



เอกสารเผยแพร่
การควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์เซรามิกที่ใช้กับอาหาร

ประกาศใช้วันที่ 12 ธันวาคม 2560

1. วัตถุประสงค์

เพื่อเป็นแนวทางผู้ประกอบการ/ผู้ผลิตใช้ควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์ภาชนะเซรามิกที่ใช้กับอาหาร

2. ขอบข่าย

ในการควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์ โดยครอบคลุมกระบวนการต่างๆ อย่างน้อย ได้แก่ การควบคุมวัตถุดิบ การควบคุมในระหว่างกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ การควบคุมผลิตภัณฑ์สำเร็จ อุปกรณ์เครื่องตรวจวัดและทดสอบ กระบวนการผลิตและการบริการ การจัดซื้อ

3. เอกสารอ้างอิง

ปรีดา พิมพ์ขาวขำ. **เคลือบเซรามิกซ์**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์อักษรเจริญรัตน์, 2530, 280 หน้า.

ปรีดา พิมพ์ขาวขำ. **เซรามิกซ์**. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2547, 525 หน้า.

ไพจิตร อิงศิริวัฒน์. **เนื้อดินเซรามิก**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, 2541, 406 หน้า.

European Commission. **Reference Document on Best Available Techniques in the Ceramic Manufacturing Industry.**, August 2007 – [cited September 25, 2017] Available from internet : http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/BREF/cer_bref_0807.pdf

มอก. 485-2542 **มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ดินขาวสำหรับอุตสาหกรรมดินเผา**
กระทรวงอุตสาหกรรม, 2542

มอก. 564-2546 **มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ภาชนะเซรามิกที่ใช้กับอาหาร : พอร์ซเลน**
กระทรวงอุตสาหกรรม, 2546

มอก. 601-2546 **มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ภาชนะเซรามิกที่ใช้กับอาหาร : เอร์เทนแวร์**
กระทรวงอุตสาหกรรม, 2546

มอก. 602-2546 **มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ภาชนะเซรามิกที่ใช้กับอาหาร : สโตนแวร์**
กระทรวงอุตสาหกรรม, 2546

Felix Singer, Sonja S. Singer **Industrial Ceramics** Chemical Publishing Company, 1963, 1455 pages.

คชินท์ สายอินทวงศ์ **สัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากความร้อน [สื่อออนไลน์]**

Thai Ceramic Society เซรามิกส์ไทย ศูนย์กลางความรู้ผลิตเซรามิก [วันที่เข้าถึง 6 พฤศจิกายน พ.ศ.2560]
เข้าถึงได้จาก : http://www.thaiceramicsociety.com/ch_heat.php

ASTM C324 – 01 (2014) Standard Test Method for Free Moisture in Ceramic Whiteware Clays¹

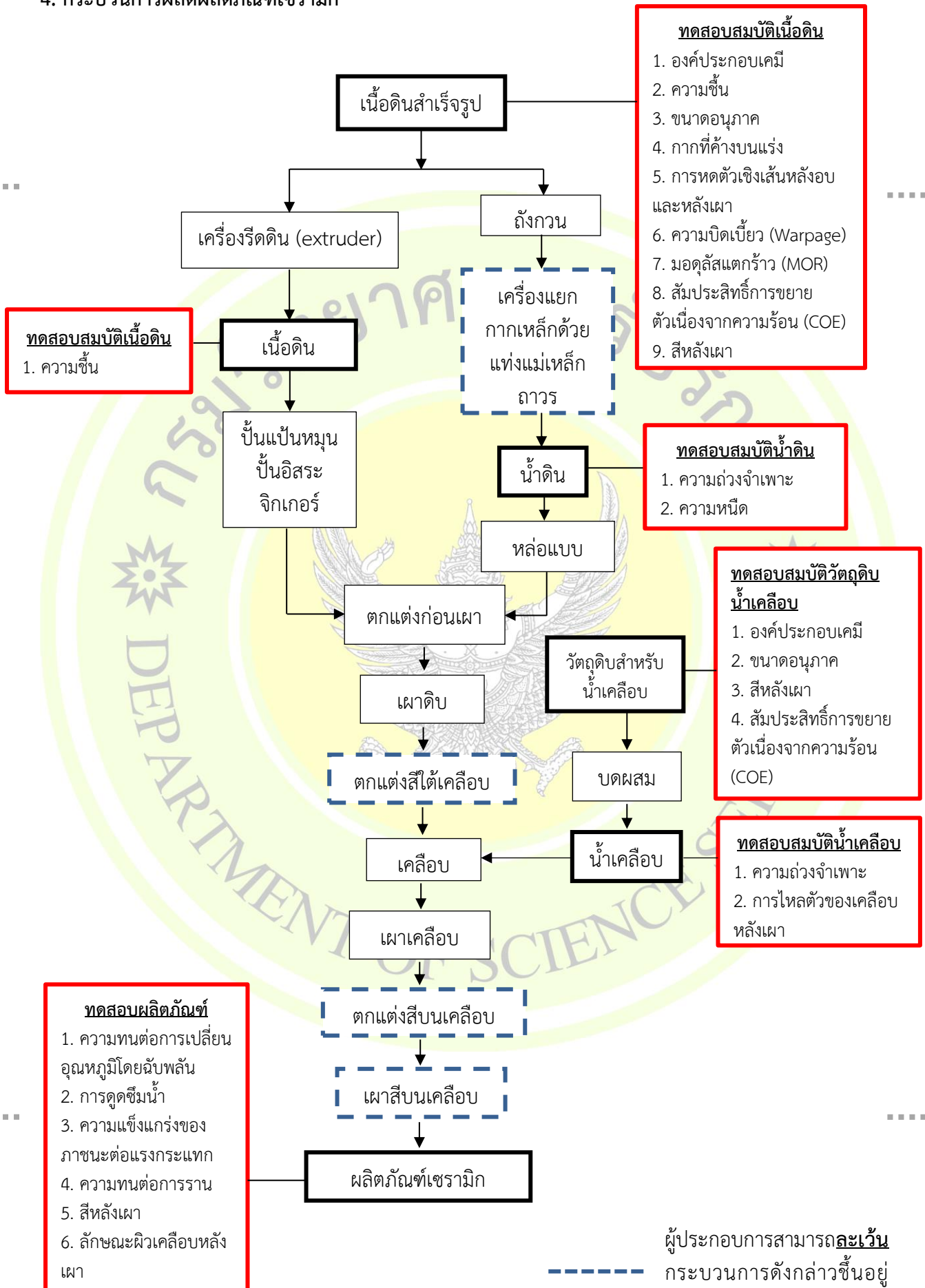
ASTM C326 – 09 (2014) Standard Test Method for Drying and Firing Shrinkages of Ceramic Whiteware Clays¹

ASTM C424 – 93 (2016) Standard Test Method for Craze Resistance of Fired Glazed Whitewares by Autoclave Treatment¹

ASTM C554 – 93 (2016) Standard Test Method for Craze Resistance of Fired Glazed Ceramic Whitewares by a Thermal Shock Method¹



4. กระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์เซรามิก



วัตถุดิบ

กระบวนการผลิต

ผลิตภัณฑ์

ผู้ประกอบการสามารถจะเว้นกระบวนการดังกล่าวขึ้นอยู่ความเหมาะสมของงาน

5. รายละเอียดของข้อกำหนดทั่วไป ในการควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์

ผู้ยื่นคำขอหรือผู้ได้รับการรับรอง ควรจัดให้โรงงาน/สถานประกอบการ ที่ขอรับการรับรองคุณภาพผลิตภัณฑ์มีระบบการควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์เป็นไปตามข้อกำหนดทั่วไป ในการควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์ ดังต่อไปนี้

ส่วนที่ 1 การควบคุมวัตถุดิบ/เนื้อดินสำเร็จรูป/วัตถุดิบสำหรับเคลือบ/สินค้าเข้า

1. การควบคุมวัตถุดิบ/สินค้าเข้า	
ผู้ยื่นคำขอ/ผู้ได้รับการรับรอง ต้อง	
1.1	แสดงรายการวัตถุดิบหลัก (เช่น วัตถุดิบ ส่วนประกอบ บรรจุภัณฑ์ และ/หรือการจัดจ้าง เป็นต้น) ทั้งหมดที่ใช้ในกระบวนการผลิต กำหนดรายละเอียดวิธีการที่ใช้ในการตรวจรับวัตถุดิบหลัก รายละเอียดดังกล่าวอย่างน้อยควรประกอบด้วย ความถี่ วิธีการสุ่มตัวอย่าง <u>ตามเฉพาะรอบ (Batch/Lot) ที่รับเข้า</u> วิธีการตรวจสอบ/ทดสอบ ข้อกำหนดสำหรับวัตถุดิบหลัก (specification) เกณฑ์การยอมรับ ข้อกำหนดและ/หรือมาตรฐานที่ใช้อ้างอิง (ถ้ามี) ของวัตถุดิบหลักแต่ละรายการ และผู้รับผิดชอบ รวมทั้งผลการดำเนินการกรณีที่ผลการตรวจรับไม่เป็นไปตามหลักเกณฑ์ที่กำหนด เพื่อให้มั่นใจได้ว่าวัตถุดิบหลักที่นำไปใช้ในกระบวนการผลิตเป็นไปตามหลักเกณฑ์ที่กำหนด
1.2	จัดเก็บบันทึกผลการตรวจสอบ/ทดสอบ วัตถุดิบหลัก รวมถึงการดำเนินการกรณีที่ผลการตรวจสอบ/ทดสอบไม่เป็นไปตามหลักเกณฑ์ที่กำหนด

วัตถุดิบหลัก อย่างน้อยควรมีข้อมูลดังต่อไปนี้

1. เนื้อดินสำเร็จรูป ต้องตรวจสอบสมบัติหรือมีเอกสารแสดงสมบัติ ดังนี้
 - 1.1 องค์ประกอบเคมี (ตัวอย่างแสดงดังภาคผนวก 1)¹
 - 1.2 ความชื้น (ตัวอย่างวิธีการทดสอบตามภาคผนวก 2 ข้อ 1)²
 - 1.3 ขนาดอนุภาค¹
 - 1.4 กากที่ค้างบนร่ง (ตัวอย่างวิธีการทดสอบตามภาคผนวก 2 ข้อ 3)²
 - 1.5 การหดตัวเชิงเส้นหลังอบและหลังเผา (ตัวอย่างวิธีการทดสอบตามภาคผนวก 2 ข้อ 4)²
 - 1.6 ความบิดเบี้ยว (Warpage) (ตัวอย่างวิธีการทดสอบตามภาคผนวก 2 ข้อ 5)¹
 - 1.7 มอดูลัสแตกร้าว (MOR) (ตัวอย่างวิธีการทดสอบตามภาคผนวก 2 ข้อ 6)¹
 - 1.8 สัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากความร้อน (COE) (ตัวอย่างวิธีการทดสอบตามภาคผนวก 2 ข้อ 7)¹
 - 1.9 สีหลังเผา (ตัวอย่างวิธีการทดสอบตามภาคผนวก 2 ข้อ 8)²
2. วัตถุดิบที่ใช้ในการทำเคลือบ ต้องตรวจสอบสมบัติหรือมีเอกสารแสดงสมบัติ ดังนี้
 - 2.1 องค์ประกอบเคมี¹
 - 2.2 ขนาดอนุภาค¹
 - 2.4 สัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากความร้อน (COE) (ตัวอย่างวิธีการทดสอบตามภาคผนวก 2 ข้อ 7)¹
 - 2.5 สีหลังเผา (ตัวอย่างวิธีการทดสอบตามภาคผนวก 2 ข้อ 8)²

หมายเหตุ ¹ หมายถึง ผู้ประกอบการสามารถขอรายละเอียดจากผู้ขาย (Supplier)

² หมายถึง ผู้ประกอบการสามารถทำการทดสอบได้เอง

ส่วนที่ 2 การควบคุมในระหว่างกระบวนการผลิต

2. การควบคุมในระหว่างกระบวนการผลิต	
ผู้ยื่นคำขอ/ผู้ได้รับการรับรอง ต้อง	
2.1	กำหนดรายละเอียดวิธีการตรวจสอบ/ทดสอบผลิตภัณฑ์ (รวมถึงชิ้นงาน) ในแต่ละขั้นตอนระหว่างกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์รายละเอียดดังกล่าวอย่างน้อยควรประกอบด้วย ความถี่ วิธีการสุ่มตัวอย่างตามเวลา (เช่น มีการสุ่มทุกๆ 2 ชั่วโมงเพื่อทดสอบดูการตกตะกอน/ความชื้น) วิธีการตรวจสอบ/ทดสอบ ข้อกำหนดในการตรวจสอบ/ทดสอบ (specification) เกณฑ์การยอมรับ ข้อกำหนดและ/หรือมาตรฐานที่ใช้อ้างอิง(ถ้ามี) และผู้รับผิดชอบ รวมทั้งการดำเนินการกรณีที่เกิดการตรวจสอบ/ทดสอบ ไม่เป็นไปตามหลักเกณฑ์ที่กำหนด
2.2	ดำเนินการตรวจสอบ/ทดสอบ ผลิตภัณฑ์ (รวมถึงชิ้นงาน) ในแต่ละขั้นตอนระหว่างกระบวนการผลิต ผลิตภัณฑ์ ตามวิธีการและหลักเกณฑ์ที่กำหนดไว้
2.3	จัดเก็บบันทึกผลการตรวจสอบ/ทดสอบ ผลิตภัณฑ์ (รวมถึงชิ้นงาน) รวมถึงผลการดำเนินการกรณีที่เกิดการตรวจสอบ/ทดสอบ ไม่เป็นไปตามหลักเกณฑ์ที่กำหนด

ในกระบวนการผลิต ต้องมีการควบคุมคุณภาพแต่ละขั้นตอน เพื่อช่วยลดปัญหาและตำหนิต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้นได้บนผลิตภัณฑ์ ซึ่งในแต่ละขั้นตอนมีการควบคุมภาพ ดังนี้

1. เนื้อดิน (หลังผ่านเครื่องรีดดิน) ต้องตรวจสอบสมบัติหรือมีเอกสารแสดงสมบัติ ดังนี้
 - 1.1 ความชื้น (ตัวอย่างวิธีการทดสอบตามภาคผนวก 2 ข้อ 1)²
 - 1.2 ความแข็งของเนื้อดิน (ตัวอย่างวิธีการทดสอบตามภาคผนวก 2 ข้อ 2)²
2. น้ำดิน ต้องตรวจสอบสมบัติหรือมีเอกสารแสดงสมบัติ ดังนี้
 - 2.1 ความถ่วงจำเพาะ (ตัวอย่างวิธีการทดสอบตามภาคผนวก 2 ข้อ 9)²
 - 2.2 ความหนืด (ตัวอย่างวิธีการทดสอบตามภาคผนวก 2 ข้อ 10)²
3. น้ำเคลือบ ต้องตรวจสอบสมบัติหรือมีเอกสารแสดงสมบัติ ดังนี้
 - 3.1 ความถ่วงจำเพาะ (ตัวอย่างวิธีการทดสอบตามภาคผนวก 2 ข้อ 9)²
 - 3.2 การไหลตัวของเคลือบหลังเผา (ตัวอย่างวิธีการทดสอบตามภาคผนวก 2 ข้อ 11)²

หมายเหตุ ¹ หมายถึง ผู้ประกอบการสามารถขอรายละเอียดจากผู้ขาย (Supplier)

² หมายถึง ผู้ประกอบการสามารถทำการทดสอบได้เอง

ส่วนที่ 3 การควบคุมผลิตภัณฑ์สำเร็จ

3. การควบคุมผลิตภัณฑ์สำเร็จ	
ผู้ยื่นคำขอ/ผู้ได้รับการรับรอง ต้อง	
3.1	กำหนดรายละเอียดวิธีการตรวจสอบ/ทดสอบผลิตภัณฑ์สำเร็จ เพื่อให้มั่นใจได้ว่าผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปมีคุณภาพเป็นไปตามข้อกำหนดและ/หรือมาตรฐานที่ใช้อ้างอิง รายละเอียดดังกล่าวอย่างน้อย ควร ประกอบด้วย ความถี่ วิธีการสุ่มตัวอย่าง วิธีการตรวจสอบ/ทดสอบ ข้อกำหนดในการตรวจสอบ/ทดสอบ(specification) เกณฑ์การยอมรับ ข้อกำหนดและ/หรือมาตรฐานที่ใช้อ้างอิง (ถ้ามี) และ ผู้รับผิดชอบ รวมทั้งการดำเนินการกรณีที่ผลการตรวจสอบ/ทดสอบไม่เป็นไปตามหลักเกณฑ์ที่กำหนด
3.2	ดำเนินการตรวจสอบ ทดสอบ ผลิตภัณฑ์สำเร็จ ตามวิธีการและหลักเกณฑ์ที่กำหนดไว้
3.3	จัดเก็บบันทึกผลการตรวจสอบ/ทดสอบ ผลิตภัณฑ์สำเร็จ รวมถึงผลการดำเนินการกรณีที่ผลการตรวจสอบ/ทดสอบไม่เป็นไปตามหลักเกณฑ์ที่กำหนด

ผลิตภัณฑ์ ต้องตรวจสอบสมบัติหรือมีเอกสารแสดงสมบัติ ดังนี้

1. การดูดซึมน้ำ (ตัวอย่างวิธีการทดสอบตามภาคผนวก 2 ข้อ 12)³
2. ความทนต่อการเปลี่ยนอุณหภูมิโดยฉับพลัน (ตัวอย่างวิธีการทดสอบตามภาคผนวก 2 ข้อ 13)³
3. ความแข็งแรงของภาชนะต่อแรงกระแทก (ตัวอย่างวิธีการทดสอบตามภาคผนวก 2 ข้อ 14)³
4. ความทนต่อการราน (ตัวอย่างวิธีการทดสอบตามภาคผนวก 2 ข้อ 15)³
5. สีหลังเผา (ตัวอย่างวิธีการทดสอบตามภาคผนวก 2 ข้อ 8)²
6. ลักษณะผิวเคลือบหลังเผา ทดสอบโดยการตรวจพินิจ ซึ่งพิจารณาลักษณะทั่วไป ดังนี้

ลักษณะทั่วไป

1. ลักษณะภาชนะเซรามิก

- (1) ภาชนะทุกใบในรุ่นเดียวกันต้องมีแบบ สี และการตกแต่งแบบเดียวกัน
- (2) ถ้วยต้องวางตรงกลางจานรอง (ถ้ามี) ได้สนิท ไม่โคลงเคลง หรือหมุนได้
- (3) ภาชนะ (ถ้ามี) ต้องอยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้องตามแบบของผู้ทำ
- (4) ปากหรือพวย ต้องมีลักษณะที่ยกขึ้นรินแล้วไม่ทำให้ของเหลวไหลย่อยลงมาตามตัวภาชนะ
- (5) ฝา (ถ้ามี) ต้องปิดได้พอดีไม่โคลงเคลง และไม่หลุดจากตัวภาชนะที่มีปากหรือพวย เมื่อรินของเหลวออกโดยภาชนะเอียงไม่เกิน 60 องศาจากแนวตั้ง
- (6) ขอบของภาชนะทุกใบต้องไม่เอียงเมื่อวางภาชนะบนแผ่นราบ
- (7) ผิวทั้งหมดที่มองเห็นได้ต้องเคลือบสม่ำเสมอจนจุก (stopcock) ส่วนที่เป็นเกลียว และผิวที่ขอบล่างสุดของฐานภาชนะซึ่งไม่จำเป็นต้องเคลือบ แต่ผิวที่ไม่ได้เคลือบนี้ต้องเรียบร้อย
- (8) ความเบี้ยว (เฉพาะภาชนะแบบวงกลม) เส้นตรงที่ลากผ่านจุดศูนย์กลางต่างกันได้ไม่เกินร้อยละ 1.5
- (9) ขอบปิดเบี้ยว ภาชนะมีขอบปิดเบี้ยวได้ไม่เกิน 2 มิลลิเมตร
- (10) ความราบ (เฉพาะภาชนะก้นตื้น) พื้นภาชนะต้องราบเรียบ ค่าที่วัดได้ที่ตำแหน่งสูงสุดและต่ำสุด ต่างกันได้ไม่เกิน 2 มิลลิเมตร

หมายเหตุ ไม่พิจารณาลักษณะภาชนะเซรามิก กรณีเป็นผลิตภัณฑ์ที่ตั้งใจออกแบบเป็นงานศิลปะ

² หมายถึง ผู้ประกอบสามารถทำการทดสอบได้เอง

³ ผู้ประกอบการสามารถส่งผลิตภัณฑ์เพื่อกรมวิทยาศาสตร์ทำการทดสอบสมบัติต่างๆ

2. ข้อบกพร่อง ต้องไม่พบข้อบกพร่องสำคัญ

ข้อบกพร่องสำคัญ	ชนิดเซรามิก		
	พอร์ซเลน มอก.564-2546	เออร์เทนแวร์ มอก.601-2546	สโตนแวร์ มอก.602-2546
ลักษณะแบบกันลิก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 130 มิลลิเมตรขึ้นไป และลักษณะแบบกันดิน			
1. จุดขนาดตั้งแต่ 0.5 มิลลิเมตรขึ้นไปทางด้านในภาชนะ		X	
2. จุดขนาด 0.25 มิลลิเมตร แต่ไม่ถึง 0.5 มิลลิเมตร ตั้งแต่ 4 จุดขึ้นไปทางด้านในภาชนะ		X	
3. รูเข็มขนาดตั้งแต่ 0.5 มิลลิเมตรขึ้นไป		X	
4. รูเข็มขนาดตั้งแต่ 0.25 มิลลิเมตร แต่ไม่ถึง 0.5 มิลลิเมตร ตั้งแต่ 4 จุดขึ้นไปทางด้านในภาชนะ		X	
5. ฟันหรือเศษวัสดุฝังในขนาดตั้งแต่ 1 มิลลิเมตร ขึ้นไป		X	
6. รอยร้าว ราน		X	
7. รอยเปื้อนเนื่องจากการตกแต่ง		X	
8. สีสันมาตรฐานจากผู้ทำกำหนด		X	
9. การตกแต่งผิดที่ หรือไม่สมบูรณ์		X	
10. รอยบิน ยกเว้นรอยบินของเนื้อขนาดเล็กกว่า 1.5 มิลลิเมตรที่ขอบ และเล็กกว่า 3.0 มิลลิเมตร ที่ก้นภาชนะด้านที่สัมผัสกับพื้นแต่ได้ผ่านการเคลือบแล้ว		X	
11. จุดที่เคลือบไม่ติด ยกเว้นจุดที่เกิดจากเครื่องยึดภาชนะในการพ่นเคลือบ และจุดที่รองรับภาชนะในการเคลือบเผา		X	
12. รอยนูน (blister)		X	
13. ผิวเคลือบหนาจนมีโพรงอากาศ		X	
ลักษณะแบบกันลิก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 130 มิลลิเมตร			
1. จุดขนาดตั้งแต่ 0.5 มิลลิเมตรขึ้นไปทางด้านนอกภาชนะ		X	
2. จุดขนาด 0.25 มิลลิเมตร แต่ไม่ถึง 0.5 มิลลิเมตร ตั้งแต่ 4 จุดขึ้นไปทางด้านนอกภาชนะ		X	
3. รูเข็มขนาดตั้งแต่ 0.8 มิลลิเมตรขึ้นไป		X	
4. รูเข็มขนาดตั้งแต่ 0.25 มิลลิเมตร แต่ไม่ถึง 0.8 มิลลิเมตร ตั้งแต่ 4 จุดขึ้นไปทางด้านในภาชนะ		X	
5. ฟันหรือเศษวัสดุฝังในขนาดตั้งแต่ 1 มิลลิเมตร ขึ้นไป		X	
6. รอยร้าว ราน		X	
7. รอยเปื้อนเนื่องจากการตกแต่ง		X	
8. สีสันมาตรฐานจากผู้ทำกำหนด		X	
9. การตกแต่งผิดที่ หรือไม่สมบูรณ์		X	
10. รอยบิน ยกเว้นรอยบินของเนื้อขนาดเล็กกว่า 1.5 มิลลิเมตรที่ขอบ และเล็กกว่า 3.0 มิลลิเมตร ที่ก้นภาชนะด้านที่สัมผัสกับพื้นแต่ได้ผ่านการเคลือบแล้ว		X	
11. จุดที่เคลือบไม่ติด ยกเว้นจุดที่เกิดจากเครื่องยึดภาชนะในการพ่นเคลือบ และจุดที่รองรับภาชนะในการเคลือบเผา		X	
12. รอยนูน (blister)		X	
13. ผิวเคลือบหนาจนมีโพรงอากาศ		X	

ส่วนที่ 4 อุปกรณ์/เครื่องตรวจวัดและทดสอบ

4. อุปกรณ์/เครื่องตรวจวัดและทดสอบ
ผู้ยื่นคำขอ/ผู้ได้รับการรับรองต้องจัดหาอุปกรณ์เครื่องตรวจวัดและทดสอบตามที่กำหนดไว้ในหลักเกณฑ์ข้อกำหนดเฉพาะสำหรับผลิตภัณฑ์ของแต่ละผลิตภัณฑ์เป็นอย่างน้อยเพื่อทดสอบประจำที่โรงงาน และควรระบุรายละเอียดที่สำคัญของอุปกรณ์เครื่องตรวจวัดและทดสอบที่มี (เช่น รายการอุปกรณ์เครื่องตรวจวัดและทดสอบ serial number ความสามารถในการวัดช่วงใช้งาน ค่าความละเอียด เกณฑ์การยอมรับ ค่าแก้ (ถ้ามี))

ควรระบุรายการอุปกรณ์เครื่องตรวจวัดและทดสอบ เช่น

- เครื่องวัดอุณหภูมิ เช่น Pyrometric cone Buller ring เทอร์โมคัปเปิล เทอร์โมมิเตอร์ชนิดอินฟราเรด
- เครื่องชั่ง
- ตู้อบ
- ตะแกรงร่อน

ส่วนที่ 5 กระบวนการผลิตและการบริการ

5. กระบวนการผลิตและการบริการ	
5.1 การควบคุมกระบวนการผลิตและการบริการ	
ผู้ยื่นคำขอ/ผู้ได้รับการรับรอง ต้อง	
5.1.1	วางแผนและเตรียมความพร้อมในการผลิตและการบริการภายใต้ภาวะเงื่อนไขเท่าที่จะทำได้ โดยควรครอบคลุมถึง
ก)	ข้อมูลเกี่ยวกับคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ได้รับคำสั่งซื้อมาจากลูกค้า
ข)	วิธีการปฏิบัติงาน (ถ้าจำเป็น)
ค)	การใช้อุปกรณ์ที่เหมาะสม
ง)	การจัดเตรียมและใช้เครื่องมือตรวจวัดและเฝ้าติดตาม และการดำเนินการตรวจวัดและเฝ้าติดตาม รวมทั้งการดำเนินการกรณีที่เกิดการควบคุมกระบวนการผลิตและการบริการไม่เป็นไปตามหลักเกณฑ์ที่กำหนด เพื่อให้มั่นใจได้ว่าการควบคุมกระบวนการผลิตและการบริการที่เพียงพอและเหมาะสมสำหรับการผลิตผลิตภัณฑ์ให้เป็นไปตามหลักเกณฑ์ข้อกำหนดเฉพาะสำหรับผลิตภัณฑ์นั้นๆ
5.1.2	ดำเนินการตรวจวัดและเฝ้าติดตามการควบคุมกระบวนการผลิตและการบริการ ตามวิธีการและหลักเกณฑ์ที่กำหนดไว้
5.1.3	ระบุรายละเอียดการดำเนินการอนุมัติปล่อยผลิตภัณฑ์ การส่งมอบ และกิจกรรมหลังการส่งมอบ
5.1.4	รับรองกระบวนการผลิตและการบริการ กรณีที่ไม่สามารถทวนสอบผลที่ได้จากกระบวนการโดยการตรวจวัดหรือการเฝ้าติดตามในกระบวนการนั้น รวมถึงกระบวนการที่อาจพบข้อบกพร่องได้ก็ต่อเมื่อผลิตภัณฑ์ถูกนำไปใช้งานหรือส่งมอบการบริการไปแล้ว การรับรองกระบวนการผลิตและการบริการควรแสดงให้เห็นถึงความสามารถของกระบวนการในการบรรลุผลตามแผนที่วางไว้ซึ่งควรประกอบด้วย
ก)	การกำหนดเกณฑ์ในการทบทวนและอนุมัติกระบวนการต่างๆ
ข)	การอนุมัติอุปกรณ์และคุณสมบัติของบุคลากร
ค)	การใช้วิธีการและขั้นตอนการปฏิบัติงานที่กำหนด

ง)	บันทึกผลการดำเนินการที่เกี่ยวข้อง
จ)	การดำเนินการรับรองซ้ำ
5.2 การซึบและการสอบกลับได้	
ผู้ยื่นคำขอ/ผู้ได้รับการรับรอง ต้อง	
ก)	ซึบผลิตภัณฑ์ด้วยวิธีการที่เหมาะสมตลอดการผลิต เมื่อมีความจำเป็น
ข)	ซึบสถานะของผลิตภัณฑ์ ตามข้อกำหนดการเฝ้าติดตามและการตรวจวัด
ค)	ควบคุมและบันทึกการซึบผลิตภัณฑ์อย่างเป็นเอกลักษณ์ (unique) หากจำเป็นต้องสอบกลับ
5.4 การดูแลรักษาผลิตภัณฑ์	
ผู้ยื่นคำขอ/ผู้ได้รับการรับรอง ต้อง	
ก)	ดูแลรักษาผลิตภัณฑ์ให้เป็นไปตามข้อกำหนดตลอดการดำเนินการภายในโรงงาน จนกระทั่งส่งมอบไปถึงจุดหมายปลายทางที่กำหนดและครอบคลุม การซึบ การเคลื่อนย้าย การบรรจุ การจัดเก็บ ตลอดจนการป้องกัน ซึ่งรวมถึงขั้นส่วนที่เป็นส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ด้วย

ส่วนที่ 6 การจัดซื้อ

6. การจัดซื้อ	
ผู้ยื่นคำขอ/ผู้ได้รับการรับรอง ต้อง	
6.1	มั่นใจได้ว่าผลิตภัณฑ์ที่จัดซื้อสอดคล้องกับข้อกำหนดการจัดซื้อที่กำหนดไว้ ประเภทและความเข้มงวดในการควบคุมขั้นกับผล กระทบของผลิตภัณฑ์ที่จัดซื้อมีต่อกระบวนการผลิตหรือผลิตภัณฑ์ขั้นสุดท้ายจากการใช้ผลิตภัณฑ์ที่จัดซื้อ
ก)	ประเมินและคัดเลือกผู้ขาย โดยพิจารณาจากความสามารถในการส่งมอบผลิตภัณฑ์ตามข้อกำหนดที่กำหนด
ข)	กำหนดเกณฑ์การคัดเลือก การประเมิน และการประเมินสมรรถนะเป็นระยะๆ
ค)	เก็บรักษาบันทึกผลการประเมินและผลการดำเนินการ
6.2	ข้อมูลการจัดซื้อต้องมีข้อมูลที่ระบุถึงรายละเอียดของผลิตภัณฑ์ที่จัดซื้อ ที่ครอบคลุมถึงสิ่งต่อไปนี้ ตามความเหมาะสม
ก)	ข้อกำหนดสำหรับการอนุมัติผลิตภัณฑ์ ขั้นตอนการปฏิบัติงาน กระบวนการ และอุปกรณ์
ข)	ข้อกำหนดด้านคุณสมบัติของบุคลากร
ค)	ข้อกำหนดของระบบการบริหารงานคุณภาพ
ผู้ยื่นคำขอ/ผู้ได้รับการรับรอง ต้อง มั่นใจได้ว่าระบุข้อมูลการจัดซื้อเพียงพอ ก่อนที่จะดำเนินการจัดซื้อ	
6.3	การทวนสอบผลิตภัณฑ์ที่จัดซื้อต้องกำหนดและดำเนินการตรวจสอบหรือกิจกรรมอื่นที่จำเป็น เพื่อให้มั่นใจได้ว่าผลิตภัณฑ์ที่จัดซื้อเป็นไปตามข้อกำหนดที่ระบุไว้
6.4	หากผู้ยื่นคำขอ/ผู้ได้รับการรับรอง หรือลูกค้าต้องการทวนสอบ ณ สถานที่ของผู้ขายผลิตภัณฑ์ที่จัดซื้อต้องระบุการทวนสอบและวิธีการตรวจรับผลิตภัณฑ์ไว้ในข้อมูลการสั่งซื้อ

ภาคผนวก 1

ตารางที่ 1 และ 2 : อ้างอิงจากเอกสาร European Commission, Reference Document on Best Available Techniques in the Ceramic Manufacturing Industry, August 2007

ตารางที่ 1 วัตถุดิบในเนื้อดินสำเร็จรูปที่ใช้ผลิตภาชนะเซรามิกประเภทต่างๆ

ประเภท วัตถุดิบ	พอร์ซเลน	เออร์เทนแวร์	สโตนแวร์	บอนไซน่า
ดินขาว	55	25	0	25
ดินดำ	0	15 – 25	0	0
แร่ฟันม้า	15	0 – 15	30	25
ทัลค์	0	0 – 35	0	0
ซิลิกา	30	20 – 35	70	0
ฟลินท์	0	0	0	0
เถ้ากระดูก	0	0	0	50
Nepheline syenite มีสมบัติเช่นเดียวกับแร่ฟันม้าหรือเถ้ากระดูก				

ตารางที่ 2 ปริมาณซิลิกอนออกไซด์ อะลูมิเนียมออกไซด์และธาตุอื่นๆ ซึ่งเป็นองค์ประกอบเคมีของวัตถุดิบ

องค์ประกอบเคมี วัตถุดิบ	ซิลิกา (SiO ₂)	อะลูมินา (Al ₂ O ₃)	อื่นๆ
ดินขาว	55	35	10
ดินดำ	75	20	5
แร่ฟันม้า	70	20	10
Nepheline syenite	60	25	15
ทัลค์	60	0	40 (MgO)
ซิลิกา	95	0	5
ฟลินท์	90	0	10
เถ้ากระดูก	0	0	100 (Ca ₅ (PO ₄) ₃ OH)

ภาคผนวก 2

ตัวอย่างวิธีการทดสอบ

1. ความชื้น

1.1 เครื่องมือ

1. ภาชนะโลหะหรือพอร์ซเลน
2. ตู้อบ
3. เครื่องชั่งที่ชั่งได้ละเอียดถึง 0.1 กรัม

1.2 วิธีทดสอบ

ชั่งตัวอย่าง (m) ประมาณ 500 กรัม ใส่ในภาชนะโลหะหรือพอร์ซเลนที่สะอาดและแห้ง แล้วนำเข้าตู้อบที่อุณหภูมิ 105 ± 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 24 ชั่วโมง แล้วชั่งใหม่ทันทีอีกครั้งหนึ่ง (m_1)

1.3 วิธีคำนวณ

$$\text{ความชื้น ร้อยละ} = \frac{m - m_1}{m} \times 100$$

เมื่อ m คือ มวลตัวอย่างก่อนอบ เป็น กรัม

m_1 คือ มวลตัวอย่างหลังอบ เป็น กรัม

โดยค่าความชื้นที่วัดได้ต้องไม่เกินค่าที่ระบุไว้ที่ฉลาก

2. ความแข็งของดิน (Strength of Soil)

นอกจากนี้ในปัจจุบัน เพื่อความสะดวกและรวดเร็ว ผู้ประกอบการมักใช้เครื่องวัดค่าความแข็งของดิน (Strength of Soil) ในการเทียบหาความชื้นในดินอย่างคร่าวๆ โดยการเสียบเครื่องวัดความแข็งของดินลงในดินแล้วอ่านค่าความแข็งของดิน จากนั้นก็แปลงค่าความแข็งเป็นค่าความชื้นของดิน ซึ่งวิธีนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้ทั้งดิน วัตถุขี้และเนื้อดินสำเร็จรูป

3. กากที่ค้ำแรง

3.1 เครื่องมือ

1. แร่งมาตรฐาน
2. เครื่องชั่งที่ชั่งได้ละเอียดถึง 0.01 กรัม
3. ตู้อบ
4. ปีกเกอร์ขนาด 2 ลูกบาศก์เดซิเมตร

3.2 วิธีทดสอบ

ชั่งตัวอย่างที่อบแห้งแล้วตามวิธีทดสอบข้อ 1.2 ประมาณ 250 กรัม ให้ทราบมวลที่แน่นอนถึง 0.01 กรัม (m) ใส่ในปีกเกอร์ เติมน้ำประมาณ 1 ลูกบาศก์เดซิเมตร กวนตัวอย่างให้เม็ดดินกระจายกันทั่วแล้วเทผ่าน

แรงมาตรฐาน ล้างปีกเกอร์ เทน้ำล้างปีกเกอร์ใส่ลงในแรงให้หมด แล้วล้างตัวอย่างในแรงต่อไปจนไม่มีเม็ดดินผ่านแรงได้อีก แล้วจึงนำแรงที่มีกากเหลือค้างอยู่ไปอบที่อุณหภูมิ 105 ± 5 องศาเซลเซียส จนแห้งได้มวลคงที่ หักมวลของแรงออก จะได้มวลของกากที่ค้างบนแรง (m_1) นำผลที่ได้ไปคำนวณหากากค้างตะแกรงเป็นร้อยละ และให้ทดสอบตัวอย่าง 3 ครั้ง เพื่อหาค่าเฉลี่ย

3.3 วิธีคำนวณ

กากที่ค้างแรง

$$\text{ร้อยละของมวลรอบแห้ง} = \frac{100m_1}{m}$$

เมื่อ m_1 คือ มวลกาก เป็น กรัม

m คือ มวลตัวอย่าง เป็น กรัม

4. การหัดตัวเชิงเส้นหลังอบและหลังเผา

4.1 เครื่องมือ

1. แบบหล่อทองเหลืองที่มีขนาดด้านใน 25 มิลลิเมตร x 25 มิลลิเมตร x 115 มิลลิเมตร
2. เวอร์เนียร์แคลิเปอร์ส
3. ตู้อบที่รักษาอุณหภูมิได้ในช่วง 110 ± 5 องศาเซลเซียส
4. เดซิกเคเตอร์

4.2 วิธีทดสอบ

ชิ้นทดสอบเตรียมได้จากขึ้นรูปโดยวิธีหล่อแบบ หรือวิธีรีด (Extrusion) หรืออัดด้วยแบบพิมพ์โลหะ จากนั้นทำระยะอ้างอิงเป็นเส้นบนชิ้นทดสอบยาว 100 มิลลิเมตร ในแบบพิมพ์ นำชิ้นทดสอบที่ทำเครื่องหมายแล้ววางบนแผ่นปูนพลาสติกหนาประมาณ 25 มิลลิเมตร หรือบนแผ่นไม้ผิวเรียบหนาประมาณ 10 มิลลิเมตร แล้วใช้แผ่นปูนพลาสติกหรือแผ่นไม้ขนาดเท่ากันวางทับด้านบน พลิกชิ้นทดสอบทุก 10 นาที เพื่อป้องกันการบิดเบี้ยวปล่อยทิ้งไว้ให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นนำชิ้นทดสอบไปอบให้แห้งจนมวลคงที่ในตู้อบที่อุณหภูมิ 100 ถึง 110 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วนำออกมาทิ้งไว้ให้เย็นในเดซิกเคเตอร์ และวัดการหดตัวหลังการอบโดยวัดระยะห่างระหว่างจุด 2 จุด (L_d) หลังจากนั้นนำชิ้นทดสอบไปเผาที่อุณหภูมิที่ต้องการ และทำการวัดการหดตัวหลังการเผาโดยวัดระยะห่างระหว่างจุด 2 จุด (L_p)

4.3 วิธีคำนวณ

คำนวณหาการหดตัวหลังอบของชิ้นทดสอบแต่ละชิ้นจากสูตร แล้วหาค่าเฉลี่ย

$$\text{การหดตัวหลังอบ, ร้อยละ} \quad S_d = \frac{L_p - L_d}{L_p} \times 100$$

เมื่อ L_p คือ ความยาวของระยะอ้างอิง (100 มิลลิเมตร)

L_d คือ ความยาวหลังอบของระยะอ้างอิง เป็น มิลลิเมตร

คำนวณหาการหดตัวหลังเผาของชิ้นทดสอบแต่ละชิ้นจากสูตร แล้วหาค่าเฉลี่ยการหดตัวหลังเผา

การหดตัวหลังเผา, ร้อยละ
$$S_t = \frac{L_p - L_f}{L_p} \times 100$$

เมื่อ L_p คือ ความยาวของระยะอ้างอิง (100 มิลลิเมตร)

L_f คือ ความยาวหลังเผาของระยะอ้างอิง เป็น มิลลิเมตร

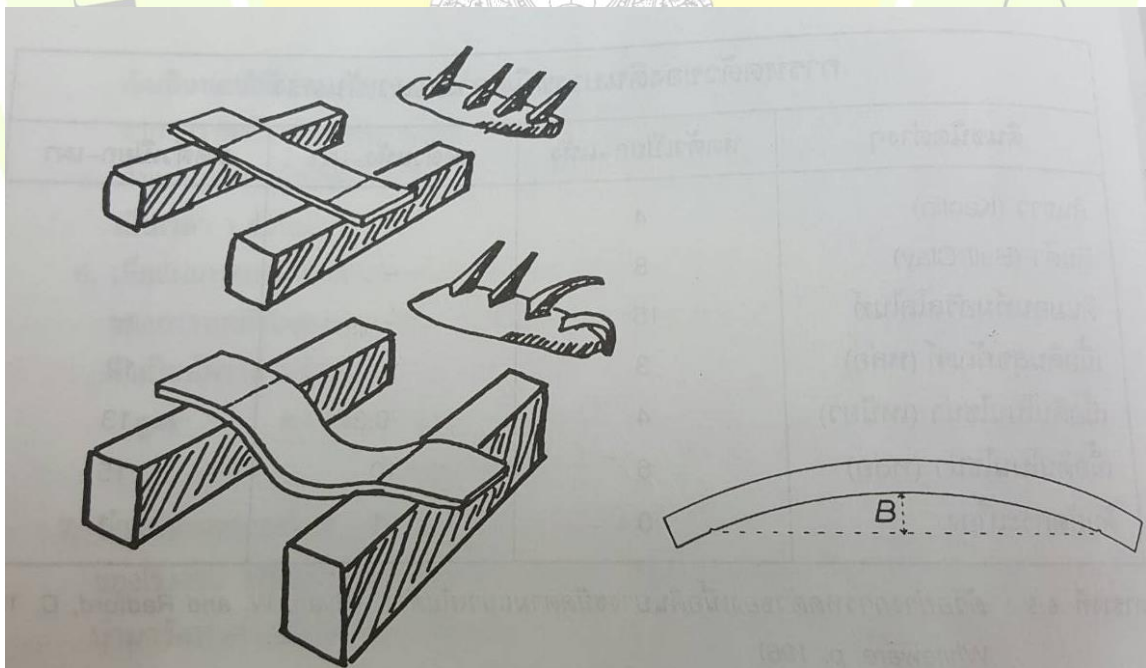
5. ความบิดเบี้ยว (Warpage)

5.1 เครื่องมือ

1. แบบพิมพ์ปูนปลาสเตอร์และผ่านการเผาเรียบร้อยแล้ว
2. เต้าเผา
3. ไม้บรรทัดที่มีความละเอียดถึง 1 มิลลิเมตร

5.2 วิธีการทดสอบ

ขึ้นรูปแผ่นทดสอบจำนวน 2 แผ่นจากแบบพิมพ์ปูนปลาสเตอร์ขีดหัวท้ายห่างกัน 10 เซนติเมตรตามขวาง จากนั้นนำแผ่นทดสอบเข้าเต้าเผา โดยวางอยู่บนวัสดุทนไฟ 2 แผ่นให้หัวท้ายห่างกัน 10 เซนติเมตร พอดีกับเส้นขวางที่ขีดไว้ (ดูภาพประกอบที่ 1) ตรวจสอบดูการหดตัวของแผ่นทดสอบ และตรวจสอบในอุณหภูมิเผาสูงเนื้อดินมีแนวโน้มที่จะโค้งงอหรือการหดตัวหลังเผา โดยให้คว่ำแผ่นทดสอบบนแผ่นระนาบใช้ไม้บรรทัดทาบที่เส้นระยะห่าง 10 เซนติเมตร จากจุดกึ่งกลางของ 10 เซนติเมตร ทั้ง 2 จุด วัดค่าความโค้งงอตรงส่วนโค้งมากที่สุดเป็นหน่วยมิลลิเมตร เนื้อดินที่มีช่วงการเผายาวเมื่อสุกตัวแล้วค่าความโค้งงอจะมีน้อย ไม่บิดเบี้ยวเสียรูปทรงได้ง่ายในระหว่างการเผา



ภาพที่ 1 การวางแผ่นทดสอบบนขอบ 2 ข้างห่างกัน 10 ซม.
และวิธีวัดค่าความโค้งงอของดิน

6. มอดูลัสแตกร้าว (Modulus of Rupture – MOR)

6.1 เครื่องมือ

1. แท่งทดสอบรูปร่างสี่เหลี่ยมผืนผ้า
2. เครื่องทดสอบความทนต่อการแตกหัก
3. เดซิกเคเตอร์

6.2 วิธีทดสอบ

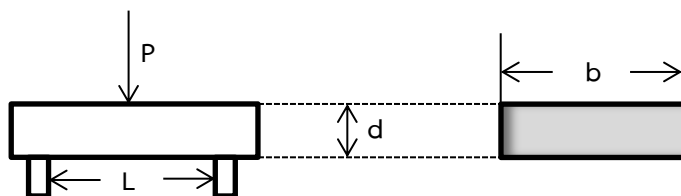
นำดินที่นวดผสมแล้วมาปั้นเป็นแท่ง ทดสอบด้วยวิธีการอัดลงไปแบบพิมพ์ที่มีรูปร่างเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า โดยมีความยาว กว้าง และหนา ตามที่กำหนดไว้แล้วจดบันทึกไว้ จากนั้นนำแท่งทดสอบไปผึ่งให้แห้ง หรือนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 110 ± 5 องศาเซลเซียส ปล่อยให้แท่งทดลองเย็นตัวอยู่ในเดซิกเคเตอร์ (เนื่องจากค่าความชื้นที่เปลี่ยนแปลง มีผลต่อค่าการทดสอบความแกร่งมาก ดังนั้นควรทดสอบทันทีหลังอบแห้งสนิทที่ 110 ± 5 องศาเซลเซียส และปล่อยให้เย็นในเดซิกเคเตอร์) แล้วจึงนำไปหักด้วยเครื่องที่เหมาะสมให้หักออกเป็น 2 ท่อน อัตราการเพิ่มแรงประมาณ 45 กิโลกรัมหรือ 100 ปอนด์ต่อนาที (ดังภาพประกอบที่ 2) ความกว้างและความหนาของแท่งทดลองวัดตรงจุดแตก การวัดควรวัด 3 จุดและหาค่าเฉลี่ย ควรวัดความละเอียดได้ถึง 0.25 มิลลิเมตร หรือ 0.01 นิ้ว จดบันทึกแรงกดที่ทำให้แท่งทดสอบหัก แล้วนำไปคำนวณหาค่าความแข็งแรง

จากสูตรดังต่อไปนี้

$$MOR = \frac{3PL}{2bd^2}$$

- เมื่อ
- MOR = ค่าความแข็งแรงของดิน (กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร)
 - P = แรงกดที่ทำให้แท่งทดสอบหัก (กิโลกรัม)
 - L = ระยะห่างของแท่งรองรับแท่งทดสอบ (เซนติเมตร)
 - b = ความกว้างของแท่งทดสอบ (เซนติเมตร)
 - d = ความหนาของแท่งทดสอบ (เซนติเมตร)

ค่า MOR ใช้ค่าเฉลี่ยจากแท่งทดลอง 10 แท่ง และยอมให้ตัดทิ้งได้ไม่เกิน 2 แท่ง ค่า MOR ของแท่งทดลองแต่ละแท่งมีค่าไม่มากกว่าหรือน้อยกว่าค่า MOR เฉลี่ย 15% ถ้ามีค่าเกิน 15% ค่านั้นตัดทิ้งไปถ้าต้องตัดทิ้งเกิน 2 แท่ง จะต้องเริ่มต้นทำใหม่



ภาพที่ 2 ภาพประกอบ Modulus of Rupture



7. สัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากความร้อน (Coefficient of Thermal Expansion : COE)

เคลือบควรมีสัมประสิทธิ์การขยายตัวต่ำกว่าเนื้อดิน เพื่อให้อยู่ในภาวะแรงอัด ช่วยเพิ่มความแข็งแรงให้แก่ผลิตภัณฑ์ ถ้าเคลือบมีสัมประสิทธิ์การขยายตัวสูงกว่าเนื้อดิน จะทำให้เกิดการร้าว นอกจากนี้ผลของการทดสอบสามารถอ้างอิงถึงความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิโดยกะทันหัน (Thermal Shock) ของผลิตภัณฑ์ได้ นั่นคือ หากผลิตภัณฑ์มีการขยายตัวมากเมื่อได้รับความร้อนจะทำให้เกิดการแตก-ร้าวได้ง่าย การทดสอบสามารถทำได้โดยใช้เครื่อง dilatometer โดยผลิตภัณฑ์ทำจากดินจะมีการขยายตัวและหดตัวเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเช่นเดียวกัน โดยการเปลี่ยนแปลงขนาดหรือปริมาตรนี้จะมีความสัมพันธ์ขนาดเริ่มแรก อุณหภูมิที่ใช้ และสมบัติของวัตถุนั้น ซึ่งการศึกษาการเปลี่ยนแปลงขนาดที่เป็นผลเนื่องจากอุณหภูมินี้จะคำนวณออกมาเป็นค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากความร้อน (Coefficient of Thermal Expansion : COE) ซึ่งเป็นค่าของความแตกต่างของความยาวหรือปริมาตรของชิ้นงานที่เปลี่ยนไปเมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลงไป 1 องศาเซลเซียส เมื่อเทียบกับความยาวหรือปริมาตรเริ่มต้น

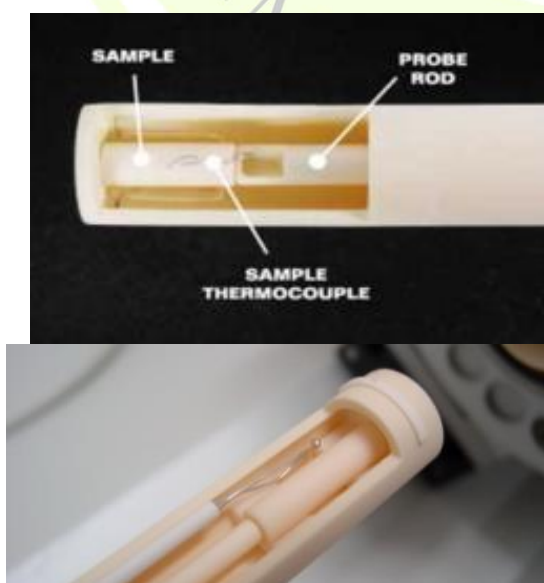
7.1 เครื่องมือ

1. เครื่อง dilatometer (ภาพประกอบที่ 3)

7.2 วิธีทดสอบ

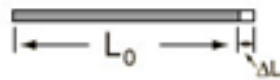
ช่วงอุณหภูมิที่ใช้ในการทดสอบโดยเครื่อง dilatometer เพื่อวัดค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากความร้อนนั้นโดยปกติจะอยู่ที่ช่วงอุณหภูมิห้องถึง 1,000 องศาเซลเซียส และช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากความร้อนจะอยู่ในช่วง 20 – 500 องศาเซลเซียส เพราะเป็นช่วงที่ไม่เกินอุณหภูมิของ Quartz inversion ซึ่งอาจจะทำให้ค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากความร้อนของชิ้นงานแตกต่างกันไปได้

การวัดการขยายตัวเนื่องจากความร้อนสามารถได้ทั้งตัวอย่างที่เป็นเนื้อดินและเคลือบ แต่มีความแตกต่างของการควบคุมการทดสอบ คือ การทดสอบเนื้อดินสามารถนำตัวอย่างเข้าเผาในเครื่องทดสอบจนถึงอุณหภูมิการใช้งานหรืออุณหภูมิจุดสุกตัวได้ แต่สำหรับเคลือบ ผู้ทดสอบต้องหยุดการทดสอบก่อนที่เคลือบจะถึงอุณหภูมิการหลอมตัว ทั้งนี้เพราะการหลอมตัวของเคลือบจะทำให้เครื่องทดสอบเสียหายได้



ภาพที่ 3 เครื่อง Dilatometer

ค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากความร้อน โดยทั่วไปจะคำนวณได้จากสมการดังต่อไปนี้



$$\alpha = \frac{\Delta L}{\Delta T L_0}$$

α = สัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากความร้อน, Linear Expansion

T_R = อุณหภูมิห้อง

T' = อุณหภูมิสูงสุดที่ใช้วัด

L_0 = ความยาวของชิ้นงานที่อุณหภูมิห้อง

L = ความยาวของชิ้นงานที่อุณหภูมิสูงสุด

$\Delta T = T' - T_R$ = อุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงเนื่องจากความร้อน

8. สีดินหลังเผา (Fired Colour)

8.1 เครื่องมือ

1. เครื่องวัดสี (Colour-meter)

8.2 วิธีทดสอบ

นำผลิตภัณฑ์หลังการเผาเปรียบเทียบกับตัวอย่างเดิมด้วยการตรวจพินิจซึ่งเป็นมาตรฐานของโรงงาน หรือวัดด้วยเครื่องวัดสี (Colour-meter) วัดค่าความขาว (Whiteness) ในกรณีที่ใช้สายตาแยกแยะไม่ได้ว่าขาวมากหรือน้อย

9. ความถ่วงจำเพาะ

การทดสอบความถ่วงจำเพาะอย่างง่ายโดยวิธีการชั่งน้ำหนัก

9.1 เครื่องมือ

1. ขวดเปล่าหรือภาชนะที่สามารถอ่านค่าได้ละเอียดถึง 1 มิลลิลิตร
2. เครื่องชั่งที่ชั่งได้ละเอียดถึง 0.01 กรัม
3. น้ำ

9.2 วิธีทดสอบ

ชั่งน้ำหนักขวดเปล่าที่มีน้ำหนัก X กรัม แล้วชั่งน้ำหนักขวดเปล่าที่เติมน้ำลงไปจนเต็มหรือในปริมาตรที่กำหนด เช่น 200 มิลลิลิตร น้ำหนักที่ชั่งได้ คือ $X+H$ กรัม จากนั้นชั่งน้ำหนักอีกขวดที่เติมน้ำเคลือบลงไปจนเต็มหรือในปริมาตรที่กำหนด เช่น 200 มิลลิลิตร น้ำหนักที่ชั่งได้ คือ $X+G$ กรัม

9.3 วิธีคำนวณ

คำนวณค่าความถ่วงจำเพาะ จากสูตรดังต่อไปนี้

$$\text{ความถ่วงจำเพาะ} = \frac{(X+G)-X}{(X+H)-X}$$

เมื่อ X คือ น้ำหนักที่ชั่งได้ของขวดเปล่า เป็น กรัม

X+G คือ น้ำหนักที่ชั่งได้เมื่อเติมน้ำลงไปขวดเปล่า เป็น กรัม

X+H คือ น้ำหนักที่ชั่งได้เมื่อเติมน้ำเคลือบลงไปขวดเปล่า เป็น กรัม

10. ความหนืด

ความหนืดของน้ำดินสามารถทดสอบได้หลายวิธีเช่น Brookfield Viscosity อย่างไรก็ตามสามารถใช้เครื่องมือที่สามารถนำไปปรับใช้งานได้ง่าย ดังต่อไปนี้

10.1 เครื่องมือ

1. กระบอกตวง 100 มิลลิลิตร
2. นาฬิกาจับเวลา
3. ถ้วยวัดการไหล

10.2 วิธีการทดสอบ

ใช้กระบอกตวง ตวงน้ำดินปริมาตร 100 มิลลิลิตร แล้วใส่น้ำดิน 100 มิลลิลิตรลงในถ้วยวัดการไหล โดยใช้มือปิดรูที่ก้นถ้วยไว้ จากนั้นปล่อยน้ำดินให้ไหลออกจากรูที่ก้นถ้วย พร้อมกับจับเวลาที่น้ำดินเริ่มไหลจนน้ำดินขาดสาย

11. การไหลตัวของเคลือบหลังเผา

11.1 เครื่องมือ

1. แผ่นทดสอบ ซึ่งมีร่องใส่ตัวอย่าง 2 ช่อง มีความลาดเอียงประมาณ 30 องศา
2. ตู้อบ ที่ควบคุมอุณหภูมิได้สม่ำเสมอตั้งแต่ 35 องศาเซลเซียสและรักษาอุณหภูมิให้คงที่ได้ ± 2 องศาเซลเซียส พร้อมเทอร์โมมิเตอร์ที่อ่านได้ละเอียดถึง 1 องศาเซลเซียส

11.2 วิธีทดสอบ

ทำแผ่นทดสอบ ให้มีร่องใส่ตัวอย่าง 2 ช่อง ความลาดเอียงของแผ่นทดสอบประมาณ 30 องศา (ภาพประกอบที่ 4) ช่องบนเป็นรูปกลมหรือรีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.5 ซม. ความยาวของร่องประมาณ 6-7 ซม. กว้าง 6 มม. ลึกลงไป 3-4 มม. โดยตลอด มีขีดวัดด้านข้างทั้งสองข้าง จากนั้นเตรียมน้ำเคลือบที่ต้องการทดสอบนำไปอบให้แห้ง ซึ่งผงเคลือบแห้งปริมาณ 10 กรัมหรือ 15 กรัม แล้วแต่ขนาดของช่องใส่เคลือบข้างบน แล้วนำเคลือบที่ต้องการทดสอบผสมกับน้ำพอชื้น อัดลงไปลงในช่องใส่เคลือบด้านบนในช่องที่ 2 ให้เต็มบริเวณที่เป็นรูปกลม โดยนำเคลือบมาตราบานเก่า 10 กรัม ผสมกับน้ำ แล้วอัดลงไปลงในช่องใส่เคลือบช่องที่ 1 แล้วนำไปเผาพร้อมกับผลิตภัณฑ์ หลังการเผานำมาตรวจสอบการไหลของเคลือบใหม่เปรียบเทียบกับสูตรเคลือบมาตรฐานเดิม ปกติจะมี

การไหลตัวของเหลวประมาณ 1-2 ซม. ตามระยะความยาวที่ด้านข้าง ถ้าเคลือบไม่ไหลผิวเคลือบจะไม่เรียบหรือตั้งตัวกัน แผ่นทดสอบการไหลตัวของเคลือบแต่ละโรงงานอาจใช้ความลาดเอียงไม่เท่ากัน แต่การอ่านค่าเคลือบมาตรฐานในการเปรียบเทียบ จะต้องมีมาตรฐานของแต่ละโรงงาน



ภาพที่ 4 แผ่นทดสอบการไหลตัวของเคลือบตามความลาดเอียง

12. การดูดซึมน้ำ

12.1 เครื่องมือ

1. เครื่องชั่งที่ชั่งได้ละเอียดถึง 0.001 กรัม
2. เดซิเคเตอร์ ซึ่งใช้ซิลิกาเจลเป็นสารดูดความชื้น

12.2 ขั้นตอนทดสอบ

ใช้ขั้นตอนทดสอบ 5 ชั้น ที่ได้จากส่วนต่างๆ ของภาชนะเซรามิกที่ทำให้แตกใหม่ 5 ตัวอย่าง ตัวอย่างละ 1 ชั้น โดยให้แต่ละชั้นมีพื้นผิวด้านเคลือบ 2 ด้านรวมกันประมาณ 30 ตารางเซนติเมตร

12.3 วิธีทดสอบ

อบขั้นตอนทดสอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 110 ± 5 องศาเซลเซียส จนมีน้ำหนักคงที่ ปล่อยให้เย็นในเดซิเคเตอร์จนมีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิห้อง ซึ่งขั้นตอนทดสอบ (M_1) นำไปแช่ในน้ำแล้วต้มให้เดือดเป็นเวลา 5 ชั่วโมง ระวังอย่าให้น้ำแห้งจนมีระดับต่ำกว่าขั้นตอนทดสอบและไม่ให้ขั้นตอนทดสอบแตะกันหรือข้างภาชนะโดยใช้ตะแกรงหรือวัสดุอื่นรองรับ หลังจากนั้นปล่อยให้ขั้นตอนทดสอบไว้ให้เย็นในน้ำนั้นจนมีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิห้อง เมื่อครบ 24 ชั่วโมงแล้วนำขั้นตอนทดสอบมาซับน้ำที่เกาะตามผิวโดยใช้ผ้าหมาดๆ ซับน้ำแล้วชั่งทันที (M_2)

12.4 วิธีคำนวณ

คำนวณค่าการดูดซึมน้ำ จากสูตรดังต่อไปนี้

$$\text{การดูดซึมน้ำ ร้อยละ} = \frac{M_2 - M_1}{M_1} \times 100$$

เมื่อ M_2 คือ มวลขั้นตอนทดสอบหลังจากต้มในน้ำเดือด เป็น กรัม

M_1 คือ มวลขั้นตอนทดสอบที่อบแห้ง เป็น กรัม

คำนวณค่าการดูดซึมน้ำของชั้นทดสอบแต่ละชั้น แล้วหาค่าเฉลี่ย

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยร้อยละการดูดซึมน้ำของภาชนะที่ใช้กับอาหาร

(อ้างอิงจาก มอก. 564-2546 มอก. 601-2546 และ มอก. 602-2546)

ประเภทของภาชนะเซรามิก	ค่าเฉลี่ยการดูดซึมน้ำที่ต้องผ่านเกณฑ์มาตรฐาน (ร้อยละ)
เออร์เทนแวร์	ไม่เกินร้อยละ 8.0
สโตนแวร์	ไม่เกินร้อยละ 3.0
พอร์ซเลน	ไม่เกินร้อยละ 0.2

13. ความทนต่อการเปลี่ยนอุณหภูมิโดยฉับพลัน

13.1 เครื่องมือ

1. ตู้อบ ที่ควบคุมอุณหภูมิได้สม่ำเสมอตั้งแต่ 35 องศาเซลเซียสและรักษาอุณหภูมิให้คงที่ได้ ± 2 องศาเซลเซียส พร้อมเทอร์โมมิเตอร์ที่อ่านได้ละเอียดถึง 1 องศาเซลเซียส
2. อ่างน้ำ มีความจุอย่างน้อย 5 ลูกบาศก์เดซิเมตร พร้อมเครื่องกวนหรืออุปกรณ์อื่นที่เหมาะสมที่ช่วยให้ อุณหภูมิของน้ำภายในอ่างสม่ำเสมอ และมีเทอร์โมมิเตอร์ที่อ่านได้ละเอียดได้ถึง 1 องศาเซลเซียส

13.2 สารเคมี

1. สารละลายเมทิลีนบลู ประมาณ 1 กรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร หรือสีย้อมอินทรีย์อื่น

13.3 วิธีทดสอบ

วางตัวอย่างภาชนะเซรามิกจำนวน 3 ใบ ในตู้อบที่ทำให้ร้อนก่อนแล้วที่อุณหภูมิ T_1 ทิ้งไว้เป็นเวลา 30 นาที แล้วนำตัวอย่างจากตู้อบทีละใบโดยใช้คีม ให้ใช้เวลาในการนำตัวอย่างแต่ละใบออกจากตู้อบประมาณ 5 วินาที แล้วจุ่มตัวอย่างให้จมมิดในอ่างน้ำที่อุณหภูมิห้อง T_2 โดยที่ $T_1 - T_2 = 120$ องศาเซลเซียส เป็นเวลาไม่เกิน 2 นาที นำตัวอย่างออกมาเช็ดให้แห้ง แล้วจุ่มลงในสารละลายเมทิลีนบลู ตรวจสอบรอยเสียหายหลังจากที่ทำความสะอาดตัวอย่างเสร็จแล้ว ให้ทดสอบตัวอย่างแต่ละใบซ้ำตามวิธีการข้างต้นจนครบ 5 ครั้ง แล้วตรวจพินิจ

14. ความแกร่งของภาชนะเซรามิกต่อแรงกระแทก (Chipping Resistance)

14.1 เครื่องมือ

1. เครื่องทดสอบความแกร่ง (Malkin's hammer machine)

14.2 วิธีทดสอบ

เครื่องมือที่ใช้ทดสอบความแกร่งของผลิตภัณฑ์ถ้วยชาม ออกแบบโดยบริษัทมัลกิน (Malkin's hammer machine) ใช้วัดค่าความต้านทานของผลิตภัณฑ์ประเภทจาน ภาชนะที่มีความต้านทาน ต่อแรงกระแทกที่ขอบจานได้เท่าไร โดยใช้ค้อนเหวี่ยงโลหะน้ำหนัก 6 ออนซ์ เหวี่ยงที่ของจานซึ่งเพิ่มค่าแรงเหวี่ยงมากขึ้นเรื่อยๆ จนกว่าผลิตภัณฑ์ที่ทดสอบจะแตกร้าว การทดสอบด้วยวิธีนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลัก 2 ประการคือ

1. ความแกร่งของเนื้อผลิตภัณฑ์

2. รูปทรงด้านข้างของขอบจาน

ขอบจานที่มีรูปร่างกลมมนเข้าได้จาน เป็นขอบจานที่มีค่าความแข็งแกร่งสูงสุด การวัดค่าด้านทานต่อแรงกระแทกวัดเป็นหน่วยฟุต-ปอนด์ตามระบบอังกฤษ ส่วนการวัดค่าแรงกระแทกที่กลางจานใช้ค้อนขนาด 4 ออนซ์ เหยียงบริเวณด้านหลังจานโดยเพิ่มแรงกระแทกตามลำดับ จนกว่าผลิตภัณฑ์จะเกิดรอยแตกกร้าว

15. ความทนต่อการราน (Autoclave Crazing Test)

15.1 เครื่องมือ

1. หม้อนึ่งอัดไอ (autoclave)

15.2 การเตรียมชิ้นทดสอบ

ให้ใช้ชิ้นทดสอบ 6 ชิ้น ที่ได้จากส่วนต่างๆ ของตัวอย่างอย่างน้อย 3 ใบ โดยแต่ละชิ้นมีพื้นที่รวม 2 ด้าน ประมาณ 50 ตารางเซนติเมตร มีด้านเคลือบ 2 ด้านและด้านที่ไม่เคลือบต้องเป็นด้านที่ทำให้แตกใหม่ๆ ในการทำให้แตกควรระวังไม่ให้ร้าวในเนื้อหรือเคลือบ ชิ้นใดร้าวให้ทิ้ง

15.3 วิธีทดสอบ

วางชิ้นทดสอบไว้ในหม้อนึ่งอัด แล้วอบด้วยไอน้ำที่อิ่มตัวด้วยความดัน 0.5 ± 0.02 เมกะพาสคัล เป็นเวลา 1 ชั่วโมง หลังจากนั้นค่อยๆ ลดความดันจนถึงความดันบรรยากาศ ปล่อยให้เย็นลงจนถึงอุณหภูมิห้องในหม้อนึ่งอัดเดิม นำชิ้นทดสอบขึ้นมาเช็ดให้แห้ง แล้วจุ่มลงในสารละลายยีสี่ เช่น เมทิลีนบลู ทำความสะอาดชิ้นทดสอบแล้วตรวจสอบรอยร้าวและราน ให้ทดสอบชิ้นทดสอบทั้ง 6 ชิ้นซ้ำตามวิธีการข้างต้นจนครบ 5 ครั้งโดยเมื่อทดสอบภาชนะสเตนแวร์ เออร์เทนแวร์ และพอร์ซเลน ตามวิธีดังกล่าว ผิวเคลือบต้องไม่ร้าวหรือราน

กลุ่มรับรองคุณภาพผลิตภัณฑ์

กองความสามารถห้องปฏิบัติการและรับรองผลิตภัณฑ์

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

เลขที่ 75/7 ซอยโยธี ถนนพระรามที่ 6

แขวงทุ่งพญาไท เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร 10400

โทรศัพท์ 0-2201-7341-2

Email : pc@dss.go.th