนิดกว่า ซึ่งมากกว่า 650 ชนิดและที่สำคัญไม่ก่อให้เกิดการต้านยาของเชื้อโรค ในขณะที่

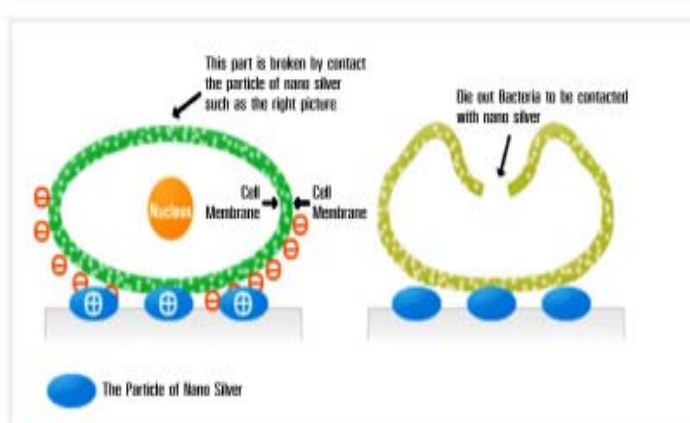


รูปที่ 1 ภาพถ่ายอนุภาคนาโนซิลเวอร์จากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน

ที่ยาต้านเชื้อโรคทั่วไปอาจทำให้เกิดการต้านยาได้ง่ายและอาจก่อให้เกิดกระบวนการเมตาบอลิซึมกับร่างกายมนุษย์ ในขณะที่ออกฤทธิ์ฆ่าเชื้อโรคได้ ดังนั้นจะเห็นว่ามีการศึกษาและนำ Ag^+ และสารประกอบของ Ag^+ มากมาย มาใช้งานกันอย่างแพร่หลายในการเป็นสารยับยั้งแบคทีเรีย ซึ่งโดยทั่วไปมักจะทดสอบประสิทธิภาพในการยับยั้งแบคทีเรียของซิลเวอร์กับแบคทีเรีย *Escherichia coli* และ *Staphylococcus aureus* ซึ่งเป็นแบคทีเรียที่พบในสภาวะแวดล้อมทั่วไป ที่อาจปนเปื้อนในอาหาร น้ำ ผุ่นละออง สิ่งปฏิกูล เมื่อเข้าสู่ร่างกายก่อให้เกิดอาหารเป็นพิษ ท้องเสีย และยังเป็นแบคทีเรียที่ทำให้เกิดการติดเชื้อที่ผิวหนังหรือระบบทางเดินหายใจ เนื่องจากปัจจุบันโรคภัยไข้เจ็บอันเนื่องจากสภาวะแวดล้อม สิ่งสกปรก เชื้อโรค นั้นเกิดขึ้นอย่างมากมาย ดังนั้นหากผลิตภัณฑ์ใดดึงดูดเด่นว่ามีสมบัติยับยั้งแบคทีเรียด้วยก็จะเป็นจุดขายที่จะได้รับความสนใจเป็นพิเศษ โดยเฉพาะที่เราได้ย่นการโฆษณาสินค้าหลากหลายในปัจจุบันที่ใช้ **นาโนซิลเวอร์** ดังเช่น เสื้อนาโน ชุดกีฬา หรือชุดชั้นใน ซึ่งสามารถลดการยับยั้งต่อต้านแบคทีเรีย ไม่ต้องซักบ่อย โดยการนำเทคนิคที่ใส่อนุภาคนาโนซิลเวอร์ลงไปในเส้นใยผ้า สุขภัณฑ์อนามัยที่เคลือบด้วยสารนาโนซิลเวอร์ เครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ เช่น ตู้เย็น เครื่องฟอกอากาศ เครื่องซักผ้าที่สามารถดักจับหรือฆ่าแบคทีเรียได้ บรรจุภัณฑ์ที่สามารถเก็บรักษาความสดของอาหารสดได้นาน นอกจากนี้ยังมีผสมอนุภาคนาโนซิลเวอร์เพื่อกันเชื้อรา เป็นต้น

จะเห็นว่าชีวิตมนุษย์สามารถป้องกันความเจ็บป่วยจากเชื้อโรคด้วยตัวช่วยที่เป็นอุปกรณ์และเทคโนโลยีเหล่านี้

แต่เราสงสัยกันไหมว่า นาโน คือ อะไร แล้วทำไมจึงต้องเป็นนาโน **นาโน** มาจากคำเต็มว่า นาโนเมตร ซึ่งก็คือหน่วยของความยาวในระบบเมตริก โดยที่ขนาด 1 นาโนเมตร หมายถึง หนึ่งในพันล้านส่วนของเมตร ในขณะที่ตาคนเราสามารถมองเห็นวัตถุโดยไม่ต้องอาศัยเครื่องขยายวัตถุนั้นมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางอยู่ที่ประมาณ 10,000 นาโนเมตร หากเปรียบเทียบกับสิ่งใกล้ตัวเรา เส้นผมคนเรามีขนาดประมาณ 50,000 นาโนเมตร หรือ หากแบ่งเส้นผม 1 เส้น เป็น 50,000 เส้น แต่ละเส้นนั้นก็คือ ขนาดประมาณ 1 นาโนเมตร ส่วนแบคทีเรียนั้นมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางในระดับเป็นร้อยนาโนเมตร โดยที่วัตถุที่เรียกว่าเป็น วัสดุนาโน นั้นต้องมีขนาดอยู่ในช่วง 0.1 - 100 นาโนเมตร ที่นี้ความพิเศษของอนุภาคในระดับนาโนเมตรนั้น ก็คือ มันจะแสดงสมบัติทางกายภาพและเคมีที่แตกต่างไปจากสมบัติเดิมของมันหรือ สมบัติของอนุภาคที่ขนาดในระดับใหญ่กว่า เนื่องจากว่าอนุภาคในระดับนาโนนั้นขนาดของมันเล็กมากจนทำให้มีพื้นที่ผิวต่อปริมาตรที่สูง กล่าวคือ มันจะมีพื้นที่ผิวในการเกิดปฏิกิริยาได้สูง เช่น การเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ซึ่งจากการศึกษาพบว่าอนุภาคซิลเวอร์ที่มีขนาดเล็กมากๆ จนถึงในระดับนาโนโดยเฉพาะขนาดในช่วง 1-10 นาโนเมตร จะทำให้อนุภาคนั้นมีประสิทธิภาพการทำงานได้สูงกว่าอนุภาคทั่วไปเนื่องจากเหตุผลดังกล่าว



รูปที่ 2. แสดงกลไกการยับยั้งการเจริญเติบโตแบคทีเรียของนาโนซิลเวอร์^{3,5}



รูปที่ 3. แสดงการนำนาโนซิลเวอร์ไปใช้ในผลิตภัณฑ์ต่างๆ

กลไกการทำงานในการฆ่าแบคทีเรียของนาโนซิลเวอร์ (แสดงในภาพ) เกิดขึ้นโดยที่ซิลเวอร์ไอออนมีประจุบวกจึงถูกดูดและสามารถผ่านผนังเซลล์ของแบคทีเรียหรือเชื้อราซึ่งมีประจุลบได้ดี จากนั้นเมื่อเข้าไปในเซลล์มันก็จะไปจับกับ SH group ของ protein enzyme ของเซลล์ซึ่งไปหยุดกระบวนการเมตาบอลิซึมและทำลายระบบต่างๆของเซลล์ ทำให้เซลล์ หยุดการเจริญเติบโต การแบ่งและแพร่ขยายเซลล์และตายในที่สุด และจากนั้นไอออนของซิลเวอร์เหล่านั้นก็ยังสามารถ ไปฆ่าแบคทีเรียตัวอื่นๆ ได้ต่อไป แต่ถึงอย่างไรก็ดี หลังจากที่แบคทีเรียเหล่านั้นตายแล้วมันก็จะอาจมีซากของมันหลงเหลืออยู่ ซึ่งอาจจะก่อให้เกิดโรคต่อไปได้

นอกจากซิลเวอร์แล้ว ก็ยังมีไอออนของโลหะอื่นๆ ที่นิยมนำมาใช้เป็นสารยับยั้งแบคทีเรีย เช่น Zn^{2+} หรือ Cu^{2+}

ซึ่งก็มีกลไกการทำงานที่คล้ายคลึงกันกับกรณีของซิลเวอร์ ตัวอย่างการนำไปใช้งานของ Zn^{2+} ที่แพร่หลาย คือ ผ้าปิดแผล และเป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์เกี่ยวกับผิวหนัง เช่น โฟมล้างหน้า เครื่องสำอาง นอกจากนี้อนุภาคนาโน ZnO ก็พบว่ามีสมบัติดังกล่าวด้วย ส่วน Cu^{2+} ก็มีการนำไปใช้ในแผ่นกรองอากาศหรือเป็นผงใช้ฆ่าแบคทีเรียในตู้ปลา เป็นต้น

ถึงแม้เทคโนโลยีนาโนจะมีการศึกษาและนำมาใช้งานให้เกิดประโยชน์แพร่หลาย แต่ก็ยังไม่มีที่ยืนยันถึงผลกระทบของอนุภาคนาโนต่อสิ่งมีชีวิต สภาวะแวดล้อม เนื่องจากปัจจุบันงานวิจัยต่างก็มุ่งไปที่ระดับนาโน ซึ่งเป็นอนุภาคที่เล็กมากๆ เราไม่สามารถมองเห็น จึงควรต้องมีการศึกษาถึงผลกระทบที่อาจจะเกิดขึ้นในระยะยาวต่อชีวิตมนุษย์ ซึ่งเป็นหัวข้อที่นักวิชาการเริ่มหันมาสนใจกันมากขึ้น และเราควรติดตามต่อไป

เอกสารอ้างอิง

1. Jose Ruben Morones , et al. "The bactericidal effect of silver nanoparticles", *Nanotechnology*, 16 (2005) 2346-2353
2. Ian Chopra, "The increasing use of silver—based products as antimicrobial agents:a useful development or a cause for concern? ", *Journal of Antimicrobial Chemotherapy* (2007) 59, 587-590
3. <http://www.root-cn.com/The-Antibacterial-Mechanism-of-Metal.htm>
4. <http://www.marubeni-sunnyvale.com/antimicrobial-agents.html>
5. <http://www.geocities.com/thanimwas/method.html>
6. Mark Ratner and Daniel Ratner, *Nanotechnology A Gentle Introduction to The Next Big Idea*, 2003 Pearson Education, Inc. Prentice Hall PTR.

การเลือกใช้วัสดุ ให้ความร้อนในเตาไฟฟ้า

แหล่งกำเนิดความร้อนในเตาไฟฟ้า หรือที่เรียกกันว่าฮีตติ้ง อีลีเมนต์ (Heating Element) มีหลากหลายลักษณะทั้งที่เป็นลวด เป็นแผ่น แท่งกลม แท่งเหลี่ยมหรือรูปร่างอื่นๆ ตามลักษณะ การใช้งานวัสดุที่ใช้ทำแท่งหรือลวด ให้ความร้อนเป็นสิ่งสำคัญที่ต้อง คำนึงถึงในการเลือกใช้ให้ถูกต้อง กล่าวคือคุณลักษณะของวัสดุ ให้ความร้อนต้องสัมพันธ์กับสภาพการใช้งานของเตา ไฟฟ้า นั้นๆ เพื่อช่วยให้เตาสามารถทำงานอย่างมีประสิทธิภาพสูงและ ยืดอายุการใช้งานได้นานขึ้น เนื้อหาในบทความนี้จะช่วย ทำความเข้าใจถึงชนิดและคุณลักษณะของวัสดุ ให้ความร้อน เพื่อเป็นแนวทางในการเลือกใช้งานให้ถูกต้อง การเลือกวัสดุ เพื่อใช้เป็นแหล่งกำเนิดความร้อนในเตา ขึ้นอยู่กับการใช้งาน ของเตา โดยเฉพาะอุณหภูมิการใช้งานบรรยากาศการเผาหรือ แก๊สที่เกิดขึ้นระหว่างเผา

ข้อจำกัดการใช้งานของวัสดุ ให้ความร้อน ได้แก่ ความทนต่ออุณหภูมิ สูงสุดและความทนต่อการรับกำลังไฟฟ้าสูงสุด ในส่วนของความทนต่ออุณหภูมิ สูงสุดนั้นคือ วัสดุ ให้ความร้อนต้องสามารถใช้งานที่อุณหภูมิสูงสุดโดยไม่เกิด การเปลี่ยนแปลงรูปร่าง หรือเปลี่ยนโครงสร้าง ไม่ทำปฏิกิริยากับอากาศหรือแก๊ส ในห้องเผา โดยปกติอุณหภูมิที่ผิวของแท่งความร้อนจะสูงกว่าอุณหภูมิที่ปรากฏ ภายในเตาขณะใช้งาน เนื่องจากการสูญเสียความร้อนขณะแพร่ออกจากแท่ง ให้ความร้อนโดยการพาความร้อนของอากาศในเตา หรือโดยการแผ่รังสีความร้อน ดังนั้นการเลือกใช้วัสดุ ให้ความร้อนต้องเลือกวัสดุที่สามารถทนอุณหภูมิได้สูงกว่า อุณหภูมิการใช้งานสูงสุดของเตา เพื่อทดแทนการสูญเสียของพลังงาน ทั้งนี้ ช่วงความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุดระหว่างวัสดุ ให้ความร้อนและอุณหภูมิ ใช้งานของเตา อาจเป็นช่วงแคบหรือกว้างหลายร้อยองศา ขึ้นอยู่กับกำลังไฟฟ้า ที่ใช้และรูปแบบ ขนาดและจำนวนของวัสดุ ให้ความร้อน

ข้อจำกัดอีกข้อของวัสดุให้ความร้อน คือความทนต่อการรับกำลังไฟฟ้าสูงสุด โดยกำหนดค่าในรูปของกำลังไฟฟ้าต่อพื้นที่ วัดต่อตารางเมตร (Watts/cm^2) หรือวัดต่อตารางนิ้ว (Watts/in^2) โดยทั่วไปค่าความทนต่อการรับกำลังไฟฟ้าสูงสุดจะสอดคล้องกับค่าความทนทานต่ออุณหภูมิที่ผิวของวัสดุให้ความร้อน อย่างไรก็ตาม วัสดุแต่ละชนิดจะมีสมบัติเฉพาะค่า ประสิทธิภาพการเลือกใช้วัสดุให้ความร้อนและการเข้าใจในระดับจุลโครงสร้างของวัสดุ เป็นสิ่งจำเป็นที่ต้องใช้ควบคู่กันไป นอกจากนี้การออกแบบรูปร่างของวัสดุให้ความร้อน จะต้องให้มีความคงทนต่อแรงกระทำต่างๆ เช่น แรงทางกล แรงทางไฟฟ้า และแรงแม่เหล็ก ขณะใช้งานโดยที่แท่งให้ความร้อนไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงรูปร่างหรือแตกหักขณะใช้งาน

วัสดุที่นิยมใช้เป็นแหล่งกำเนิดความร้อนในเตาไฟฟ้า แบ่งเป็น 2 กลุ่ม หลักคือ กลุ่มโลหะและโลหะอัลลอยด์ และกลุ่มที่ไม่ใช่โลหะ

- **กลุ่มโลหะและโลหะอัลลอยด์** ในกลุ่มนี้วัสดุที่นิยมใช้กันมาก ได้แก่ นิกเกิล-โครเมียม (Ni-Cr) และ ไอรอน-โครเมียม-อลูมิเนียม (Fe-Cr-Al) นอกจากนี้ยังรวมถึงโลหะชนิดพิเศษที่มีความทนไฟสูงด้วยได้แก่ โมลิบดีนัม (Mo), ทังสเตน (W), และ แกรไฟต์ (C) โลหะชนิดทนไฟสูงเหล่านี้ไม่เหมาะกับการใช้งานในบรรยากาศของอากาศและออกซิเจน

- **กลุ่มที่ไม่ใช่โลหะ** ได้แก่ ซิลิคอนคาร์ไบด์ (SiC) และ โมลิบดีนัมไดซิลไซด์ (MoSi₂)

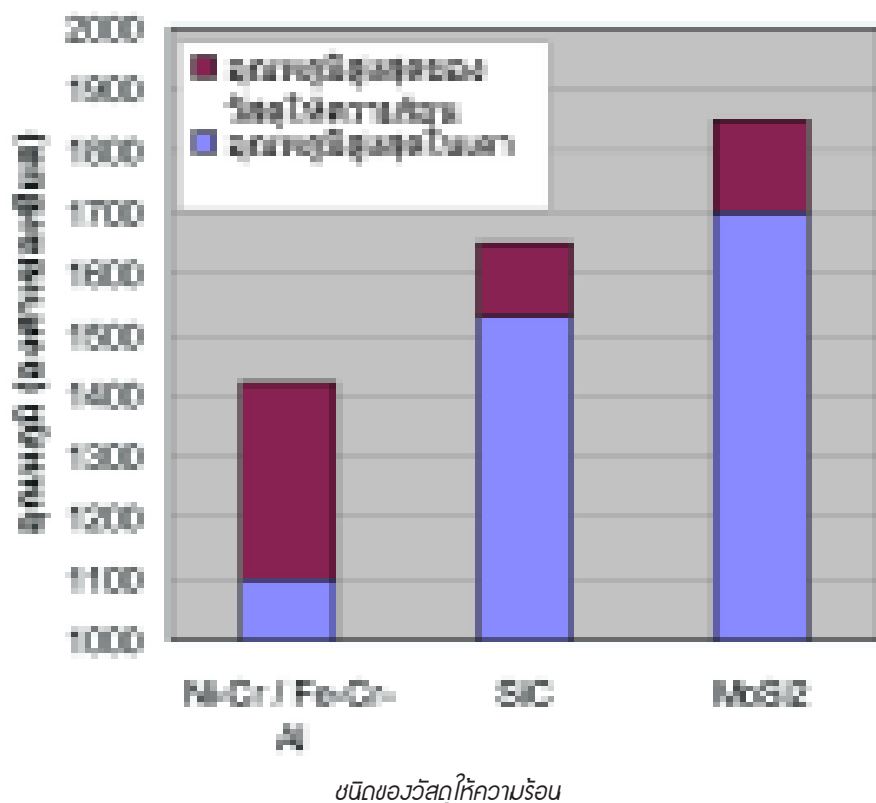


การเปรียบเทียบความสามารถในการทนอุณหภูมิได้สูงสุดของวัสดุให้ความร้อนแต่ละชนิดในบรรยากาศอากาศ แสดงในรูปของกราฟแท่ง พบว่าวัสดุให้ความร้อนในกลุ่มโลหะอัลลอยด์ชนิด Ni-Cr และ Fe-Cr-Al ทนอุณหภูมิสูงสุดได้ต่ำกว่าวัสดุชนิด SiC และ MoSi₂ โดยวัสดุชนิด MoSi₂ สามารถทนอุณหภูมิสูงสุดถึง 1850°C วัสดุชนิด SiC ทนอุณหภูมิสูงสุด 1650°C ในขณะที่ Ni-Cr และ Fe-Cr-Al สามารถทนอุณหภูมิสูงสุดเพียง 1425°C ดังนั้นช่วงความร้อนภายในเตาที่ติดตั้งด้วยวัสดุให้ความร้อนชนิด Ni-Cr หรือ Fe-Cr-Al จะใช้งานที่อุณหภูมิสูงสุดได้ต่ำกว่าเตาที่ใช้วัสดุชนิด SiC และ MoSi₂ เป็นแหล่งกำเนิดความร้อน เพื่อการใช้งานที่เหมาะสมอย่างมีประสิทธิภาพ จึงควรเลือกใช้วัสดุให้ความร้อนที่สอดคล้องกับอุณหภูมิใช้งาน ถ้าใช้งานที่อุณหภูมิต่ำกว่า 1400°C วัสดุชนิด Ni-Cr หรือ Fe-Cr-Al เหมาะสมมากกว่าวัสดุชนิด SiC และ MoSi₂

แต่ละชนิดของวัสดุให้ความร้อนจะมีค่าการรับกำลังไฟฟ้าได้สูงสุดแตกต่างกัน คือ ชนิด Ni-Cr และ Fe-Cr-Al รับกำลังไฟฟ้าได้ในช่วง 8-12 w/cm² SiC รับกำลังไฟฟ้าได้ในช่วง 10-15 w/cm² และ MoSi₂ รับกำลังไฟฟ้าได้มากกว่าสองชนิดแรกคือ ช่วง 20-30 w/cm² ค่าการรับกำลังไฟฟ้าสูงสุดอาจเปลี่ยนแปลงภายในแต่ละชนิดของวัสดุให้ความร้อน ทั้งนี้เนื่องจากคุณภาพที่ผลิตได้ของแต่ละผู้ผลิตและรูปแบบของวัสดุให้ความร้อน

วัสดุให้ความร้อนสามารถออกแบบให้มีรูปร่าง เพื่อป้องกันการสูญเสียความร้อนจากแท่งให้ความร้อนไปสู่ผนังเตา เนื่องจากที่ปลายทั้งสองด้านของแท่งความร้อนจะถูกยึดผ่านผนังเตาเมื่อให้กระแสไฟฟ้าผ่านไปที่แท่งความร้อน ปลายที่ฝังในผนังเตาจะให้ความร้อนในปริมาณเท่ากับส่วนที่อยู่ภายในเตาทำให้เกิดการสูญเสียความร้อนที่ผนังเตา ดังนั้นจึงมีการออกแบบให้ที่ปลายทั้งสองด้านของแท่งให้ความร้อนมีค่าความต้านทานไฟฟ้าที่ต่ำ โดยการเพิ่มขนาดของแท่งความร้อนที่ปลายให้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ใหญ่กว่าส่วนตอนกลางของแท่งความร้อน หรือทำการเปลี่ยนชนิดของวัสดุที่ปลายทั้งสองด้านให้มีค่าความต้านทานไฟฟ้าที่ต่ำกว่า

กราฟแสดงอุณหภูมิสูงสุดของวัสดุให้ความร้อนและอุณหภูมิการใช้งานโดยของเตาสูงสุด





เซรามิก สำหรับ...งานขัดถู (Ceramic Abrasives)



Ceramic Abrasives

เครื่องมือสำหรับงานขัดถูและตกแต่ง (Abrasive tools) เป็นเครื่องมือที่มีบทบาท สำคัญมากในอุตสาหกรรมขึ้นรูปโลหะ โดยการนำมาใช้ในการขัดถูและตกแต่ง (Machining) ชิ้นส่วนหรือผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ที่ต้องการคุณภาพ ขนาดและความเที่ยงตรงสูง ได้แก่ การผลิตชิ้นส่วนและแม่พิมพ์สำหรับงานขึ้นรูปให้มีความเที่ยงตรงสูงนั้นจะขึ้นอยู่กับเครื่องมือสำหรับงานขัดถู ตกแต่งเป็นสำคัญ

เซรามิกส์ เป็นวัสดุที่มีศักยภาพสูงในการนำมาใช้ในการขัดถูและ ตกแต่งชิ้นงาน เนื่องจากมีสมบัติที่ดีคือ มีความแข็งที่อุณหภูมิสูง (Hot hardness) ดีเยี่ยมทำให้สามารถทนต่อการขัดถูและตกแต่งที่ความเร็วรอบสูงได้ มีความต้านทานการสึกหรอ (Wear resistance) สูงมีความต้านทานต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี (Chemical inertness) ทำให้สามารถใช้ขัดถูและ ตกแต่งวัสดุได้หลายชนิด มีค่าการนำความร้อนสูง (High thermal conductivity) ทำให้สามารถระบาย ความร้อนได้ดีในขณะขัดถูและตกแต่งชิ้นงาน จากสมบัติดังกล่าวของเซรามิกส์ เมื่อนำมาใช้งานจะสามารถใช้ความเร็วรอบในการขัดถูและตกแต่งชิ้นงานสูงได้ประหยัดเวลาในการขัดถูตกแต่ง เพิ่มความสามารถในการผลิตชิ้นงาน (Productivity)

ชนิดของวัสดุขัดถู สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ คือ

1. วัสดุขัดถูที่มีอยู่ในธรรมชาติ (Natural abrasives) ได้แก่

- หินทราย (Sand stone) มีองค์ประกอบซิลิกา (SiO_2) เป็นหลักมักใช้เป็นวัสดุ ลับคมตัดของเครื่องมือตัดชนิดต่างๆ เช่น มีดตัด, ฟันเลื่อย เป็นต้น

- เอมเมอรี่ (Emery) มีองค์ประกอบของอัลฟา-อะลูมินา ($\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$) อยู่ 60% และสิ่งเจือปน ได้แก่ เหล็กออกไซด์ (Fe_2O_3), Fe_3O_4 และ ซิลิกา (SiO_2) เป็นต้น ลักษณะจะมีสีแดง ใช้เคลือบบนกระดาษทำเป็นกระดาษทรายขัดสำหรับงานไม้

- เพชร (Diamond) ที่พบในธรรมชาติจะมีองค์ประกอบคาร์บอน เป็นหลัก และสิ่งเจือปน ได้แก่ ซิลิกา (SiO_2), แมกนีเซีย (MgO), แคลเซียม (CaO), ไททาเนีย (TiO_2), เหล็กออกไซด์ (Fe_2O_3), FeO และอะลูมินา (Al_2O_3) เป็นต้น

- การ์เน็ต (Garnet) มีองค์ประกอบของควอตซ์ (Quartz) เป็นหลักพบอยู่ในบริเวณที่เคยเป็นลำธารในสมัย ดึกดำบรรพ์ ใช้ทำผลิตภัณฑ์ขัดถูในรูปแบบของล้อขัด (Grinding wheel) และใช้เคลือบบนผ้าหรือกระดาษขัด สำหรับงานไม้ ในปัจจุบันนิยมใช้รูปแบบพ่นทรายที่ใช้น้ำเป็นตัวกลาง (Water jet)

2. วัสดุขัดถูที่จากการสังเคราะห์ (Synthetic abrasive)

สำหรับวัสดุขัดถูที่ไม่ได้มาจากธรรมชาติเริ่มมีการ สังเคราะห์ขึ้นมาใช้งานตั้งแต่ปีค.ศ. 1891 เป็นต้นมา และยังคงใช้งาน อยู่ในปัจจุบัน ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

2.1 วัสดุขัดถูแบบดั้งเดิม (Conventional abrasives)

2.1.1 อะลูมินา (Al_2O_3) ในสมัยก่อนจะสังเคราะห์จากแร่คอร์ันดัมธรรมชาติ (Natural corundum) แต่ในปัจจุบันนิยม สังเคราะห์จากแบอริกไซด์ (Bauxite) เนื่องจากมีความ บริสุทธิ์สูงกว่า การแบ่งเกรดหรือระดับคุณภาพอะลูมินาที่ได้จากการ สังเคราะห์จะแบ่งตามปริมาณของสิ่งเจือปนซึ่งได้แก่ ไทเทเนียมออกไซด์ (TiO_2) และโครเมียมออกไซด์ (Cr_2O_3) อะลูมินาจะใช้ ในงานขัดถูวัสดุประเภทโลหะประสม (Ferrous alloys), วัสดุแรงดึงสูง (High tensile strength materials) และไม้ แต่มีข้อห้ามคือ ไม่ควรใช้กับวัสดุจำพวกเหล็ก เนื่องจากในขณะ ใช้งานจะมีความร้อนเกิดขึ้นระหว่างปลายคมตัดและวัสดุงาน เป็นผลทำให้ เหล็ก (Fe) ทำปฏิกิริยากับอะลูมินาเกิดเป็นสารประกอบใหม่ชื่อว่า “สปินเนล (Spinel)” ซึ่งอยู่ในรูปของสาร ประกอบไอออน อะลูมินา (FeAl_2O_4) ทำให้วัสดุขัดถูมีความ แข็งลดลง

2.1.2 ซิลิกอนคาร์ไบด์ (SiC) มีความแข็งมากกว่าอะลูมินา แต่มีความเปราะแตกหักง่ายกว่าอะลูมินา ใช้สำหรับงาน เจียรระไนและขัดถูวัสดุจำพวกโลหะนอกกลุ่มเหล็ก (Non-ferrous metals) โดยทั่วไปจะใช้อยู่ในรูปล้อขัดและใช้เคลือบ บนกระดาษหรือผ้า และประเภทที่ไม่ได้ใช้เส้นใย เสริมแรงสีของซิลิกอนคาร์ไบด์จะบอกถึงควมบริสุทธิ์ของสารและเป็นตัวแบ่ง เกรดของผลิตภัณฑ์ขัดถูเช่นกัน หากสีออก ค่อนข้างขาวหรือสีจางก็จะมีควมบริสุทธิ์น้อยและมีสมบัติ ทางด้าน ความแข็งด้อย กว่าแบบสีเข้มซึ่งมีความบริสุทธิ์สูงกว่า

2.1.3 เซอร์โคเนีย (ZrO_2) การใช้งานจะนำไปผสมกับอะลูมินาในสัดส่วนอะลูมินา 60 %โดยน้ำหนัก ต่อ เซอร์โคเนีย 40%โดยน้ำหนัก หรือเรียกว่า วัสดุเชิงประกอบอะลูมินา-เซอร์โคเนีย ($\text{Al}_2\text{O}_3\text{-ZrO}_2$ Composite) ซึ่งจะมีสมบัติเชิงกล ดีกว่าเซอร์โคเนีย หรืออะลูมินาเพียงอย่างเดียว ในการใช้งานจะใช้ขัดถูตกแต่งวัสดุประเภทคาร์บอน, เหล็กกล้าไร้สนิม (Stainless steel) และงานเชื่อมประสานโลหะ

2.1.4 โบรอนคาร์ไบด์ (B_4C) เป็นวัสดุที่มีความแข็ง ใกล้เคียงกับเพชรมากใช้สำหรับงานตกแต่งละเอียด (Finishing) งานแม่พิมพ์ที่ทำจากทั้งสแตนเลสคาร์ไบด์สำหรับใช้อัดขึ้นรูปชิ้นงานต่างๆ และใช้งานกับหัวพ่นทรายแบบใช้น้ำเป็นตัวกลาง (Water jet) หรือหัวพ่นทรายแบบใช้ลมอัด (Sandblast)

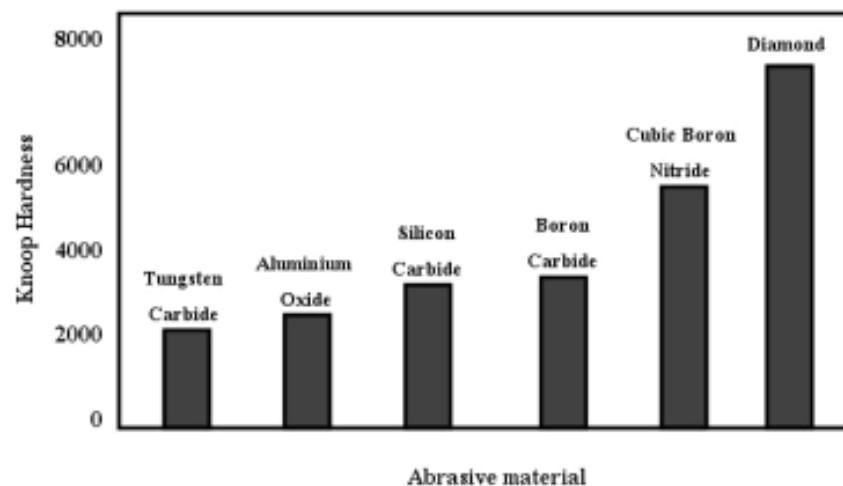
2.2 วัสดุขัดถูแบบพิเศษ (Superabrasive)

2.2.1 คิวบิกโบรอนไนไตรด์ (Cubic Boron Nitride, CBN)

เป็นโบรอนไนไตรด์ (BN) ชนิดที่มีโครงสร้างผลึกเป็นแบบคิวบิก (Cubic) คล้ายกับโครงสร้างผลึกของเพชรจึง เรียกว่า “คิวบิกโบรอนไนไตรด์” หรืออีกชื่อย่อว่า CBN มีความแข็งสูงเป็นรองจากเพชร ในการสังเคราะห์จะใช้อุณหภูมิและความดันที่สูงมาก คล้ายกับการผลิตเพชรสังเคราะห์สำหรับ การใช้งาน CBN จะเหมาะกับการใช้ขัดถูตกแต่งวัสดุจำพวกเหล็ก (Ferrous materials) ที่ไม่สามารถใช้ได้กับวัสดุขัดถู ประเภทเพชรสังเคราะห์ เนื่องจากจะเกิดปฏิกิริยาระหว่าง เพชรกับเหล็ก และนอกจากนี้ CBN ยังถูกใช้ในงานเคลือบ ผิวแข็ง (Hard coating) โดยใช้เคลือบลงบนผิวของวัสดุอื่นเพื่อป้องกันการสึกหรอ

2.2.2 เพชรสังเคราะห์ (Synthetic diamond)

เพชรสังเคราะห์ผลิตจากการสังเคราะห์คาร์บอนด์ ที่อยู่ในรูปของกราไฟต์ ซึ่งมีโครงสร้างผลึกแบบแผ่นหกเหลี่ยม (Hexagonal sheet) โดยใช้การใช้อุณหภูมิและความดันสูงในการปรับเปลี่ยนโครงสร้างผลึกจากแผ่นหกเหลี่ยมของกราไฟต์ ไปเป็นโครงสร้างผลึกแบบคิวบิกก็จะกลายเป็นเพชรที่ได้จากสังเคราะห์ ซึ่งผลิตออกมาให้มีขนาดเกรนหลายๆ ขนาดเพื่อสามารถใช้งานได้กว้างขวางมากขึ้น เพชรสังเคราะห์จะใช้กับงานขัดถูตกแต่งวัสดุโลหะนอกกลุ่มเหล็ก (Non-ferrous) และเซรามิก แต่ไม่เหมาะกับการใช้งานวัสดุจำพวกเหล็ก เนื่องจากเหล็กจะทำปฏิกิริยากับเพชรซึ่งเป็นคาร์บอนด์ กลายเป็นเหล็กคาร์ไบด์ (Fe_3C) ทำให้สมบัติของเพชรเปลี่ยนไปและด้อยลง



รูปที่ 1 วัสดุเซรามิกสำหรับงานขัดถูชนิดต่างๆ

ชนิดและรูปแบบการใช้นานวัสดุขัดถู

1. วัสดุขัดถูชนิดที่ใช้ตัวประสาน (Bonded abrasives)

วัสดุขัดถูชนิดนี้จะใช้เม็ดเกรนวัสดุขัดถู (Abrasive grits) ผสมกับวัสดุประสาน (Binders) ประเภทแก้ว (Glass) แล้วนำไปขึ้นรูปให้เป็นชิ้นงานด้วยแม่พิมพ์โลหะและให้ความดันอัดให้เป็นรูปร่าง และขนาดต่างๆ เช่น เป็นล้อขัด ล้อเจียรในแท่งทรงกระบอก และรูปกรวย เป็นต้น ตามลักษณะการใช้งาน หลังจากนั้นจะนำไปให้ความร้อนเพื่อให้เนื้อแก้วหลอมและประสานเม็ดเกรนวัสดุขัดถู ซึ่งวัสดุขัดถูที่มีเนื้อแก้วเป็นตัว ประสานนี้เราจะเรียกว่า “Vitrified bonded abrasive”



รูปที่ 2 วัสดุขัดถูชนิดที่ใช้ตัวประสาน (Bonded abrasives)

2. วัสดุขัดถูชนิดเคลือบ (Coated abrasives)

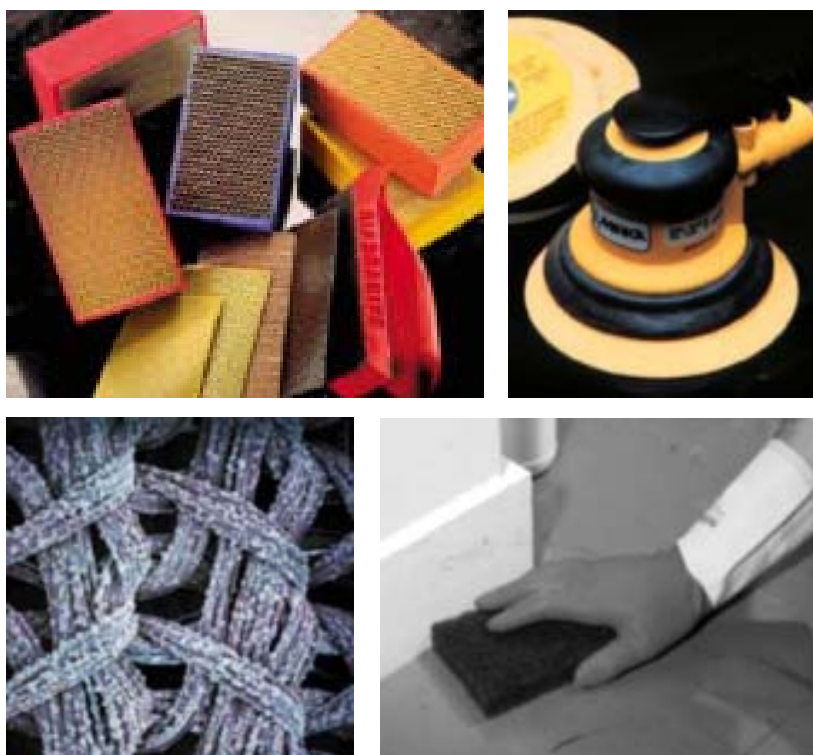
โดยการใช้เม็ดเกรนวัสดุขัดถูเคลือบลงบนแผ่นรองรับ หรือแผ่นยึดติดที่อ่อนตัวได้ (Flexible substrates) ได้แก่ กระดาษ ผ้าใบ เส้นใย หรือฟิล์มบาง โดยใช้กาวหรือเรซิน เป็นตัวยึดประสาน ซึ่งสามารถผลิตออกมาให้อยู่ในรูปแบบ ของสายพานขัด แผ่นขัด และจานขัด เป็นต้น



รูปที่ 3 วัสดุขัดถูชนิดเคลือบ (Coated abrasives)

3. วัสดุขัดถูชนิดใช้เส้นใยตาข่ายเป็นตัวยึดติด (Non-woven abrasives)

วิธีการคือจะใช้เม็ดเกรนวัสดุขัดถู ติดเคลือบลงบน ตาข่ายที่ทำจากเส้นไนลอน (Open weave nylon) คล้ายกับแผ่น สกอตไบต์สำหรับล้างจานของบริษัท 3M โดยทำหน้าที่ เป็นตัวให้เม็ดเกรนยึดติด ซึ่งมีรูปแบบใช้งานได้อเนกประสงค์ เช่นเป็น แผ่นขัด ลอขัด และ แปรงขัด เป็นต้น



รูปที่ 4 วัสดุขัดถูชนิดใช้เส้นใยตาข่ายเป็นตัวยึดติด (Non-woven abrasives)

4. วัสดุขัดถูชนิดที่ใช้โลหะเป็นวัสดุประสาน (Metal bonded abrasives)

วัสดุโลหะจะเหมาะสมเป็นตัวประสานสำหรับวัสดุ ขัดถูประเภทเพชร (Diamond abrasive) โดยเม็ดเกรนขัดถูของเพชรจะกระจายตัวอยู่ในเนื้อของโลหะที่ทำหน้าที่ยึดติด เม็ดเกรนของเพชรจะไม่หลุดลอก เหมาะสำหรับงานเจียระไนผิวละเอียด (Precision grinding) ที่ต้องการคุณภาพของ ผิวงานที่ละเอียดและความเที่ยงตรงของขนาดซึ่งเราจะเรียกเครื่องมือขัดถูชนิดนี้ว่า “Dressing tools”



รูปที่ 5 วัสดุขัดถูชนิดที่ใช้โลหะเป็นวัสดุประสาน (Metal bonded abrasives)

5. วัสดุขัดถูขนาดเล็ก หรือเบอส์ (Burs)

เบอส์จะเป็นเครื่องมือขัดถูที่มีขนาดเล็กมากสำหรับ งานเจียระไนที่ต้องการความละเอียดและความเที่ยงตรงสูง อย่างเช่น เครื่องมือกรอพื้น หรือเจียระไนพื้น สำหรับงาน ทันตกรรม โดยทั่วไปเบอส์จะใช้เม็ดเกรนของเพชร หรือเม็ดทังสเตนคาร์ไบด์ประสานด้วยโลหะแล้วขึ้นรูปเป็นรูปร่างและขนาดต่างๆตามการใช้งาน



รูปที่ 6 วัสดุขัดถูขนาดเล็ก หรือเบอส์ (Burs)

6. วัสดุขัดถูสำหรับงานขัดผิวละเอียด (Lapping compound)

หมายถึงการใช้วัสดุขัดถูที่มีลักษณะเป็นผงขัด (Abrasive powder) ขัดผิวชิ้นงานให้มีความละเอียดมีความเรียบหรือมีความมันวาวในขั้นตอนสุดท้ายของการผลิต (Finishing operations) การใช้งานผงขัดสามารถใช้ในลักษณะที่เป็นผงผสมน้ำหล่อเย็นอยู่ในรูปของสารแขวนลอยโรยลงบน สึกหลาดในเวลาขัดหรือใช้ในลักษณะที่เป็นผงผสมสารหล่อลื่นอยู่ในรูปของครีมขัดก็ได้



รูปที่ 7 วัสดุขัดถูสำหรับงานขัดผิวละเอียด (Lapping compound)

ในปัจจุบันเซรามิกสำหรับงานขัดถูยังคงมีบทบาทที่สำคัญยิ่งต่ออุตสาหกรรมการขึ้นรูปโลหะที่ต้องอาศัยกระบวนการการขัดถูตกแต่งก่อนที่จะเป็นชิ้นงานสำเร็จรูป เพื่อใช้งาน และทราบได้ที่มนุษย์ยังมีความต้องการใช้วัสดุที่มีสมบัติที่ดีขึ้น เราจะยังคงเห็นการวิจัยและพัฒนาวัสดุชนิดใหม่เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ เพื่อให้ได้วัสดุที่สามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการวิจัยและพัฒนาวัสดุขัดถูให้มีสมบัติที่ดีขึ้นตามไปด้วย เพื่อให้สามารถทำการขัดถูตกแต่งวัสดุใหม่ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพเช่นกัน

เอกสารอ้างอิง

<http://www.abrasiveengineering.com>
<http://www.kgsdiamond.com>
<http://www.woodessence.com>
<http://www.diequip.com>
<http://www.ind.nortonabrasives.com>
<http://www.azom.com>

AD સેલ

AD สีส



ที่จำหน่ายผลิตภัณฑ์ที่บ้านกุดนาขาม สกลนคร



ดร. คชินท์ สายอินทวงศ์

Re-branding ศูนย์ศิลปาชีพ

เมื่อกลางปีที่แล้วทางสำนักเทคโนโลยีชุมชน กรมวิทยาศาสตร์บริการได้มาทาบทามให้ผมเข้าไปช่วยพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้กับทางโครงการศิลปาชีพทั้งสามแห่งคือที่บ้านกุดนาขาม จังหวัดสกลนคร บ้านแม่ตำ และบ้านทุ่งจี้ จังหวัดลำปาง ในวาระแรกของทุกคนในวงการเซรามิกเมื่อพูดถึงผลิตภัณฑ์เซรามิกจากศูนย์ศิลปาชีพก็คงนึกภาพคล้ายๆ กันกับผมคือเป็นเซรามิกชิ้นโตๆ เขียนลวดลายวิจิตรบรรจงเต็มใบแทบไม่มีช่องว่างไว้เลย มีสีตุ่นๆ ชาติสีสน ดินของชิ้นงานเป็นแบบดั้งเดิมสมัยเก่าที่แจกันต้องเป็นปากแตรกว้างๆ มีเอวมีสะโพก เมื่อครั้งแรกที่ได้ไปสัมผัสของจริง สถานที่จริงก็ยังเป็นอย่างที่เคยเห็นเมื่อเนิ่นนานมาแล้วเช่นเดิม ความตั้งใจเดิมที่จะเข้าไปสอนและแนะนำการพัฒนาสินค้าใหม่ให้กับทางศูนย์ฯ ต้องเปลี่ยนไป เพราะด้วยความเป็นจริงแล้วสมาชิกในศูนย์ฯ มีความสามารถในการทำเซรามิกได้ดีมาก ไม่ว่าจะเป็นการปั้นทั้งแป้นหมุนและแป้นอิสระ สมาชิกสามารถปั้นงานชิ้นใหญ่ๆ ได้สบายมาก การทำแบบพิมพ์สำหรับงานหล่อแบบ การเคลือบสี การเขียนลายที่ต้องบอกว่าผลงาน การเขียนลายของสมาชิกศูนย์ศิลปาชีพนั้นเหนือชั้นกว่าโรงงานเซรามิกทั่วๆ ไปมากด้วยความวิจิตรบรรจงของลวดลายและความพยายามในการเขียน เหตุผลมาจากสมาชิกในศูนย์นั้น ทำงานเหล่านี้มานานจนเกิดความชำนาญ สมาชิกมีการลาออกน้อยมาก (เมื่อเทียบกับ % Turn over ของคนงานในโรงงานเซรามิกทั่วๆ ไป) ปัญหาของศูนย์ศิลปาชีพจริงๆ นั้นอยู่ที่วิถีคิด ของคนในองค์กร ทัศนคติของสมาชิกในการทำงาน ระบบการวัดประสิทธิภาพของงาน และที่สำคัญที่สุดคือองค์กรยังไม่มีความคิดที่จะมุ่งเน้นต่อการตอบสนองความต้องการของลูกค้า ยกตัวอย่างเช่นการเขียนลาย ทางศูนย์ฯ จะเขียนลวดลายเกี่ยวกับความเป็นไทย เรื่องในวรรณคดี ซึ่งสมาชิกที่เขียนลายก็จะเขียนกันเช่นนี้มาตลอดเมื่อผลงานออกมาก็เอาไปตั้งโชว์ไว้ในห้องแสดงสินค้าเพื่อรอวันที่จะพบกับใครสักคนที่ชอบงานเช่นนี้ การปั้นก็อาศัยรูปทรงแบบเดิมๆ ความชำนาญแบบเดิมๆ ดังนั้นผลิตภัณฑ์ที่ออกมา ก็จะดูคล้ายๆ กันไปหมด และเหมือนกันทั้งสามศูนย์ศิลปาชีพ

ความเป็นมาในการตั้งศูนย์ศิลปาชีพนั้น เป็นพระราชดำริของ สมเด็จพระนางเจ้าฯ ที่ช่วยเหลือพสกนิกรของพระองค์ ให้มีความเป็นอยู่ที่ดีขึ้นจากความยากจนในชนบทห่างไกล ดังนั้นชาวบ้านในชุมชนแต่ละแห่งเมื่อ ได้รับพระมหากรุณาธิคุณ มีความเป็นอยู่ที่ดีขึ้นก็มีความภาคภูมิใจและรักที่จะทำงานอยู่ที่นั่นตลอด โดยตลอดระยะเวลาที่ผ่านมาได้มีหน่วยงานต่างๆ เข้าไปฝึกอบรมความรู้และทักษะในการทำเซรามิกให้กับสมาชิก โดยเฉพาะทางกรมวิทยาศาสตร์ที่ได้วิเคราะห์ทั้งบุคลากร ในการถ่ายทอดความรู้และสนับสนุนวัตถุดิบในการผลิตแทบจะทุกอย่างตั้งแต่ดิน วัตถุดิบสำหรับสีเคลือบ สีเขียนลาย ปูนปลาสเตอร์ แต่รูปแบบในการผลิตชิ้นงานยังออกมาคล้ายๆเดิม จากการวิเคราะห์ปัญหาในช่วงเวลาที่ได้เข้ามาคลุกคลี กับศูนย์ฯ ทั้งสามแห่งนี้พอจะสรุปได้ดังนี้

ข้อแรกศูนย์ศิลปาชีพยังไม่มี แนวคิดในการพัฒนา ผลิตภัณฑ์เพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้า สมาชิก และอาจารย์ผู้ดูแลศูนย์ยังทำงานตาม ความถนัดของตนเอง ที่ถูกฝึกฝนกันมาเป็นสิบๆ ปี ยังไม่มีการปรับตัวให้เข้ากับโลก ในยุคใหม่ที่ลูกค้ามีความต้องการ หลากหลายและเปลี่ยนใจ ไปตามกระแสแฟชั่นแทบจะทุกนาที ทำให้แทบจะไม่มี การพัฒนารูปแบบใหม่ สีฉนวนใหม่ที่ทันสมัย

ข้อที่สองสมาชิกยังมีประสิทธิ ภาพในการทำงาน ต่ำมาก ซึ่งจะไปแล้วก็ไม่อาจโทษสมาชิกอย่างเดียว เพราะ เนื่องจากสมาชิกเองก็ไม่มีเป้าหมาย ในการทำงานที่ชัดเจน ไม่มีตัวชี้วัด (KPI) ไม่มีระบบการประเมินผลที่จะกระตุ้น ให้เกิดการแข่งขันและกระตุ้นในการทำงาน งานบางชิ้น ถ้าคำนวณต้นทุนในการผลิต โดยเฉพาะค่าแรงในการ เขียนลายก็ไม่คุ้มแล้วเพราะแถมกันบางใบที่ลวดลายวิจิตร อาจใช้เวลาในการเขียนถึง 5 เดือน ซึ่งแน่นอนว่าคนเขียนไม่ได้ ใช้เวลาวันละ 8 ชั่วโมง 6 วันต่อสัปดาห์ ในการเขียนจนครบ 5 เดือน เพราะใน ระหว่างวันก็ค่อยๆเขียน มีหยุดพักผ่อน พักสายตา พักทานอาหาร พักทานของว่าง พักเลี้ยงลูก (เป็นที่ ทำงานเดียวที่ผมเห็นว่าสามารถนำเอาลูกเล็กเด็กแดงมา วิ่งเล่นและมาเลี้ยงดูกันขณะทำงาน เคยถามอาจารย์ประจำ ศูนย์ ว่าเคยมีเด็กวิ่งชน ของแตกบ้างไหม อาจารย์บอกว่า “ประจำ”) บางวันต้องหยุดงานไปเพราะมีงานบวชในหมู่บ้าน บางช่วงต้องทิ้งงานไปเลยหลายวันเพราะเป็นช่วงฤดูทำนา ถ้าแถมกันใบเดียวกันนี้ดูจากความสลับ ซับซ้อนของลวดลาย แล้วประเมินออกมา ตั้งเป้าหมายให้สมาชิกเขียนให้เสร็จ ภายในหนึ่งเดือน ผมก็ว่าเขาทำเสร็จ ตามกำหนด

ข้อที่สาม อัตราของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการมี เปอร์เซ็นต์ที่สูงมาก เพราะยังไม่มี การควบคุมกระบวนการ ที่ดีในทุกขั้นตอน อัตราการสูญเสียเริ่มตั้งแต่การเตรียมดิน การเตรียมสีเคลือบ การขึ้นรูป การอบแห้ง การเผาปกติ การเคลือบ การเผาเคลือบ



สภาพแวดล้อมในโรงงานที่บ้านแม่คำ จ.ลำปาง



ผลิตภัณฑ์ใหม่ที่ได้พัฒนาขึ้น



ผลิตภัณฑ์แบบดั้งเดิม ในห้องโชว์สินค้า บ้านแม่ต้า



รูปแบบและลวดลายแบบ Original ที่บ้านแม่ต้า

ข้อที่สี่ ต้นทุนในการผลิตยังไม่มีราคาคำนวณจึงยังไม่รู้ต้นทุนที่แท้จริง ทำให้การตั้งราคาขายก็จะเป็นไปตามความรู้สึกของคนตั้ง ซึ่งเป็นไปได้ว่าอาจจะขาดทุนตั้งแต่แรกแล้ว หรือบางทีอาจตั้งราคาขายสูงเกินไปจนเสียโอกาสในการขาย นอกจากนี้จากการคำนวณต้นทุนคร่าวๆ พบว่าต้นทุนการผลิตมีค่าสูงเกินกว่ามาตรฐานของอุตสาหกรรม เซรามิก ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องลด ต้นทุนอย่างเร่งด่วน

ข้อที่ห้า การตลาดของทางศูนย์ฯ ยังไม่มีและช่องทางการจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์ก็ยังมึนน้อย ส่วนใหญ่ยังใช้การตั้งขายอยู่ที่ห้องแสดงสินค้าในศูนย์ฯ ซึ่งคงมีน้อยคนนักที่จะเดินทางเข้าไปยัง บ้านกุดนาขาม กิ่งอำเภอเจริญศิลป์ สกลนคร ที่ห่างจากตัวเมืองสกลนคร หรือตัวเมืองอุดรธานีกว่า 90 กิโลเมตร หรือถ้าต้องการไปหาเซรามิกที่บ้าน แม่ต้าก็ต้องออกจากตัวเมืองลำปางไป กว่าสองชั่วโมง จะมีก็แต่บ้านทุ่งจี้ที่ยังอยู่ในท่าเลที่จะมีโอกาสในการขายเพราะ อยู่บนเส้นทางที่จะไปยังอุทยานแห่งชาติแจ้ซ้อน แต่ก็ห่างจากตัวเมืองลำปางเกือบหนึ่งชั่วโมงเช่นกัน

ข้อที่หก ไม่สามารถที่จะการันตีการส่งมอบสินค้าให้กับลูกค้าได้ โดยเฉพาะถ้าเป็นลูกค้าต่างประเทศทางศูนย์ฯ จะไม่กล้ารับประกันได้เลยเนื่องจากทางศูนย์ฯ เองไม่สามารถจะควบคุม อัตราการผลิต อัตราของเสีย และที่สำคัญคือควบคุมสมาชิกให้มาทำงานได้ทุกวัน โดยเฉพาะหน้าทำนาเกี่ยวข้าว เพราะสมาชิกทุกคนมีสิทธิที่จะหยุดงานไปทำนาได้โดยไม่ได้นิยามกำหนดเหมือน อย่างพนักงานในโรงงาน

จากปัญหาที่กล่าวมาทั้งหมด จึงเห็นว่าถ้ามาสอนแค่เพียงให้สูตรเคลือบใหม่ ให้พัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่คงไม่เพียงพอ แต่ควรจะแก้ไขทั้งองค์กร จึงได้จัดอบรมสมาชิกทั้งหมดของแต่ละศูนย์ฯ ใช้เวลาศูนย์ฯ ละสองวันทั้งที่สกลนครและที่ลำปางทั้งสองศูนย์ฯ ในหัวข้อเรื่องการบริหารงานคุณภาพทั่วทั้งองค์กรหรือ TQM ที่เป็นที่แพร่หลายในอุตสาหกรรม การผลิตทั้งหลาย ซึ่งแน่นอนว่า TQM version ศูนย์ศิลปาชีพที่ให้สมาชิกซึ่งก็คือชาวบ้านในชุมชนแถวนั้นมาเข้าอบรมย่อมต้องเป็น version สำหรับชาวบ้าน แต่หัวใจ แก่นแท้และแนวคิดแบบ TQM ยังอยู่ครบถ้วน เพราะถ้าเราเข้าใจถึงถึงแก่นของ TQM แล้วจะรู้เลยว่า การเปลี่ยนวิธีคิด เปลี่ยนทัศนคติของคนในองค์กรเป็นหัวใจสำคัญที่สุด ถ้าคนในองค์กรพร้อมที่จะเปลี่ยนแปลง พร้อมที่จะปรับปรุงและมีหัวใจที่จะทำ TQM จะไม่ใช่เรื่องยากเลยที่จะสำเร็จ แม้ในองค์กรที่ไม่มีผู้จัดการโรงงาน ไม่มีวิศวกร ไม่มีนักเซรามิก ไม่มีนักบัญชี ไม่มีนักการตลาด เริ่มต้นผมก็เล่าความเปลี่ยนแปลงของโลกในปัจจุบันที่โลกของเราแบนราบลงทุกวัน ความต้องการของลูกค้าที่เปลี่ยนแปลงเร็วมาก ผลที่จะกระทบต่อองค์กรที่ปรับตัวช้าอย่างศูนย์ศิลปาชีพ และโยงเข้าสู่ผลที่จะกระทบต่อสมาชิกในศูนย์ฯ เอง ทุกวันนี้ศูนย์ศิลปาชีพรอรับการช่วยเหลือจากหน่วยงานอื่นๆ มากจนบางครั้งดูเหมือนจะทำอะไรเองไม่ค่อยได้ มีอยู่ที่หนึ่งมีการขึ้นบอร์ดแสดงยอดขายได้ของศูนย์ฯ ในแต่ละเดือนซึ่งยังไม่ได้ถึงครึ่งหนึ่งของรายจ่ายค่าแรงของสมาชิกในศูนย์ฯ เลย เมื่อถามสมาชิกถึงสถานะของรายได้ มีคำตอบที่น่าตกใจก็คือไม่เคยมีใครมองบอร์ดที่อาจารย์เขียนไว้ให้รับทราบเลย และตัวอาจารย์เองก็ไม่ได้ประชุมชี้แจงให้สมาชิกทราบ เมื่อมาถึงตรงนั้นคนที่อยู่ในบริษัทใหญ่ๆ ที่มีระบบบริหารที่ดีอาจนึกไม่ออกเลยว่ามีองค์กรเช่นนี้ด้วยหรือ ผมขอบอกว่าในเมืองไทยยังมีองค์กรเช่นนี้อีกมากที่ผู้บริหารไม่ได้สื่อสารเรื่องต้นทุนให้กับพนักงานทราบ พนักงานเองก็ไม่ได้สนใจที่จะรับรู้เรื่องความเป็นไปของบริษัท ขอแค่ได้รับค่าจ้างครบก็เพียงพอ

เมื่อทุกคนรับทราบสิ่งที่จะมาทำให้ส่งผลกระทบต่อตนเอง โดยเฉพาะเรื่องรายได้ ทุกคนก็เริ่มตระหนักว่าถ้าดำเนินชีวิตแบบเดิมๆ อาจไม่ดีพอที่จะทำให้ศูนย์อยู่รอดได้ จึงง่ายขึ้นที่จะนำทุกคนเข้าสู่ช่วงต่อไปของระบบ TQM นั่นคือ เรื่องของแนวคิด



ชาวทุ่งรักกำลังนั่งเรียน TQM



รูปทรงแบบใหม่ๆ จากฝีมือช่างปั้นชาวทุ่งรัก

แนวคิดของTQMที่เน้นให้กับสมาชิกของศูนย์ฯเรื่องแรกก็คือ Total ให้ทุกคนทั้งองค์กรร่วมมือกันไม่ใช่เฉพาะแค่กลุ่มคนบางกลุ่ม เน้นความสำคัญของทุกคน แนวคิดเรื่องถัดมาคือมุ่งเน้นความสำคัญของลูกค้าทั้งลูกค้าภายนอกและภายใน การพัฒนาสินค้าใหม่ การเขียนลายใหม่ การทำสีใหม่ ต้องคำนึงถึงความต้องการของลูกค้าเป็นหลัก ไม่ใช่ทำเพียงเพื่อให้มีงานทำเท่านั้น การหาความต้องการของลูกค้าเป็นเรื่องที่ยากของคนในศูนย์ฯมากเนื่องจากสถานที่ตั้งอยู่ห่างไกลจากความเป็นเมือง แต่ทุกที่มี Internet แล้วและก็มีสมาชิกบางคนใช้งานเป็น ดังนั้นจึงไม่ใช่เรื่องยากในการเสาะหาความต้องการของลูกค้า อีกช่องทางหนึ่งคือหนังสือ วารสารต่างๆ ที่ได้แนะนำและจัดมาให้สมาชิกดู จัดตั้งทีมพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่นำสมาชิกที่มีศักยภาพในแต่ละหน่วยงานมารวมตัวกันเพื่อสร้างสรรค์งานใหม่ และแนะนำว่าในโลกยุคที่ลูกค้าต้องการความคุ้มค่าสูงสุดนี้การทำผลิตภัณฑ์ที่มีฟังก์ชันของการตกแต่งอย่างเดียวย่อมไม่เพียงพอต่อความต้องการของลูกค้า ถ้าเราสามารถผนวกเอาของตกแต่งมารวมกับของที่สามารมีประโยชน์ใช้สอยได้ก็จะเป็นการดี เช่นอ่างล้างหน้า, โคมไฟ, น้ำพุ, อุปกรณ์ในห้องน้ำ, ชุดเก้าอี้สนามที่มีดีไซน์ ฯลฯ แนวคิดที่เน้นย้ำอีกเรื่องคือเน้นการควบคุมกระบวนการมากกว่าผลลัพธ์ที่จะได้ (Process orientation) ซึ่งถ้าการควบคุมกระบวนการเป็นไปอย่างดีผลลัพธ์ก็จะดีตามไปด้วย ได้จัดทำคู่มือการทำงานในแต่ละขั้นตอนการทำงานเหมือนกับ Work instructionของ ISO9000 และชี้จุดที่สำคัญในการควบคุมกระบวนการในแต่ละขั้นตอนตั้งแต่การตรวจรับวัตถุดิบ การเตรียมเนื้อดินทั้งดินแท่งจาก Extruding และนำดินสำหรับ Slip casting การเตรียมสีเคลือบ การเคลือบและการเผาทั้งเผาปิสิกิท เผาเคลือบ และเผา Third firing



รูปแบบและเทคนิคการเคลือบแบบใหม่ฝีมือชาวทุ่งรัก

แนวคิดต่อมาคือเรื่อง Fact & Data ให้สมาชิกจัดทำใบบันทึกข้อมูลสำหรับลงข้อมูลต่างๆ ที่สำคัญในการผลิตในทุกกระบวนการ สำหรับแนวคิดเรื่อง PDCA ได้นำไปเชื่อมโยงกับการบริหารงานเชิงนโยบาย โดยให้ที่ศูนย์ฯ ทั้งจังหวัดจัดทำ Action plan โดยมุ่งเน้นสามหัวข้อใหญ่ในเรื่องการพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้ตอบสนองความต้องการของลูกค้า การพัฒนาช่องทางการจัดจำหน่าย และการลดต้นทุนการผลิต

หลังจากมอบหมายงานในแต่ละขั้นตอนให้กับทุกศูนย์ ก็จะมีการติดตามผลในทุกเดือนถึงความคืบหน้าของงานและการพัฒนาของสมาชิกในศูนย์ฯ แต่ละแห่ง ซึ่งสิ่งสำคัญที่จะช่วยให้งานเป็นไปด้วยดีนั้นจะขึ้นอยู่กับความตั้งใจจริงและความเอาใจใส่ของหัวหน้าศูนย์ฯ ซึ่งเป็นทหารด้วย ซึ่งในแต่ละครั้งที่เข้าไปตามผลก็จะมีปัญหาต่างๆ ที่ทางสมาชิกพบเจอในการปฏิบัติงาน ยกขึ้นมาให้ช่วยแก้ไข ซึ่งก่อนหน้านี้ (ก่อนการอบรม TQM) สิ่งเหล่านี้ไม่ได้ถูก

มองว่าเป็นปัญหาเลย

ตัวอย่างของปัญหาเช่น อัตราการหล่อแบบที่ช้ามากหล่อได้รอบเดียวต่อวัน สาเหตุมาจากใช้เนื้อดินสำหรับงานปั้นที่มีดินเหนียวสูงมากทำเป็นน้ำสลিপในการหล่อแบบก็ได้ทำสูตรปรับเพื่อสามารถนำดินปั้นมาหล่อแบบได้ จากหนึ่งรอบต่อวันเป็นสี่รอบต่อวัน ปัญหาเรื่องสีเคลือบด้านหลังการเผาครั้งที่สามซึ่งเป็นการเผาทอง ซึ่งเมื่อเข้าไปดูเรื่องการเผาพบว่าสมาชิกที่เตาใช้ Firing curve ในการเผาทองนานเกินไปเผาเคลือบทั้งที่อุณหภูมิเพียง 800 °C ซึ่งจะทำให้เคลือบเกิดการตกผลึกกลับ (Devitrification) และทำให้เคลือบด้านขึ้นได้ ปัญหาเรื่องงานปั้นขนาดใหญ่แตกร้าวตั้งแต่ช่วงผึ่งแห้ง ปัญหาสีเพี้ยนในการผลิตแต่ละ Lot ปัญหาถ้วยกาแฟแตกเป็นรอยที่กันแก้ว ปัญหาเรื่องสีเขียนใต้เคลือบมีสีไม่สดใสและสีเพี้ยนในบางเฉดสี



ภายในโรงงาน บ้านทุ่งรี ลำปาง



ผลิตภัณฑ์แบบเขียนลายทั่วไป รูปทรงปากกว้างของกูดนาหม



งานแบบดั้งเดิม ที่สวยงาม แต่ขายไม่ได้



รูปสัตว์แบบโมเดิร์น ที่ขายไม่จำเป็นต้องเหมือนช้าง



เจดสีใหม่ๆ ที่รอการใช้งาน

ปัญหาเหล่านี้ถูกยกขึ้นมาเพื่อทำการแก้ไขและสร้างเป็นองค์ความรู้เก็บไว้กับองค์กร เพื่อลดข้อเสียในกระบวนการ เพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต ซึ่งทำให้สมาชิกเกิดความมั่นใจในการทำงานมากขึ้น รัฐบาลและแนวทางในการแก้ไข ทำให้หัวหน้าศูนย์กล้าที่จะรับออเดอร์จากลูกค้ามากขึ้น อย่างที่ศูนย์กุดนาขามที่หัวหน้าศูนย์ฯ (ผู้กองประดิษฐ์ ซึ่งเป็นทหาร) ทำหน้าที่เป็นผู้จัดการฝ่ายการตลาดอีกตำแหน่งหนึ่ง เช่นเดียวกับที่บ้านทุ่งจี้ที่พันโทกาจ หัวหน้าศูนย์ฯ จะรับหน้าที่สร้างช่องทางการจัดจำหน่ายไปด้วยในตัว ซึ่งเป็นไปตามหลักการของ TQM ที่ดึงเอาทุกคนในองค์กรมาร่วมมือกันในการพัฒนาองค์กรให้ก้าวหน้าต่อไป

สำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์ของแต่ละศูนย์นั้นจะมีความแตกต่างกันในรายละเอียดขึ้นอยู่กับความพร้อมของแต่ละศูนย์และเครื่องจักรที่แต่ละศูนย์มี เช่นที่บ้านกุดนาขามมีเครื่อง Extrude ที่ใหญ่เพียงพอในการขึ้นรูปทรงแบบใช้การรีดได้ บ้านทุ่งจี้มีเตาฟืนที่สามารถผลิตงานซึ่งแตกต่างจากงานแถบราชบุรีได้ บ้านแม่ต๋ามีเตาเคลือบหลายขนาดซึ่งสามารถใช้ทำผลิตภัณฑ์ทั้งแบบเคลือบไฟสูงและเคลือบไฟต่ำได้ รวมทั้งทำงานชิ้นเล็กและชิ้นใหญ่ได้พร้อมๆ กัน รวมทั้งมีช่างปั้นที่สามารถปั้นงานใหญ่ได้ดีมาก ซึ่งผมได้พยายามชี้จุดแข็งของแต่ละศูนย์ให้กับทั้งหัวหน้าศูนย์ฯและสมาชิกได้รับทราบ

หลังจากพัฒนาคนในองค์กร ปรับเปลี่ยนทัศนคติในการทำงาน สร้างมาตรฐานในการทำงานในทุกขั้นตอน มีแผนงานสำหรับอนาคต พัฒนาผลิตภัณฑ์ให้เข้ากับยุคสมัยแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการมุ่งเน้นด้านการตลาดและสร้างความมั่นใจให้กับลูกค้าได้ว่าเราจะผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพตรงตามความต้องการของลูกค้าซึ่งเป็นหัวใจที่สำคัญที่สุดของ TQM

ระยะเวลาที่ยังไม่นานนักในการที่เข้าไปช่วยเหลือปรับปรุงก็ให้เห็นความเปลี่ยนแปลงในทางที่ดีขึ้นทั้งกับชิ้นงานที่ออกมา และการทำงานของสมาชิก ซึ่งสร้างความสุข ความประทับใจให้กับผู้ให้คำปรึกษามาก และรู้สึกดีมาก ๆ ในการเข้าไปช่วยเหลือในแต่ละครั้ง ก็ได้แต่ขอเรียนเชิญผู้เชี่ยวชาญในแต่ละสาขาได้เข้าไปช่วยเหลือชาวบ้านเหล่านี้ให้มีความเป็นอยู่ที่ดีขึ้น ช่วยให้ศูนย์ฯยืนได้ด้วยตนเอง ซึ่งถือได้ว่าได้ช่วยแบ่งเบาภาระของกองศิลปาชีพ ของพระองค์ท่านไปได้อย่างมาก



โครงการพัฒนาระบบการผลิต ผลิตภัณฑ์เซรามิก ในจังหวัดลำปาง



โครงการพัฒนาระบบการผลิตผลิตภัณฑ์เซรามิกในกลุ่มผู้ประกอบการเซรามิกรายย่อยในจังหวัดลำปางนั้น ได้จัดทำขึ้นโดยความร่วมมือระหว่างศูนย์ส่งเสริมศิลปาชีพระหว่างประเทศกับหน่วยงานทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีความพร้อมในการถ่ายทอดความรู้ด้านเซรามิกให้แก่โรงงาน จำนวน 5 หน่วยงาน ได้แก่ ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ กรมวิทยาศาสตร์บริการ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ศูนย์บริการวิชาการแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และศูนย์พัฒนาอุตสาหกรรมเครื่องเคลือบดินเผาจังหวัดลำปาง โดยศูนย์ส่งเสริมศิลปาชีพระหว่างประเทศเป็นผู้สนับสนุนเงินงบประมาณทั้งหมดให้แก่หน่วยงานทั้ง 5 หน่วยงาน นำไปใช้ในการพัฒนาและปรับปรุงกระบวนการผลิตเซรามิกในโรงงานที่เข้าร่วมโครงการทั้งหมดจำนวน 9 โรงงาน

สำหรับที่มาที่ไปของโครงการนี้สืบเนื่องมาจาก ผลิตภัณฑ์เซรามิก เป็นหนึ่งในผลิตภัณฑ์เป้าหมายที่ศูนย์ส่งเสริมศิลปาชีพระหว่างประเทศ กำหนดเป็นนโยบายให้การส่งเสริมและสนับสนุน ทั้งนี้เนื่องจาก เห็นว่าผลิตภัณฑ์เซรามิกยังมีศักยภาพเพียงพอในการที่จะพัฒนาและส่งเสริมให้เป็นผลิตภัณฑ์เด่นที่สามารถสร้างรายได้เข้าสู่ประเทศและชุมชนได้อย่างต่อเนื่อง แต่อย่างไรก็ตาม ผู้ประกอบการโรงงานเซรามิกขนาดเล็ก ยังคงประสบปัญหาด้านการจัดการกระบวนการผลิต ผลผลิตที่ได้ค่อนข้างต่ำ และมีความสูญเสียในขั้นตอนการผลิตสูง

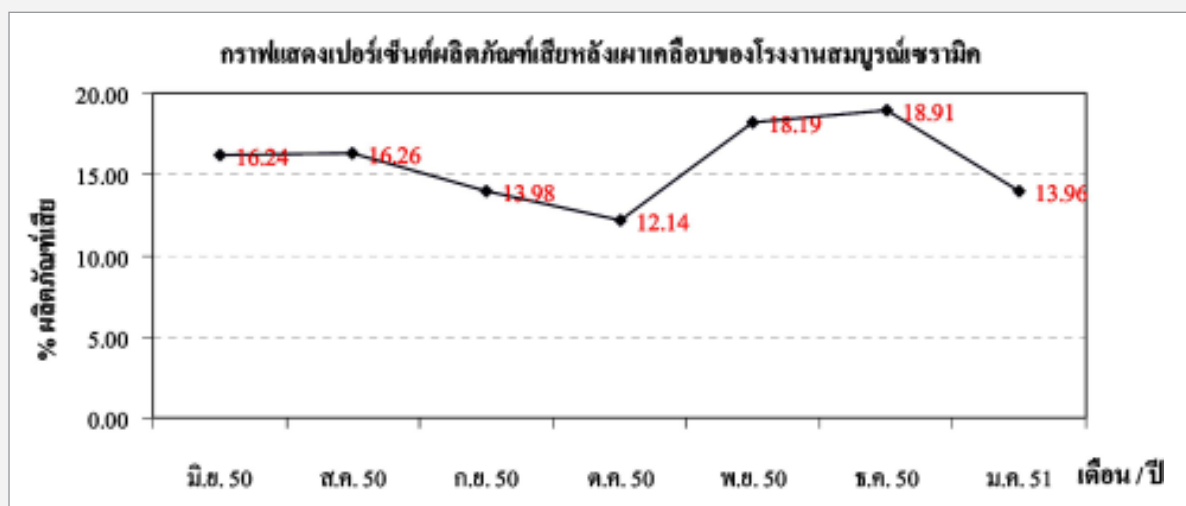
ศูนย์ส่งเสริมศิลปาชีพระหว่างประเทศ พิจารณาเห็นว่า กลุ่มผู้ประกอบการโรงงานเซรามิกในจังหวัดลำปางมีศักยภาพในการผลิตผลิตภัณฑ์เซรามิกที่มีคุณภาพ จึงกำหนดดำเนินงานโครงการพัฒนาระบบการผลิตผลิตภัณฑ์เซรามิกขึ้น โดยใช้กลุ่มผู้ประกอบการเซรามิกขนาดเล็กในพื้นที่จังหวัดลำปาง เป็นกลุ่มเป้าหมายในการดำเนินงานวัตถุประสงค์ของโครงการ เพื่อพัฒนาระบบการจัดการทำผลิตภัณฑ์เซรามิก โดยเน้นการสร้างมาตรฐานด้านคุณภาพและความสม่ำเสมอในกระบวนการผลิต เพื่อเพิ่มผลผลิต ลดต้นทุนการผลิต และลดความสูญเสียที่เกิดขึ้น

ทางศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ (เอ็มเทค) ได้รับมอบหมายให้ดำเนินงานโครงการ จำนวน 2 โรงงาน ได้แก่ โรงงานสมบุญธรรมเซรามิค 1-2 และโรงงานเอ็ม. พี. เซรามิก โดยได้เริ่มเข้าไปดำเนินการพัฒนาและปรับปรุงกระบวนการผลิต ในโรงงานทั้งสอง ตั้งแต่เดือนมีนาคม 2550 จนกระทั่งเสร็จสิ้นไปเมื่อเดือนมกราคม 2551 ที่ผ่านมา รวมระยะเวลาในการดำเนินงานทั้งสิ้น 11 เดือน

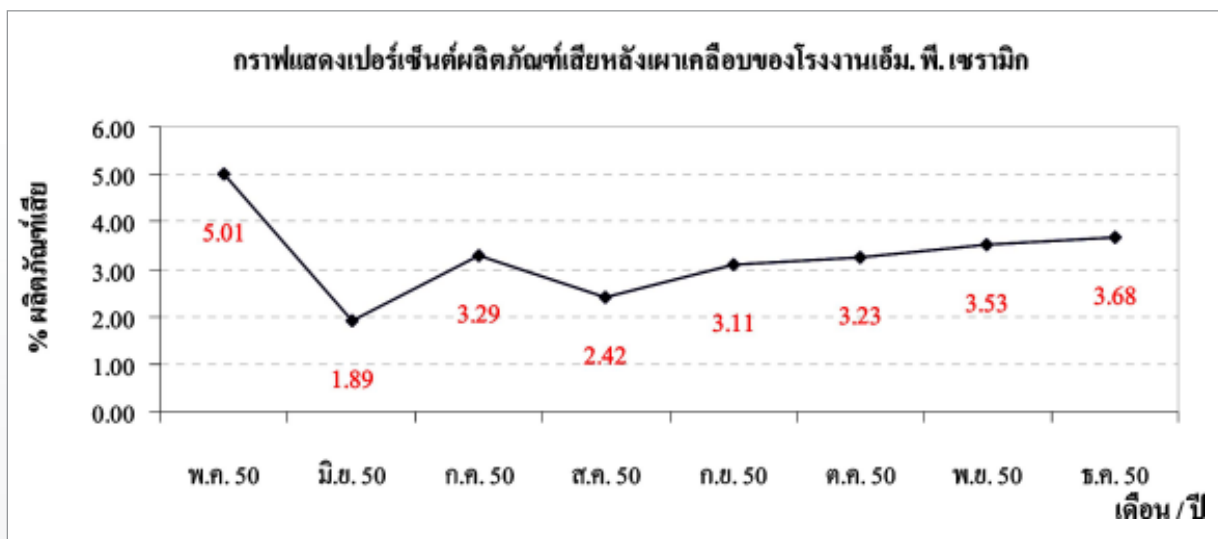
สำหรับงานที่ทางเอ็มเทคได้เข้าไปช่วยทำการปรับปรุงและพัฒนาให้แก่โรงงานสมบุญธรรมเซรามิค และโรงงานเอ็ม. พี. เซรามิก นั้น ได้แก่

1. การให้คำแนะนำเพื่อแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นกับทางโรงงาน เช่น ปัญหาการแตกร้าวของชิ้นงานหลังหล่อ และหลังเผา ปัญหารูเข็มของชิ้นงานหล่อ ปัญหาเคลือบไม่ติดหรือเคลือบร่นหลังเผา ปัญหาชิ้นงานมีสีเพี้ยนหลังเผา ปัญหาเคลือบไหลทำให้ชิ้นงานติดกับแผ่นรองเผา และอื่นๆ
2. การจัดทําระบบการควบคุมคุณภาพ และการวิเคราะห์ทดสอบพื้นฐานที่จำเป็นในแต่ละขั้นตอนการผลิตให้แก่ โรงงานทั้งสอง กล่าวคือ จัดทำคู่มือวิธีการปฏิบัติงานในแต่ละแผนก (Work Instructions) เอกสารการตรวจสอบ ของเสียในแต่ละแผนก แบบฟอร์มการเก็บบันทึกข้อมูลการผลิตต่างๆ เพื่อการควบคุมคุณภาพในแต่ละขั้นตอน การผลิต จัดทำคู่มือวิธีการวิเคราะห์ทดสอบต่างๆ ที่จำเป็น พร้อมทั้งถ่ายทอดความรู้และสาธิตวิธีการทดสอบ ให้แก่โรงงานนำไปปฏิบัติ
3. การจัดทำฐานข้อมูลผลิตภัณฑ์ให้แก่โรงงานสมบุญธรรมเซรามิค 2 เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการผลิตซ้ำ หรือให้ข้อมูล ผลิตภัณฑ์แก่ลูกค้าเมื่อต้องการ เนื่องจากทางโรงงานมีการผลิตผลิตภัณฑ์มากขึ้นอย่างต่อเนื่อง แต่ไม่มีการจัดเก็บ ข้อมูลของผลิตภัณฑ์อย่างเป็นระบบ
4. การจัดระบบ และวางแผนการผลิตชิ้นงานบิสกิต เพื่อลดปริมาณสต็อกชิ้นงานบิสกิตของโรงงานสมบุญธรรมเซรามิค 2 ให้น้อยลง เพื่อเป็นการลดต้นทุนจมที่เกิดขึ้นอยู่
5. การวิจัยและพัฒนาสูตรดินหล่อของโรงงานเอ็ม. พี. เซรามิก ให้มีต้นทุนที่ลดลง

จากการดำเนินงานทั้งหมดดังกล่าวข้างต้น ทำให้เมื่อสิ้นสุดโครงการ โรงงานทั้งสองมีระบบการผลิตที่เป็นมาตรฐาน มากขึ้น มีการควบคุมคุณภาพในแต่ละขั้นตอนการผลิต ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีมาตรฐานด้านคุณภาพที่ดีขึ้น โรงงานมีปริมาณ ผลิตภัณฑ์เกรดเอเพิ่มมากขึ้น และลดความสูญเสียในการผลิตลงได้มาก โดยจากการเก็บบันทึกข้อมูลของเสียในระยะเวลา ที่ร่วมดำเนินโครงการทั้งหมด พบว่า โรงงานสมบุญธรรมเซรามิค มีเปอร์เซ็นต์ของเสียลดลงเท่ากับ 2.28% แสดงดังกราฟในภาพที่ 1 และโรงงาน เอ็ม. พี. เซรามิก มีปริมาณของเสียลดลงเท่ากับ 1.33% แสดงให้เห็นดังกราฟในภาพที่ 2



ภาพที่ 1 กราฟแสดงปริมาณของเสียหลังเผาเคลือบที่ลดลงของโรงงานสมบุญธรรมเซรามิค



ภาพที่ 2 กราฟแสดงปริมาณของเสียหลังเผาเคลือบที่ลดลงของโรงงานเอ็ม. พี. เซรามิก



ภาพที่ 3 แสดงตัวอย่างโปสเตอร์ Work Instructions เพื่อการควบคุมคุณภาพในแต่ละกระบวนการผลิต ที่จัดทำให้แก่โรงงานทั้งสอง



ภาพที่ 4 แสดงตัวอย่างการสาธิตวิธีการทดสอบพื้นฐานที่แนะนำให้โรงงานปฏิบัติ

Microsoft Excel - Products-database-Somboon.xls												
รูปผลิตภัณฑ์	ลำดับ	ชื่อผลิตภัณฑ์	รหัสผลิตภัณฑ์	ขนาดผลิตภัณฑ์ (cm.)			น้ำหนักสุทธิ (กรัม)	ชนิดยีส	ชนิดเชื้อ	อุณหภูมิ (°C)	กระบวนการ	หมายเลข
				กว้าง	ยาว	สูง						
	1	ขนมขบเคี้ยว 6 ชิ้น	S80001	6	6	0.5	300	Stoneware	0-L001	1230	Oxidation	0-L001 ผลิตภัณฑ์
	2	ขนมขบเคี้ยว 7 ชิ้น	S80002	7	7	1	400	Stoneware	0-L001	1230	Oxidation	0-L002 ผลิตภัณฑ์
	3	ขนมขบเคี้ยว 8 ชิ้น	S80003	8	8	1	500	Stoneware	0-L001	1230	Oxidation	0-L003 ผลิตภัณฑ์
	4	ขนมขบเคี้ยว 9 ชิ้น	S80004	9	9	1.1	600	Stoneware	0-L001	1230	Oxidation	0-L004 ผลิตภัณฑ์
	5	ขนมขบเคี้ยว 10 ชิ้น	S80005	10	10	1.1		Stoneware	0-L001	1230	Oxidation	0-L005 ผลิตภัณฑ์
	6	ขนมขบเคี้ยว 6 ชิ้น	S80006	6	6	0.5	300	Stoneware	0-L002	1230	Oxidation	0-L006 ผลิตภัณฑ์
	7	ขนมขบเคี้ยว 7 ชิ้น	S80007	7	7	1	400	Stoneware	0-L002	1230	Oxidation	0-L007 ผลิตภัณฑ์
	8	ขนมขบเคี้ยว 8 ชิ้น	S80008	8	8	1	500	Stoneware	0-L002	1230	Oxidation	0-L008 ผลิตภัณฑ์
	9	ขนมขบเคี้ยว 9 ชิ้น	S80009	9	9	1.1	600	Stoneware	0-L002	1230	Oxidation	0-P001 ผลิตภัณฑ์
	10	ขนมขบเคี้ยว 10 ชิ้น	S80010	10	10	1.1		Stoneware	0-L002	1230	Oxidation	0-P002 ผลิตภัณฑ์
	11	ขนมขบเคี้ยว 6 ชิ้น	S80011	6	6	0.5	300	Stoneware	0-L003	1230	Oxidation	0-P003 ผลิตภัณฑ์
	12	ขนมขบเคี้ยว 7 ชิ้น	S80012	7	7	1	400	Stoneware	0-L003	1230	Oxidation	TR001 ผลิตภัณฑ์
	13	ขนมขบเคี้ยว 8 ชิ้น	S80013	8	8	1	500	Stoneware	0-L003	1230	Oxidation	RE001 ผลิตภัณฑ์
	14	ขนมขบเคี้ยว 9 ชิ้น	S80014	9	9	1	600	Stoneware	0-L003	1230	Oxidation	
	15	ขนมขบเคี้ยว 10 ชิ้น	S80015	10	10	1.1		Stoneware	0-L003	1230	Oxidation	
	16	ขนมขบเคี้ยว 6 ชิ้น	S80016	6	6	1	300	Stoneware	0-L004	1230	Oxidation	
	17	ขนมขบเคี้ยว 7 ชิ้น	S80017	7	7	1	400	Stoneware	0-L004	1230	Oxidation	
	18	ขนมขบเคี้ยว 8 ชิ้น	S80018	8	8	1	500	Stoneware	0-L004	1230	Oxidation	
	19	ขนมขบเคี้ยว 9 ชิ้น	S80019	9	9	1.1	600	Stoneware	0-L004	1230	Oxidation	

ภาพที่ 5 แสดงตัวอย่างฐานข้อมูลผลิตภัณฑ์ที่จัดทำให้แก่วิสาหกิจชุมชน

หากผู้ประกอบการท่านใด มีปัญหาต้องการสอบถามข้อมูล หรือต้องการรับคำปรึกษาแนะนำในด้านกระบวนการผลิตเซรามิก สามารถติดต่อมายังกลุ่มการผลิตและออกแบบสำหรับอุตสาหกรรมเซรามิก ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ โทรศัพท์ 0 2564 6500 ต่อ 4501-10 ได้ตลอดเวลา ทางเรายินดีให้บริการค่ะ



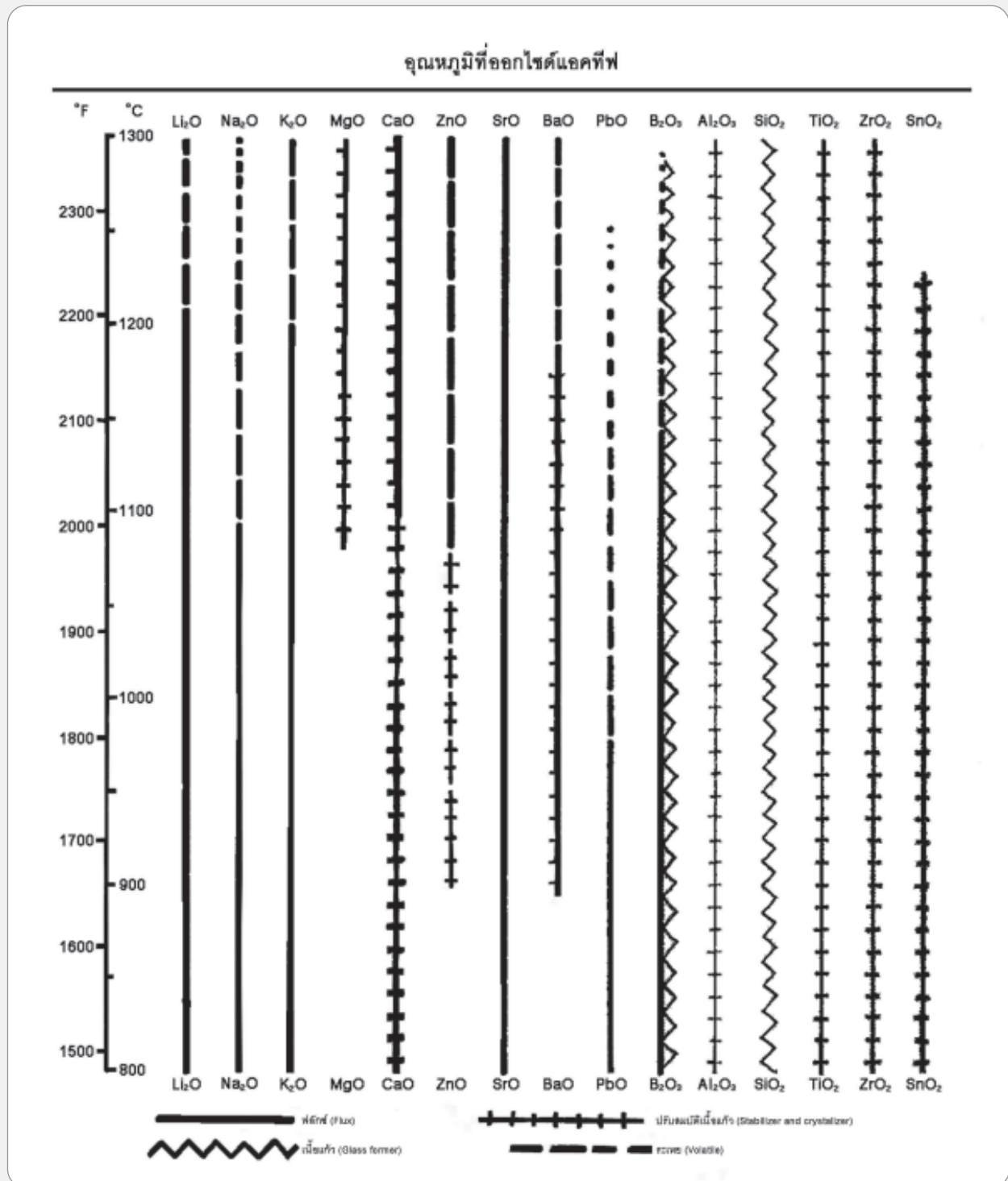
เรื่องเบาๆ กับ...ผลิตภัณฑ์ เซรามิก ไฟต่ำสุดๆ

สารพันปัญหาวิกฤตที่โถมเข้ามาในปัจจุบัน ทั้งภาวะโลกร้อน ราคาเชื้อเพลิง ผ่นวกกับการรักษาสภาพแวดล้อม ทำให้ต้องหันมาหาทางออกที่จะเป็นความอยู่รอดของอุตสาหกรรมเซรามิก ถกกันหลายฝ่ายหลากหลายความคิด ซึ่งดูเสมือนแนวทางหนึ่งที่ **ฮ็อต** มากในปัจจุบันเห็นจะเป็นเรื่อง ต้องเผาที่อุณหภูมิต่ำลง ซึ่งไม่ใช่เรื่องใหม่ หลายคนคงเคยได้ยินผลิตภัณฑ์ไฟต่ำที่ทยอยออกมาเป็นระลอกมานานพอควร แต่ความรุนแรงของวิกฤตเพิ่มมากขึ้น เรื่องไฟต่ำจึงกลับมาเป็นประเด็นอีกในวันนี้

ถ้าสนใจการเผาไฟต่ำ คำถามที่เกิดขึ้นคือต่ำเพียงไหน แ่วๆ ต่ำกว่า 1200°C แ่วๆ เอาแบบที่เขาเผาเคลือบไฟต่ำหะ เอาแบบต่ำสุดๆ เป็นไปได้ไหม? ผลิตภัณฑ์คุ้นเคยที่เผาไฟต่ำ คือ เนื้อดินทาลค์ม เนื้อดินโดโลไมต์ เนื้อดินเออร์เทนแวร์ เนื้อดินแดง อุณหภูมิเผาก็ประมาณ 800-1150°C แต่เนื้อผลิตภัณฑ์มักมีความพรุนตัวสูง ใช้ผลิตภัณฑ์ที่เป็นคำตอบหรือเปล่า? มีไหมผลิตภัณฑ์ไฟต่ำที่เนื้อแกร่ง ดูดซึมน้ำต่ำ สมบัติแบบพอร์ซเลนหรือสโตนแวร์ ซึ่งเผากันตอนนี้ก็ ประมาณ 1300°C

ผลิตภัณฑ์เซรามิกไฟต่ำที่คุ้นเคยมีข้อดีที่ ช่วยลดพลังงาน ช่วยลดเวลาในการเผา ผลิตภัณฑ์ที่เผาอุณหภูมิต่ำมักมีสีสวยสด เนื้อดินยังมีความพรุนอยู่ก็ลดปัญหาโก่งงอ เสียวหลังเผา และได้สีขาวเพราะยังไม่ละลายมลทินเหล็กให้สีปรากฏ แต่ข้อเสียก็มี เพราะเนื้อดินยังมีความพรุนอยู่ ทำให้แข็งแรงสู้เนื้อแกร่งไม่ได้ และมักดูดความชื้นทำให้เกิดปัญหาการร้าวของเคลือบภายหลังได้ นอกจากนี้เคลือบไฟต่ำมักมีสัมประสิทธิ์การขยายตัวเมื่อร้อนสูง จึงไม่ค่อยทนต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิระหว่างการใช้งาน ทำให้ไม่เหมาะกับผลิตภัณฑ์บางประเภท เช่น กา/ถ้วยกาแฟ

พูดถึงเรื่องการลดอุณหภูมิเผาที่ว่าต่ำสุดๆ ก็เปิดตำราองค์ประกอบเคมีที่มีสมบัติลดอุณหภูมิการเผาหรือที่เรียกว่า ฟลักซ์ ตัวที่ใช้ได้ดีที่อุณหภูมิต่ำน่าจะเป็นตะกั่วไจ เอ...ก็ความตระหนักเรื่องสภาพแวดล้อมที่เพิ่มดีขึ้นเรื่อยๆ ทุกปี ยังไม่รวมข้อกีดกันทางการค้าที่มาบีบจนหัวหมุน ที่ว่าของที่ส่งไปอยู่ต้องมีโลหะหนักเช่นตะกั่วต่ำขนาดนั้น เราจะได้หรือ ทำให้ตะกั่วไม่น่าใช้ แต่ถ้ามาในรูปของฟริตที่ทำให้ตะกั่วไม่ละลายออกมา ก็ยังอาจทำให้น่าสนใจอยู่ เอาที่ชั่วคราว หันมามองฟลักซ์ตัวอื่นที่เขาไม่รังเกียจกันดีกว่า ก็เห็นจะเป็นตระกูลอัลคาไล เช่น โซเดียม ซิลิเนียม หรือโบรอน ลิเทียม ดูภาพที่ 1 ช้ พวกเขาแอดทีฟตั้งแต่อุณหภูมิต่ำขนาดนั้น น่าใช้ออก ส่วนซิลิเนียม ซิงค์ จะแอดทีฟที่อุณหภูมิสูงกว่า



ภาพที่ 1 แสดงสมบัติของออกไซด์ในเคลือบเซรามิกที่อุณหภูมิต่างๆ (Frank and Janet Hamer)

กลับมาแปลงองค์ประกอบเคมีเป็นวัตถุดิบสำหรับการใช้งาน วัตถุดิบที่มีขายในท้องตลาด เช่น แร่ฟันม้า ประกอบด้วยโปแทสเซียม โซเดียม พร้อมทั้งฟอสเฟตและหรือซิลิกาแถมให้อีก รู้ๆอยู่ว่าสองตัวนี้ค่อนข้างทนไฟ วัตถุดิบเช่นแร่ฟันม้าที่ปกติใช้กันคงช่วยลดอุณหภูมิลงต่ำไม่ได้ตั้งใจ

ลองหาวัตถุดิบเป็นตัวอื่นเช่น โซเดียม ในรูปโซเดียมคาร์บอเนต โซเดียมไนเตรต โปแทสเซียมในรูปโปแทสเซียมคาร์บอเนต โปแทสเซียมไนเตรต โบรอนในรูปโบแรกซ์ วัตถุดิบพวกนี้มักจะละลายน้ำทำให้สมบัติทั้งเนื้อดินและเคลือบไม่เสถียรระหว่างการใช้งาน ยังไม่รวมประเด็นปัญหาอื่นที่อาจเกิดในการผลิต ถ้างั้นก็หันมามองวัตถุดิบที่มีส่วนประกอบ โปแทสเซียม โซเดียม โบรอน ในปริมาณสูงในรูปของฟrit

วัตถุดิบอื่นที่มีการใช้งาน ชื่ออาจไม่ค่อยคุ้น เช่น โคลิมาไนท์ ที่ประกอบด้วยซิล-โบรอน ไคโอไรต์ ที่ประกอบด้วยโซเดียม-อะลูมิเนียม-ฟลูออไรด์ พบมีการใช้ร่วมกันในงานที่อุณหภูมิต่ำกว่า 1100°C (C.W.Parmelee) ปัจจุบันการขาดแคลนแร่บางตัวที่กล่าวทำให้หันมาใช้ฟritแทน หรือสตรอนเตียมออกไซด์ในรูปของฟritจะมีสมบัติเป็นฟลักซ์ที่อุณหภูมิต่ำถึง 650°C

การเลือกใช้วัตถุดิบ เช่น ฟลักซ์ ดิน หวาย ที่เหมาะสมผสมกันหลายตัวในสัดส่วนที่พอเหมาะเป็นเรื่องสำคัญ เพราะจะช่วยให้เคลือบสุกตัวที่อุณหภูมิต่ำ และมีช่วงการเผาที่เหมาะสมขึ้นได้ นอกจากสมบัติการสุกตัวหรือรูปลักษณะของเคลือบแล้วสมบัติอื่นของเคลือบที่สำคัญ ได้แก่ สมบัติการขยายตัวเมื่อร้อนและสมบัติความเหนียวของเคลือบหลังเผา เป็นต้น เคลือบไฟต่ำที่มีอัลคาไลสูงจะมีการขยายตัวเมื่อร้อนสูง สามารถปรับลดลงโดยการเลือกใช้วัตถุดิบที่มีการขยายตัวเมื่อร้อนต่ำ เช่น โบรอน ลิเทียม เคลือบไฟต่ำที่มีอัลคาไลสูง มักมีความเหนียวของเคลือบหลอมต่ำ สามารถปรับเพิ่มความเหนียวด้วยซิลิกาหรืออะลูมินา

ตัวอย่างสูตรเคลือบไฟต่ำ โคน 04 หรือที่อุณหภูมิประมาณ 1050-1060°C ได้แก่

สูตรที่ 1	เคลือบใส	ฟrit	ร้อยละ	30	(P. Lada et.al.)
		แร่ฟันม้า		28	
		หินปูน		20	
		ซิงก์ออกไซด์		5	
		ดิน		15	
		หยาบ		32	
สูตรที่ 2	เคลือบใส	ฟrit	ร้อยละ	78	(ceramicstoday.com)
		ดินขาว		13.5	
		หยาบ		4.5	
		หินปูน		4	
สูตรที่ 3	เคลือบด้าน	ฟrit	ร้อยละ	44	
		โดโลไมต์		8	
		ดินขาว		12	
		หยาบ		28	
		หินปูน		8	

กรณีเนื้อดิน เชื่อว่าหากสามารถพัฒนาเฟสแก้วให้เกิดขึ้นในเนื้อที่อุณหภูมิต่ำได้ ก็สามารถนำมาสู่การพัฒนาพอร์ซเลนไฟต่ำ ซึ่งวัตถุดิบที่ใช้ก็คงหนีไม่พ้นกลุ่มที่ใช้ในเคลือบไฟต่ำนั่นเอง เช่นเดียวกับการเลือกใช้วัตถุดิบในเคลือบ ควรคำนึงถึงสมบัติของเนื้อดินระหว่างการขึ้นรูปและหลังเผา เช่น สมบัติความเสถียรของเนื้อดิน การเสียรูปของผลิตภัณฑ์หลังเผา ตัวอย่างสูตรเนื้อดินพอร์ซเลนไฟต่ำ โคน 04 โดย S. Peterson คือ

ดินขาว	ร้อยละ 25
ดินดำ	25
ฟrit หรือเศษแก้ว	40
ทราย	10

ราคาวัตถุดิบสำหรับทำผลิตภัณฑ์ไฟต่ำสุดๆ ถ้าเป็นฟrit หรือเป็นวัตถุดิบนำเข้าต้องแพงกว่าปกติแน่ การผลิตโดยใช้อุณหภูมิต่ำลงเชื่อว่าค่าพลังงานลดแน่ แต่จะเป็นทางรอดของอุตสาหกรรมเซรามิกหรือเปล่า น้าหาคำตอบอยู่นะ ก่อนจบเรื่องเบาๆ ในวันนี้ กรุท่านหนึ่ง นั่งอยู่ใกล้ๆ กระซิบว่า จริงหรือไฟต่ำช่วยประหยัดพลังงาน ทำมาแล้วเผาเร็วน่าเล่นกว่าเยอะ! ก็คงเป็นอีกเรื่องที่เราต้องติดตามต่อไป...

เอกสารอ้างอิง

1. C.W.Parmelee, Ceramic Glazes, 3th Edition, Cahners Publishing Company, Inc. 1973
2. Frank and J. Hamer, The Potter's Dictionary of Materials and Techniques, 4th Edition, A&C Black London 1975
3. P. Lada et.al., A development of ceramic lace for ceramic decoration, The 2nd Asian Pottery Symposium Korea 2002
4. S. Peterson, The Craft and Art of Clay by Susan Peterson, Laurence King Publishing Ltd. 2003
5. <http://ceramic-materials.com/ceramat/education/226.html>
6. <http://www.ceramicstoday.com/earthenware.htm>
7. <http://lsv.ceramics.org/scripts/wa.exe?A2=ind9703&L=clayart&P=34698>





ว่าด้วยเรื่อง... ของการกวน

คำว่ากวนในที่นี้ไม่ได้หมายถึงไปช้อนหรือป้อนใคร แต่คำว่า **"กวน"** ในที่นี้มาจากคำว่า Mixing ซึ่งหมายถึงการผสมกันระหว่างของมากกว่าหนึ่งสิ่งขึ้นไปให้เข้ากันได้หลายคนอาจคิดว่าการกวนผสม ไม่มีอะไรซับซ้อน ไม่ต้องคำนึงถึงปัจจัยอะไรมากมายนัก แต่มีชุดเครื่องมือรวมถึงสักรับก็จบแล้ว





ในทางปฏิบัติจริงนั้นการกวนมีเรื่องให้ต้องคำนึงถึง และระมัดระวังอยู่มากทีเดียว ตั้งแต่วัตถุประสงค์ของการกวน, เครื่องจักรที่ใช้ในการกวน, วัตถุดิบและขนาดของวัตถุดิบที่นำมา กวน, สัดส่วนของวัตถุดิบและน้ำที่ใช้, ปริมาณสารช่วย กระจายลอยตัว (Deflocculant), ความเร็วรอบของมอเตอร์ ที่ใช้ขับใบกวน, วิธีการเติมวัตถุดิบลงไปในช่วงการกวน

วัตถุประสงค์หลักของการกวนมีอยู่ด้วยกันสอง ประการ คือ

1. เป็นการตีกวนวัตถุดิบให้เข้ากันเพื่อนำไปใช้ใน กระบวนการถัดไป เช่นการกวนน้ำดินสำหรับนำไปหล่อแบบหรือ การการผสมวัตถุดิบสำหรับทำเคลือบ โดยไม่ต้องใช้หม้อบด

2. เป็นการกวนน้ำสลิปที่มีความหนืดต่ำเพื่อป้องกัน ไม่ให้วัตถุดิบตกตะกอนทั้งกับน้ำดินและน้ำเคลือบ

ซึ่งวัตถุประสงค์ที่แตกต่างกันนี้ทำให้เครื่องจักรที่ใช้ ในการกวนมีลักษณะและชุดขับที่แตกต่างกันไปด้วย

เครื่องกวนผสมเพื่อให้อัตถุดิบเข้ากัน (Mixer)

สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือการผสมแบบ เปียกและการผสมแบบแห้ง

การผสมแบบเปียก

สำหรับการผสมแบบเปียกนั้น จะทำการใส่วัตถุดิบ ลงไปผสมกับน้ำแล้วใช้ความเร็วรอบของมอเตอร์ชุดขับ เพื่อขับ ใบกวนให้ตีกวนผสมจนวัตถุดิบแตกตัวจนหมด กลายเป็น น้ำสลิป วัตถุดิบที่สามารถใช้กับการตีกวนได้นั้นจะเป็นวัตถุดิบ ประเภท Soft materials เช่น ดินเหนียว ดินขาว หรือถ้าต้องการ ผสมแร่ดินกับวัตถุดิบที่เป็นพวก Hard materials เช่น เฟลตสปาร์, ททราย, หินปูน ก็จำเป็นต้องนำเอาวัตถุดิบเหล่านี้ ไปผ่านกระบวนการบดให้ละเอียดเสียก่อนจึงจะนำมาผสมกับ พวกแร่ดินได้ มิฉะนั้นแล้วถ้าใส่เฟลตสปาร์เป็นก้อนๆ ลงไป ในเครื่องกวนผสม ก็จะทำให้ใบกวนหักและเครื่องพังได้ใน เวลาอันรวดเร็ว



ลักษณะของเครื่องกวนประเภทนี้จะมีชุดมอเตอร์เกียร์ ขับกับแกนใบกวน ซึ่งความเร็วรอบในการขับนั้นก็ขึ้นอยู่กับ กำลังการผลิตที่ต้องการของโรงงาน ถ้าเป็นโรงงานเซรามิก ขนาดกลางค่อนข้างไปทางเล็ก จะใช้เครื่องกวนผสมที่มีขนาด แรงม้าของมอเตอร์เกียร์ไม่สูงมากนัก ความเร็วรอบจะอยู่ ในช่วง 100-500 rpm (รอบต่อนาที) ซึ่งมักจะใช้ตีเนื้อดินสำเร็จ ที่ผ่านการบดเปียกแล้วนำไปเข้าเครื่องรีดแบบดูดอากาศมา แล้วครั้งหนึ่ง ดังนั้นเมื่อนำมาผ่านการตีด้วยใบกวนขนาด ความเร็วรอบเท่านี้ก็สามารถทำให้เนื้อดินกระจายเป็นน้ำสลิป เพื่อนำไปใช้ในการขึ้นรูปด้วยการเทแบบต่อไป เครื่องกวนแบบ นี้เรียกว่า Medium speed blunger

Medium speed blunger มีใช้ทั่วไปในโรงงาน เซรามิกที่มีการทำน้ำสลิปทั้งกับการทำน้ำสลิป เพื่อไปเข้า กระบวนการเทแบบหรือน้ำสลิปสำหรับไปเข้ากระบวนการ Filter press เพื่อทำเป็น cake เช่นโรงงานผลิตลูกถ้วยไฟฟ้า ที่ต้องเอาเศษดินที่เหลือจากการกลิ้งน้ำกลับไปใช้งาน ก็จะส่ง เศษดินเหล่านี้ลงไปตีกวนในถังตีดินพร้อมกับน้ำจนกลายเป็น น้ำสลิปแล้วจึงปั๊มไปรวมกับน้ำดินปกติที่ได้จากการบดด้วย หม้อบด แล้วส่งไปยังเครื่อง Filter press เพื่อรีดน้ำออกไปให้ เหลือปริมาณน้ำใน cake อยู่ไม่เกิน 20% เพื่อนำไปเข้าเครื่อง Pug mill และ Extrude สำหรับนำไปขึ้นรูปต่อไป โรงงาน เซรามิกที่ทำงานด้วยการหล่อแบบเช่นของใช้บนโต๊ะอาหาร, ของตกแต่งต่างๆ, ลูกกรงแก้วที่มีกำลังการผลิตไม่สูงมากนัก จึงยังไม่ได้ลงทุนเกี่ยวกับกระบวนการเตรียมเนื้อดินมากนัก ส่วนใหญ่จะซื้อเนื้อดินสำเร็จรูปที่ปัจจุบันมีให้เลือกหลาย บริษัทมาก เมื่อได้ดินแผ่นมาแล้วก็นำมาตัดเป็นชิ้นเล็กๆ ใส่ ลงในถังกวนที่มีปริมาณน้ำตามที่ต้องการเพื่อให้ได้ความหนา แน่นของน้ำสลิป ตามที่เราต้องการสำหรับการหล่อแบบ เมื่อ บั่นจนเนื้อดินเป็นเนื้อเดียวกันแล้วจะต้องปั๊มผ่านแม่เหล็ก และตะแกรงเส้น โดยขนาดของตะแกรงที่เหมาะสมจะอยู่ที่

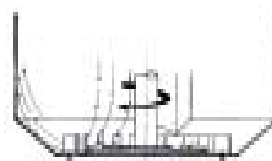
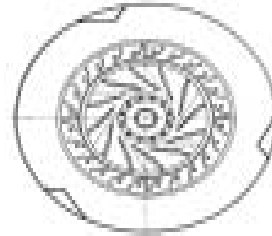
100-150 เมช หลังจากผ่านตะแกรงสั่นแล้วต้องนำไปเก็บไว้ใน Storage tank เพื่อทำการ Aging น้ำสลิป อย่างน้อย 16 ชั่วโมง เพื่อให้ฟองอากาศที่เกิดขึ้นระหว่างการกวนค่อยๆ ลอยขึ้นด้านบน และสลายตัวไป ก่อนนำไปใช้ในการเทแบบ

สำหรับโรงงานเซรามิกขนาดใหญ่ ซึ่งมีกำลังการผลิตมหาศาล การกวนน้ำสลิปจึงจำเป็นต้องใช้เครื่องจักรขนาดใหญ่ในการกวนผสมวัตถุดิบ อุตสาหกรรมเซรามิกที่ใช้เครื่องกวนผสมแบบเปียกได้แก่ โรงงานกระเบื้องเซรามิก โรงงานถ้วยชามขนาดใหญ่ โรงงานKiln furniture และโรงงานสุขภัณฑ์

กระเบื้องเซรามิกนั้นแม้ว่าในกระบวนการขึ้นรูปจะใช้เนื้อดินที่เป็นผง ซึ่งผลิตมาจากกระบวนการ Spray dry แต่ น้ำสลิปที่นำมา Spray นั้นจะต้องผ่านการบดเปียกมาก่อน ซึ่งในกระบวนการบดนั้นจะมีทั้งการบดแบบไม่ต่อเนื่อง (Batch mill) และการบดแบบต่อเนื่อง (Continuous mill) ซึ่งในการบดแบบ Batch นั้น ก็มีทั้งการบดแบบรวม Part นั้นคือใส่วัตถุดิบทุกอย่างลงไปบดรวมกันในหม้อบด และการบดแบบแยก Part ซึ่งจะแยกบดส่วนที่เป็น Hard materials ที่มีความแข็งมากด้วยหม้อบด และตีกวนส่วนที่เป็นดินด้วย Blunger เมื่อได้ความละเอียดตามที่ต้องการแล้วจึงนำมาบดรวมกันในบ่อรวม ซึ่งทั้งสองวิธีก็มีข้อดีและข้อเสียแตกต่างกัน ซึ่งจะขอยกยอไปพูดถึงในเรื่องการบดเปียกในโอกาสต่อไป

สำหรับการบดแบบต่อเนื่องนั้นการที่จะใส่วัตถุดิบทุกตัวลงไปในหม้อบดจะทำให้เกิดปัญหาต่างๆ มากมาย เช่น ดิน ซึ่งมีความเหนียวและมีความชื้นสูงในช่วงหน้าฝนจะไปติดอยู่ตาม Chute จนทำให้พวก Hard materials ไม่สามารถเคลื่อนตัวไปต่อได้จนเกิดการล้นสายพาน และทำให้สัดส่วนของแร่และดินเปลี่ยนแปลงไป หรือดินที่มีความเหนียวจะแตกตัวได้ยากและไปติดอยู่ตามผนังของหม้อบด จนในที่สุดน้ำสลิปในหม้อบดก็จะไหลย้อนกลับออกมายังด้านหน้าของหม้อบดแบบต่อเนื่อง ดังนั้นการแก้ไขปัญหาเหล่านี้จึงต้องแยกกันระหว่างส่วนที่เป็นของแข็งแต่ไม่เหนียวกับดินที่มีความเหนียว แต่สามารถสลายตัวได้ง่ายกว่า โดยส่วนที่เป็นดินนั้นจะใช้เครื่องตีกวนที่มีชุดมอเตอร์เกียร์ที่มีกำลังสูงๆ สามารถทำความเร็วรอบได้ตั้งแต่ 800-2000 rpm ซึ่งความเร็วขนาดนี้เราเลยเรียกเครื่องกวนแบบนี้ว่า High speed blunger สำหรับ Blunger ชนิดนี้ยังแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ ได้แก่ Turbo blunger และ Screw blunger ซึ่งความแตกต่างของเครื่องกวนทั้งสองนั้นอยู่ที่ชุดใบกวน โดย Turbo blunger นั้นชุดใบกวนจะเป็นแผ่นวงกลมขนาดใหญ่มีใบกวนติดอยู่ด้านบนของแผ่นวงกลม โดยตรงกลางยึดอยู่กับชุดเพลาคูที่เชื่อมต่อกับชุดเกียร์ขับ ที่พื้นของถังกวนจะมีแผ่นเหล็กที่หุ้มด้วยยางแข็ง

ตั้งล้อมรอบเป็นวงกลมรอบใบกวนเพื่อทำหน้าที่ให้เกิดแรงหมุนวน (Turbulence flow) ซึ่งจะช่วยให้วัตถุดิบแตกตัวได้ดีขึ้นและช่วยให้การผสมเป็นไปได้อย่างรวดเร็วขึ้น ดังแสดงในภาพที่ 1,2 และ 3



ภาพที่ 1 Drawing of turbo blunger



ภาพที่ 2 ภายนอกของ Turbo blunger



ภาพที่ 3 ใบกวนของ Turbo blunger

ประสิทธิภาพของ Turbo blunger ขึ้นอยู่กับขนาดของก้อนดินที่นำมาตีกวน ถ้าดินมีขนาดใหญ่มากจะใช้เวลาในการกวนผสมนาน ดังนั้นจึงควรมีเครื่องสำหรับสับดินให้เป็นก้อนเล็กลงเสียก่อนที่จะนำมาเข้า Turbo blunger ดังภาพที่ 4

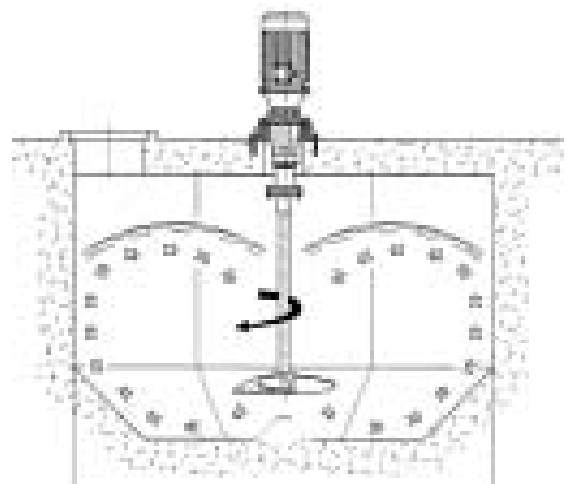


ภาพที่ 4 Clay cutter

โดยปกติก่อนที่จะใส่ดินลงไปตีกวนนั้น จะต้องเติมน้ำและสารช่วยกระจายล่อยตัวลงไปเสียก่อนแล้วจึงเริ่มเปิดมอเตอร์ใบกวนปั่นกวนน้ำกับสารช่วยกระจายล่อยตัว ให้เข้ากันก่อนที่จะเติมน้ำลงไป กวนให้ได้ตามเวลาที่กำหนดไว้แล้วจึงเปิดวาล์วที่อยู่ทางด้านใต้ของบ่อกวนเพื่อถ่ายน้ำดินผ่านตะแกรงเส้นขนาด 40-80# (ขึ้นอยู่กับความละเอียดและความหนืดของน้ำดิน) ถ้าสังเกตว่ามีกากค้างตะแกรงมากกว่าปกติแสดงว่าในดินอาจมีหินทรายเป็นสิ่งเจือปนมาก หรืออาจเกิดจากดินมากเกินใหญ่เกินไป หรือใบกวนเริ่มสึกมากเกินไป

ข้อดีของ Turbo blunger นั้นคือสามารถตีดินให้เป็นน้ำสลিপได้อย่างรวดเร็ว แต่ชุดมอเตอร์เกียร์และใบกวนมีราคาค่อนข้างสูง

สำหรับเครื่องกวนอีกประเภทหนึ่งคือ Screw blunger นั้นจะมีรอบในการตีกวนที่ต่ำกว่า ใบกวนจะมีลักษณะเป็นใบคล้ายกังหัน มีอยู่ 2-3 ใบ แรงหมุนวนที่ทำให้เกิดการตีกวนนั้นมาจากเหลี่ยมมุมของถังกวน ซึ่งมักจะสร้างถังกวนให้เป็นรูปหกเหลี่ยมเพราะจะทำให้เกิดกระแสหมุนวนของน้ำสลิปได้ดีกว่าถังกลมภายในบุด้วยยางแข็ง (Rubber liner) หรือกระเบื้องเซรามิกชนิดที่ทนการขัดสีสูง ดังภาพที่ 5 สัดส่วนความยาวของใบกวนกับเส้นผ่านศูนย์กลางของบ่อกวนจะส่งผลถึงประสิทธิภาพของการกวนซึ่งเมื่อใบกวนมีการสึกหรอมากขึ้นก็จะทำให้ประสิทธิภาพของการกวนลดลงมากดังภาพที่ 6



ภาพที่ 5 Screw blunger



ภาพที่ 6 ภายใน Screw blunger

ลำดับขั้นตอนการเติมน้ำ สารช่วยกระจายล่อยตัวและวัตถุดิบนั้นเป็นเรื่องสำคัญ เพราะถ้าใส่น้ำไปพร้อมกับสารช่วยกระจายล่อยตัวแล้วเติมน้ำไปพร้อมๆ กัน จะทำให้ดินไปจับตัวกับสารช่วยกระจายล่อยตัว โดยเฉพาะโซเดียมซิลิเกตที่มีความเหนียวสูง จะทำให้ดินกลายเป็นก้อนกลมๆ ซึ่งยากที่จะดีให้แตกได้ แล้วไปสะสมอยู่ภายในถังกวน บางโรงงานเรียกลูกบอล บ้างเรียกลูกนิมิต (ภาพที่ 7) หรือบางที่เรียกว่าจะเข้ เพราะเมื่อมองลงไปในถังกวนจะเห็นก้อนดินขนาดใหญ่เหล่านี้อยู่ตะกุ่มๆ อยู่จนดูคล้ายหลังจะเข้ ซึ่งปัญหานี้จะเกิดในหม้อบดเช่นกัน ซึ่งถึงแม้ว่าภายในหม้อบดจะมีลูกบอลอยู่มากมายแต่ก็ไม่อาจบดเจ้าลูกบอลนี้ให้แตกได้ มีหน้าซำยังจะสะสมจนมีขนาดใหญ่ขึ้นเรื่อยๆ จนในที่สุดก็จะไปกินพื้นที่ในการบด ซึ่งการทำลายลูกบอลเหล่านี้จะยากเย็นมากจะต้องใช้ลมอัดผ่านท่อเหล็กไซคนลงไปที่จุด จึงจะสามารถทำลายมันลงได้



ภาพที่ 7 ลูกบอลดินที่กักขังภายหลังการทวน

สำหรับในโรงงานผลิตสุขภัณฑ์มักจะใช้กระบวนการบดแบบแยกส่วนระหว่างวัตถุดิบที่แข็งเช่นทราย, เฟลด์สปาร์ และดีควอนส่วนของดินดำและดินขาวด้วย Blunger หลังจากนั้นจึงมาผสมรวมกันให้ครบสูตรด้วยบ่อทวนขนาดใหญ่

สำหรับการผลิตสีเคลือบนั้น ส่วนใหญ่มักใช้การบดด้วยหม้อบด แต่ก็มีการผลิตเคลือบแบบพิเศษบางอย่างที่จำเป็นต้องใช้การทวนผสมด้วย ยกตัวอย่างเช่นการใช้ Dispersible stain หรือสีเซรามิกที่สามารถกระจายลอยตัวในน้ำเคลือบได้ดีโดยไม่จำเป็นต้องบดรวมไปกับวัตถุดิบสำหรับทำเคลือบตัวอื่นๆ ซึ่งการผลิตสีเคลือบแบบนี้จะช่วยแก้ปัญหาสีเคลือบเหลืองค้ำจากการผลิตเกินความต้องการ, ลดปัญหาการรอสี โดยสามารถผลิตแบบ Just in time ได้เลย, ช่วยลด Loss จากการเปลี่ยนแผนการบดในหม้อบด ซึ่งการเปลี่ยนสีนั้นจำเป็นต้องล้างหม้อบดก่อนทุกครั้งทำให้สูญเสียสีเคลือบที่ค้างอยู่ภายในหม้อบดรวมทั้งสูญเสียน้ำสำหรับล้างหม้อบดด้วย ผมขอยกกรณีตัวอย่างของบริษัท Tile Cera Inc ซึ่งเป็นบริษัทผลิตกระเบื้องเซรามิกของเครือซีเมนต์ไทยที่ไปเปิดโรงงานที่รัฐเทนเนสซี สหรัฐอเมริกา ความแตกต่างของตลาดกระเบื้องที่อเมริกาก็คือลูกค้าที่มาซื้อกระเบื้องนั้นมีความต้องการที่หลากหลายมากและมักจะซื้อกันเป็นจำนวนน้อยๆ เนื่องจากคนอเมริกันจะเป็นพวก DIY (Do it yourself) ดังนั้นแผนการผลิตกระเบื้องจะต้องมีสีสันทดลองหลากหลาย ให้ตอบสนองความต้องการของลูกค้าให้ทั่วทั้งประเทศที่กว้างใหญ่ แผนการผลิตจึงสั้นมาก แผนการผลิตสีเคลือบไม่สามารถควบคุมสต็อกของสีเคลือบได้ จึงมีสีเคลือบเหลืองค้ำเป็นจำนวนมาก เราจึงจำเป็นต้องนำเอาแนวคิดของการผลิตสีเคลือบแบบ Basic glaze มาใช้ โดยทำสูตร Basic เพียงไม่กี่สูตร เช่นสี Transparent matt, Transparent gloss, Opaque, Engobe แล้วทำการบด Basic glaze เหล่านี้เก็บเป็นสต็อกเอาไว้จำนวนมาก เมื่อต้อง

การผลิตใน Texture ดังกล่าวก็ใช้วิธีการคำนวณปริมาณสีเซรามิกที่ต้องการแล้วค่อยๆ ใส่ลงไปนสีเคลือบที่รู้ความต้องการในการใช้อย่างแน่ชัดแล้วใช้ High speed blunger ดีควอนให้เข้ากันประมาณ 30 นาที ก็สามารถส่งสีเข้าไปให้ใน Glazing line ใช้งานได้ทันที ซึ่งจะช่วยลดเวลาในการบดลงเป็นอย่างมาก รวมทั้งช่วยลด Inventory ของสีเคลือบที่เหลืองค้ำแผนการผลิตได้

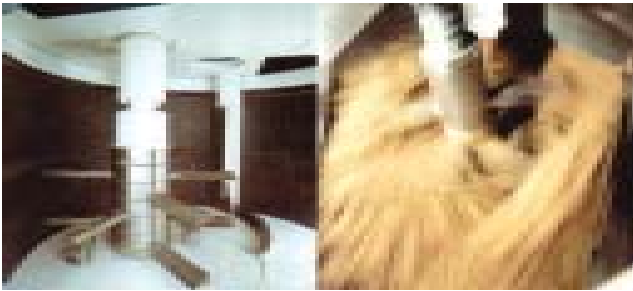
การผสมแบบแห้ง

ใช้สำหรับกระบวนการเตรียมเนื้อดินแบบแห้ง (Dry process) โดยวัตถุดิบที่ใช้ในสูตรจะต้องผ่านการบดแห้งให้ละเอียดมาก่อน โดยพวกวัตถุดิบที่แข็ง (Hard materials) จะใช้เครื่องบดย่อยเช่น Hammer mill, Raymond mill, Pendular mill, Jet mill, Pin mill, Cone crusher, Ring and roller, Ball mill แบบแห้ง และพวกดินที่มีความแข็งไม่มากนักจะใช้เครื่อง Dry pan mill, Edge runner, Roller mill (รายละเอียดของเครื่องบดเหล่านี้จะเขียนถึงอย่างละเอียดในโอกาสต่อไป) เมื่อได้วัตถุดิบที่ละเอียดตามที่ต้องการแล้วก็ทำการชั่งน้ำหนักให้ได้ตามสัดส่วนที่เราต้องการแล้วนำไปเข้าเครื่องทวนผสมแบบแห้งดังภาพที่ 8



ภาพที่ 8 เครื่องทวนผสมแบบแห้ง

พวก Binder เช่นพวกน้ำกาวชนิดต่างๆ, โพลีเมอร์ หรือโมแลสเหนียวๆ จะถูกเติมลงไปในช่วงนี้พร้อมกับปริมาณน้ำตามที่ต้องการสำหรับการขึ้นรูป ซึ่งโดยปกติแล้วจะอยู่ในช่วง 5-10% ขึ้นกับว่าเป็นผลิตภัณฑ์ประเภทใด ซึ่งถ้าเป็นกระเบื้องเซรามิกที่ใช้ดินเหนียวในสูตรในปริมาณที่มากพอสมควรก็ไม่จำเป็นต้องใช้%ความชื้นในการขึ้นรูปมากนัก แต่ถ้าเป็นพวกซิลิคอนคาร์ไบด์, คอर्टเดย์ไรท์ ที่ใช้ผลิต Kiln furniture ซึ่งเป็นวัสดุที่มีความเหนียวต่ำ จึงจำเป็นที่จะต้องมีการเติมตัว Binder ลงไปพร้อมกับปรับความชื้นให้สูงขึ้น เพื่อเพิ่มความสามารถในการขึ้นรูป



ภาพที่ 9 ภายในของเครื่องผสมแบบหัว

เครื่องตีกวนเพื่อป้องกันไม่ให้น้ำสลิตตกตะกอน (Agitator)

จุดประสงค์ของเครื่องกวนประเภทนี้มีเพื่อคอยหมุนกวนไม่ให้วัตถุดิบที่อยู่ภายในน้ำสลิตตกตะกอนแยกตัว ซึ่งจะทำให้สัดส่วนของวัตถุดิบในสูตรเปลี่ยนไปไม่ว่าจะเป็นน้ำดินหรือสีเคลือบ ดังนั้นความเร็วของชุดใบกวนจึงไม่ต้องเร็วมากนัก เพราะถ้าเร็วเกินไปจะตีกวนจนทำให้เกิดฟองอากาศขึ้นภายในของเนื้อดินและสีเคลือบ และเมื่อนำน้ำดินไปหล่อแบบจะเกิดปัญหาฟองอากาศได้ ความเร็วที่เหมาะสมในการกวนแบบนี้จะอยู่ในช่วง 15-30 rpm ดังนั้นเครื่องกวนแบบนี้จึงเรียกว่า Low speed blunger

สำหรับเครื่อง Low speed blunger นั้นมีความสำคัญอยู่ที่ใบกวน ถ้าการออกแบบใบกวนดีก็จะช่วยเรื่องการกวนและป้องกันการตกตะกอนรวมทั้งลดปัญหาน้ำดิน และสีเคลือบติดข้างถังกวนตามภาพที่ 10 และ 11

ลักษณะของถังกวนแบบนี้จะเป็นทรงกระบอกแบบกลม เนื่องจากส่วนใหญ่แล้วเป็นการกวนเพื่อเก็บสต็อกของน้ำดินหรือสีเคลือบ บางครั้งอาจเก็บไว้นานเป็นเดือนๆ ดังนั้นถ้าเป็นถังแบบเหลี่ยมอาจจะเกิดปัญหาน้ำดินหรือเคลือบไปเกาะที่ข้างถังในส่วนที่เป็นเหลี่ยมมุมได้

สิ่งที่ต้องคำนึงถึงอีกเรื่องคือการไหลตัวของน้ำสลิต โดยเฉพาะเรื่อง Thixotropy (หมายถึงความหนืดของสลิตที่เพิ่มขึ้นเมื่อเวลาเปลี่ยนไป) ถ้าน้ำสลิตมีค่า Thixotropy สูงก็จะทำให้น้ำสลิตที่กวนไปนานๆ มีความหนืดสูงขึ้นจนไม่สามารถนำไปใช้งานได้



ภาพที่ 11 ใบกวนสำหรับ Agitator



ภาพที่ 10 ใบกวนสำหรับ Agitator

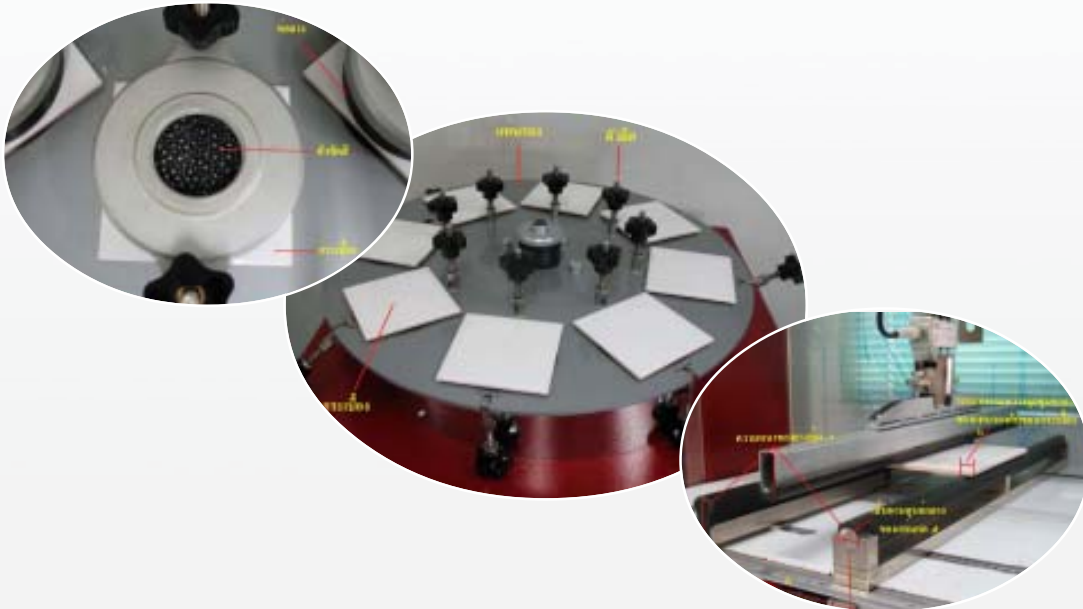


ภาพที่ 12 น้ำดินที่มีความหนืดสูงในบ่อกวน



การทดสอบกระเบื้องเซรามิก

ตามมาตรฐาน ISO 10545



อุตสาหกรรมกระเบื้องเซรามิกของไทยมีการขยายตัวด้านการผลิตและมูลค่าเพิ่มอย่างรวดเร็ว โดยมีมูลค่าการส่งออกมากกว่าสองพันล้านบาทต่อปี ตลาดส่งออกที่สำคัญของไทย คือ สหรัฐอเมริกา ออสเตรเลีย เยอรมันนี เนเธอร์แลนด์ สิงคโปร์ และฮ่องกง แต่อย่างไรก็ตามในสถานการณ์การค้าแบบเสรีที่มีการแข่งขันกันสูง โดยเฉพาะกับประเทศที่มีขีดความสามารถในการผลิตที่สูง เช่น จีน หรือเวียดนาม ที่อุตสาหกรรมกระเบื้องเซรามิกของไทยไม่สามารถแข่งขันในด้านราคาได้ เนื่องจากประเทศไทยมีต้นทุนด้านแรงงานที่สูงกว่า ดังนั้นผู้ประกอบการจำเป็นต้องพัฒนาและควบคุมคุณภาพของสินค้าที่ผลิตให้ได้มาตรฐานอย่างสม่ำเสมอจนเป็นที่ยอมรับของลูกค้า เพื่อเสริมสร้างศักยภาพในการแข่งขัน สินค้ากระเบื้องเซรามิกที่ผลิตในไทยต้องผ่านการตรวจสอบคุณภาพให้ได้มาตรฐานก่อนหน้าส่งไปขาย ด้วยเหตุนี้กรมวิทยาศาสตร์บริการที่มีบทบาทในการให้บริการวิเคราะห์ทดสอบ เพื่อสนับสนุนภาคการผลิต การค้า การวิจัยและพัฒนา ได้จัดตั้งห้องปฏิบัติการทดสอบ กระเบื้องเซรามิกขึ้นเพื่อตอบสนองความต้องการของภาคอุตสาหกรรมในการทดสอบคุณภาพของสินค้าก่อนการส่งออก ซึ่งส่วนใหญ่เป็นการทดสอบตามมาตรฐาน ISO 10545 ซึ่งเป็นมาตรฐานสากลสำหรับที่ใช้ทดสอบสมบัติของกระเบื้องเซรามิก

มาตรฐาน ISO 10545 นั้นประกอบไปด้วย 17 ส่วน ดังต่อไปนี้

- ส่วนที่ 1. การสุ่มตัวอย่างทดสอบ (sampling) (ISO 10545-1)
 - ส่วนที่ 2. การวัดมิติ (dimension) และคุณภาพของผิวหน้า (surface quality) กระเบื้อง (ISO 10545-2)
 - ส่วนที่ 3. การวัดค่าการดูดซึมน้ำ (water absorption), สภาพพรุนปรากฏ (apparent porosity), ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (apparent relative density) และความหนาแน่นบัลค์ (bulk density) (ISO10545-3)
 - ส่วนที่ 4. การวัดค่าโมดูลัสของการแตกร้าว (modulus of rupture) และความแข็งแรงต้านการแตกหัก (breaking strength) (ISO10545-4)
 - ส่วนที่ 5. การวัดค่าความต้านทานการกระแทก (impact resistance) โดยการวัดค่าสัมประสิทธิ์การกระดอนกลับ (coefficient of restitution) (ISO10545-5)
 - ส่วนที่ 6. การวัดค่าความต้านทานการขัดสีรอยลึก (resistance to deep abrasion) สำหรับกระเบื้องไม่เคลือบ (ISO10545-6)
 - ส่วนที่ 7. การวัดค่าความต้านทานการขัดสีบนผิวหน้า (resistance to surface abrasion) สำหรับกระเบื้องเคลือบ (ISO10545-7)
 - ส่วนที่ 8. การวัดค่าการขยายตัวของความร้อนเชิงเส้น (linear thermal expansion) (ISO 10545-8)
 - ส่วนที่ 9. การวัดค่าความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว (resistance to thermal shock) (ISO10545-9)
 - ส่วนที่ 10. การวัดค่าการขยายตัวเนื่องจากความชื้น (moisture expansion) (ISO10545-10)
 - ส่วนที่ 11. การวัดค่าการทนต่อการร้าว (crazing resistance) ของกระเบื้องเคลือบ (ISO 10545-11)
 - ส่วนที่ 12. การวัดค่าการทนทานต่อการปกคลุมด้วยน้ำแข็ง (frost resistance) (ISO10545-12)
 - ส่วนที่ 13. การวัดความทนทานต่อสารเคมี (chemical resistance) (ISO10545-13)
 - ส่วนที่ 14. การวัดความทนทานต่อการติดสี (stain resistance) (ISO10545-14)
 - ส่วนที่ 15. การวัดค่าตะกั่ว (lead) และแคดเมียม (cadmium) ที่หลุดออกมาของกระเบื้องเคลือบ (ISO10545-15)
 - ส่วนที่ 16. การวัดความแตกต่างของจุดสี (small colour differences) (ISO10545-16)
 - ส่วนที่ 17. การวัดค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน (coefficient of friction) (ISO10545-17)
- ในบทความนี้จะนำเสนอวิธีการทดสอบในส่วนต่าง ๆ โดยสรุป โดยในฉบับนี้จะกล่าวถึงส่วนที่ 1 (ISO-10545-1) ถึง ส่วนที่ 7 (ISO-10545-7)

ส่วนที่ 1. การสุ่มตัวอย่างทดสอบ (sampling) (ISO 10545-1)

ISO 10545-1 นี้เป็นข้อกำหนดที่ใช้สำหรับการสุ่มตัวอย่างและหลักเกณฑ์การยอมรับกระเบื้องที่ทดสอบ โดยตัวอย่าง ที่สุ่มมานั้นต้องมาจากผู้ผลิตรายเดียวกัน ภายใต้กระบวนการผลิตเดียวกัน แต่ก็ขึ้นอยู่กับวิธีการทดสอบที่ต้องการทดสอบด้วย เช่น กระเบื้องชนิดเดียวกันแต่มีเคลือบต่างกัน ก็ถือว่าเป็นกระเบื้องในกลุ่มเดียวกัน ถ้าหากต้องการทดสอบหาสมบัติของกระเบื้องหรือการ ดูดซึมน้ำ เป็นต้น ส่วนจำนวนของกระเบื้องจะขึ้นอยู่กับวิธีการทดสอบ ผู้จำหน่ายและลูกค้าจะต้อง ตกลงกันเกี่ยวกับสถานที่ของการสุ่มตัวอย่าง และรายละเอียดอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยขณะที่สุ่มตัวอย่างต้องมีตัวแทนจากทั้งสองฝ่ายสังเกตการณ์อยู่ด้วย และต้องสุ่มกลุ่มตัวอย่างสองกลุ่มในแต่ละการทดสอบ

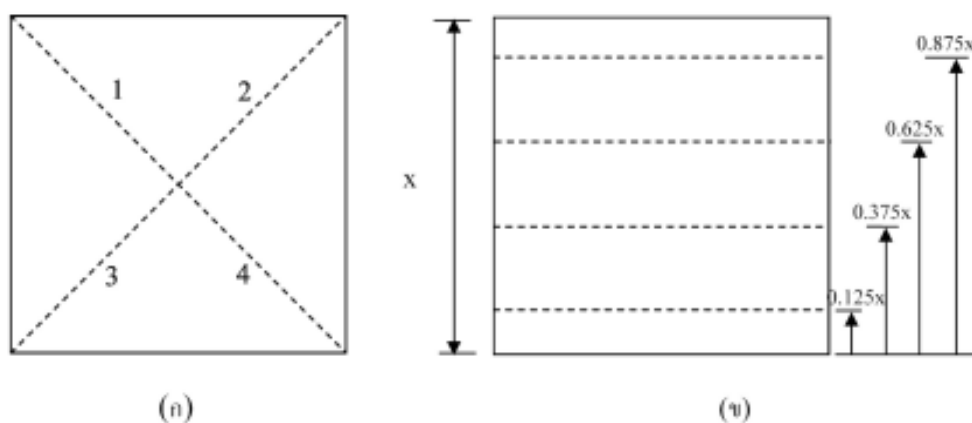
สำหรับการเกณฑ์ยอมรับในแต่ละวิธีทดสอบ แบ่งเป็นเกณฑ์ที่พิจารณาผลการทดสอบของกระเบื้องแต่ละแผ่น (inspection by attributes) โดยในแต่ละวิธีทดสอบจะระบุจำนวนขั้นต่ำของการยอมรับและปฏิเสธไว้ และเกณฑ์ใช้ค่าเฉลี่ย (inspection by the average value) โดยในแต่ละวิธีทดสอบจะระบุค่าการยอมรับและปฏิเสธไว้เช่นกัน

ส่วนที่ 2. การวัดมิติ (dimension) และคุณภาพของผิวหน้า (surface quality) กระเบื้อง (ISO 10545-2)

ISO 10545-2 เป็นมาตรฐานการวัดค่า ความยาว ความกว้าง ความหนา ความตรงของขอบด้านข้าง ความเป็นมุมฉาก ความเรียบของผิวหน้า และตรวจสอบสภาพพื้นผิวของกระเบื้องเซรามิก โดยจะทำการวัดตัวอย่างกระเบื้องทดสอบจำนวน 10 แผ่น

การวัดความยาวและความกว้างของกระเบื้องจะใช้เวอร์เนียคาลิเปอร์ (vernier caliper) วัดความยาวและกว้าง ในแต่ละข้างของกระเบื้อง โดยการวัดแต่ละด้านจะห่างจากมุมกระเบื้อง 5 มม. และคำนวณหาค่าเฉลี่ยความกว้างและยาว ทั้งสองด้านของกระเบื้องแต่ละแผ่น (ถ้าเป็นกระเบื้องจตุรัส ใช้ค่าเฉลี่ยทั้ง 4 ด้าน) และหาค่าเฉลี่ยของความกว้าง (20 ค่า) และความยาว (20 ค่า) ของกระเบื้องที่ทดสอบ (ถ้าเป็นกระเบื้องจตุรัส ต้องเฉลี่ย 40 ค่า) พร้อมระบุเปอร์เซ็นต์ความเบี่ยงเบน (deviation) ของความกว้างและความยาวเฉลี่ยของกระเบื้องแต่ละแผ่นที่เบี่ยงเบนไปจากจากค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกระเบื้องทั้งหมด และที่เบี่ยงเบนไปจากค่าที่ระบุจากผู้ผลิต

สำหรับการวัดความหนาของกระเบื้องจะใช้ไมโครสกรูเกจ (micrometer screw gauge) เส้นผ่านศูนย์กลาง 5-10 มิลลิเมตร หรืออุปกรณ์อื่นที่เหมาะสมในการวัด สำหรับกระเบื้องที่มีผิวเรียบให้ลากเส้นทแยงมุมระหว่างมุมแต่ละมุม ดังแสดงในรูปที่ 1 จากนั้นวัดความหนาจุดที่หนาที่สุดบนเส้นทั้ง 4 (ดูรูปที่ 1) สำหรับกระเบื้องที่มีผิวไม่เรียบให้ลากเส้นตรงขนานกัน 4 เส้นตัด

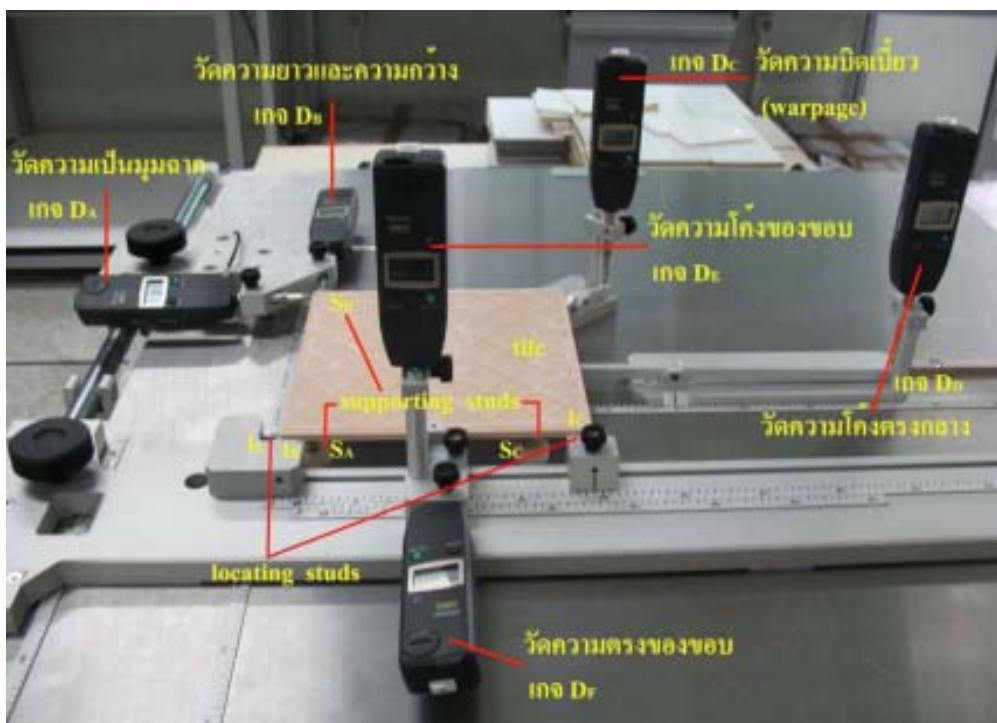


รูปที่ 1 แนวเส้นการวัดความหนากระเบื้อง (ก) ผิวเรียบ (ข) ผิวไม่เรียบ

ตามขวางบนผิวกระเบื้องที่ระยะจากขอบกระเบื้องเท่ากับ 0.125 , 0.375 , 0.625 และ 0.875 เท่าของความยาวด้านที่ตั้งฉากกับเส้นที่ลาก (ดูรูปที่ 1) แล้ววัดความหนาจุดที่หนาที่สุดบนเส้นแต่ละเส้น แล้วหาค่าความหนาเฉลี่ย (4 ค่า) ของกระเบื้องแต่ละแผ่น พร้อมระบุเปอร์เซ็นต์ความเบี่ยงเบนหรือในหน่วยมิลลิเมตร (ขึ้นอยู่กับมาตรฐานผลิตภัณฑ์) ของความหนาเฉลี่ยของกระเบื้องทดสอบแต่ละแผ่นที่เบี่ยงเบนไปจากขนาดความหนาที่ผู้ผลิตระบุมา

สำหรับการวัดความตรงของขอบกระเบื้อง ความเป็นมุมฉากของมุมกระเบื้องและความเรียบ (ความโค้งและความบิดเบี้ยว) ของกระเบื้อง เป็นการวัดกระเบื้องทดสอบเทียบกับแผ่นสอบเทียบ (calibrating plate) โดยใช้เครื่องวัดมิติกระเบื้อง (ดูรูปที่ 2) ที่มีเกจวัด (dial gauge) 6 ตัว ซึ่งประกอบด้วย เกจ D_A ที่อยู่ที่ขอบข้างกระเบื้องและห่างจากมุมกระเบื้อง 5 มม. สำหรับวัดความเป็นมุมฉากของมุมกระเบื้อง เกจ D_B ที่อยู่ที่ขอบข้างกระเบื้องและห่างจากมุมกระเบื้อง 5 มม. สำหรับวัดความกว้างและความยาวของกระเบื้อง เกจ D_D ที่อยู่จุดกึ่งกลางใต้กระเบื้อง สำหรับวัดความโค้งสูงสุดที่จุดตรงกลางกระเบื้อง เกจ D_E ที่อยู่ใต้กระเบื้อง ตรงจุดกึ่งกลางของขอบข้างกระเบื้อง และห่างจากขอบกระเบื้อง 10 มม. สำหรับวัดค่าความโค้งไกลขอบกระเบื้อง เกจ D_C ที่อยู่ใต้กระเบื้องและห่างจากมุมกระเบื้องด้านละ 10 มม. สำหรับวัดค่าการบิดเบี้ยวไกลมุมกระเบื้อง (warpage) และเกจ D_F ที่อยู่จุดกึ่งกลางของขอบข้างกระเบื้องสำหรับวัดความตรงของขอบกระเบื้อง ดังแสดงในรูปที่ 2

การวัดทำโดยวางแผ่นสอบเทียบ (calibrating plate) ลงบนสตั๊ดรองรับ (supporting studs) S_A, S_B, S_C บนเครื่องวัดมิติกระเบื้อง ให้จุดศูนย์กลางของทุกสตั๊ดรองรับอยู่ห่างจากด้านข้างของแผ่นทดสอบ 10 มิลลิเมตร และให้ตำแหน่งของสตั๊ด (locating studs) I_A, I_B, I_C อยู่ห่างจากมุมแต่ละมุมด้านละ 5 มิลลิเมตร ดังแสดงในรูป 2 แลวรับหน้าปัดเกจวัด (Dial gauge) ให้เป็นศูนย์



รูปที่ 2 เครื่องวัดมิติกระเบื้อง

ยกแผ่นสอบเทียบออก แล้วนำกระเบื้องทดสอบมาวางบน Supporting Studs (S_A, S_B, S_C) แทนบันทึกค่าเบี่ยงเบนจากศูนย์ที่อ่านได้จากหน้าปัดเครื่องวัดทั้ง 6 ตัว ถ้าเป็นกระเบื้องทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัสให้หมุนกระเบื้องเพื่อทำการวัดทั้ง 4 ครั้ง

การวัดค่าความตรงของขอบด้านข้างของกระเบื้องคือ การวัดค่าความแตกต่างหรือค่าเบี่ยงเบน(deviation) ที่ตำแหน่งกึ่งกลางของขอบกระเบื้องทดสอบเทียบกับตำแหน่งกึ่งกลางของแผ่นสอบเทียบ (C) ซึ่งวัดจากเกจ D_F เทียบกับความยาวของด้านที่วัด (L) ค่าความตรงของขอบกระเบื้อง (คิดเป็นเปอร์เซ็นต์) เท่ากับ $(C/L) \times 100$ ต้องหาค่าความตรงของขอบกระเบื้องทั้ง 10 แผ่น และระบุค่าเบี่ยงเบนสูงสุดเป็นเปอร์เซ็นต์เทียบกับความยาวของด้านที่วัดที่ผู้ผลิตระบุมา

การวัดความเป็นมุมฉากของมุมกระเบื้องคือ การวัดค่าของค่าเบี่ยงเบน (deviation) ไปจากมุมฉาก (d) ซึ่งวัดจากเกจ D_A เทียบกับความยาวของด้านของมุมที่วัด (L) ค่าความเป็นมุมฉาก (คิดเป็นเปอร์เซ็นต์) เท่ากับ $(d/L) \times 100$ ต้องหาค่าความเป็นมุมฉากของกระเบื้องทั้ง 10 แผ่น และระบุค่าเบี่ยงเบนสูงสุดเป็นเปอร์เซ็นต์เทียบกับความยาวของด้านที่วัดที่ผู้ผลิตระบุมา

ในการวัดความเรียบ (ความโค้ง) ของกระเบื้อง สำหรับกระเบื้องที่มีขนาดใหญ่กว่า 40×40 มม. ให้วางกระเบื้อง ทดสอบโดยวางด้านหลังของกระเบื้องขึ้น บนที่กึ่งกลางโค้งสูงสุดที่จุดตรงกลาง (เกจ D_D) ค่าความโค้งใกล้ขอบกระเบื้อง (เกจ D_E) และค่าการบิดเบี้ยวใกล้มุมกระเบื้อง (เกจ D_C) ของกระเบื้อง

สำหรับกระเบื้องที่มีขนาดเท่ากับ 40×40 มม. หรือน้อยกว่า ให้วัดค่าความโค้งที่ขอบโดยวางวัตถุที่มีขอบตรง (straightedge) ที่ขอบกระเบื้องและใช้ feeler gauges วัดช่องว่างใต้ straightedge ส่วนการหาค่าความโค้ง ตรงกลางใช้วิธีการเดียวกันแต่ให้วาง straightedge บนเส้นทแยงมุมของกระเบื้องและในกรณีนี้จะไม่วัดค่าการบิดเบี้ยวใกล้มุมกระเบื้อง (warpage)

สำหรับค่าความโค้งที่ตรงกลางและความบิดเบี้ยวของกระเบื้องให้ระบุค่าเบี่ยงเบนสูงสุดเป็นเปอร์เซ็นต์หรือมิลลิเมตร (ขึ้นอยู่กับมาตรฐานผลิตภัณฑ์) เทียบกับความยาวของเส้นทแยงมุมที่คำนวณจากขนาดที่ผู้ผลิตระบุมา และสำหรับค่าความโค้งที่ขอบกระเบื้อง ให้ระบุค่าเบี่ยงเบนสูงสุดเป็นเปอร์เซ็นต์หรือมิลลิเมตร (ขึ้นอยู่กับมาตรฐานผลิตภัณฑ์) เทียบกับค่าความยาวของขอบด้านที่วัดที่ผู้ผลิตระบุมา

สำหรับการตรวจสอบสภาพผิวหน้ากระเบื้องนั้นใช้การตรวจสอบด้วยตาเปล่าของคนมากกว่าหนึ่งคน โดยให้วางแผ่นกระเบื้องในสถานที่ที่สามารถดูผิวหน้ากระเบื้องในแนวตั้งฉากในระยะ 1 ม. และให้มีแสงที่มีความเข้มแสง 300 ลักส์ ส่งไปตรงบริเวณผิวหน้าของกระเบื้อง และระบุรอยบกพร่องที่ปรากฏอยู่บนผิวหน้าของกระเบื้อง

ส่วนที่ 3. การวัดค่าการดูดซึมน้ำ (water absorption) สภาพพรุนปรากฏ (apparent porosity) ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (apparent relative density) และความหนาแน่นบัลค์ (bulk density) (ISO10545-3)

ISO10545-3 เป็นมาตรฐานการวัดค่าการดูดซึมน้ำ (water absorption) สภาพพรุนปรากฏ (apparent porosity) ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (apparent relative density) และความหนาแน่นบัลค์ (bulk density) โดยการให้น้ำเข้าไปในรูเปิด (open pores) ในเนื้อเซรามิกซึ่งสามารถทำได้ 2 วิธีด้วยกัน คือ การต้มในน้ำ (boiling) และการแช่น้ำภายใต้สุญญากาศ (immersion under vacuum) วิธีการต้มนั้นจะง่ายกว่า แต่ไม่สามารถทำให้น้ำเข้าไปอยู่ในรูเปิดทั้งหมดได้เหมือนวิธีสุญญากาศ สมบัติต่างๆ จะหาได้จากความสัมพันธ์ของมวลของกระเบื้องแห้งและเปียกน้ำ วิธีการต้มจะใช้สำหรับแบ่งประเภทของกระเบื้องและระบุลักษณะของผลิตภัณฑ์ ส่วนวิธีสุญญากาศจะใช้สำหรับหาสภาพพรุนปรากฏ ความหนาแน่นสัมพัทธ์ และการดูดซึมน้ำ

ก่อนทำการทดสอบทั้งสองวิธีต้องทำการชั่งน้ำหนักแขวนลอยของกระเบื้องในน้ำ (suspended weight) ก่อน (m_3) และนำกระเบื้องทดสอบไปอบไล่ความชื้นในเตาที่อุณหภูมิ 110 ± 5 องศาเซลเซียส จนกระทั่งมวลคงที่ บันทึกผลเป็นค่าน้ำหนักของกระเบื้องแห้ง (ในอากาศ) (m_1)

สำหรับการทดสอบด้วยวิธีการต้ม ทำโดยวางกระเบื้องทดสอบในแนวตั้ง ลึกลงไป 50 มม. จากระดับผิวน้ำในหม้อน้ำโดยไม่ให้กระเบื้องสัมผัสกัน ในหม้อต้ม น้ำ ลึกลงไป 50 มม. จากระดับผิวน้ำ จากนั้นต้มน้ำให้เดือดเป็นเวลา 2 ชั่วโมง แล้วปล่อยให้เย็นลงจนถึงอุณหภูมิห้อง แช่กระเบื้องทดสอบไว้ 4 ชม. ± 15 นาที และนำกระเบื้องออกมา ชั่งด้วยผ้าแห้งสามารที่เปียกหมาดๆ แล้วนำกระเบื้องไปชั่งน้ำหนัก บันทึกผลเป็นค่า น้ำหนักของกระเบื้องเปียก (m_{2b})

สำหรับการทดสอบด้วยวิธีสุญญากาศ ทำโดยวางกระเบื้องทดสอบในแนวตั้ง ลึกลงไป 50 มม. จากระดับผิวน้ำในเครื่องทดสอบสุญญากาศโดยไม่ให้กระเบื้องสัมผัสกัน ลึกลงไป 50 มม. จากระดับผิวน้ำและให้ความดันในเครื่องทดสอบสุญญากาศที่ 100 ± 1 กิโลปาสคาลเป็นเวลา 30 นาที จากนั้นปรับความดัน เป็นปกติและแช่กระเบื้องอยู่ในน้ำในเครื่องทดสอบอีก 15 นาที และนำกระเบื้องออกมาชั่งด้วยผ้าแห้งสามารที่เปียกหมาดๆ แล้วนำกระเบื้องไปชั่งน้ำหนัก บันทึกผลเป็นค่า น้ำหนักของกระเบื้องเปียก (m_{2v})

เปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำ ($\%E_{(b,v)}$) สามารถคำนวณได้จากสูตร

$$E_{(b,v)} = \frac{m_{2(b,v)} - m_1}{m_1} \times 100$$

ให้ m_1 คือ น้ำหนักของกระเบื้องแห้ง (กรัม)

m_{2b} คือ น้ำหนักของกระเบื้องเปียกที่ทดสอบด้วยวิธีการต้มหรือวิธีการสุญญากาศ (ขึ้นอยู่กับมาตรฐานของผลิตภัณฑ์) (กรัม)

ค่าสภาพพรุนที่ปรากฏ (P) สามารถคำนวณได้จากสูตร

$$P = \frac{m_{2v} - m_1}{V} \times 100$$

$$V = m_{2v} - m_3$$

$$V_0 = m_{2v} - m_1$$

$$V_i = m_1 - m_3$$

ให้ m_{2v} คือ น้ำหนักของกระเบื้องเปียกที่ทดสอบด้วยวิธีสุญญากาศ (กรัม)

m_3 คือ น้ำหนักของกระเบื้องที่แขวนลอยในน้ำ (กรัม)

V คือ ปริมาตรภายนอก (ลูกบาศก์เซนติเมตร)

V_0 คือ ปริมาตรของรูเปิด (ลูกบาศก์เซนติเมตร)

V_i คือ ปริมาตรของส่วนที่ทึบ (ลูกบาศก์เซนติเมตร)

ค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์ (T) สามารถคำนวณได้จากสูตร

$$T = \frac{m_1}{m_1 - m_3}$$

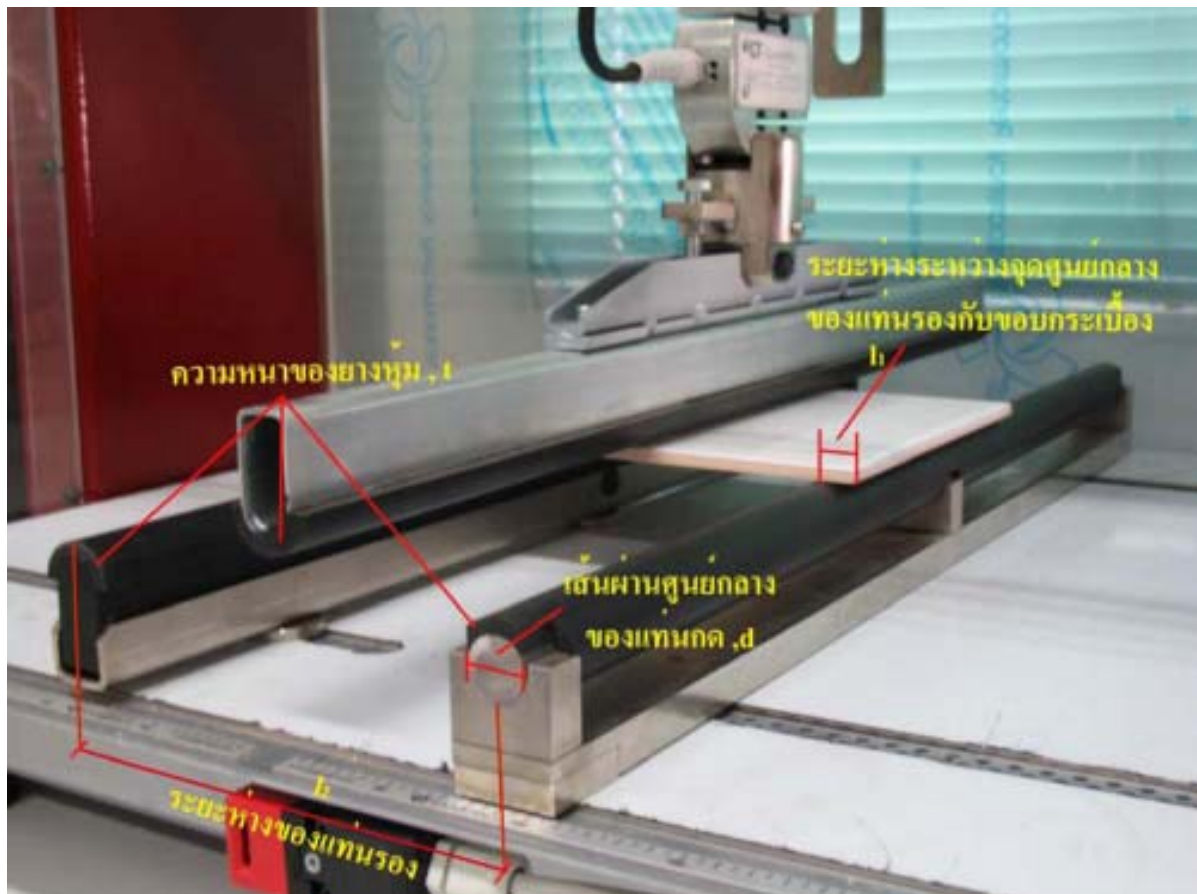
และค่าความหนาแน่นบัลค์ (B) สามารถคำนวณได้จากสูตร

$$B = \frac{m_1}{V}$$

ส่วนที่ 4. การวัดค่าโมดูลัสของการแตกร้าวและค่าความแข็งแรงต้านการแตกหัก (ISO 10545-4)

ISO 10545-4 เป็นมาตรฐานการทดสอบสำหรับวัดค่าโมดูลัสของการแตกร้าว (modulus of rupture - MOR) และค่าความแข็งแรงต้านการแตกหัก (breaking strength) ของกระเบื้อง โดยให้แรงกดที่แนวกึ่งกลางของกระเบื้อง

ก่อนการทดสอบต้องทำความสะอาดกระเบื้องแล้วนำไปอบในเตาที่อุณหภูมิ 110 ± 5 องศาเซลเซียส เพื่อไล่ความชื้นภายในกระเบื้อง จากนั้นนำกระเบื้องทดสอบไปวางบนแท่งรอง (cylindrical support rods) ทั้งสองแท่ง ถ้าเป็นกระเบื้องเคลือบให้เอาด้านที่เคลือบไว้ด้านบน โดยให้แท่งกด (central cylindrical rod) อยู่ในแนวกึ่งกลางด้านบนของกระเบื้อง ดังแสดงในรูปที่ 3 แท่งรองและแท่งกดทั้งสามนี้ต้องหุ้มด้วยยางที่มีค่าความแข็งเท่ากับ 50 ± 5 IRHD (The International Rubber Hardness Degrees) (ทดสอบตามมาตรฐาน ISO 48) โดยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและความหนาของชั้นยางที่หุ้มแท่งรองและแท่งกดจะขึ้นอยู่กับความกว้างของกระเบื้องที่ใช้ทดสอบ



รูปที่ 3 เครื่องทดสอบค่าโมดูลัสของการแตกร้าวและค่าความแข็งแรงต้านการแตกหัก

จากนั้นใส่แรงกดลงบนแรงกดลงบนกระเบื้องด้วยอัตราเร็วที่ทำให้ความเค้นของกระเบื้องเพิ่มขึ้นในอัตรา 1 ± 0.2 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตรต่อวินาที จนกระเบื้องหัก ค่าความแข็งแรงต้านการแตกหัก (breaking strength) (F_{bs}) และค่าโมดูลัสของการแตกร้าว (modulus of rupture - MOR) (σF_{bl}) สามารถคำนวณโดยใช้สูตรดังนี้

$$F_{bs} = \frac{F_{bl} l_2}{b}$$

$$\sigma F_{bl} = \frac{3F_{bl} l_2}{2bh^2}$$

$$= \frac{3F_{bs}}{2h^2}$$

โดยให้ F_{bs} คือ ค่าความแข็งแรงต้านการแตกหัก (breaking strength) (นิวตัน)

l_2 คือ ระยะห่างของแท่งรอง (มิลลิเมตร) (ดูรูปที่ 3)

b คือ ความกว้างของกระเบื้องทดสอบ (มิลลิเมตร)

σF_{bl} คือ ค่าโมดูลัสของการแตกร้าว (modulus of rupture - MOR) (นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร)

h คือ ความหนาตรงแนวหักของกระเบื้องทดสอบ (มิลลิเมตร)

จำนวนตัวอย่างที่ใช้ทดสอบ ถ้ากระเบื้องที่มีความยาวขนาด (L) $18 \leq L < 48$ มม. ใช้กระเบื้องจำนวน 10 ชิ้น ถ้าขนาด $L \geq 48$ มม. ใช้ 7 ชิ้น

ส่วนที่ 5. การวัดค่าความต้านทานการกระแทกโดยการวัดค่าสัมประสิทธิ์การกระดอนกลับ (ISO10545-5)

ISO10545-5 เป็นมาตรฐานการทดสอบค่าความต้านทานการกระแทกของกระเบื้องเซรามิกในรูปของ coefficient of restitution (e) โดยการปล่อยลูกเหล็กตกกระทบกระเบื้องทดสอบและวัดความสูงของลูกเหล็กที่กระเด็นกลับขึ้นไปหลังการตกกระทบครั้งแรก

การทดสอบทำโดยนำกระเบื้องทดสอบขนาด 75x75 มม. ติดกับบล็อกคอนกรีตที่มีส่วนผสมตามที่มาตรฐานนี้กำหนดด้วยอีพอกซีเรซิน และนำมาวางบนแท่นวางของเครื่องทดสอบ (ดูรูปที่ 4) ที่มีตัวรับสัญญาณเสียงหรือไมโครโฟนติดตั้งอยู่เพื่อบันทึกเสียงสะท้อน โดยขึ้นทดสอบจะอยู่ใต้ท่อพลาสติกใสที่มีความสูง 1 ม. ดังแสดงรูปที่ 4 เนื้อท่อพลาสติกใสมีแม่เหล็ก ไฟฟ้า (electromagnet) สำหรับดูดลูกบอลเหล็กชุบโครเมียม (chrome steel ball) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 19 ± 0.05 มม.



รูปที่ 4
เครื่องทดสอบความต้านทานการกระแทก
และตัวอย่างกระเบื้องบนบล็อกคอนกรีต

จากนั้นปล่อยลูกบอลเหล็ก (steel ball) จากความสูง 1 ม. วัดความสูงจากการกระเด็นกลับของลูกบอลเหล็ก (h_2) และเวลาระหว่างที่ลูกบอลเหล็กกระทบกระเบื้องครั้งแรกและครั้งที่สอง (T) โดยใช้ตัวรับสัญญาณเสียง จากนั้นนำ h_2 และ T มาหาค่าสัมประสิทธิ์ e โดยมีสูตรคำนวณดังนี้

$$e = \frac{v}{u} \dots\dots\dots(1)$$

โดย v คือ ความเร็วของลูกเหล็กที่กระเด็นกลับ

u คือ ความเร็วของลูกเหล็กก่อนตกกระทบกระเบื้อง

สามารถหา v จาก

$$\frac{mv^2}{2} = mgh_2$$

$$v = \sqrt{2gh_2} \dots\dots\dots(2)$$

ให้ m คือ น้ำหนักของลูกบอล (กรัม)

h_2 คือ ความสูงของการกระเด็นกลับ (เซนติเมตร)

g คือ ค่าแรงโน้มถ่วงของโลก เท่ากับ 981 เซนติเมตรต่อวินาทีกำลังสอง

และหา u จาก

$$\frac{mu^2}{2} = mgh_1$$

$$u = \sqrt{2gh_1} ; h_1 \text{ เท่ากับ } 100 \text{ เซนติเมตร} \dots\dots\dots(3)$$

นำ (2) และ (3) แทนใน (1) จะได้ $e = \sqrt{\frac{h_2}{h_1}}$

โดยที่
$$h_2 = u_0 t + \frac{gt^2}{2}$$

u_0 คือ ความเร็วที่จุดสูงสุดของการกระเด็นกลับของลูกบอลเหล็ก (เท่ากับศูนย์)

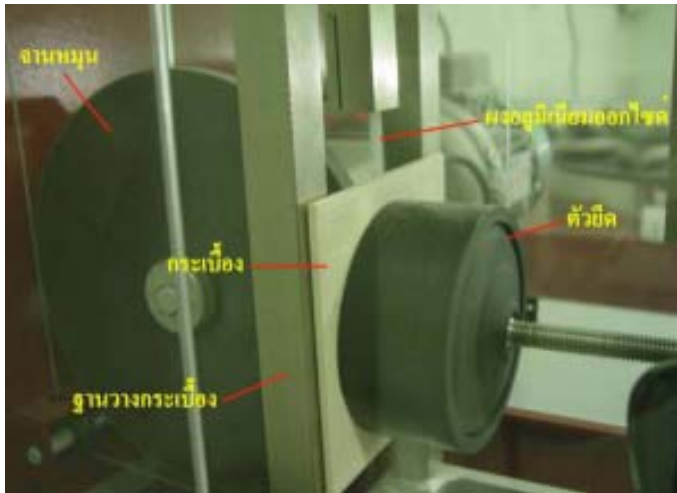
t คือ $\frac{T}{2}$ เมื่อ T เท่ากับเวลาระหว่างการตกกระทบครั้งแรกและครั้งที่สอง (วินาที)

ดังนั้น
$$h_2 = 122.6T^2$$

สังเกตผิวหน้าของกระเบื้องหลังการกระแทก ทำสัญลักษณ์ตรงที่พบรอยร้าว รอยขรุขระ หรือรอยแตกและบันทึกผลการทดสอบที่ได้

ส่วนที่ 6. การวัดค่าความต้านทานการขัดสีสำหรับกระเบื้องไม่เคลือบ (ISO 10545-6)

ISO 10545-6 เป็นมาตรฐานการทดสอบค่าความต้านทานการขัดสีที่เกิดรอยลึกของกระเบื้องเซรามิกชนิดไม่เคลือบ โดยวัดความยาวของร่องที่เกิดขึ้นจากการขัดสีบนผิวหน้าของกระเบื้อง การขัดสีทำโดยการบดผงขัดสี (abrasive material) กับกระเบื้องด้วยจานหมุน (rotating disc) ที่ทำจากวัสดุชนิด E 235A (Fe 360 A) (ตามมาตรฐาน ISO 630-1) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 200 ± 0.2 มม. หนา 10 ± 0.1 มม. และหมุนด้วยความเร็ว 75 รอบต่อนาที



การทดสอบทำโดยนำกระเบื้องทดสอบขนาด 100×100 มม. (จำนวนตัวอย่างที่ใช้ทดสอบอย่างน้อย 5 ชิ้น) มาไว้ที่ฐานวางตั้งฉากกับจานหมุนแล้วยึดด้วยสกรู ดังแสดงในรูปที่ 5

รูปที่ 5 ความต้านทานการขัดสีสำหรับกระเบื้องไม่เคลือบ

จากนั้นปล่อยผงขัดสีที่เป็นผงอลูมิเนียมออกไซด์ด้วยอัตราการไหล 100 ± 10 กรัมต่อการหมุนของจานหมุน 100 รอบ ลงมาตรงกลางระหว่างกระเบื้องกับจานหมุน ให้ผงขัดสีบดกับผิวกระเบื้องทดสอบ และให้จานหมุนหมุนครบ 150 รอบ จากนั้นวัดความยาวของร่องที่เกิดขึ้นจากการขัดสีแล้วนำมาคำนวณหาค่าปริมาตรที่หายไปจากสูตร

$$V = \left(\frac{\pi \alpha}{180} - \sin \alpha \right) \frac{hd^2}{8}$$

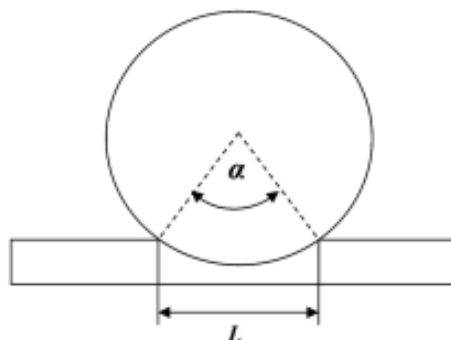
$$\sin \left(\frac{\alpha}{2} \right) = \frac{L}{d}$$

ให้ α คือ มุมองศา ดังรูปที่ 6

h คือ ความหนาของจานขัด (มิลลิเมตร)

d คือ เส้นผ่านศูนย์กลางของจานขัด (มิลลิเมตร)

L คือ ความยาวของร่องที่เกิดจากการขัด (มิลลิเมตร)

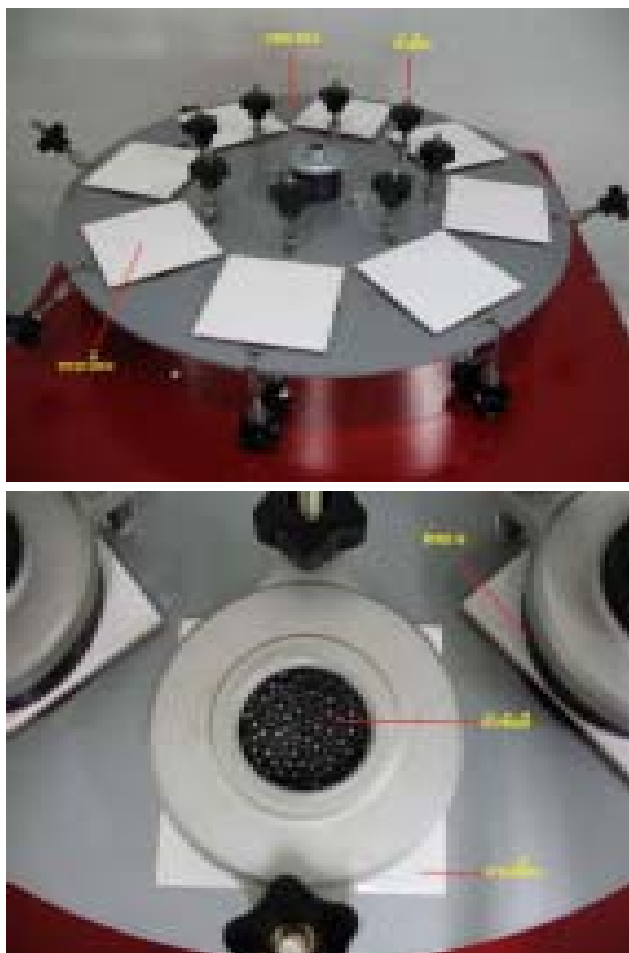


รูปที่ 6 ภาพจำลองการลักษณะของกระเบื้องและจานหมุนในขณะขัดสี

ส่วนที่ 7. การวัดค่าความต้านทานการขัดสีที่ผิวหน้าสำหรับกระเบื้องเคลือบ (ISO 10545-7)

ISO10545-7 เป็นมาตรฐานการทดสอบค่าความต้านทานการขัดสีของกระเบื้องเซรามิกชนิดเคลือบ โดยการขัดสีผิวหน้ากระเบื้องด้วยตัวขัดสี (abrasive load) และประเินด้วยสายตา โดยเปรียบเทียบกันระหว่างกระเบื้องที่ถูกขัดสีกับกระเบื้องชนิดเดียวกันที่ไม่ได้ถูกขัดสี

การทดสอบทำโดยตัดกระเบื้องเคลือบที่ต้องการทดสอบให้มีขนาดอย่างน้อย 100 x 100 มม. จำนวน 8 ชิ้น และนำไปวางบนแนวเส้นรอบวงของแท่นรอง (support plate) บนเครื่องทดสอบโดยให้ระยะห่างของแต่ละชิ้นเท่ากัน ดังแสดงในรูปที่ 7 และให้จุดกึ่งกลางของกระเบื้องแต่ละชิ้นห่างจากจุดศูนย์กลางของแท่นรองรูปวงกลมเป็นระยะ 195 มม. ยึดขึ้นกระเบื้องแต่ละชิ้นกับแท่นรองโดยมีซีลยาง (rubber seal) ที่มีลักษณะเป็นทรงกระบอกที่ผนังหนา 9 มม. สูง 22.5 มม. และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 83 มม.สำหรับใส่ตัวขัดสี (abrasive load) อยู่บนขึ้นกระเบื้อง



รูปที่ 7 เครื่องทดสอบความต้านทานการขัดสีที่ผิวหน้าสำหรับกระเบื้องเคลือบและตัวขัดสี

ตัวขัดสี (abrasive load) ประกอบด้วย

- ลูกบอลเหล็กขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 มม. ปริมาณ 70 ก.
- ลูกบอลเหล็กขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 มม. ปริมาณ 52.5 ก.
- ลูกบอลเหล็กขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 มม. ปริมาณ 43.75 ก.
- ลูกบอลเหล็กขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 มม. ปริมาณ 8.75 ก.
- อนุภาคน้ำแข็งขนาดเกรน F80 ตามมาตรฐาน ISO 8486 ปริมาณ 3 ก.
- น้ำกลั่น 20 มล.

เมื่อใส่ตัววัดสีลงบนผิวกระเบื้องในสี่เหลี่ยมและปิดฝาด้านบนของท่อทรงกระบอกอย่าง จากนั้นให้เครื่องทดสอบ เหวี่ยงแท่นรองในลักษณะเบี่ยงจุดศูนย์กลาง (eccentricity) ในระยะ 22.5 มม. ด้วยความเร็ว 300 รอบต่อนาที ตัววัดสีจะถูกเหวี่ยงและวัดสีผิวของชิ้นกระเบื้องทดสอบ หลังจากเหวี่ยงครบ 100 รอบ ถอดกระเบื้องชิ้นแรกออกมา และเพิ่มจำนวนรอบการเหวี่ยงอีก 50 รอบ ให้ครบ 150 รอบ แล้วนำกระเบื้องชิ้นที่ 2 ออก และเพิ่มจำนวนรอบการเหวี่ยงอีก 450 รอบ ให้ครบ 600 รอบ แล้วนำกระเบื้องชิ้นที่ 3 ออก ทำอย่างนี้ทำกับชิ้นที่ 4, 5, 6, 7 และ 8 โดยให้ จำนวนรอบการเหวี่ยงครบ 750, 1500, 2100, 6000 และ 12000 รอบ ตามลำดับ หลังจากนั้น นำกระเบื้องทดสอบที่ผ่านการวัดสีแล้วมาล้างทำความสะอาดแล้วนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 110 ± 5 องศาเซลเซียส เพื่อไล่ความชื้น

เปรียบเทียบกระเบื้องทดสอบที่ถูกวัดสีกับกระเบื้องชนิดเดียวกันที่ไม่ได้ถูกวัดสี (ดูรูปที่ 8) โดยการประเมินด้วยสายตาภายใต้หลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ที่มีความเข้มแสงบนผิวกระเบื้อง 300 ลักส์ในห้องมืด โดยให้ผู้สังเกตอยู่ห่างจากกระเบื้องทดสอบ 2 ม. และระดับสายตาอยู่ที่ความสูง 1.65 ม. จากกระเบื้อง ใช้ผู้สังเกตมากกว่า 1 คน บันทึกระดับขั้นการวัดสีของกระเบื้องทดสอบ ที่พบการเปลี่ยนแปลง โดยจัดเป็น Class ต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 1



รูปที่ 8 การเปรียบเทียบกระเบื้องทดสอบที่ถูกวัดสีกับกระเบื้องชนิดเดียวกันที่ไม่ได้ถูกวัดสี

ตารางที่ 1 การจัดประเภทของกระเบื้องเซรามิกชนิดเคลือบ

Abasion stage ; Failure visible at revolutions	Class
100	0
150	1
600	2
750, 1500	3
2100, 6000, 12000	4
> 12000*	5

* ต้องผ่านการทดสอบในมาตรฐาน ISO10545-14 สำหรับความต้านทานการขีดสี

ถ้าผู้ทำการตรวจสอบมีความเห็นไม่ตรงกันให้ทำการทดสอบซ้ำอีกครั้ง แต่ถาผลการทดสอบที่ได้ในครั้งนีไม่เหมือนกับครั้งแรกให้เลือกกระเบื้องชิ้นการวัดสีที่ต่ำสุดที่พบการเปลี่ยนแปลง

ทั้งหมดนี้ส่วนหนึ่งของวิธีการทดสอบกระเบื้องตามมาตรฐาน ISO 10545 ซึ่งกรมวิทยาศาสตร์บริการมีให้บริการทดสอบ สามารถติดต่อศูนย์วิจัยและพัฒนา เทคโนโลยีเซรามิก เบอร์โทรศัพท์ 02-2017368

ใบสั่งจองโฆษณา วารสารเชรามิกส์

ข้าพเจ้า(นาย นาง นางสาว).....
(ทาง,ร้าน,บริษัท).....
สถานที่ทำการ.....
โทรศัพท์.....

ขอสั่งจองโฆษณาในวารสารเชรามิกส์

ในขนาด.....หน้า.....ใบแทรก เป็นเวลาปี..... (กำหนดออกปีละ 3 ฉบับ)
เป็นจำนวนเงิน..... บาท(.....)
โดยเริ่มตั้งแต่ฉบับที่.....ถึงฉบับที่.....ประจำปีพ.ศ.....
ทั้งนี้ได้อบข้อความโฆษณา.....ชุด CD-Diskแผ่น ใบแทรกฉบับ มาพร้อมด้วยแล้ว

(ลงนามผู้สั่งโฆษณา).....
ตำแหน่ง.....
วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ลักษณะรูปเล่ม
- ขนาดมาตรฐาน กว้าง 8.25 นิ้ว x 11.5 นิ้ว
- ปก 4 สี กระดาษอาร์ต (อานยูวี)
เนื้อใน 4 สี กระดาษอาร์ต 120 แกรม / เนื้อในขาวดำ กระดาษปอนด์ 80 แกรม

ฉบับเดือน

- ☐ มกราคม - เมษายน พ.ศ 2551
☐ พฤษภาคม - สิงหาคม พ.ศ 2551
☐ กันยายน - ธันวาคม พ.ศ 2551

มีความประสงค์ลงโฆษณาใน วารสารเชรามิกส์

ติดต่อที่ :

บริษัท แนวทางเศรษฐกิจ 2004 จำกัด

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

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

AD ขาวดำ

การผสมกันของ... สีเซรามิก



จะว่าไปแล้วเส้นข้ามระหว่างงานศิลปะกับของที่มีตำหนินั้นมันแบ่งกันด้วยเส้นบางๆ เท่านั้น คนทำงานศิลปะอาจมองเห็นความงามของงานชิ้นหนึ่งในขณะที่คนเดินดินกินข้าวแกง อาจมองว่าไร้ค่าไม่ได้ช่วยให้ชีวิตของพวกเขาดีขึ้น หลายต่อหลายครั้งที่งานศิลปะที่มีคุณค่ามัน กว่าที่มันจะมีคุณค่าได้ก็อาจใช้เวลาหลายร้อยปี หรือต้องผ่านการเสนอผลงานของศิลปิน เจ้าของงานชิ้นนั้นจนคนฟังเคลิ้มตามคนทำงานศิลปะ คงเถียงไม่ได้กระมังว่าหลายต่อหลาย ครั้งที่เราดูงานเพียงเพราะชื่อของเจ้าของงานยิ่งถ้ามงานนั้นเป็นของบุคคลที่มีชื่อเสียงต่อให้ งานบิดเบี้ยวเพียงไรใครต่อใครก็มองว่าสวยเหลือเกิน กล้าที่จะแหวกกฎแตกแบบมีศิลป์ ยืนดูงานกันอยู่ห้าคนโอโฮไปแล้วสาม แล้วที่เหลืออีกสองจะพลอยมองไม่เห็นความงาม เชียวหรือ ครั้งหนึ่งผมไปเยี่ยมชมพิพิธภัณฑ์ศิลปะที่นิวยอร์กที่ซึ่งรวบรวมภาพเขียนของสุดยอด จิตรกรของโลกไว้มากมาย ค่อยๆ เดินดูภาพเขียนทีละภาพด้วยความละเอียด (จริงแล้วเพื่อให้ คุ่มค่าตัว) ในฐานะคนไม่ได้เรียนศิลปะแต่สนใจ บทสรุปที่ผมได้จากการดูในครั้งนั้น ก็คือ ภาพวาดกว่า 80% ในพิพิธภัณฑ์ที่มีมูลค่ามหาศาลนั้น ศิลปินไทยหลายต่อหลายคนสามารถ รังสรรค์งานเช่นนั้นได้หลายภาพที่ยืนมองถ้าไม่อ่านประวัติกับคำบรรยายภาพประกอบก็จะไม่ ทราบเลยว่ามันมีคุณค่าอย่างไร เห็นไหมว่าแค่ความงามอย่างเดียวอาจไม่พอเพียงต้องสร้าง เรื่องราวและโน้มน้าวให้คนดูคล้อยตามด้วย

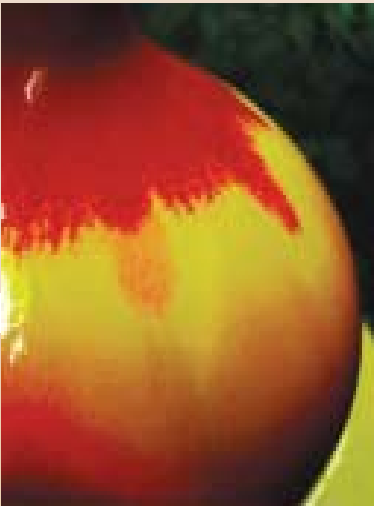
การผสมกันของ...สีเซรามิก



ผมเคยเอาภาพถ่ายชาไบน์ไปให้คนที่รู้จักหลายคนวิจารณ์ ถ้าผมบอกว่า เป็นฝีมือผม คนที่รู้จักผมในฐานะนักเซรามิกแบบอุตสาหกรรมก็จะบอกว่าทำไมเคลือบไม่ติดในบางส่วน ทำไมเคลือบเอนโกบไม่ดีปล่อยให้มียรอยร้าวเล็กๆ ขึ้นรูปก็ไม่ได้มีรอยร้าวตั้งแต่ตอนอบแห้ง แล้วสีอะไรก็ไม่รู้เลอะเทอะไปหมด เพราะพวกที่วิจารณ์ผมนี่อยู่ในแวดวงของการผลิตเซรามิก เพื่อการค้าเป็นอุตสาหกรรม แต่ถ้าเอาไปให้คนที่ไม่ได้เป็นผู้ผลิตดูหลายคนชอบแต่อีกหลายคนก็เฉยๆ แต่ไม่มีคำกล่าวเกี่ยวกับรอยร้าวหรือสีไม่ติด

น่าเสียดายที่ถ้วยชาไบน์ผมไม่ได้ทำเองแต่เป็นฝีมือของศิลปินเซรามิกที่มีชื่อเสียงในการปั้นถ้วยชาชาวญี่ปุ่น ชื่อคุนิชิโร ชูจิโมะ และถ้วยไบน์ก็เป็นถ้วยชาที่มีชื่อเสียงของศิลปินคนนี้ ผมไม่รู้มูลค่าของถ้วยชาไบน์แต่น่าจะประเมินได้ว่าคงมีคนทุ่มทุนซื้อด้วยราคาสูงมากทีเดียว ซึ่งแน่นอนถ้าบอกราคานี้ให้กับคนที่วิจารณ์ถ้วยชาไบน์ที่คิดว่าเป็นฝีมือผม พวกเขาคงหัวเราะและกล่าวหาคนที่ชื่อว่า

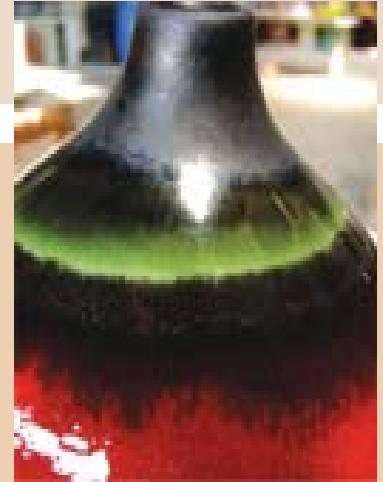
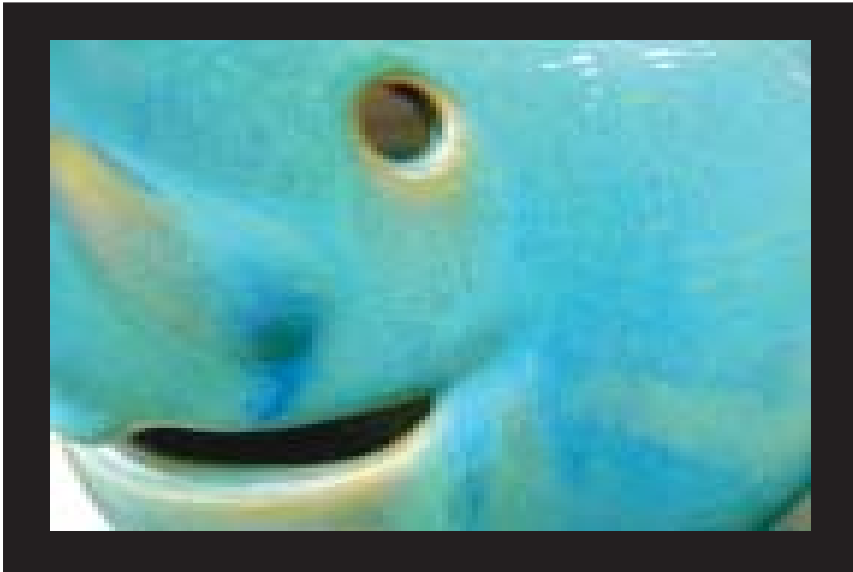
ปริมาณของคนที่ยากซื้อถ้วยไบน์กับคนที่บอกว่าบ้าในโลกไบน์ฝั่งนี้จะ มีจำนวนมากกว่ากันผมว่าคงหาคำตอบได้ไม่ยาก แต่สิ่งที่ยากก็คือเราจะทำอย่างไร กับจำนวนคนที่ตอบว่าบ้าให้มาสนใจกับงานเซรามิกของเราในแหล่งหน้าที่ของนักออกแบบ และผู้ผลิตงานเซรามิก



ในปัจจุบันเราต้องยอมรับว่าเซรามิกจากจีนเป็นหนามทิ่มแทงอุตสาหกรรมเซรามิกบ้านเราอย่างมาก ทำอย่างไรที่เราจะฉีกหนีสินค้าจากจีนได้ ส่วนหนึ่งโรงงานเซรามิกของบ้านเราที่ยังยืนหยัดสู้กับจีนได้นั้นยังมีอยู่อีกมาก และสู้ได้สบายมากด้วย แต่โรงงานเหล่านี้จำเป็นต้องมีการพัฒนารูปแบบ สีสัน เทคนิคในการผลิตใหม่ๆ การใช้งานใหม่ๆ มาสู้กับสินค้าจากจีน การพัฒนารูปแบบและสีสันใหม่ๆ ให้ก้าวไกลนั้นนอกจากไอเดียการออกแบบที่ดีแล้ว จำเป็นจะต้องมีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับสีเคลือบกระบวนการเคลือบและการเผาเป็นอย่างดี สีเซรามิกนั้นไม่เหมือนกับการเขียนสีน้ำหรือสีน้ำมัน เพราะสีเซรามิกนั้นสิ่งที่เห็นก่อนเผาอาจจะให้ผลตรงกันข้ามอย่างสิ้นเชิงเมื่อผ่านการเผาที่อุณหภูมิสูง ดังนั้นการรังสรรค์งานเซรามิกให้ได้ดีและสามารถสร้างงานศิลป์ให้ผลิตเป็น Mass production ได้จำเป็นต้องเข้าใจในสูตรสีเคลือบแต่ละสูตรและธรรมชาติของมันเวลาผสมเข้ากับสีตัวอื่น รวมทั้งรู้จักเทคนิคในการเคลือบและตกแต่งสีลงบนชิ้นงาน (Glaze application)

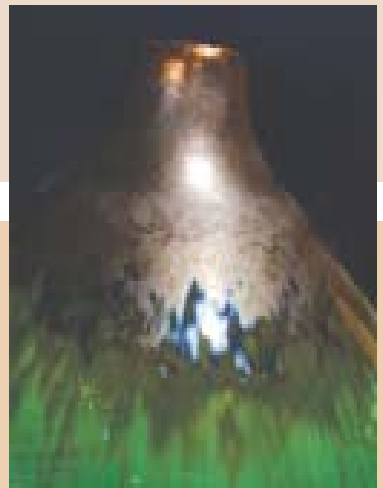
เทคนิคที่ใช้กันโดยทั่วไปในการเคลือบคือการจุ่ม (Dipping) แต่การจุ่มนั้นจะทำให้ได้สีเคลือบที่มีความหนาใกล้เคียงกันทำให้งานดูแข็งๆ ไม่มีมิติเท่าที่ควร สำหรับการสเปรย์สีเราจะสามารถควบคุมปริมาณสี ความหนาของการสเปรย์ และถ้าเรามีการสเปรย์ทับกันหลายๆ สีตรงรอยต่อของสีจะทำให้เกิด effect บางอย่าง ที่การจุ่มเคลือบทำไม่ได้ ถ้าเราเข้าใจในเคลือบของเราดี ตรงรอยต่อของสีทั้งสองอาจสร้างสีที่สามขึ้นมาได้ แต่ถ้าสีเคลือบที่นำมาทับกันไม่สามารถเข้ากันได้เนื่องจากจุดหลอมตัวและ COE ต่างกันก็จะเกิดเป็นรอยร้าวหรือมีฟองอากาศเกิดขึ้น และกลายเป็นของตำหนิในที่สุด





การใช้เทคนิคเคลือบทับ โดยให้ชั้นแรกเป็นเสมือนชั้นเอนโกบและทับด้วยชั้นเคลือบที่สามารถทำปฏิกิริยากับชั้น เอนโกบได้ก็จะได้สีสันทะลุผิวที่แปลกตาไป ซึ่ง Texture เหล่านี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่างอาทิเช่น ความหนาของชั้นเคลือบ ความหนาแน่นของเคลือบรูปทรงของผลิตภัณฑ์ การไหลตัวของเคลือบในขณะหลอม อุณหภูมิในการเผา ซึ่งเราเรียกเคลือบแบบนี้โดยรวมๆ ว่า Reactive glaze ซึ่งในรายละเอียดเกี่ยวกับการทำเคลือบ Reactive นี้จะเขียนถึงในครั้งต่อไป

เทคนิคการใช้แปรงทา (Brushing) การสลัดสีโดยใช้ฟู่กับการจ้ำสีโดยใช้ฟองน้ำ การเขียนลายใต้เคลือบและบนเคลือบ ต่างก็เป็นเทคนิคที่หลากหลาย โรงงานนำมาใช้ ซึ่งแน่นอนว่าเราจำเป็นต้องรู้จักสีที่เราจะนำมาใช้งานให้เป็นอย่างดี ไม่นั่นแล้วสิ่งที่เราคาดหวังไว้ก่อนเผาอาจจะตรงข้ามกันอย่างสิ้นเชิง หลังผ่านอุณหภูมิสูงไปแล้ว



สิ่งเหล่านี้เกิดจากการทดลองทั้งสิ้นไม่มีตำราตายตัว แต่อย่างน้อยก็อยู่บนพื้นฐานตามทฤษฎี เช่นเคลือบสูตรพื้นฐานเดียวกันย่อมเข้ากันได้ดีกว่า แต่ถ้าต้องการ effect แปลกๆ โดยใช้การวาดเคลือบทับกันในหลายๆ ชั้น ต้องใช้เคลือบที่มีพื้นฐานต่างกันแต่ต่างกันแบบเข้ากันได้โดยเคลือบที่ถูกทับควรจะต้องมีจุดอ่อนตัว (Softening point) ที่สูงกว่าเพื่อไม่ให้เกิดปัญหาฟองอากาศหรือเคลือบแตก หลังจากการตกแต่งเคลือบให้มีความหนาเกินไปก็จะเกิดปัญหา Over firing ได้ง่ายการบดเคลือบหยาบเกินไปผิวเคลือบก็จะไม่สวย เป็นต้น

แต่อย่าลืมว่าหลังจากสร้างงานสวยๆ แล้วต้องสร้างเรื่องราวให้ดูน่าสนใจ ด้วยงานจะได้มีราคาขึ้นมาอีกมากใครๆ ก็ต้องโฆษณางานของตัวเองไม่อย่างนั้นธุรกิจโฆษณาคงไม่เฟื่องฟูอย่างเช่นทุกวันนี้หรอก



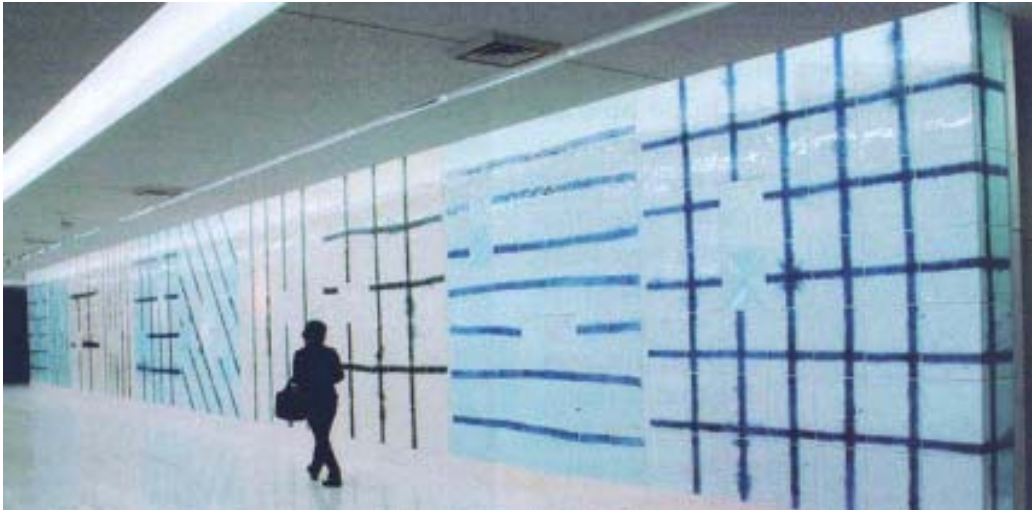
Ceramic Murals

Ceramic Murals หมายถึง ศิลปะเกี่ยวกับกำแพงหรือผนังที่ทำจากเซรามิกใช้ประดับตกแต่งภายในหรือประกอบบนผนังภายนอกอาคาร ลักษณะงานอาจจะเป็นแผ่นเซรามิกเขียนลายเพื่อการตกแต่งหรือทำหน้าที่บังตา เช่น ลับแล หรืออยู่ในรูปชิ้นส่วนขนาดเล็กประกอบกันขึ้นบนผนังคล้ายโมเสคหรือจะเป็นชิ้นงานขนาดใหญ่ประกอบกันขึ้นก็ได้

ส่วนความหนาและลักษณะผิวมีหลากหลายลักษณะแล้วแต่ศิลปินผู้สร้างผลงานจะกำหนดผลงานศิลปะบนผนัง จึงมีได้ตั้งแต่ขนาดเล็กไปจนถึงขนาดใหญ่ปกคลุมพื้นที่บริเวณกว้าง เช่น บนผนังอาคารหรือผนังห้องโถง



รูปลักษณ์ของ **Ceramic Murals** ปัจจุบันได้พัฒนาอย่างกว้างขวาง โดยเฉพาะที่เมืองโตโกนาเมะ เมืองแห่งศิลปะ เครื่องปั้นดินเผา เรามีโอกาสที่จะพบเห็นหรือสัมผัสศิลปะบนผนังดังกล่าวได้ตั้งแต่สนามบิน รวสะพาน ลานเอนกประสงค์ ในย่านชุมชน สถานีรถไฟ ไปจนกระทั่งในโรงเรียนเพราะเมืองนี้ได้เลือกให้ **Ceramic Murals** เป็นหนึ่งในสิบของศิลปวัฒนธรรมที่ทรงคุณค่า นำภาคภูมิใจเป็นของดีที่ควรชม



ผู้โดยสารที่มีโอกาสใช้สนามบิน Centair (The Central Japan International Airport) เมื่อตรวจเอกสารรับกระเป๋าเดินทางแล้ว สิ่งแรกที่รอต้อนรับอย่างทักทายสายตา และความรู้สึกในทันทีที่เดินเข้าสู่ห้องโถงก็คือ ผนังริมทางเดินที่มีขนาดใหญ่เต็มพิกัดของผนังมองดูผาดๆ ก็อาจจะคิดว่าเป็นผนังปู กระเบื้องธรรมดาแต่เมื่อ พินิจพิจารณาให้ดี จะพบว่า ผนังอันกว้างใหญ่ ประกอบขึ้นจากแผ่นกระเบื้องพอร์ซเลนที่แต่ละชิ้นยังมีลักษณะผิว ที่ต่างกันไป เส้นสีที่ปรากฏเป็นเส้นลายที่เกิดจากน้ำมือที่ขีดเขียนจากเส้นเล็กๆ ระบายซ้ำเหมือนการวาดเส้นจนเข้มข้นเป็นแถบสีขนาดใหญ่พาดผ่านไปบนกระเบื้อง ต่อเนื่องเป็นจังหวะอย่างจงใจแล้วเคลือบทับด้วยเคลือบใส เน้นให้เห็นเนื้อดินสีที่ตกแต่งและลักษณะผิวเห็นแล้ว ต้องยอมรับในพลังของศิลปินผู้สร้างสรรค์ หลายๆ คนต้องหยุดเดินเพื่อดูอย่างตั้งใจ หลายๆ มือที่ยื่นออกไปลูบคลำและที่มุมด้านหนึ่งชื่อของ **Masamichi Yoshikawa** ศิลปินเจ้าของผลงานแผ่นเอน อยู่โดยตั้งใจ

จากสนามบิน Centair ใช้เวลา 5 นาที (สองสถานีรถไฟ) เราก็มาถึงสถานีโตโกนาเมะ ด้านหน้าของสถานีรถไฟมีเกลอร์เล็กๆ บนผนังหน้าเกลอร์ เราก็พบกับศิลปะผนังทั้งดวงมอีก ชิ้นหนึ่ง



ซึ่งเป็นฝีมือของ **Kenkichi Yamada** ผลงานชิ้นนี้เป็นแนวสัจนิยมอย่างแท้จริง เพราะแสดงออกอย่าง เด่นชัด ในด้านวัสดุ คือ เนื้อดินและความเป็นไปในการเปลี่ยนแปลงตามสภาวะของเวลา รื้อรอยบนผิวจากการกระทำของมนุษย์ การปริแยกจากการหดตัว และการเผา สีผิวหลังการเผา ตลอดจนความสัมพันธ์ระหว่างดินเคลือบและความร้อนซึ่งนำไปอย่างสมดุลย์

ชิ้นงานแต่ละชิ้นที่ประกอบกันเป็นผนังก็เต็มไปด้วยพลังในตนเอง จากความหนักแน่นของวัสดุและขนาดทุกครั้งที่ผ่านมาต้องหยุดชมให้เต็มอิมในความรู้สึก

เมื่อเดินจากสถานีรถไฟไปอีกประมาณ 10 นาที ก็พบกับ Tokoname City Hall เป็นอาคารที่ทำการของเมือง เมื่อเข้าไปภายในก็มีโอกาส พบกับศิลปะเครื่องปั้นดินเผาอีกมากมายหนึ่งในจำนวนนั้นเป็นภาพผนังของ Shigeo Sawada

เป็นผลงานที่ดูแล้วต้องยอมรับความสามารถของศิลปินที่สร้างความรู้สึกลึกลับน่าขนลุก เพราะผนังที่ดูแล้วเหมือนจะบุ ด้วยกำมะหยี่สีเหลืองนวล รุ่มรวยและลักษณะผิวที่ปรากฏสร้างความรู้สึกลึกลับตลึงตลึงราวกับว่าผนังข้างนอนนุ่ม ชวนสัมผัสจริงๆ ที่วัสดุจริง คือ เซรามิกที่แข็งปานหิน

การสร้างสรรค์ศิลปะบนผนังด้วย เซรามิกสามารถทำได้หลายเทคนิค หรือวิธีการขึ้นอยู่กับขนาดของชิ้นงาน รูปทรงและวัตถุดิบหรือเนื้อดิน ตลอดจนความชำนาญ หรือทักษะของศิลปินแต่ละคน ที่เมืองโตโกนาเมะ ศิลปินที่สร้างสรรค์ผลงาน มีทั้งศิลปินใหญ่ไปจนถึงกระทั่งเด็กนักเรียน ตัวเล็กๆ ที่ระบบการศึกษาและประชาคม เมืองให้การสนับสนุน โดยความเห็นร่วมกันว่า จะเป็น การปลูกฝังให้เยาวชนน้อยๆ เหล่านี้ ชื่นชอบและซาบซึ้งในศิลปะ



แม้ว่าอนาคตเขาเหล่านี้อาจจะไม่ได้ยึดถืออาชีพช่างปั้นก็ตามอย่างน้อยเขาก็จะเป็นผู้บริโภคศิลปะได้อย่างมีรสนิยม

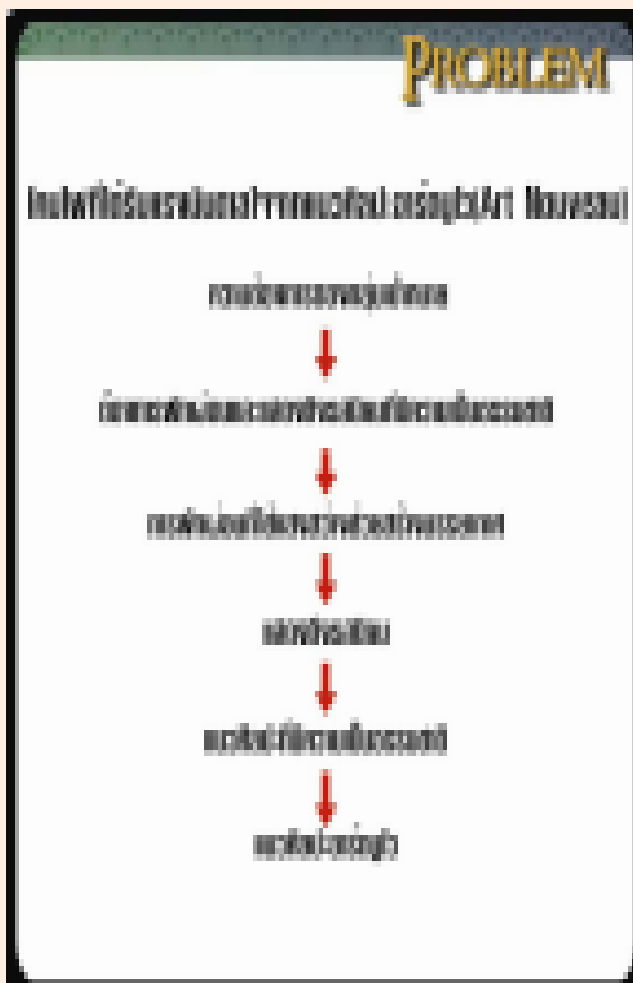


AD ไทยเหล็ก

Visual Research Presentation

Visual Research Presentation คือ การเก็บรวบรวมข้อมูลที่เป็นรูปธรรมสำหรับการออกแบบในลักษณะของรูปที่สื่อแนวความคิดและความหมายต่างๆ การเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยภาพนี้ ทำให้สามารถเข้าใจได้รวดเร็วกว่าการอ่านข้อมูลที่เป็นตัวหนังสือ และสามารถเข้าใจตรงกันระหว่างนักออกแบบและผู้ว่าจ้างได้ชัดเจนมากกว่าด้วย เพราะไม่มีการตีความจากตัวอักษรซึ่งอาจแตกต่างกันตามพื้นฐานของแต่ละคน

การทำ **Visual Research Presentation** สามารถใช้ได้ทั้งกับการออกแบบ และการสร้างสรรค์งานศิลปะ เพื่อแสดงแนวความคิด และขบวนการพัฒนาทางความคิดจนได้ผลงานออกแบบหรือชิ้นงานศิลปะ สิ่งที่แตกต่างกันคือ งานออกแบบสร้างสรรค์ขึ้นเพื่อตอบสนองความต้องการของกลุ่มเป้าหมายที่เป็นผู้อื่น ส่วนการสร้างสรรค์งานศิลปะนั้นเป็นการตอบสนองความต้องการของศิลปินเพื่อแสดงออกถึงอารมณ์ความรู้สึกของตนเองต่อบางสิ่งบางอย่าง แต่ขบวนการเก็บรวบรวมข้อมูล และการสร้างแนวทางในการพัฒนาความคิดนั้นมีหลักการเดียวกัน ซึ่งถ้านักออกแบบหรือศิลปินเข้าใจและสามารถทำ **Visual Research Presentation** นี้จะเป็นการพัฒนากระบวนการความคิดสร้างสรรค์ของตัวนักออกแบบอย่างยั่งยืน และสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการแก้ปัญหาอื่นๆ ได้ด้วย

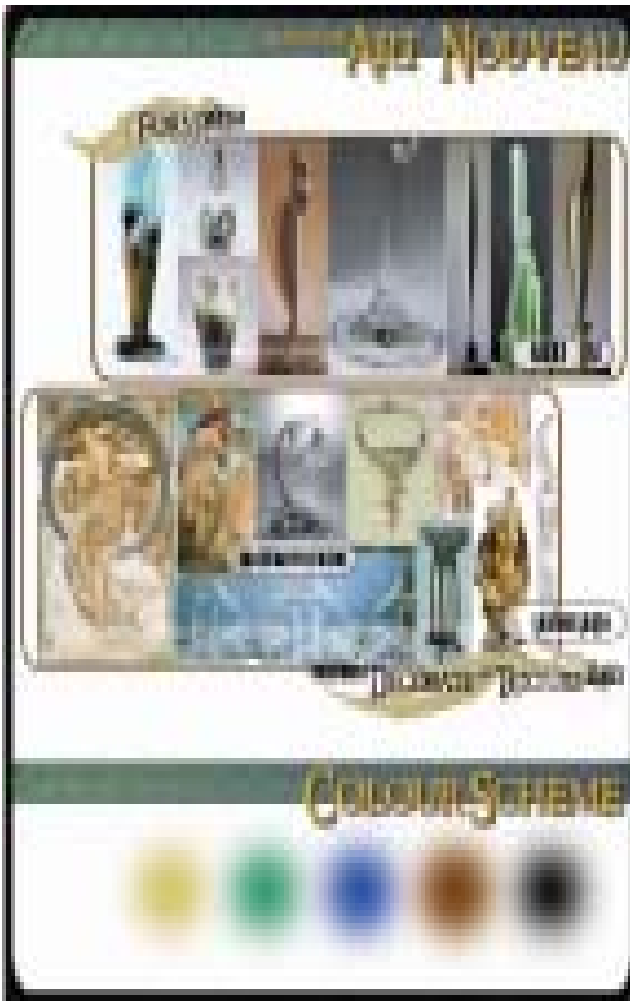


รูปที่ ๑ การวิเคราะห์ปัญหาทางการออกแบบ และแนวทางในการออกแบบ

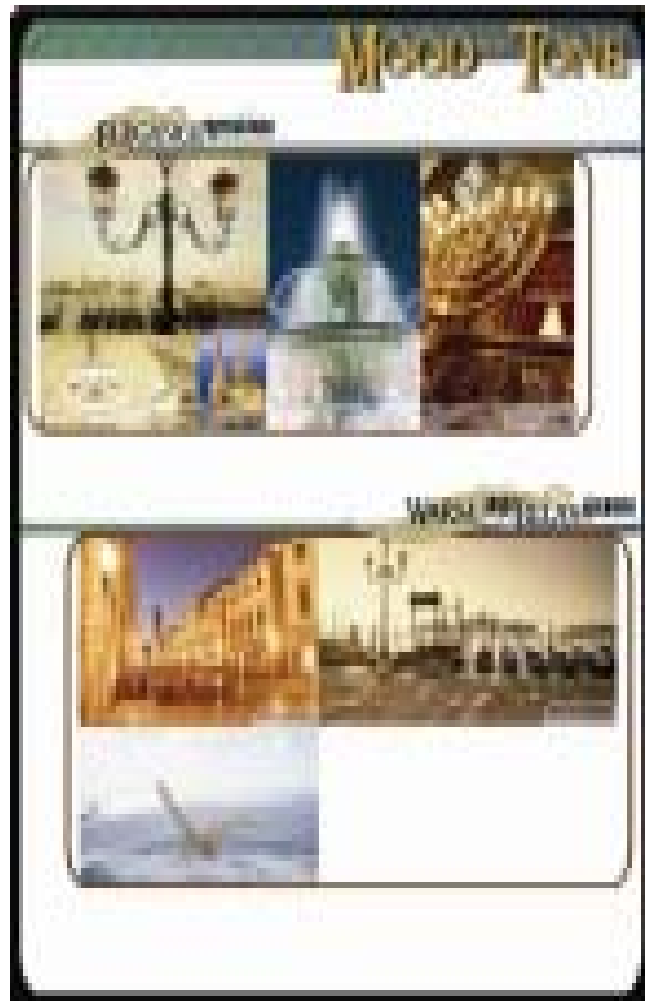


รูปที่ ๒ การศึกษาจากกลุ่มเป้าหมาย เพื่อกำหนดแนวความคิดหลักในการออกแบบ

Visual Research Presentation



รูปที่ ๓ แพร่บันดาลใจที่ได้จากการศึกษาจากกลุ่มเป้าหมาย
เพื่อกำหนดรูปทรงและสีของงานออกแบบ



รูปที่ ๔ กำหนดอารมณ์และความรู้สึกของงานออกแบบ
ที่ตอบสนองความต้องการของกลุ่มเป้าหมาย

ข้อมูลที่เป็นต่อขบวนการสร้างสรรค์สามารถแบ่งออกเป็น ๒ กลุ่มใหญ่ คือ ข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งที่จะทำ (What to do) ซึ่งเมื่อเราต้องการออกแบบสิ่งใด เราควรมีความรู้เกี่ยวกับสิ่งนั้นๆ ให้ดีเสียก่อนไม่ว่าจะเป็นด้านประโยชน์ใช้สอย ลักษณะการใช้งาน ขนาด เนื้อดินต่างๆ ที่เหมาะสม และการผลิตและการตกแต่งที่เป็นไปได้ ข้อมูลส่วนนี้จะเป็นข้อมูลที่คัดสรรมาขั้นหนึ่งแล้ว เป็นคำตอบที่เป็นไปได้สำหรับการออกแบบสิ่งนั้น ไม่ใช่เนื้อดินหรือการผลิตทุกชนิด

ส่วนที่สองเป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ (How to do) ข้อมูลนี้เป็นส่วนที่นักออกแบบต้องตีความและนำเสนออย่างสร้างสรรค์ เพราะเป็นข้อมูลที่นำไปสู่องค์ประกอบการออกแบบ ไม่ว่าจะเป็น Design Elements, Design Composition, Colour Schemes, Decorations หรือ Mood and Tone ของงานออกแบบ

การรวบรวมข้อมูลส่วนหลัง เริ่มจากการทราบความคาดหวังของกลุ่มเป้าหมายที่มีต่อสิ่งที่ต้องการจะออกแบบ โดยการเก็บรวบรวมข้อมูลกลุ่มเป้าหมายในเรื่องรสนิยมการใช้ชีวิต ความชอบต่างๆ ทำความรู้จักกับลักษณะนิสัยกลุ่มเป้าหมาย ซึ่งจะนำไปสู่แรงบันดาลใจที่ควรนำมาใช้ในการ ออกแบบที่สามารถสื่อถึงตัวกลุ่มเป้าหมาย หรือความชอบ มากที่สุด ถ้าเรารู้จักกลุ่มเป้าหมายมากเท่าไร แรงบันดาลใจก็จะมีเฉพาะเจาะจงมากขึ้น แรงบันดาลใจนี้จะนำไปสู่ Design Elements และอารมณ์และความรู้สึกของชิ้นงาน

อารมณ์และความรู้สึกของชิ้นงาน เป็นส่วนที่สำคัญที่จะทำให้งานออกแบบนั้นมีเอกลักษณ์เฉพาะตัว แม้จะใช้อองค์ประกอบพื้นฐานในการออกแบบเหมือนกันก็ตาม ซึ่งเกิดจากการวิเคราะห์ข้อมูลของกลุ่มเป้าหมาย และสิ่งที่คาดหวัง จนได้เป็นแนวทางที่ชัดเจนในการนำ Design Elements ที่ได้ก่อนหน้านี้มาจัดองค์ประกอบ และสร้างภาพลักษณ์ กำหนดสีเส้น และการตกแต่งที่ตอบสนองสิ่งที่กลุ่มเป้าหมายคาดหวัง

Visual Research Presentation



รูปที่ ๕ การนำเสนอผลงานออกแบบขั้นสุดท้ายที่ได้จากการรวบรวม Visual Research Presentation

ข้อมูลส่วนนี้ยังเป็นข้อกำหนดในการวิเคราะห์และเลือกคำตอบที่เป็นไปได้จากข้อมูลส่วนที่หนึ่งให้ได้คำตอบที่เหมาะสมที่สุดเพียงหนึ่งถึงสองคำตอบเท่านั้น ซึ่งนักออกแบบอาจเลือกใช้คำตอบที่ได้เพียงอย่างเดียว หรือนำคำตอบสองอย่างนั้นมาผสมผสานกันก็ได้แล้วแต่ความเหมาะสม และความสามารถของตัวนักออกแบบ

Visual Research Presentation



รูปที่ ๖ อภิปรายแบบหนึ่งของการวิเคราะห์ปัญหาทางการออกแบบ และแนวทางในการออกแบบ

ในการทำ **Visual Research Presentation** นั้น จะใช้ข้อความที่เป็นข้อมูลตัวอักษรน้อยที่สุด ข้อมูลส่วนมากจะเป็นภาพที่ผ่านการเลือกสรรมาแล้ว และภาพนั้นสามารถสื่อความหมายที่ต้องการได้อย่างชัดเจน ขนาดของภาพเป็นตัวกำหนดความสำคัญของภาพนั้น ภาพที่มีขนาดใหญ่ สามารถมองเห็นได้ชัดเจนจะมีความสำคัญของข้อมูลมากกว่าภาพที่มีขนาดรองลงมา นอกจากนี้ การจัดรูปหน้าก็ควรมีจุดเด่นที่ภาพที่สำคัญที่สุดที่ต้องการสื่อบนหน้านั้นๆ และควรมีรูปแบบการจัดวางหน้ากระดาษที่สื่อถึงภาพลักษณ์ของงานออกแบบที่วางแผนจะทำ เพื่อเป็นการสร้างความต่อเนื่องและความชัดเจนให้กับการออกแบบนั้น สิ่งที่สำคัญและทำให้ **Visual Research Presentation** ชัดเจน คือ **Keywords** ซึ่งควรเป็นคำสั้นๆ ที่ชัดเจน และควรเป็นคำที่สามารถเชื่อมโยงกับศัพท์ทางการออกแบบ เพื่อให้สามารถนำไปใช้ในขั้นตอนการออกแบบได้ง่ายขึ้น คำต่างๆ เหล่านี้มีความจำเป็นเพื่อให้เป็นแนวทางให้เกิดความเข้าใจที่ตรงกันโดยไม่ต้องมีการตีความ ซึ่งอาจแตกต่างกันออกไปตามพื้นฐานของแต่ละคน

Visual Research Presentation



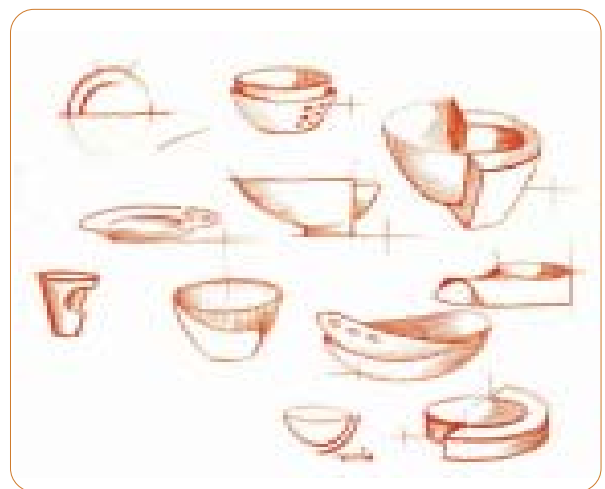
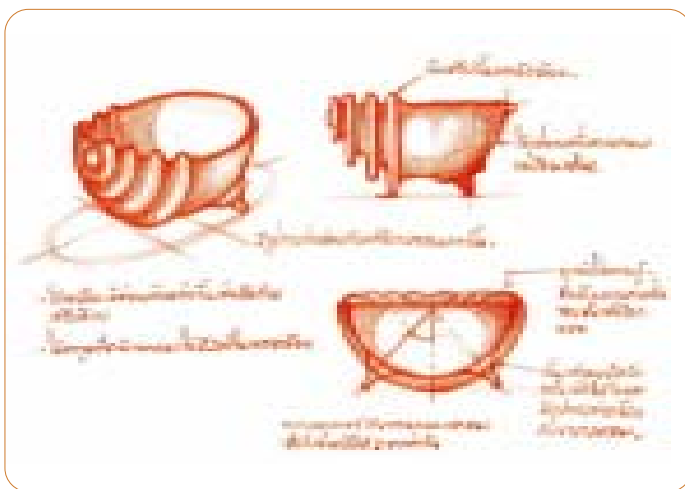
รูปที่ ๗ การกำหนดแรงบันดาลใจและอารมณ์ความรู้สึกของชิ้นงานที่จะออกแบบ

เมื่อได้ทุกอย่างเรียบร้อยแล้ว เราควรได้ข้อมูลที่สำคัญที่จำเป็นต่อการออกแบบนั้นอย่างครบถ้วนเหมือนการมีส่วนผสมพร้อมสรรพสำหรับการทำอาหารสักอย่าง ขั้นตอนต่อไปคือการนำส่วนผสมเหล่านั้นมาจัดเรียง ประดับ และจัดจานให้เหมาะสมกับความต้องการและความคาดหวังของกลุ่มเป้าหมาย นั่นคือ การสร้างภาพแบบร่างที่เป็นไปได้ภายใต้แนวทางที่ถูกกำหนดจาก **Visual Research Presentation** ในระหว่างขั้นตอนการออกแบบนี้ อาจมีการหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องเฉพาะเจาะจงมากขึ้นเพิ่มเติม เพื่อให้สามารถพัฒนางานออกแบบจนสามารถตอบโจทย์ได้ชัดเจนมากที่สุด งานออกแบบสุดท้ายควรมีขนาดที่ชัดเจน รายละเอียดของงานออกแบบ การผลิตและการตกแต่งที่จำเป็น รวมทั้งสีสันทัน และอื่นๆ ถ้าต้องการนำผลงานนี้ไปนำเสนอ ควรมีแบบสามมิติที่ลงสีอย่างสวยงามไว้ด้วย

Visual Research Presentation



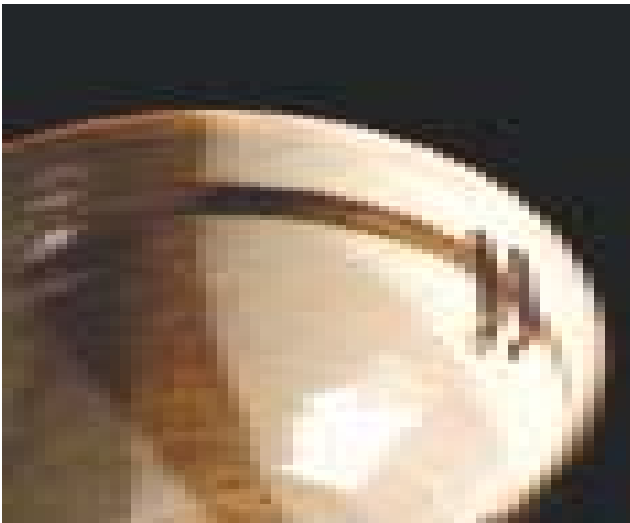
รูปที่ ๘ ภาพแบบร่างเริ่มต้นจากแรงบันดาลใจที่กำหนด เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาแบบจนได้ผลงานออกแบบสุดท้าย



รูปที่ ๙ และ ๑๐ ภาพการนำเสนอผลงานออกแบบสุดท้ายที่มีรายละเอียดต่างๆ ที่จำเป็นต่อการผลิตผลงานสามมิติต่อไป

Visual Research Presentation ที่ดีควรมีการเรียงข้อมูลตามลำดับก่อนหลังของการได้มาของข้อมูลที่น่าไปสู่ข้อมูลถัดไป เหมือนการอ่านหนังสือจากหน้าจนจบที่บทสรุป ซึ่งการเรียงข้อมูลอย่างมีระเบียบระบบและลำดับยังเป็นการช่วยให้นักออกแบบสามารถนำเสนอผลงานได้อย่างชัดเจนต่อเนื่อง ทำให้กลุ่มเป้าหมายสามารถเข้าใจได้อย่างถูกต้อง และในกรณีที่ต้องมีการแก้ไขหรือปรับปรุงงานออกแบบ ทั้งนักออกแบบและกลุ่มเป้าหมายสามารถย้อนกลับไปได้ขั้นตอนและขบวนการพัฒนาแนวความคิดและค้นหาส่วนที่ต้องการปรับปรุงและปรับแก้เฉพาะส่วนนั้นได้ง่ายและรวดเร็ว ลดระยะเวลาและขั้นตอนในการออกแบบจนได้ผลสำเร็จอีกด้วย

เครื่องปั้นดินเผาจาก ตะกอนน้ำประปา



ตลาดการบริโภคผลิตภัณฑ์เซรามิกส์ทุกวันนี้ หากดูจากยอดปริมาณการส่งออกในภาคอุตสาหกรรมจะเห็นว่าปริมาณเพิ่มสูงขึ้นมาก ซึ่งส่งผลให้ผู้ประกอบการทั้งรายใหญ่และรายย่อยถือโอกาสนี้เร่งกำลังการผลิตเพื่อให้ทันกับความต้องการของตลาด ด้วยปริมาณความต้องการผลิตภัณฑ์เซรามิกส์ที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องนี้ ส่งผลให้มีการใช้ทรัพยากร และวัตถุดิบต่างๆ ในธรรมชาติเพื่อป้อนเข้าสู่โรงงานสูงขึ้นตามไปด้วยหากมองเฉพาะในส่วนของการส่งออกผลิตภัณฑ์เซรามิกส์สู่ตลาดทั้งภายในและต่างประเทศคงจะเห็นภาพกราฟที่กำลังพุ่งสูงขึ้นตามลำดับ แต่ในความเป็นจริงแล้วผู้ประกอบการเหล่านี้กำลังประสบกับสภาพปัญหาในเรื่องต้นทุนของวัตถุดิบที่ถือเป็นปัจจัยหลักสำคัญในกระบวนการผลิต อาทิ ต้นทุนค่าขนส่ง ราคาเชื้อเพลิง ที่เป็นผลมาจากราคาน้ำมันที่ถีบตัวสูงขึ้นเรื่อยๆ ซึ่งสิ่งเหล่านี้ทำให้ผู้ประกอบการรายย่อยหลายรายที่ต้องปิดตัวเพราะสู้พิษเศรษฐกิจไม่ไหว และก็มีผู้ประกอบการอีกจำนวนมากที่กำลังมองหาแนวทางที่จะช่วยลดต้นทุนการผลิตโดยไม่ต้องลดคุณภาพของงาน ซึ่งเป็น

มาตรฐานที่คนไทยเราทำได้ดีในตลาดโลก จากสภาวะดังกล่าวทำให้ผู้เขียนเกิดแนวความคิดที่จะหาช่องทางในการลดต้นทุนด้านการผลิต อีกทั้งเป็นการช่วยลดการใช้ทรัพยากรในธรรมชาติได้อีกด้วย

จากการได้มีโอกาสสัมผัสกระบวนการผลิตน้ำประปาที่มีอยู่ทั่วทุกภูมิภาค ทั้งการประปานครหลวง และการประปาส่งภูมิภาค พบว่าในกระบวนการผลิตน้ำประปาเพื่อใช้ในการอุปโภคบริโภคในแต่ละครั้ง จะมีปริมาณตะกอนที่เหลือทิ้งจำนวนมาก ซึ่งในแต่ละหน่วยพื้นที่ที่ผลิตน้ำประปาจะมีตะกอนเหล่านี้อยู่ประมาณ 40-50 ตันต่อสัปดาห์ ปกติแล้วตะกอนที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตน้ำประปานี้ ไม่ได้ถูกนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ จึงได้นำตะกอนเหล่านี้นามาศึกษาสมบัติทางกายภาพ และพัฒนาคุณสมบัติให้สามารถนำมาใช้เป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตเครื่องปั้นดินเผา เพื่อทดแทนการใช้แหล่งดินจากธรรมชาติ อีกทั้งเป็นการช่วยลดปริมาณการขุดเหมือง ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อป่าไม้ และน้ำ เป็นการนำของเหลือใช้กลับมาสร้างมูลค่าให้เกิดประโยชน์สูงสุด



กระบวนการผลิตน้ำประปา



ตะกอนประปาที่หลอมทิ้งในแต่ละสัปดาห์



ตะกอนประปาที่แห้ง



เนื้อดินปั้นจากตะกอนประปา



การทดลองตามกระบวนการผลิต

ในกระบวนการผลิตน้ำประปาเริ่มจากการสูบน้ำดิบจากแม่น้ำเข้าสู่คลองประปา และส่งเข้าบ่อปรับสภาพน้ำ ความเป็นกรด-ด่างและถังตกตะกอน ในขั้นตอนนี้จะได้ตะกอนที่มีขนาดเล็กรวมตัวกันเป็นตะกอนขนาดใหญ่ ตกลงสู่ก้นถัง และได้น้ำที่มีความใสสะอาดเข้าสู่กระบวนการกรองในขั้นต่อไป ซึ่งโดยทั่วไปแล้วการผลิตน้ำประปาจะมีการผลิตวิธีเดียวกันนี้ทุกภูมิภาค ผลที่ได้คือมีดินตะกอนประปาอยู่ทั่วทุกภูมิภาค ที่สามารถนำมาใช้เป็นส่วนผสมของวัตถุดิบในการผลิตเครื่องปั้นดินเผา โดยนำมาศึกษาสมบัติทางกายภาพของดินตะกอนประปา ซึ่งพบว่ามีความเหนียวต่ำ มีสีน้ำตาลเหลือง เนื้อละเอียดมาก มีการหดตัวหลังเผาค่อนข้างสูง ดินมีส่วนผสมของธาตุเหล็กสูง สีหลังจากการเผามีสีน้ำตาลเข้มอมม่วง คล้ายกับสีผลิตภัณฑ์ของด่านเกวียน หลังจากปรับปรุง คุณสมบัติโดยเติมวัตถุดิบเติมแต่งอื่นๆ เพื่อให้สามารถใช้เป็น เนื้อดินปั้น

สำหรับขึ้นรูปโดยอาศัยความเหนียว และมีความทนไฟได้ในระดับอุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส หรือมีคุณสมบัติในชั้นของดินสโตนแวร์ จากการศึกษาพัฒนาพบว่า การนำตะกอนประปามาเป็นส่วนผสมหลักในการทำเนื้อดินปั้นสำหรับ ขึ้นรูปโดยอาศัยความเหนียวนี้ สามารถนำมาใช้เป็นเนื้อดิน ผลิตภัณฑ์เทียบเท่ากับผลิตภัณฑ์สโตนแวร์ทั่วไปในอัตราส่วนของ ตะกอนประปาร้อยละ 50-70 จะแตกต่างกันในเรื่องของสีหลังเผาเนื่องจากปริมาณของเหล็กออกไซด์ที่ปะปนมากับ ตะกอนน้ำประปาส่วนในด้านปริมาณสารพิษตกค้าง เนื่องจาก ว่าในการคัดเลือกแหล่งน้ำที่นำมาผลิตน้ำประปาจะต้องมีการ ตรวจสอบ และควบคุมอยู่เป็นประจำถึงปริมาณสารเคมีในน้ำ โดยมีการควบคุมคุณภาพตามเกณฑ์มาตรฐานน้ำตามท้องที่ การอนามัยโลก (WHO) และมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) กำหนด



ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการพัฒนา



ผลงานที่ได้รับรางวัลและแสดงในงานราชันแห่งปัญญา
ณ สยามพารากอน วันที่ 16 - 18 พฤศจิกายน 2550

จากประเด็นของการศึกษาในเรื่องการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่าและการนำของเหลือใช้จากระบบสาธารณูปโภคมาพัฒนาให้มีมูลค่าเพิ่มและอนุรักษ์ทรัพยากรสิ่งแวดล้อม ซึ่งผลงานการพัฒนาดินตะกอนประปาได้ส่งเข้าประกวดในโครงการ **"โครงการประกวดผลงานสิทธิบัตรการประดิษฐ์เฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว"** เนื่องในวโรกาสที่พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวฯ ทรงมีพระชนมายุ 80 พรรษา ในวันที่ 5 ธันวาคม 2550 ซึ่งจัดโดยกรมทรัพย์สินทางปัญญา กระทรวงพาณิชย์ เพื่อเฉลิมพระเกียรติแก่พระองค์ ท่าน โดยผลงานดังกล่าวได้รับรางวัลเหรียญทองแดง ใน **สาขาสีงแวดล้อม** จากการประกวด 4 สาขา ได้แก่ สาขา สุขภาพ สาขาพลังงาน สาขาสีงแวดล้อม และสาขาเกษตรกรรมและอุตสาหกรรม การเกษตรในชื่อผลงาน **"เครื่องปั้นดินเผาจากตะกอนประปา"**



ภาชนะอาหารขึ้นรูปด้วยแป้นหมุน เนื้อดินตะกอนประปาเคลือบ
เซลาดอน อุนทุมปี 1200 อวศาเซลเซียส



ภาชนะจากเนื้อดินตะกอนประปาตกแต่งด้วยเอนโกบ และเหล็กออกไซด์ เคลือบเซลาดอน อุนทุมปี 1200 อวศาเซลเซียส



ภาชนะจากเนื้อดินตะกอนประปาตกแต่งด้วยเอนโกบ และเหล็กออกไซด์ เคลือบเซลาดอน อุนทุมปี 1200 อวศาเซลเซียส



ในด้านหลักสูตรเทคโนโลยีเซรามิกส์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ ได้นำรูปแบบการพัฒนาวัสดุไปต่อยอด เพื่อให้เกิดประโยชน์ในการเรียนการสอน โดยนำมาเป็นกรณีศึกษาเกี่ยวกับคุณสมบัติทางกายภาพและการพัฒนาคุณภาพวัสดุเซรามิกส์ และเป็นวัสดุในการฝึกปฏิบัติของนักศึกษา อีกทั้งเป็นการตอบสนองนโยบายของมหาวิทยาลัย ที่มุ่งเน้นการพัฒนาท้องถิ่น โดยหวังว่าผลงานนี้จะช่วยเป็นแรงกระตุ้นให้นักศึกษาและคนในท้องถิ่นหันมาใส่ใจในเรื่องการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม รวมถึงการนำวัสดุในท้องถิ่นที่เหลือใช้มาแปรรูปให้เกิดมูลค่าเพิ่ม

เตาผลิตก๊าซ ชีวมวลพลังงาน

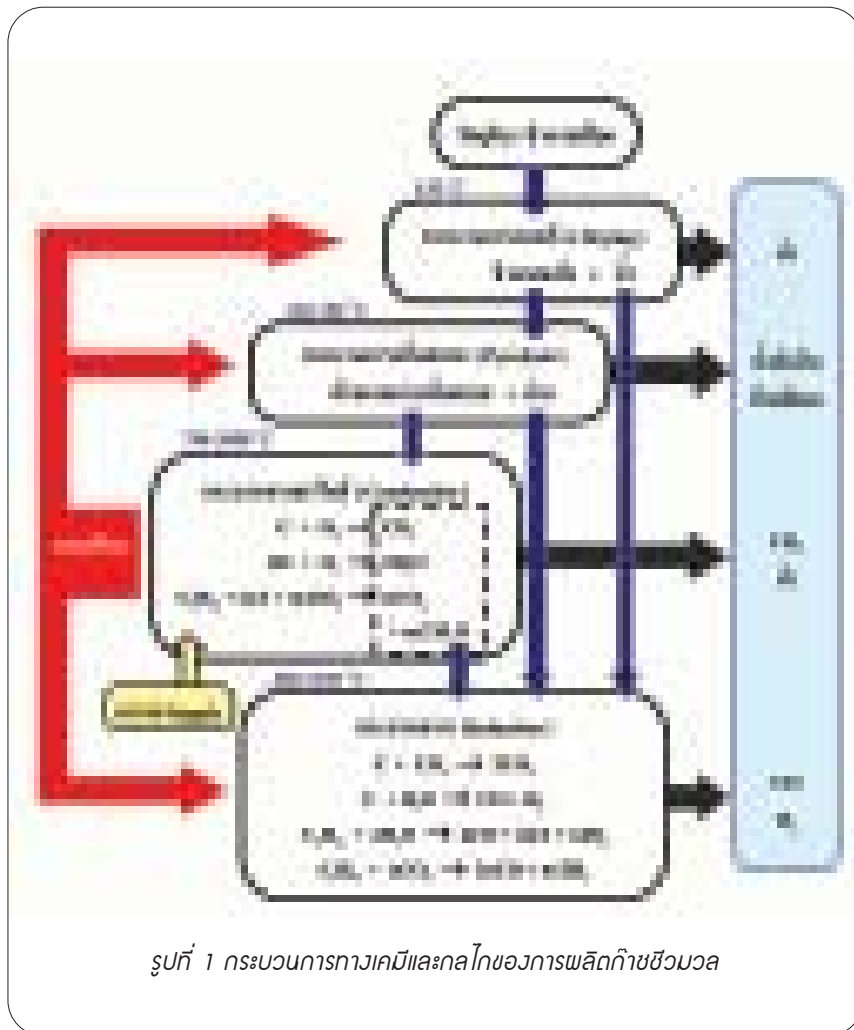
ทางเลือกในอุตสาหกรรมเซรามิก

ปัจจุบัน อุตสาหกรรมเซรามิกขนาดย่อมและขนาดกลาง ได้มีการปรับปรุงการใช้เทคโนโลยีแบบชาวบ้านร่วมกับการนำเทคโนโลยี การผลิตสมัยใหม่ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและปริมาณการผลิตให้สอดคล้อง กับความต้องการของตลาด ที่มีแนวโน้มความต้องการผลิตภัณฑ์คุณภาพ เพิ่มมากขึ้นทั้งตลาดในประเทศและต่างประเทศ อย่างไรก็ตามการพัฒนา จำเป็นต้องมีการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพความรู้ ทางเทคโนโลยี และศักยภาพในการปรับปรุงกระบวนการผลิต การควบคุมคุณภาพของ ผลิตภัณฑ์เซรามิกให้มีคุณภาพที่สามารถแข่งขันได้ เนื่องจากอุตสาหกรรม เซรามิกขนาดย่อมและขนาดกลางนิยมใช้ก๊าซแอลพีจี (LPG) เป็นเชื้อเพลิงในการผลิต ซึ่งในขนาดราคาก๊าซแอลพีจี (LPG) จะมีแนวโน้มสูงขึ้นเรื่อยๆ ดังนั้น การหาแหล่งพลังงานหรือเชื้อเพลิงอื่นที่หาได้ในท้องถิ่นมาทดแทน มีความจำเป็นเพื่อเป็นการลดต้นทุนการผลิต โดยประสิทธิภาพในการเผาผลิตภัณฑ์ และคุณภาพของผลิตภัณฑ์เซรามิกเหมือนกับการเผาด้วยก๊าซแอลพีจี (LPG) ระบบการผลิตก๊าซชีวมวล (Gasifier) นับเป็นเทคโนโลยีหนึ่งที่สามารถใช้วัตถุดิบที่หาได้ง่ายในท้องถิ่น เช่น ไม้ฟืน, วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร เป็นต้น มาผลิตเป็นก๊าซชีวมวลได้ และก๊าซชีวมวลยังใช้เป็นเชื้อเพลิงที่ดีในเตาเผาผลิตภัณฑ์เซรามิกเช่นกัน เนื่องจากจะทำให้การควบคุมอัตราการเผาไหม้ และการกระจายของอุณหภูมิภายในเตาสามารถควบคุมได้ง่ายเช่นเดียวกับก๊าซแอลพีจี นอกจากนี้จะช่วยลดปริมาณการสูญเสียความร้อนในกระบวนการเผาผลิตภัณฑ์เซรามิก เมื่อเปรียบเทียบกับเตาเผาที่ใช้ฟืนเป็นเชื้อเพลิงโดยตรง



กระบวนการการผลิตก๊าซชีววมวล

การผลิตก๊าซชีววมวลเป็นกระบวนการปฏิกิริยาทางความร้อนและเคมี (Thermo-chemical reaction) เพื่อเปลี่ยนเชื้อเพลิงแข็งเป็นก๊าซเชื้อเพลิงที่อยู่ในรูปของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ มีเทน และไฮโดรเจน เป็นต้น ปฏิกิริยาดังกล่าวเกิดภายใต้สภาวะจำกัดอากาศ กระบวนการผลิตก๊าซชีววมวล สามารถแสดงดังรูปที่ 1



กระบวนการผลิตก๊าซชีววมวลมีความซับซ้อนต่อเนื่อง และไม่อาจแยกแต่ละขั้นตอนได้อย่างชัดเจน อย่างไรก็ตามกระบวนการผลิตก๊าซอาจจะจำแนกขั้นตอนหลักๆ ดังนี้

- การอบแห้งของเชื้อเพลิงชีววมวล (Drying)
- การกลั่นสลาย (Pyrolysis)
- การเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Oxidation)
- การเกิดปฏิกิริยารีดักชัน (Reduction)

การอบแห้ง

โดยทั่วไปความชื้นของเชื้อเพลิงชีววมวลอยู่ในช่วง ร้อยละ 5-35 เมื่ออุณหภูมิภายในเตาผลิตก๊าซชีววมวลมากกว่า 100 องศาเซลเซียส ความชื้นกลายเป็นไอน้ำ และระเหยรวมกับองค์ประกอบของก๊าซชีววมวลไอน้ำส่วนหนึ่งจะทำปฏิกิริยากับคาร์บอน หรือไฮโดรคาร์บอน เกิดเป็นก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์

การกลั่นสลาย

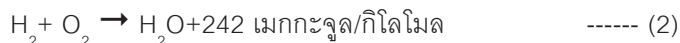
กระบวนการกลั่นสลายจะทำให้สารอินทรีย์องค์ประกอบของชีววมวลเกิดการสลายตัวด้วยความร้อนในสภาวะจำกัดก๊าซออกซิเจนชีววมวลจะถูกกลั่นสลายเป็น 3 ผลิตภัณฑ์หลัก ได้แก่ ของแข็ง (ถ่าน), ของเหลว (กรดไฟโรลิกนิกส์ หรือน้ำมันทาร์) และก๊าซ (คาร์บอนมอนอกไซด์ ไฮโดรเจน และไนโตรเจน) สัดส่วนของแต่ละผลิตภัณฑ์ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบทางเคมีของชีววมวลตั้งต้น และการควบคุมเงื่อนไขสภาวะของการเกิดปฏิกิริยาการกลั่นสลายจะเกิดขึ้นในช่วงอุณหภูมิ 150-700°C ค่าความร้อนของก๊าซที่ได้จากขั้นตอนนี้อยู่ระหว่าง 3.5-8.9 เมกกะจูลต่อลูกบาศก์เมตร

ออกซิเดชัน

ปฏิกิริยาออกซิเดชันเกิดขึ้นในช่วงอุณหภูมิ 700-2000 องศาเซลเซียส ก๊าซออกซิเจนจะทำปฏิกิริยากับสารคาร์บอนขององค์ประกอบชีววมวลกลายเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ดังสมการที่ 1 ปฏิกิริยานี้จะปลดปล่อยพลังงานความร้อนเข้าสู่ระบบ ทั้งนี้ก๊าซไนโตรเจนและอาร์กอนที่อยู่ในองค์ประกอบของอากาศ จัดเป็นก๊าซเฉื่อยจะไม่ทำปฏิกิริยาในกระบวนการออกซิเดชัน



ในทำนองเดียวกับก๊าซไฮโดรเจนทำปฏิกิริยากับออกซิเจนจากอากาศ กลายเป็นไอน้ำและปลดปล่อยพลังงาน ความร้อนดังสมการ 2



รีดักชัน

ปฏิกิริยารีดักชันเป็นปฏิกิริยาทางเคมีต่างๆ เกิดขึ้นที่อุณหภูมิสูง ณ สภาวะปราศจากก๊าซออกซิเจนและสามารถแสดงดังสมการต่างๆ ดังนี้

ปฏิกิริยา Boudouard reaction



ปฏิกิริยา Water-gas reaction



ปฏิกิริยา Water shift reaction



ปฏิกิริยาผลิตก๊าซมีเทน (Methane production reaction)



ปฏิกิริยารีดักชันเป็นกระบวนการทางเคมีที่ต้องการความร้อนอย่างเพียงพอ เพื่อให้ปฏิกิริยาเกิดได้อย่างสมบูรณ์ (เครื่องหมายลบ (-) แสดงความต้องการพลังงานในการปฏิกิริยา เครื่องหมายบวก (+) แสดงการปลดปล่อยพลังงาน) และสารคาร์บอนจะสลายตัวกลายเป็นก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ซึ่งก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์เป็นองค์ประกอบของก๊าซชีวมวลที่สามารถเผาไหม้ได้ สารอินทรีย์ เช่น ถ่านจะถูกระบายออกจากบริเวณที่เกิดปฏิกิริยา รวมถึงถ่านที่ไม่เผาไหม้

องค์ประกอบของก๊าซ

ก๊าซชีวมวลเป็นก๊าซผสมระหว่างก๊าซที่สามารถเผาไหม้และก๊าซเฉื่อย ปริมาณก๊าซชนิดต่างๆ ขององค์ประกอบก๊าซชีวมวลขึ้นกับชนิดของเชื้อเพลิงตั้งต้น และการควบคุมสภาวะการผลิตก๊าซชีวมวลข้อมูลที่รวบรวมจากการศึกษา วิจัยจากแหล่งต่างๆ แสดงปริมาณก๊าซขององค์ประกอบของก๊าซชีวมวลดังนี้

ชนิด	ปริมาณ % โดยปริมาตร
คาร์บอนมอนอกไซด์	15-30
คาร์บอนไดออกไซด์	5-15
ไอน้ำ	6-8
ไนโตรเจน	45-60
มีเทน	2-4
ไฮโดรเจน	10-20

ค่าความร้อนของก๊าซชีวมวล โดยประมาณอยู่ในช่วง 4.5-6.0 เมกกะจูลต่อลูกบาศก์เมตร ทั้งนี้ การเปลี่ยนแปลงปริมาณค่าความร้อนจะขึ้นอยู่กับสัดส่วนของ องค์ประกอบก๊าซ แม้ว่าก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์เป็นผลลัพธ์ปฏิกิริยารีดักชันของ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และค่าออกเทน (Octane number) ประมาณ 106 ความเร็วการติดไฟค่อนข้างช้า และธรรมชาติของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ เป็นพิษต่อชีวิตมนุษย์ ดังนั้นผู้ใช้งานจำเป็นต้องมีความระมัดระวังในขณะใช้งาน

ไฮโดรเจนเป็นองค์ประกอบหนึ่งของก๊าซชีวมวลที่เกิดจากปฏิกิริยารีดักชันของระบบผลิตก๊าซชีวมวล เช่นกัน ค่าออกเทนของก๊าซไฮโดรเจน อยู่ในช่วง 60-66 ธรรมชาติของก๊าซ ไฮโดรเจนสามารถติดไฟได้ดี อย่างไรก็ตาม ปริมาณไฮโดรเจนมีน้อยในองค์ประกอบของก๊าซชีวมวล นอกจากนี้ ก๊าซ ไนโตรเจนและคาร์บอนไดออกไซด์จัดอยู่ในกลุ่มก๊าซเฉื่อยที่ไม่สามารถเผาไหม้กลายเป็นพลังงานได้

ชนิดของระบบก๊าซชีวมวล

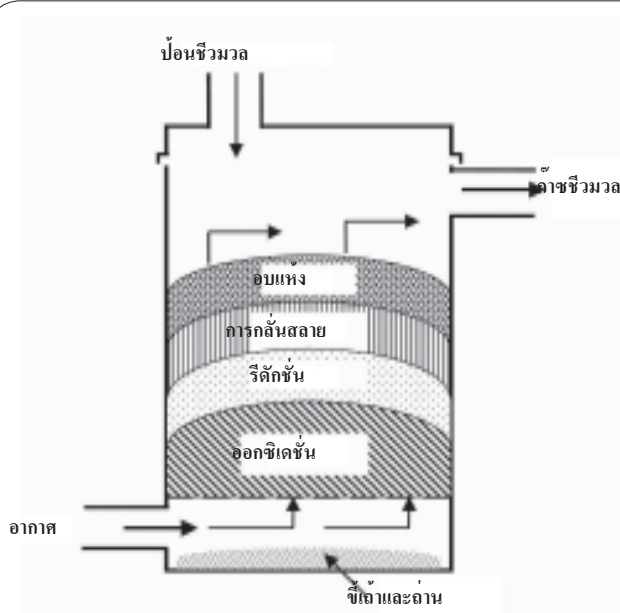
เตาผลิตก๊าซชีวมวลที่มีการใช้งานอยู่ในปัจจุบันสามารถแบ่งชนิดตามลักษณะของการเคลื่อนที่ของเชื้อเพลิงได้ 2 ชนิด ได้แก่ เตาผลิตก๊าซที่เชื้อเพลิงไม่เคลื่อนที่ (Fixed Bed Gasifier), เตาผลิตก๊าซที่เชื้อเพลิงเคลื่อนที่ (Fluidized Bed Gasifier), นอกจากนี้เตาผลิตก๊าซชีวมวลชนิดเชื้อเพลิงไม่เคลื่อนที่อาจแบ่งตามลักษณะการเคลื่อนที่ของอากาศเป็น 3 ชนิด ได้แก่ เตาผลิตก๊าซชีวมวลแบบอากาศไหลสวนทิศทางการไหล ของเชื้อเพลิง (up-draft gasifier), เตาผลิตก๊าซแบบอากาศไหลทิศทางการไหลของเชื้อเพลิง (down-draft gasifier) และเตาผลิตก๊าซชีวมวลแบบอากาศไหลทิศทางตัดขวาง (cross draft gasifier) ดังรายละเอียดต่อไปนี้

เตาผลิตก๊าซชีววมวลแบบอากาศไหล ส่วนทิศทางการไหลของเชื้อเพลิง

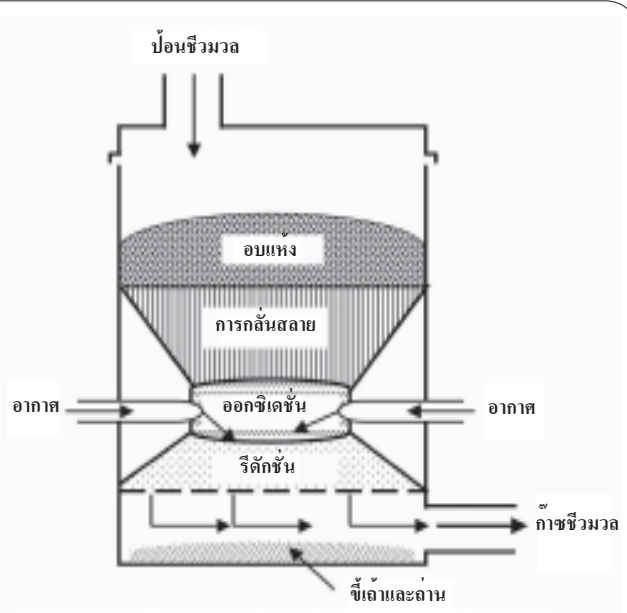
เตาผลิตก๊าซชีววมวลจะมีการ แยกชั้นของการเกิดปฏิกิริยาต่างๆ ค่อนข้างชัดเจน เช่น ชั้นออกซิเดชัน, ชั้นรีดักชัน, ชั้นกลั่นสลาย และชั้นการอบแห้ง เตาผลิตก๊าซชีววมวล จะมีการป้อนเชื้อเพลิงจากทางด้านบนของเตา และอากาศที่ใช้ ในทำปฏิกิริยากับเชื้อเพลิง ถูกป้อนทางด้านล่างในทิศทางสวนกับการไหลของ เชื้อเพลิง ก๊าซชีววมวลที่ผลิตได้ จะถูกปล่อยทางด้านบน ส่วนขี้เถ้าที่เกิดจากการ เผาไหม้จะถูกกำจัดออกทางด้านล่าง ของเตาประสิทธิภาพการผลิตก๊าซชีววมวล จะขึ้นกับปัจจัยการออกแบบการถ่ายเท ความร้อนที่ดี

จุดด้อยของเตาผลิตก๊าซชีววมวล ได้แก่ ก๊าซชีววมวลที่ผลิตได้จะมีปริมาณ น้ำมันทาร์ (tar) สูง เชื้อเพลิงวัตถุดิบควรมีขนาดเล็กและความหนาแน่นของการป้อน สม่ำเสมอ ค่าใช้จ่ายการเตรียมเชื้อเพลิงสูง วัสดุเชื้อเพลิงจากวัสดุเหลือใช้ทางการ เกษตรบางชนิดจะต้องการความหนาแน่นโดยการผ่านกระบวนการอัดแน่น รูปที่ 2 แสดงลักษณะโครงสร้างภายในเตาผลิตก๊าซชีววมวลแบบอากาศไหลส่วนทิศทางการ ไหลของเชื้อเพลิง

มีขนาดพื้นที่หน้าตัดเล็กลง การปรับเปลี่ยน อัตราการป้อนอากาศจะช่วยควบคุม ชั้นออกซิเดชันให้มีอุณหภูมิสูงเพียงพอ ต่อการแตกสลายตัวของน้ำมันทาร์เป็น อนุภาคได้ นอกจากนี้วัสดุที่ใช้ก่อสร้าง ชั้นออกซิเดชันควรเป็นวัสดุทนความร้อน สูงในโอกาสอุณหภูมิที่สูงจนถึงจุดหลอม ตัวของขี้เถ้าจะทำให้เกิดปัญหาการอุดตัน บริเวณช่องขี้เถ้า และประสิทธิภาพ การควบคุมการผลิตก๊าซลดลง รูปที่ 3 แสดง เตาผลิตก๊าซชีววมวลแบบอากาศไหล ตามทิศทางการไหลของเชื้อเพลิง



รูปที่ 2 เตาผลิตก๊าซแบบอากาศไหลส่วนทิศทางการไหลของเชื้อเพลิง



รูปที่ 3 เตาผลิตก๊าซแบบอากาศไหลตามทิศทางการไหลของเชื้อเพลิง

เตาผลิตก๊าซชีววมวลแบบอากาศไหลตามทิศทางการไหลของเชื้อเพลิง

เตาผลิตก๊าซชีววมวลแบบอากาศไหลตามทิศทางการไหลของเชื้อเพลิงจะสามารถลดปริมาณของน้ำมันทาร์ที่ปนออกมากับก๊าซชีววมวลที่ผลิตได้ การป้อนเชื้อเพลิงและอากาศไหลในทิศทางเดียวกันทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากชั้นการกลั่นสลาย ไหลผ่านชั้นออกซิเดชันที่อุณหภูมิสูง ส่งผลทำให้อนุภาคน้ำมันทาร์เกิดการแตกตัว กลายเป็นก๊าซชีววมวลก่อนไหลออกจากเตา แต่อุณหภูมิของก๊าซชีววมวลสูงประมาณ 300-500 องศาเซลเซียส และอาจจำเป็นต้องลดอุณหภูมิก่อนการใช้เดินเครื่องยนต์

จุดด้อยของเตาผลิตก๊าซชีววมวล ได้แก่ การเผาไหม้เกิดอย่างรุนแรงที่ชั้นออกซิเดชัน ฉะนั้นการออกแบบเป็นลักษณะรูปแบบของตะแกรง และชั้นออกซิเดชัน

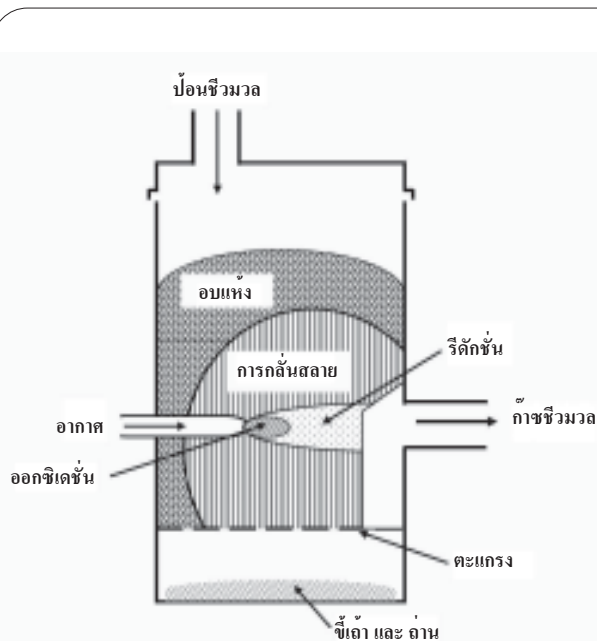
เตาผลิตก๊าซชีววมวลแบบอากาศไหลตามทิศทางการไหลของเชื้อเพลิง

เตาผลิตก๊าซชีววมวลแบบนี้มีการป้อนเชื้อเพลิงจากทางด้านบนของเตา เช่นเดียวกับเตาผลิตก๊าซทั้งสองชนิดดังกล่าวข้างต้น ทิศทางการไหลของลมร้อนภายในเตาผลิตชีววมวลมีลักษณะตั้งฉากกับแนวแกนของเตาหรือไหลในทิศทางตัดขวางกับการไหลของเชื้อเพลิง

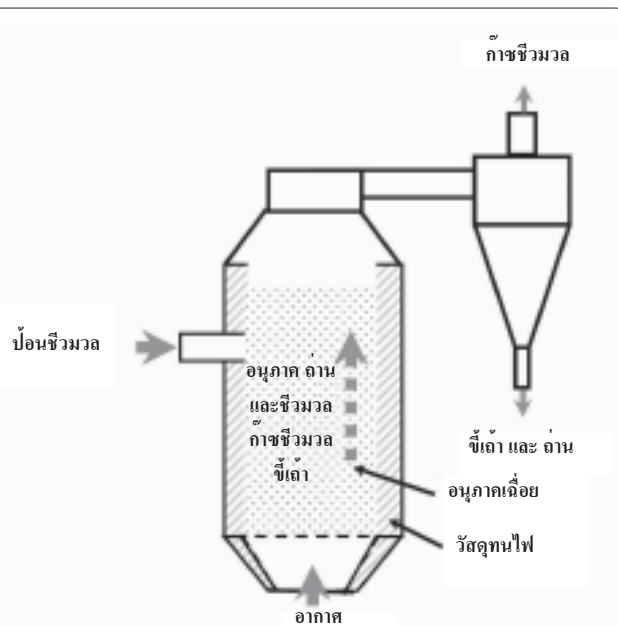
ชั้นออกซิเดชันและรีดักชันอยู่ใกล้กันมาก จึงทำให้สามารถผลิตก๊าซชีวมวลได้อย่างรวดเร็ว แต่การแปรผันเกิดได้ง่ายมากชั้นออกซิเดชันจะอยู่บริเวณกึ่งกลางของเตา และอาจขยายขึ้นกว้างขึ้น เมื่อการป้อนอากาศมีอัตราความเร็วสูงขึ้น ก๊าซชีวมวลที่ผลิตได้มีอุณหภูมิสูง และสิ่งปนเปื้อนสูง เมื่อชั้นการเกิดปฏิกิริยารีดักชันมีขนาดเล็ก ทำให้การเปลี่ยนรูปของคาร์บอนไดออกไซด์เป็นคาร์บอนมอนอกไซด์เกิดได้ยาก ก๊าซชีวมวลที่ผลิตได้จะมีค่าความร้อนต่ำ

ข้อดีของเตาผลิตก๊าซชีวมวล ได้แก่ เตาผลิตก๊าซชีวมวลที่มีขนาดเล็กและน้ำหนักเบา สามารถผลิตก๊าซได้เร็วกว่าเตาผลิตก๊าซชีวมวลอีกสองแบบ และอุณหภูมิของเตาผลิตก๊าซชีวมวลไม่สูง รูปที่ 4 แสดงเตาผลิตก๊าซชีวมวลแบบอากาศไหลตามทิศตัดขวาง

เตาผลิตก๊าซชีวมวลยังสามารถใช้ได้กับเชื้อเพลิงที่มีปริมาณเถ้าสูง ข้อด้อยของเตาผลิตก๊าซ ได้แก่ ก๊าซชีวมวลที่ผลิตได้จะมีเถ้าและฝุ่นถ่านรวมกัน เมื่อความเร็วของอากาศภายในเตาสูง จำเป็นต้องทำความสะอาดก๊าซชีวมวลด้วยเครื่องดักฝุ่น เพื่อแยกเถ้าและฝุ่นออกก่อนนำไปใช้งาน รูปที่ 5 แสดงเตาผลิตก๊าซชีวมวลแบบฟลูอิดไรซ์เบด



รูปที่ 4 เตาผลิตก๊าซชีวมวลแบบอากาศไหลตามทิศตัดขวาง



รูปที่ 5 เตาผลิตก๊าซชีวมวลแบบฟลูอิดไรซ์เบด

เตาผลิตก๊าซชีวมวลแบบฟลูอิดไรซ์เบด (Fluidised Bed Gasifier)

ประสิทธิภาพการทำงานของเตาผลิตก๊าซชีวมวลทั้งสามแบบข้างต้น จะขึ้นอยู่กับชนิดของเชื้อเพลิง คุณสมบัติทางเคมี และทางกายภาพของเชื้อเพลิง ปัญหาที่พบมากคือ ปริมาณของขี้เถ้าสูง หากอุณหภูมิการผลิตก๊าซชีวมวลสูงจนทำให้ขี้เถ้าหลอมเหลวกลายเป็นตะกรัน (slag) และเป็นสาเหตุของการอุดตันภายในเตาผลิตก๊าซชีวมวล เตาผลิตก๊าซชีวมวล แบบฟลูอิดไรซ์เบดได้รับการพัฒนาขึ้น เพื่อแก้ปัญหาเรื่องการอุดตันของขี้เถ้าหลอมในเตาผลิตก๊าซชีวมวล

เตาผลิตก๊าซชีวมวลแบบนี้มีความเหมาะสมสำหรับการใช้เชื้อเพลิงที่มีขนาดเล็ก และความหนาแน่นต่ำในระบบเตาผลิตก๊าซชีวมวล อากาศจะไหลผ่านชั้นของเชื้อเพลิง เมื่อความเร็วของอากาศเพิ่มสูงขึ้น เชื้อเพลิงจะถูกเป่ายกลอยตัวขึ้น คล้ายกับของไหล และพื้นที่การสัมผัสของอากาศเพิ่มมากขึ้น ดังนั้นเชื้อเพลิงมีประสิทธิภาพสูงต่อการเผาไหม้อย่างทั่วบริเวณภายในเตา

ข้อดีของเตาผลิตก๊าซชีวมวลแบบฟลูอิดไรซ์เบด ได้แก่ การควบคุมอุณหภูมิภายในเตาผลิตก๊าซชีวมวลให้ต่ำกว่าจุดหลอมเหลวของขี้เถ้า สามารถทำได้ง่าย

ระบบผลิตก๊าซชีวมวลแบบอื่นๆ เป็นระบบผลิตก๊าซที่ไม่อยู่ในกลุ่มดังกล่าวข้างต้น แต่จะเป็นระบบผลิตก๊าซชีวมวลที่สร้างจากการผสมผสานลักษณะเด่นของระบบผลิตก๊าซชีวมวลแต่ละชนิดที่กล่าวมาแล้ว ทั้งนี้การออกแบบ และสร้างจะคำนึงถึงปัจจัยการใช้งานและลักษณะของเชื้อเพลิงเป็นเกณฑ์ ตัวอย่างระบบผลิตก๊าซชีวมวลแบบ Twin draft gas producer เป็นการผสมผสานจุดเด่นของเครื่องผลิตก๊าซชีวมวลแบบการไหลสวนทิศทางการป้อน และเครื่องผลิตก๊าซชีวมวลแบบการไหลตามทิศทางการป้อน



รูปที่ 6 เตาผลิตก๊าซชีววมวลขนาด 880 เมกกะวัตต์ต่อชั่วโมง ณ โรงงานเรือศิลป์ 2 จังหวัดราชบุรี

โครงการพัฒนาเตาเผาใช้ก๊าซชีววมวลในอุตสาหกรรมเซรามิก

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน ได้ร่วมวิจัยและพัฒนากระบวนการผลิตก๊าซชีววมวล (Producer Gas) สำหรับการเผาผลิตภัณฑ์เซรามิก เพื่อแสวงหาทางเลือกของพลังงานทดแทนในอนาคตโครงการดังกล่าวได้ดำเนินการประมาณ 3 ปี เตาผลิตก๊าซชนิดไหลลง (Downdraft Gasifier) ขนาดเตา 90 เซนติเมตรที่ใช้ไม้ฟืนเป็นเชื้อเพลิงถูกสร้างและติดตั้ง ณ โรงงานเรือศิลป์ 2 จังหวัดราชบุรี (รูปที่ 6) จุดประสงค์เป็นการผลิตก๊าซชีววมวลและใช้ทดแทนก๊าซแอลพีจีในการเผาผลิตภัณฑ์เซรามิกแบบเผาดิบ (biscuit firing) และเผาเคลือบ (glost firing) การเผาผลิตภัณฑ์เซรามิกโดยใช้ก๊าซชีววมวลระหว่างก๊าซแอลพีจีและก๊าซชีววมวล สามารถรักษาความเสถียรของการผลิตความร้อนต่อหน่วยปริมาตรป้อนแก่เตาเผาเซรามิก และการเพิ่มอุณหภูมิในแต่ละช่วงระยะเวลาการเผา นอกจากนี้การควบคุมอุณหภูมิให้การสุกตัวของผลิตภัณฑ์ในช่วงการเผาดิบ (biscuit firing) หรือการเผาเคลือบ (glost firing) ตรงตามกำหนดเกณฑ์ และการเสียหายของผลิตภัณฑ์เซรามิกมีน้อย ความแข็งแรงของผลิตภัณฑ์ใกล้เคียงกันและความเพี้ยนของสี หลังการเผาในเกณฑ์ยอมรับได้ แต่การเผาเคลือบยังต้องแก้ไขเนื่องจากบรรยากาศการเผาเซรามิก อาจเป็นสาเหตุของความเพี้ยนสีของเคลือบคุณภาพและคุณสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์หลังเผาโดยรวมเหมือนกับผลิตภัณฑ์ที่เผาด้วย ก๊าซแอลพีจีล้วน

การทดลองเผาผลิตภัณฑ์เซรามิกแบบการเผาดิบด้วยเตาเผาแบบ shuttle kiln ขนาด 5 ลูกบาศก์เมตร แสดงผลก๊าซชีววมวลสามารถทดแทนก๊าซ LPG ได้ร้อยละ 60 ทั้งนี้สภาวะการเผา มีลักษณะของ Temperature Profile คล้ายกัน เวลาของการเพิ่มอุณหภูมิอาจจะแสดงการเบี่ยงเบนเล็กน้อย เนื่องจากการปรับเพิ่มเชื้อเพลิงก๊าซ เข้าสู่เตาเผาเซรามิกช้าหรือเร็ว โดยเฉพาะการเผาดิบ มีอัตราการเพิ่มอุณหภูมิสม่ำเสมอ ประสิทธิภาพการผลิตก๊าซชีววมวลและการใช้ก๊าซชีววมวลเผาผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิประมาณ 800°C



ชีลาเวอร์

สารยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรีย

ประวัติความเป็นมา

ด้วยภูมิอากาศในเขตร้อนชื้นของประเทศไทย เป็นสาเหตุสำคัญที่ส่งผลให้เกิดการเจริญของเชื้อแบคทีเรียได้อย่างรวดเร็ว แบคทีเรียที่ให้โทษกับร่างกายนั้นจะมีผลต่ออาการเจ็บป่วยและการเสียชีวิตของคนเราได้โดยทำให้เกิดความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกัน⁽¹⁾ จากการสร้างสารพิษบางอย่าง แต่ในทางตรงกันข้ามแบคทีเรียบางสายพันธุ์จะมีประโยชน์ต่อร่างกายของเราโดยช่วยกระตุ้นให้เกิดสารปฏิชีวนะตามธรรมชาติเพื่อทำลายแบคทีเรียที่เป็นอันตรายต่อร่างกาย ช่วยสังเคราะห์เอนไซม์ที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการย่อยอาหาร ช่วยในการสังเคราะห์วิตามินและเกลือแร่ที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย เช่น วิตามินบี วิตามินเค กรดแลคติก รวมถึงยับยั้งการเกิดสารก่อมะเร็ง⁽¹⁾ แบคทีเรียที่มีประโยชน์กับร่างกายนั้นมีอยู่หลายสายพันธุ์ ที่คุ้นหูกันมากคงจะเป็นสายพันธุ์ *Lactobacilli* หรือ *Lactobacillus* ซึ่งมักจะได้อินจาก โยเกิร์ต ผลิตภัณฑ์นมเปรี้ยว หรือโยเกิร์ตชนิดต่างๆ ในทางตรงกันข้ามแบคทีเรีย ที่ชื่อคล้ายๆ กันคือ *E.coli* (*Escherichia coli*) กลับเป็นแบคทีเรียที่ให้โทษกับร่างกาย โดยเป็นสาเหตุหลักที่ก่อให้เกิดอาหารเป็นพิษในมนุษย์

ปัจจุบันนี้ได้มีความพยายามที่จะหาสารยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรียที่สามารถออกฤทธิ์ได้อย่างต่อเนื่องและมีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้ออย่างสม่ำเสมอตลอดอายุการใช้งานของผลิตภัณฑ์ สุขภัณฑ์ที่อยู่ในห้องน้ำตามบ้านเรือนหรือในสุขาสาธารณะนั้นเป็นแหล่งสะสมของเชื้อแบคทีเรียชนิด *E.coli* จำนวนมาก การผลิตสุขภัณฑ์ปลอดเชื้อโดยการเคลือบอนุภาคซิลเวอร์นาโนลงบนผิวด้านในของสุขภัณฑ์จึงเป็นแนวทางที่น่าสนใจที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรียได้ ในด้านการแพทย์ น้ำฝั้นบริสุทธิ์จัดเป็นสารยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรียที่ได้รับการยอมรับมาตั้งแต่ในอดีต⁽²⁾ว่า สามารถช่วยสมานแผล และลดอัตราการติดเชื้อได้เป็นอย่างดี เนื่องจากภายในน้ำฝั้นบริสุทธิ์จะมีไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ประกอบอยู่ในระดับความเข้มข้น 1 mmol/l⁽³⁾ ซึ่งเป็นค่าความเข้มข้นที่ต่ำมาก เมื่อเทียบกับไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ล้างแผลที่หาซื้อจากร้านขายยา ซึ่งปกติจะเข้มข้น 3% โดยปริมาตร น้ำฝั้นบริสุทธิ์จึงจัดเป็นผลิตภัณฑ์ที่คณะกรรมการอาหารและยา (อ.ย.) ให้การรับรองว่าจะไม่มีวันหมดอายุ เนื่องจากมีไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ซึ่งเป็นสารยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรียเป็นองค์ประกอบอยู่ตามธรรมชาติ โดยเกิดมาจากน้ำตาลกลูโคสที่ถูกย่อยด้วยเอนไซม์ *glucose oxidase*⁽⁴⁾ ความเข้มข้นของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์จากน้ำฝั้นนี้จะต่ำกว่าการใช้สารเคมีประมาณ 1,000 เท่า⁽⁴⁾จึงไม่ทำลายเนื้อเยื่อของบาดแผล เมื่อไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์แตกตัวแล้ว เอนไซม์ *glucose oxidase* ก็ผลิตไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เพิ่มขึ้นมาแทนที่ โดยกระตุ้นการแตกตัวของกลูโคสเพิ่ม การเจือจางของน้ำฝั้นโดยน้ำเหลืองจากบาดแผล จะช่วยกระตุ้นให้เอนไซม์ชนิดนี้ทำงานซึ่งยังไม่ทราบสาเหตุที่แน่ชัดว่า ทำไมเอนไซม์ชนิดนี้จึงไม่ทำงานเมื่ออยู่ในน้ำฝั้นเข้มข้น⁽⁴⁾

สำหรับวงการทันตกรรมนั้น จัดว่าฟันผุเป็นโรคที่เกิดจากการติดเชื้อแบคทีเรีย แบคทีเรียที่เป็นสาเหตุหลักของโรคฟันผุคือ *Streptococcus mutans* (*S. mutans*) โดยแบคทีเรียจะเกาะติดผิวฟันและผลิตกรดขึ้นจากน้ำตาล ทำให้เกิดการเกาะติดของเชื้อและเริ่มเกิดการละลายของแร่ธาตุออกจากตัวฟัน⁽⁵⁾ จึงได้มีแนวคิด ในการนำสารยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรีย มาใช้เป็นส่วนประกอบในวัสดุเคลือบหลุมร่องฟัน โดยปกติแล้ววัสดุเคลือบหลุมร่องฟันจะทำหน้าที่ป้องกันการสะสมของคราบสิ่งสกปรกต่างๆ โดยเฉพาะเศษอาหารไม่ให้สะสมและสัมผัสบนผิวฟันโดยตรง ดังนั้นหากมีการใส่สารยับยั้งการเจริญ ของเชื้อแบคทีเรียลงไปด้วย ก็จะช่วยกำจัดสาเหตุของการเกิดโรคฟันผุได้ โดยการเติมอนุภาคซิลเวอร์นาโนลงในเรซินที่ใช้เตรียมวัสดุเคลือบหลุมร่องฟัน จากบทความชื่อ “Historical review of the use of silver in the treatment of burns I. Early uses” ที่ได้รับการตีพิมพ์ในวารสาร Burns⁽⁶⁾ ระบุว่ามีการใช้ซิลเวอร์ไนเตรต (AgNO_3 , silver nitrate) ในครั้งแรก (ประมาณปีคริสต์ศักราช 1800) เพื่อรักษาแผลเรื้อรัง (chronic wound) และแผลในกระเพาะอาหาร (ulcer) โดยใช้รูปของ ของแข็ง และเรียกชื่อต่างๆกันไป เช่น “Lunar caustic” ในภาษาอังกฤษ “Lapis infernalis” ในภาษาละติน “Höllenstein” ในภาษาเยอรมัน และ “Pierre infernale” ในฝรั่งเศส ซึ่งล้วนแล้วแต่มีความหมายเดียวกันว่า “Infernal stone” ซึ่งแปลตรงตัวเป็น ภาษาไทยว่า “หินที่มาจากนรก” Malgaigne (1843)⁽⁶⁾ และ Vidal (1846)⁽⁶⁾ ได้ระบุไว้ในผลงาน ตีพิมพ์ของเขาว่า ซิลเวอร์ไนเตรตจะถูกบรรจุอยู่ในหลอดที่มีรูปร่างคล้าย pencil case ที่ทำจากเงิน ดังแสดงในรูปที่ 1 และมีชื่อเรียกเป็นภาษาฝรั่งเศสว่า “porte-pierre” โดยซิลเวอร์ไนเตรตที่ใช้กันในยุคนั้นเรียกว่า “Silver nitrate toughened (USP)” ซึ่งได้มาจากการทำปฏิกิริยากันระหว่างซิลเวอร์ไนเตรตกับกรดไฮโดรคลอริก โซเดียมคลอไรด์ หรือโพแทสเซียมไนเตรต เกิดเป็นผลึกของแข็งสีขาวที่มีปริมาณ ซิลเวอร์ไนเตรตอยู่ประมาณ 94.5%

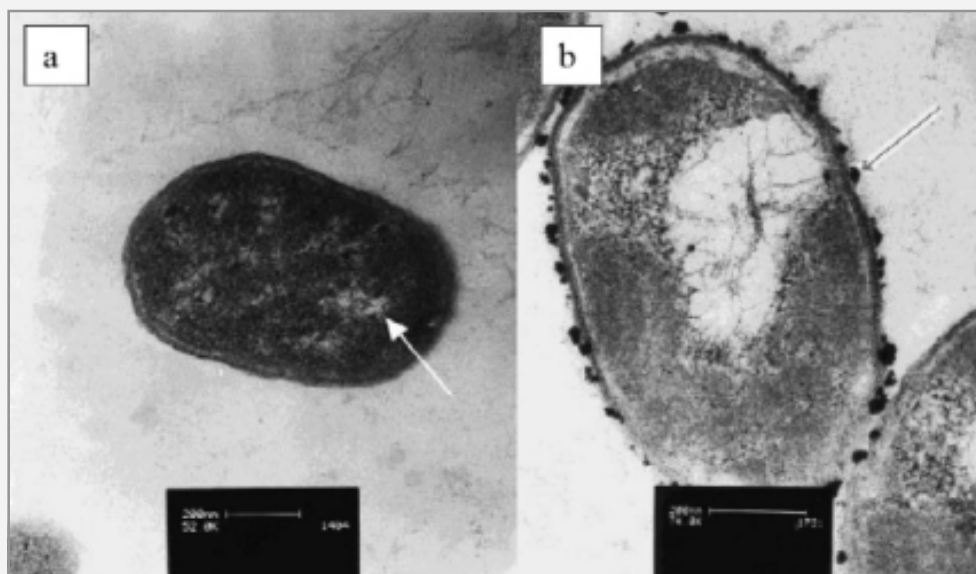


รูปที่ 1 หลอดบรรจุซิลเวอร์ไนเตรต (Silver nitrate toughened, USP) รูปร่างคล้าย pencil case ทำจากเงิน⁽⁶⁾

Bernardi (1848)⁽⁶⁾ ระบุว่าซิลเวอร์ไนเตรตจะสามารถใช้รักษา แผลไฟไหม้ได้ในกรณีที่มีผิวหนังชั้นนอกถูกทำลาย แต่ไม่เหมาะสมที่จะใช้กับผิวหนังชั้นใน มีเรื่องเล่ากันว่าคนไข้ที่ได้รับการรักษาแผลไฟไหม้ด้วยซิลเวอร์ไนเตรตมีบาดแผลที่หายเร็วขึ้นภายใน 7-9 วัน เมื่อเทียบกับการรักษาด้วยน้ำและน้ำมันซึ่งเป็นวิธีการรักษาในอดีต จนกระทั่งผู้ป่วยถามว่าจะสามารถเปลี่ยนชื่อซิลเวอร์ไนเตรตเป็น “heavenly stone” หรือ “หินที่มาจากสวรรค์” ได้หรือไม่

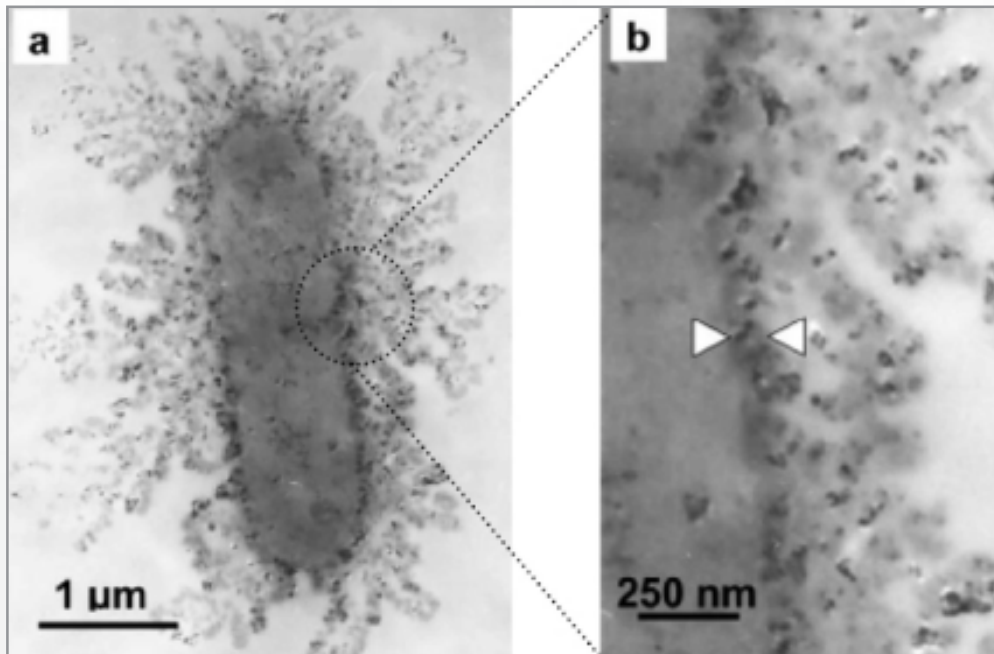
ซิลเวอร์ไนเตรตสามารถออกฤทธิ์ต่อต้านเชื้อแบคทีเรียได้หลายชนิด ได้แก่ *Staphylococcus aureus* (S.aureus), *Pseudomonas aeruginosa* (P. aeruginosa) และ *Escherichia coli* (E.coli) แต่ไม่ได้ผลกับ แบคทีเรียกลุ่มที่ใช้ออกซิเจนในการดำรงชีวิต และเชื้อรา⁽⁷⁾ โดยพบว่า ความเข้มข้นของซิลเวอร์ไนเตรต 0.5% เป็นค่าต่ำที่สุดที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรียได้ทั้งบนจานเพาะเชื้อและบนบาดแผลไฟไหม้ของผู้ป่วย⁽⁷⁾ การศึกษาเรื่องนี้เป็นของศาสตราจารย์ C.A.Moyer⁽⁷⁾ ศาสตราจารย์ด้านสัตวศาสตร์ซึ่งบุกเบิกการรักษาแผลไฟไหม้ด้วยซิลเวอร์ไนเตรตเข้มข้น 0.5% ผลการรักษาพบว่าสามารถ ลดอัตราการติดเชื้อ *P. aeruginosa* เชื้อแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุหลักของการเสียชีวิตจากแผลไฟไหม้ได้เป็นอย่างดีหากได้รับการรักษาทันที โลหะซิลเวอร์ก็สามารถแสดงผลยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรียได้เช่นกัน โดยมีการเตรียมเป็น silver nylon (SN) ที่ประกอบด้วยโลหะซิลเวอร์ประมาณ 26% เพื่อใช้ในการรักษาแผลไฟไหม้โดยผลการศึกษาในจานเพาะเชื้อพบว่าสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรียได้⁽⁸⁾

จากการศึกษาพบว่าอนุภาคในรูปที่ไม่มีประจุของซิลเวอร์นี้เมื่อสัมผัสกับบรรยากาศที่มีออกซิเจนจะทำให้อนุภาคบางส่วนเกิดการออกซิไดซ์ กลายเป็นไอออนในรูปประจุอีกครั้ง^(9,10) และอนุภาคเหล่านี้จะเกาะอยู่บริเวณผนังเซลล์ของ เชื้อแบคทีเรีย^(11,12) การศึกษาในแบคทีเรียชนิด *E.coli* พบว่าซิลเวอร์ไอออนจะทำอันตรกิริยากับส่วนประกอบในไซโตพลาสซึม รบกวนกลไกการเกิด oxidative phosphorylation ในกระบวนการเมตาบอลิซึมของเซลล์ ยับยั้งเอนไซม์ในกระบวนการหายใจของเซลล์⁽¹³⁾ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงการซึมผ่านของเยื่อหุ้มเซลล์⁽¹⁴⁾ หรือรบกวนการส่งผ่านโปรตอนระหว่างเซลล์และสิ่งแวดล้อมภายในระยะเวลาไม่นาน นอกจากกลไกดังกล่าวแล้วยังมีการศึกษาบางส่วนอธิบายเพิ่มเติมว่า สามารถยับยั้ง การเจริญของเชื้อแบคทีเรียได้จากการจับตัวกันของซิลเวอร์ไอออน (Ag^+) โดยการแทนที่ไฮโดรเจนไอออนในหมู่ไทออล (-SH) บนโมเลกุลของ โปรตีน ทำให้เกิดการยับยั้งการทำงานของโปรตีน ยับยั้งการแบ่งตัวและทำให้เซลล์ตายในที่สุด⁽¹⁵⁾ กลไกการทำงานแบบนี้จะมีความจำเพาะกับเซลล์แบคทีเรียหรือไวรัสที่มีหมู่ไทออลบนโปรตีนบริเวณผนังเซลล์ ซึ่งต่างจากเซลล์ของมนุษย์หรือสัตว์ที่ไม่พบหมู่ฟังก์ชันดังกล่าว⁽¹⁶⁾ การศึกษานี้สอดคล้องกับการที่พบการสะสมของอนุภาค ซิลเวอร์นาโน เฉพาะบนผิวของผนังเซลล์ของแบคทีเรีย *E.coli* ในรูปที่ 2⁽¹⁷⁾



รูปที่ 2 ภาพถ่าย TEM แสดงลักษณะภายในของ (a). เชื้อ *E.coli* ในภาวะปกติ (b). เชื้อ *E.coli* ในภาวะที่สัมผัสกับอนุภาคนาโนซิลเวอร์นาโนและเกิดการสะสมตัวของอนุภาคนาโนซิลเวอร์นาโน (อนุภาคนาโนซิลเวอร์นาโนที่เกาะอยู่บนผิวของเซลล์ของ *E.coli*)⁽¹⁷⁾ (scale bar = 1 μm)

Sondi, I. และคณะวิจัย⁽¹¹⁾ ของเขายังพบว่าอนุภาคซิลเวอร์นาโนที่สะสมตัวอย่างหนาแน่นที่ บริเวณผนังเซลล์ สามารถแทรกผ่านเข้าไปภายในเซลล์ของเชื้อ E.coli ได้ด้วยดังแสดงจากภาพถ่าย TEM ใน รูปที่ 3 โดยจะเห็นอย่างชัดเจนว่าผนังเซลล์ถูกทำลายลง



รูปที่ 3 ภาพถ่าย TEM ของ (a). เชื้อ E.coli (รูปร่างเป็นแท่ง) ที่มีอนุภาคซิลเวอร์นาโน (อนุภาคสีดำ) แทรกผ่านเข้าไปภายในผนังเซลล์ (b). ภาพขยายแสดงการแทรกตัวของอนุภาคซิลเวอร์นาโนเข้าไปภายในผนังเซลล์ของเชื้อ E.coli⁽¹¹⁾

รูปที่ 3 ภาพถ่าย TEM ของ (a). เชื้อ E.coli (รูปร่างเป็นแท่ง) ที่มีอนุภาคซิลเวอร์นาโน (อนุภาคสีดำ) แทรกผ่านเข้าไปภายในผนังเซลล์ (b). ภาพขยายแสดงการแทรกตัวของอนุภาคซิลเวอร์นาโนเข้าไปภายในผนังเซลล์ของเชื้อ E.coli⁽¹¹⁾

อย่างไรก็ตามกลไกการยับยั้งการทำงานของเชื้อแบคทีเรียโดยอนุภาคซิลเวอร์หรือซิลเวอร์ไอออนนั้น ยังมีบางประเด็นที่ยังไม่สามารถอธิบายอย่างชัดเจนในขณะนี้ คงจะต้องมีการศึกษาวิจัยในเรื่องนี้ต่อไปเพื่อให้ทราบกลไกการทำงานที่แท้จริง นอกจากนี้ความอันตรายของอนุภาคนาโนต่อการแทรกผ่านเข้าไปภายในผนังเซลล์ของมนุษย์ก็เป็นอีกประเด็นหนึ่งที่จะต้องพิจารณาศึกษาอย่างละเอียดด้วย

เอกสารอ้างอิง

1. แบคทีเรียกับชีวิต ในวารสาร Alternative Medicine ปีที่ 4 ฉบับที่ 44 สิงหาคม 2548 หน้า 15-22
2. <http://www.worldwidewounds.com/2004/february/Cooper/Topical-Antimicrobial-Agent>
3. http://en.wikipedia.org/wiki/Honey#Medicinal_uses_and_health_effects_of_honey
4. มาลินี ประสิทธิ์ศิลป์ รักษาแผลด้วยน้ำผึ้ง ใน “วิทยาการเวชสำอางค์” พฤศจิกายน 2546 หน้า 60-65

5. Philip, D.M., Microbiological aspects of dental plaque and dental caries, *Dent. Clin. North. Am.* 43 (1999):599-614.
6. Klasen, H.J., Historical review of the use of silver in the treatment of burns I. Early uses, *Burns* 26 (2000): 117-130.
7. Klasen, H.J., A historical review of the use of silver in the treatment of burns II. Renewed interest for silver, *Burns* 26 (2000): 131-138.
8. Deith, E.A., Marino, A.A. and Gillespie, T.E., Silver nylon: a new antimicrobial agent, *Antimicrob. Agents Chemother.* 23 (1983): 356-359.
9. Henglein, A., Physicochemical properties of small metal particles in solution: "Microelectrode" reactions, chemisorption, composite metal particles, and the atom-to-metal transition, *J.Phys. Chem.*, 97 (1993): 5457-5471.
10. Henglein, A., Colloidal silver nanoparticles: Photochemical preparation and interaction with O_2 , CCl_4 and some metal ions, *Chem.Mater.*, 10 (1998): 444-450.
11. Soni, I. and Salopek-Soni, B. Silver nanoparticles as antimicrobial agent: a case study on *E.coli* as a model for gram-negative bacteria, *J. Colloid Interface Sci.*, 275 (2004): 177-182.
12. Morones, J.R., Elechiquerra J.L., Camacho, A., Holt, K., Kouri, J.B., Ramirez, J.T., and Yacaman, M.J., The bactericidal effect of silver nanoparticles, *Nanotechnology*, 16 (2005): 2346-2353.
13. Holt, K.B., and Bard, A.J., Interaction of silver (I) ions with the respiratory chain of *Escherichia coli*: An electrochemical and scanning electrochemical microscopy study of the antimicrobial mechanism of micromolar Ag^+ , *Biochemistry*, 44 (2005): 13214-13223.
14. Russell, A.D., and Hugo, W.B., Antimicrobial activity and action of silver, *Prog. Med. Chem.*, 31 (1994): 351-370.
15. Liao, S.Y., Read, D.C., Pugh, W.J., Furr, J.R., and Russell, A.D., Interaction of silver nitrate with readily identifiable groups: Relationship to the antibacterial action of silver ions, *Lett. Appl. Microbiol.*, 25 (1997): 279-283.
16. Davies, R.L., and Etris, S.F., The development and functions of silver in water purification and disease control, *Catalysis Today.*, 36(1) (1997): 107-114.
17. Feng, Q.L., and Wu, K., A mechanistic study of the antibacterial effect of silver ions on *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus.*, *J. Biomed. Mater. Res.*, 52(4) (2000): 662-668.



ข้อมูลสมาชิก

(กรุณากรอกแบบฟอร์มให้ครบถ้วนชัดเจนด้วยตัวบรรจง)

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

(ภาษาอังกฤษ).....

อายุ.....ปี อาชีพ..... ตำแหน่ง.....

ที่อยู่..... รหัสไปรษณีย์.....

โทรศัพท์..... โทรสาร.....

ข้อมูลบริษัท/โรงงาน/หน่วยงาน (หากมีใบชีวะหรือตัวอย่างผลิตภัณฑ์สามารถแนบมาได้)

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

..... รหัสไปรษณีย์.....

โทรศัพท์..... โทรสาร.....

E-mail..... เว็บไซต์.....

ประเภท ☐ ผู้ผลิต ☐ ผู้จัดการฝ่าย ☐ หน่วยงานของรัฐ ☐ สถาบัน ☐ อื่นๆ.....

ประเภทผลิตภัณฑ์ ☐ กระเบื้อง ☐ สุขภัณฑ์ ☐ ลูกถ้วยไฟฟ้า ☐ ถ้วยชาม

☐ ของชำร่วยและเครื่องประดับ ☐ วัตถุติด ☐ อื่นๆ.....

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

ประเภทของตลาด ☐ ภายในประเทศ% ☐ ต่างประเทศ%

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

ข้าพเจ้าขอรับรองว่า ข้าพเจ้าทราบข้อบังคับของสมาคมเซรามิกส์ไทยดีแล้ว และจะปฏิบัติตามข้อบังคับ

ของสมาคมเซรามิกส์ไทยทุกประการ **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 ☐ ธนาคาร ☐ เช็คไปรษณีย์

☐ เงินโอน วันที่.....

☐ ต่ออายุสมาชิก ☐ สมัครเป็นสมาชิกใหม่

สิทธิของสมาชิกสมาคมเซรามิกส์ไทย

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

ธนาคารที่ส่งจ่าย ณ. ที่ทำการไปรษณีย์ จุฬาลงกรณ์ 10332 หรือโอนเงินเข้าบัญชีออมทรัพย์ ธนาคารไทยพาณิชย์ สาขาสภาอากาศไทย 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 5 50-



☐ ฉบับที่ 6 50-



☐ ฉบับที่ 7 50-



☐ ฉบับที่ 8 50-



☐ ฉบับที่ 9 60-



☐ ฉบับที่ 10 70-



☐ ฉบับที่ 12 70-



☐ ฉบับที่ 17 80-



☐ 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 29 90-

แบบฟอร์มการสั่งซื้อวารสาร

ชื่อ.....

ที่อยู่.....

ฉบับที่.....รวม.....ฉบับ

รวมเป็นเงิน.....

(.....)

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

ทำเล่น ให้เป็นจริง



<<<<<<

“

ดิบ เป็นส่วมหัศจรรย์อย่างหนึ่ง
ที่สามารถบิบบั่นแต่ง ให้เป็นรูปทรงอย่างใดก็ได้
การปั้นงานให้เหมือนของจริงนี้ ดูพาดๆ แล้ว
เหมือนการทำเล่นสนุกๆ หากลองพินิจดูให้ดีจะพบว่า
เป็นการฝึกทักษะอย่างเข้มข้น ให้กับผู้สร้างสรรค์ผลงาน
ทำให้ได้ค้นคว้าเทคนิคใหม่ๆ ในการขึ้นรูปตกแต่ง
และแก้ปัญหาให้งานออกมาได้ให้เหมือนจริงที่สุด

”



ปลั๊กไฟ พวศรนา วชิรมโนกุล



หมวก สกุลชัย สามเสน



Converse #1 สามารถ ภูนาเขียว



Converse#2 สามารถ ภูนาเขียว



Bark Tub# 1 Sylvia Hyman



Johan's Jacket Marilyn Levine



Peach Basket #4 Sylvia Hyman



Bridge: Illusion in Clay Ah Leon