

การพัฒนาเกลือเบรามาิก

วรรณ ต.แสงจันทร์
สำนักเทคโนโลยีชุมชน
กรมวิทยาศาสตร์บริการ
29 มิ.ย.- 3ก.ค.2553
wanna@dss.go.th



กรมวิทยาศาสตร์บริการ
Department of Science Service

หัวข้อ

- ✓ เคลือบคืออะไร
- ✓ วัตถุประสงค์ของการเคลือบ
- ✓ ชนิดของเคลือบ
- ✓ วัสดุที่ใช้
- ✓ การเตรียมเคลือบ
- ✓ การนำเคลือบไปใช้
- ✓ การทดสอบ
- ✓ ทำห้ และ การแก้ไข



เคลือบคืออะไร

- ชั้นบางๆของแก้วที่ฉาบอยู่บนผิวผลิตภัณฑ์เซรามิกอย่างต่อเนื่อง
- สารประกอบซิลิเกตซึ่งเมื่อถูกความร้อนแล้วจะหลอมละลายเป็นเนื้อเดียวกัน ฉาบอยู่บนผิวของผลิตภัณฑ์ มีลักษณะโปร่งใส แข็งแกร่ง ทนต่อกรดและด่างได้ดี



วัตถุประสงค์

- เพื่อความสวยงาม
- เพื่อปิดบังความไม่เรียบร้อย
- เพื่อป้องกันของเหลว และก๊าซซึมผ่าน
- เพื่อให้ง่ายต่อการทำความสะอาด
- เพื่อเพิ่มความแข็งแรง และทนต่อการกัดกร่อน
- เพื่อคุณสมบัติเฉพาะบางอย่าง



การแบ่งชนิดของเคลือบ

1.แบ่งตามส่วนผสมของเคลือบ(mixture)

- เคลือบตะกั่ว
- เคลือบที่ไม่มีตะกั่ว

2.แบ่งตามอุณหภูมิของเคลือบ(temperature)

- ไฟต่ำ 800-1100 องศาเซลเซียส
- ไฟกลาง 1100-1250 องศาเซลเซียส
- ไฟสูง 1250-1300 องศาเซลเซียส



การแบ่งชนิดของเคลือบ(ต่อ)

3.แบ่งตามวิธีการเตรียม(processing)

- เคลือบคืบ
- เคลือบฟريت

4.แบ่งตามลักษณะของเคลือบ(characteristic)

- | | | |
|-------------|------------------|-------------|
| -เคลือบใส | -เคลือบทึบ | -เคลือบราน |
| -เคลือบสี | -เคลือบผลึก | -เคลือบด้าน |
| -เคลือบด้าน | -เคลือบประกายมุก | |



การแบ่งชนิดของเคลือบ(ต่อ)

แบ่งตามวัตถุดิบที่ใช้

- เคลือบบอแรกซ์
- เคลือบแทลคัม
- เคลือบดิบุก
- เคลือบปิไฉ่
- เคลือบเบเรียม
- เคลือบตะกั่ว
- เคลือบหินฟีนม้า
- ฯลฯ



วัตถุดิบที่ใช้ในเคลือบ

- 1.กลุ่มด่าง(basic oxide) ทำหน้าที่เป็นตัวช่วยหลอม
- 2.กลุ่มกลาง(amphoteric oxide) ทำหน้าที่ควบคุมความหนืด
- 3.กลุ่มกรด (acidic oxide) ทำหน้าที่กลายเป็นแก้ว



วัตถุดิบที่ใช้ในเคลือบ

กลุ่มต่าง

ช่วยหลอม

Li₂O, Na₂O, K₂O
CaO, MgO
BaO, SrO
ZnO, PbO

กลุ่มกลาง

ความหนืด (ทนไฟ)

Al₂O₃ , B₂O₃

กลุ่มกรด

เป็นแก้ว (ทนไฟ)

SiO₂



วัตถุดิบที่ใช้ในเคลือบ

กลุ่มต่าง

ช่วยหลอม

ลิเทียมคาร์บอเนต LiCO_3

บอแรกซ์ $\text{Na}_2\text{O} \cdot 2\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$

แร่ฟันม้า $\text{KNaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$

หินปูน CaCO_3

โดโลไมต์ $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$

ทัลค์ $3\text{MgO} \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$

ซิงค์ออกไซด์ ZnO

แบเรียมคาร์บอเนต BaCO_3

ตะกั่วแดง Pb_3O_4

กลุ่มกลาง

ความหนืด

ดิน $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

กลุ่มกรด

เป็นแก้ว

ควอตซ์ SiO_2

ทราย SiO_2



กลุ่มต่าง

อัลคาไล : ลิเทียม(**Li**) โซเดียม(**Na**) โพแทสเซียม(**K**)

- เป็นตัวช่วยหลอม
- ช่วยเพิ่มการไหลตัวของเคลือบขณะหลอม
- มีผลต่อการเกิดสี
- เพิ่มความมันวาว
- ถ้าใช้ในปริมาณที่มากเกินไป ทำให้เคลือบละลายน้ำได้
- มีผลต่อสัมประสิทธิ์การขยายตัวเมื่อร้อน



กลุ่มต่าง(ต่อ)

อัลคาไลเอิร์ท: คัลเซียม(CaO) แมกนีเซียม(MgO) แบเรียม(BaO)

- เพิ่มความแข็งแรงของเคลือบ
- ทนต่อการขีดขีด
- ทนต่อสภาพดินฟ้าอากาศ
- ทนต่อการถูกละลายด้วยกรดอินทรีย์เจือจาง
- ลดสัมประสิทธิ์การขยายตัว



กลุ่มต่าง(ต่อ)

ZnO

- เคลือบเป็นมันเพิ่มขึ้น
- ถ้าใส่มากเกินไป จะทำให้เคลือบทนไฟและหนืดไป
- บางครั้งใช้เป็นตัวทำทึบ
- มีผลต่อการเกิดสี



กลุ่มต่าง(ต่อ)

PbO

- เพิ่มความวาว
- ลดสัมประสิทธิ์การขยายตัว
- ลดความหนืดของเคลือบ
- ลดการตกผลึกระหว่างปล่อยให้เคลือบเย็นตัว
- ช่วยให้ช่วงการสุกตัวของเคลือบกว้างมากขึ้น
- ช่วยลดแรงตึงผิวของเคลือบ



กลุ่มต่าง(ต่อ)

PbO ข้อเสีย

- ความเป็นพิษ
- ละลายได้ง่ายโดยกรดเจือจาง
- เคลือบหมอง เมื่อทิ้งไว้เป็นเวลานาน
- ถูก **reduce** ได้ง่าย ทำให้กลายเป็นสีดำหรือสีเทา
- ความทนทานต่อการขัดถูลดลง
- ระบายกลายเป็นไอ ถ้าเผาเกินโคน 6 หรือ 7

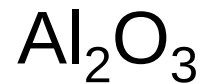


เปรียบเทียบความสามารถในการช่วยหลอม

ออกไซด์	ความสามารถ
CaO	1
BaO	1
ZnO	2
K ₂ O	2.5
Na ₂ O	5
PbO	8



กลุ่มกลาง(R_2O_3)



- ควบคุมการไหลตัวของเคลือบ
- ควบคุมการเกิดฟลักขนาดใหญ่
- ทำเคลือบด้าน
- เคลือบแข็งแรงขึ้น
- ทนต่อการกัดกร่อนของสารเคมี และสภาพดินฟ้าอากาศ
- ลดสัมประสิทธิ์การขยายตัว
- มีผลต่อการเกิดสี



กลุ่มกรด(RO_2)



- เพิ่มจุดหลอมตัว
- ลดการไหลตัว
- เคลือบแข็งแรงขึ้น
- ทนต่อการกัดกร่อนของสารเคมี และสภาพดินฟ้าอากาศ
- ลดสัมประสิทธิ์การขยายตัว



กลุ่มกรด(RO_2)

B_2O_3

- ช่วยให้เคลือบหลอมง่ายขึ้น
- การไหลตัวดีขึ้น
- เคลือบมันวาวมากขึ้น
- ลดความตึงผิวของเคลือบ
- ด้านทานการตกผลึก
- มีฤทธิ์เป็นกรด
- ในฟrit ที่มี B_2O_3 มากจะละลายน้ำ



ฟริต

- แก้วที่ได้จากการหลอมวัตถุดิบบางชนิด ซึ่งมีความเป็นพิษ หรือ ละลายน้ำ

ข้อดี

- สามารถใช้วัตถุดิบที่ละลายน้ำได้
- ลดอันตรายของตะกั่ว
- ลดตำหนิหลังเผา



การเตรียมเคลือบ

ปัจจัยที่มีผล

- ปริมาณส่วนผสมและความแข็ง
- ปริมาณและชนิดของดิน
- ขนาดของหม้ออบ
- ความเร็ว/รอบของหม้ออบ
- ขนาดและปริมาณของลูกบด
- ปริมาณน้ำที่ใช้



การเตรียมเคลือบ(ต่อ)

- ความเร็วหม้ออบ ถ้าช้าไป หรือเร็วไป ประสิทธิภาพการอบไม่ดี
- ความเร็วหม้ออบขนาด 31 นิ้ว = 87% ของความเร็ววิกฤต
- ความเร็ววิกฤต หมายถึง ความเร็วต่ำสุดที่ทำให้ลูกบดถูกเหวี่ยงไปตามขอบหม้ออบ
- ความเร็ววิกฤต $= 54.9/\sqrt{R}$ R =รัศมีของหม้ออบ, ฟุต
- หม้ออบที่มีขนาด 39 และ 64 นิ้ว ควรใช้ความเร็วประมาณ 64% ของความเร็ววิกฤต



การเตรียมเกลือบ(ต่อ)

ขนาดและจำนวนลูกบด

- ลูกบดขนาด 1.5 นิ้ว และ 3 นิ้ว พบว่าในการบดฟริต ลูกบด 1.5 นิ้วใช้ เวลาบดน้อยกว่าลูกบดขนาด 3 นิ้ว ถึง 67 %
- จำนวนลูกบดประมาณ 55-62.5 % ของปริมาตรหม้อบด

ปริมาณน้ำ

ขึ้นอยู่กับส่วนผสม บดแล้วผ่านตะแกรง 200 เมช



การควบคุมน้ำเค็ม

- วัดความชื้นไส โดยไฮโดรมิเตอร์
- วัดความถ่วงจำเพาะ โดยชั่งน้ำหนัก
- วัดการไหลตัว โดยการจับเวลาที่น้ำเค็มไหลผ่านเครื่องมือ



การนำเคลือบไปใช้งาน

1. ทาด้วยแปรงหรือพู่กัน (painting)

- ข้อดี
- 1.เหมาะกับงานชิ้นใหญ่ แต่มีเคลือบน้อย
 - 2.เหมาะกับงานเผาครั้งเดียว
 - 3.เหมาะกับงานที่มีรายละเอียด
- ข้อเสีย
- 1.เป็นรอยเส้น
 - 2.ชิ้นงานมักจะดูค่น้ำเคลือบจากพู่กัน



การนำเคลือบไปใช้งาน(ต่อ)

2. เทราด (pouring)

ข้อดี 1.ใช้เคลือบน้อย

2.รวดเร็ว

3.ลวดลายอิสระ

ข้อเสีย ไม่สม่ำเสมอ ขึ้นกับการไหล



การนำเคลือบไปใช้งาน(ต่อ)

3. การจุ่ม (dipping)

ข้อดี

1. สะดวก

2. สม่ำเสมอ

3. รวดเร็ว

ข้อเสีย

ต้องใช้เคลือบปริมาณมาก



การนำเคลือบไปใช้งาน(ต่อ)

4. การพ่น (spraying)

- ข้อดี
1. สะดวกเหมาะกับงานชิ้นใหญ่หรือเผาครั้งเดียว
 2. ง่ายต่อการทำเคลือบต่างๆ
 3. ใช้เคลือบปริมาณน้อย
 4. เหมาะกับการเคลือบหลายสี

- ข้อเสีย
1. บรรยากาศเป็นพิษ ต้องทำในตู้พ่นที่มีเครื่องดูดละออง
 2. เคลือบสูญเสียมาก
 3. ค่าอุปกรณ์แพง และค่าบำรุงรักษา



เคลือบทึบ

- เคลือบที่มีคุณสมบัติยอมให้แสงส่องผ่านได้น้อยหรือไม่ได้เลย
- เกิดจากสารประกอบบางตัวที่ไม่ละลายในน้ำเคลือบหรืออาจเกิดจากการตกผลึกเล็กๆในขณะเคลือบเย็นตัว
- เตรียมได้โดยใส่ตัวทำทึบ(**opacificier**) ได้แก่

เซอร์โคเนียมซิลิเกต 8-12 %

ทิตเนียมออกไซด์ 8-12 %

ทินออกไซด์ 5 %

เถ้ากระดูก 3-5 %



เคลือบด้าน

- เคลือบที่มีผิวเรียบแต่ไม่มัน
- เกิดจากส่วนผสมบางตัวยังละลายไม่หมดหรืออนุภาคบางตัวกระจายลอยตัวอยู่ในเคลือบ
- เตรียมได้โดยเติมอะลูมินา หรือ แบเรียมคาร์บอเนต หรืออาศัยความสัมพันธ์ระหว่าง $\text{Al}_2\text{O}_3:\text{SiO}_2$ อยู่ในช่วง 1:3 ถึง 1:5



เคลือบพริก

- เคลือบที่มีผลึกเกิดขึ้น
- เกิดจากการควบคุมอุณหภูมิของเคลือบภายหลังที่หลอมละลายแล้วให้เย็นลงช้าๆ



เกลือบสี

-เตรียมได้โดยการสีผงเซรามิก(สีอะแทน) หรือใส่ผงออกไซด์ให้สี

เช่น คอปเปอร์ออกไซด์ ให้สีเขียว ฟา แดง
 เหล็กออกไซด์ ให้สีเหลือง น้ำตาล ดำ
 โครมิกออกไซด์ ให้สีเขียว ชมพู แดง น้ำตาล
 แมงกานีสออกไซด์ ให้สีน้ำตาล ม่วง
 โคบอลต์ออกไซด์ ให้สีน้ำเงิน
 นิกเกิลออกไซด์ ให้สีฟ้า ชมพู ม่วง น้ำตาล



เคลือบสี(ต่อ)

คอปเปอร์ออกไซด์(**CuO**) ให้สีเขียว ฟ้ำแดง

- เป็นตัวช่วยลดจุดสุกตัวที่แรง
- เพิ่มการไหลตัวและความมัน
- ถ้าใส่มากกว่า 5% จะให้สีเขียวโลหะถึงดำ
- ให้สีฟ้าในเคลือบอัลคาไลสูง
- ถ้าเผาเร็วกักชั้นให้สีแดง
- ถ้าเกิน 8 จะกลายเป็นไอ



เคลือบสี(ต่อ)

เหล็กออกไซด์(Fe_2O_3)

- เป็นตัวลดจุดศูนย์กลางของเคลือบ
- ให้สีเหลือง น้ำตาล น้ำตาลแดงในเคลือบตะกั่ว ขึ้นอยู่กับปริมาณที่ใช้
- ให้สีเหลืองน้ำตาลในเคลือบอัลคาไล
- ให้น้ำตาลดำถึงดำถ้าใช้เกิน 8%
- มีแนวโน้มเกิดผลึกขณะเย็นตัวถ้าใช้ปริมาณมาก
- ให้สีเทา-เขียว(เซราคอน)ถ้าเผาแบบรีดักชัน



เคลือบสี(ต่อ)

โครมิกออกไซด์(Cr_2O_3)

- ให้สีแดง ชมพู น้ำตาล หรือเขียว ขึ้นอยู่กับเคลือบ อุณหภูมิ และออกไซด์อื่นที่ใช้ร่วม
- ให้สีเขียว ในเคลือบตะกั่วที่มีซิงค์
- ให้สีส้ม และแดง ในเคลือบไฟดำที่มีอะลูมินาต่ำ
- ให้สีเหลือง ในเคลือบตะกั่วที่มีโซเดียม
- ให้สีน้ำตาล ในเคลือบทั่วไปที่มีซิงค์
- ให้สีชมพู ในเคลือบที่มีดีบุก
- ให้สีเขียวน้ำเงิน ถ้ามีโคบอลต์ออกไซด์
- ถ้าเผาเกิน 6 จะกลายเป็นไอไปปนเคลือบอื่น



เคลือบสี(ต่อ)

โคบอลต์ออกไซด์(Co_3O_4) ให้สีน้ำเงิน

- เป็นตัวให้สีที่แรงที่สุด
- ให้สีเฉดต่างๆ เมื่อใช้ร่วมกับออกไซด์อื่น
- บดให้ละเอียดต้องใช้เวลานาน



เคลือบสี(ต่อ)

แมงกานีสออกไซด์(MnO_2)

- ให้สีม่วงแก่ ในเคลือบที่มีอัลคาไลสูง
- ให้สีม่วงอ่อนถึงน้ำตาลในเคลือบที่มีตะกั่ว
- ให้สีม่วงเมื่อใช้ร่วมกับ โคบอลต์



เคลือบสี(ต่อ)

นิเกิลออกไซด์(NiO)

- ให้สีเทา เมื่อใช้ประมาณ 1%
- ให้สีน้ำตาล เมื่อใช้มากกว่า 1%
- เคลือบทนไฟและดำน เมื่อใช้มากกว่า 3%



สี่สะเตน

- คือสี่ที่ผ่านกระบวนการเผาให้อยู่ในรูปของผลึกที่มีโครงสร้างแน่นอน
- ให้สี่ที่สม่ำเสมอและถูกต้อง
- สะดวกในการใช้งาน
- ง่ายต่อการควบคุม
- นิยมใช้ เซอร์คอน สปิเนล สฟีน และการ์เนต



การทดสอบเคลือบ

วัตถุประสงค์

เพื่อให้เคลือบมีสมบัติสม่ำเสมอ

(การสุกตัว สี ความมัน/ด้าน ความทึบ/ใส ฯลฯ)



การทดสอบวัตถุดิบ

- องค์ประกอบเคมี
- สมบัติทางกายภาพ
 - สีหลังเผา
 - การดูดซึมน้ำ
 - การหลอมตัว
 - ขนาดอนุภาค
 - ความชื้น
 - การหดตัว



การทดสอบวัตถุสืบ(ต่อ)

องค์ประกอบเคมี

- วิเคราะห์โดย **wet method** หรือ เครื่องมือพิเศษเช่น **XRF**
- ส่งผลต่อสมบัติของเคลือบ
- อาจทำในกรณีเปลี่ยนแหล่งวัตถุดิบ



การทดสอบวัตถุดิบ(ต่อ)

สีหลังเผา และลักษณะภายนอก

- สารบางตัวเกิดสีหลังเผา เช่น เหล็กออกไซด์ในดินหรือแร่ฟอสฟอรัส ให้สีน้ำตาลหลังเผา
- เป็นข้อมูลเบื้องต้นว่าวัตถุดิบเปลี่ยนแปลงหรือไม่



การทดสอบวัตถุดิบ(ต่อ)

วิธีทดสอบสีหลังเผาและลักษณะภายนอก

1. ใส่ตัวอย่างที่ต้องการทดสอบในเบ้าดินเผา
2. นำเบ้าไปเผาที่อุณหภูมิสูงที่สุดของเคลือบ
3. ตรวจสอบสีของตัวอย่างด้วยตาเปล่า และลักษณะผิวหลังเผา



การทดสอบวัตถุดิบ(ต่อ)

การดูดซึมน้ำ

- ทดสอบกับดิน แสดงถึงความทนไฟ ถ้าการดูดซึมน้ำต่ำ แสดงว่าดินมีอนุภาคละเอียด หรือองค์ประกอบเคมีของสารช่วยลดอุณหภูมิสูง
- ใช้วิธีต้มตัวอย่างหลังเผา แล้วชั่งหาน้ำหนัก เปรียบเทียบน้ำหนักก่อนต้มกับหลังต้ม



การทดสอบวัตถุดิบ(ต่อ)

วิธีการทดสอบการดูดซึมน้ำ

-วัสดุที่ใช้ 1.แบบสำหรับอัดตัวอย่าง 2.เครื่องชั่ง 3.หม้อต้ม 4. ผ้าฝ้าย

-วิธีทดสอบ 1. นวดตัวอย่างให้เข้ากันอย่างดี
2. อัดตัวอย่างในแบบ ถอดแบบ ทิ้งตัวอย่างให้แห้ง
3. เPEATตัวอย่าง
4. ชั่งน้ำหนักตัวอย่างที่เผาแล้ว (D)
5. นำตัวอย่างที่เผาแล้วไปต้มในน้ำเดือด โดยให้ตัวอย่างจมอยู่ในน้ำและไม่สัมผัสกับภาชนะ 5 ชม. และปล่อยให้ตัวอย่างแช่ในน้ำอย่างน้อย 24 ชม.
6. นำตัวอย่างขึ้นจากน้ำ ใช้ผ้าชุบน้ำแล้วบีบให้หมดน้ำที่เกาะที่ผิวตัวอย่าง ทำการชั่งน้ำหนัก (W)

-วิธีคำนวณ

$$\text{การดูดซึมน้ำ ร้อยละ} = (W-D)/D \times 100$$



การทดสอบวัตถุดิบ(ต่อ)

การหลอมตัว

- ทดสอบกับวัตถุดิบที่เป็นฟลัก เช่น แร่ฟันม้า คุณลักษณะการหลอมหลังเผา ถ้าหลอมมากจะช่วยเพิ่มการไหลตัวของเคลือบ
- ทดสอบโดยการอัดตัวอย่างให้เป็นรูปโคน



การทดสอบวัตถุดิบ(ต่อ)

วิธีทดสอบการหลอมตัว

-วัสดุที่ใช้ 1. โกร่ง 2.แบบสำหรับอัดตัวอย่าง 3. ตะแกรงขนาด 65 และ 170 เมช 4. วัตถุดิบมาตรฐาน

- วิธีทดสอบ
- 1.นำตัวอย่างมาบดให้ผ่านตะแกรงขนาด 65 เมช
 2. นำตัวอย่างที่ผ่านตะแกรงขนาด 65 เมช มาบดต่อจนตัวอย่างค้ำบนตะแกรงขนาด170 เมช ร้อยละ 50-60
 3. นำตัวอย่างมาผสมกันในโกร่งให้เข้าเป็นเนื้อเดียวกัน
 4. อัดตัวอย่างในแบบและถอดแบบ(อาจต้องผสมน้ำและกาวอินทรีย์เพื่อช่วยในการอัด)
 5. เผาตัวอย่างบนแผ่นรอง (ควรมีการตรวจสอบอุณหภูมิที่เผาตัวอย่างให้ได้ตามที่กำหนด)



การทดสอบวัตถุดิบ(ต่อ)

ขนาดอนุภาค

- ทดสอบวัตถุดิบหรือเคลือบที่บดแล้ว
- ส่งผลต่อการสึกตัวของเคลือบ
- ทดสอบโดยใช้ตะแกรงร่อน เครื่อง **sedigraph**
วิธีไฮโดรมิเตอร์ ฯลฯ



การทดสอบวัตถุดิบ(ต่อ)

วิธีหาขนาดอนุภาค

-วัสดุที่ใช้ 1. ตะแกรงขนาด ต่าง ๆ เช่น 40 , 80 , 200 เมช 2. เครื่องชั่ง

-วิธีทดสอบ 1. ชั่งน้ำหนักตะแกรงแห้ง (S)
2. ชั่งน้ำหนักตัวอย่างแห้ง (U) เช่น 100 กรัม
3. ร่อนตัวอย่างบนตะแกรงโดยใช้น้ำล้างให้อนุภาคขนาดเล็กร่อนผ่านตะแกรงจนน้ำล้างใสสะอาด
4. อบตะแกรงพร้อมอนุภาคที่ค้างอยู่บนตะแกรงให้แห้ง
5. ชั่งน้ำหนักตะแกรงพร้อมอนุภาคที่ค้างอยู่บนตะแกรง (S+V)

-วิธีคำนวณ

$$\text{ปริมาณอนุภาคค้างตะแกรง, ร้อยละ} = ((S+V)-S)/U * 100$$



การทดสอบวัตถุดิบ(ต่อ)

ความชื้น

- ความชื้นของวัตถุดิบทำให้ทราบว่าต้องชั่งวัตถุดิบเท่าไรในกระบวนการผลิต
- ทดสอบโดยการนำตัวอย่างที่ทราบน้ำหนักแล้วไปอบให้แห้ง แล้วทำการเปรียบเทียบน้ำหนักของตัวอย่างหลังอบแห้งและก่อนอบแห้ง



การทดสอบวัตถุดิบ(ต่อ)

วิธีทดสอบความชื้น

-วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ 1.เครื่องใช้ 2. ถ้วยใส่ตัวอย่าง 3. ตู้อบ

-วิธีการทดสอบ

- 1.สุมตัวอย่างวัตถุดิบ
- 2.ชั่งน้ำหนักถ้วยใส่ตัวอย่าง (A)
- 3.ชั่งน้ำหนักใส่ตัวอย่างและวัตถุดิบ (A+B)
- 4.อบวัตถุดิบให้แห้งหรือมีน้ำหนักคงที่
- 5.ชั่งน้ำหนักถ้วยใส่ตัวอย่างและวัตถุดิบที่แห้ง(A+C)

-การคำนวณ

$$\text{ความชื้นในวัตถุดิบ ร้อยละ} = ((A+B)-A)-((A+C)-A)/((A+B)-A)*100$$



การทดสอบน้ำเกลือ

ความถ่วงจำเพาะ

- แสดงถึงปริมาณน้ำในเกลือ
- ส่งผลต่อความหนืดและความหนาของการนำเกลือมาใช้งาน
- ทดสอบ โดยการเปรียบเทียบน้ำหนักของน้ำเกลือต่อน้ำที่ทราบ
ปริมาตร



การทดสอบน้ำเกลือ(ต่อ)

วิธีการทดสอบความถ่วงจำเพาะ

-วัสดุอุปกรณ์ 1. ขวดเปล่า 2. เครื่องชั่ง 3. น้ำ

-วิธีทดสอบ

1. ชั่งน้ำหนักขวดเปล่า (X)

2. ชั่งน้ำหนักขวดเปล่า เติมน้ำเต็ม หรือเติมน้ำในปริมาตรที่กำหนด เช่น 200 มล.

(X+H)

3. ชั่งน้ำหนักขวดเปล่า เติมน้ำเกลือเต็ม หรือเติมน้ำเกลือในปริมาตรที่กำหนด เช่น 200 มล. (X+G)

-การคำนวณ

$$\text{ถ.พ.เกลือ} = ((X+G)-X)/((X+H)-X)$$

$$\text{ปริมาตรขวด} = (X+H)-X$$

$$\text{น้ำหนักเกลือ} = (X+G)-X$$



การทดสอบน้ำเคลือบ(ต่อ)

ความหนืด

- สัมพันธ์กับความหนาของเคลือบ
- ทดสอบโดยการจับเวลาการไหลของน้ำเคลือบ



การทดสอบน้ำเกลือ(ต่อ)

วิธีทดสอบความหนืด

- วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ 1.อุปกรณ์วัดอัตราการไหล 2. ถ้วยตวง
3. นาฬิกา 4. กระบอกตวง 5. เครื่องปั่น

-วิธีทดสอบ

1. ตวงน้ำเกลือให้ได้ปริมาตรตามที่กำหนด
2. ใส่เครื่องปั่น 5 นาที(ระวังไม่ให้เกิดฟอง)
3. เทน้ำเกลือในอุปกรณ์วัดอัตราการไหล อุดรูทางน้ำออก
4. เปิดรูทางน้ำออก จับเวลาที่น้ำเกลือไหลออกจนหมด



การทดสอบเคลือบ(ต่อ)

สัมประสิทธิ์การขยายตัวของเคลือบ

- เคลือบควรมีสปส.การขยายตัวต่ำกว่าเนื้อดิน เพื่อให้อยู่ในภาวะแรงอัด ช่วยเพิ่มความแข็งแรงให้แก่ผลิตภัณฑ์
- ถ้าเคลือบมีสปส.การขยายตัวสูงกว่าเนื้อดิน จะทำให้เกิดการรạnตัว
- ทดสอบโดยใช้เครื่อง dilatometer หรือใช้วิธี ring test



การทดสอบเคลือบ(ต่อ)

การไหลของเคลือบหลอม

- สัมพันธ์กับอุณหภูมิการหลอมและความหนืดของเคลือบขณะหลอม
- การทดสอบโดยการปล่อยให้เคลือบไหลตัวขณะหลอมบนแท่นทดสอบที่มีความลาดชัน แล้ววัดระยะที่เคลือบไหลลงมาโดยเปรียบเทียบกับเคลือบมาตรฐาน



การทดสอบเคลือบ(ต่อ)

การวัดอุณหภูมิการเผาเคลือบ

- ทำให้ทราบว่เคลือบสุกตัวที่อุณหภูมิเท่าไร
- วัดโดยใช้โคน(orton cone หรือ segger coneหรือเครื่องวัดอุณหภูมิ



ปัญหา	สาเหตุ	การแก้ไข
จุดดำ	-เนื้อดินมีมลทิน (วัตถุดิบ เครื่องจักร เครื่องมือที่ใช้เตรียม บริเวณจัดเก็บ) -ฝุ่น สิ่งสกปรกที่เกาะติดชิ้นงานดิบหรือเคลือบ (ระหว่างขนย้าย ตั้งทิ้งไว้) -เคลือบมีมลทิน (วัตถุดิบ เครื่องปั่น เครื่องบด ถังเก็บ) -การเผา (แผ่นรองเผา ขาตั้ง เศษเหล็กจากเตาหัวพ้น)	-คัดเลือกวัตถุดิบ ตรวจสอบเช็คเครื่องจักร เครื่องมือ สถานที่จัดเก็บต้องสะอาด) -จัดเก็บให้ดี สถานที่ทำงานต้องสะอาด -คัดเลือกวัตถุดิบ ตรวจสอบเช็คอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ ถังเก็บต้องสะอาด -ทำความสะอาดอุปกรณ์ที่ใช้ในการเผา ตรวจสอบเช็คทำความสะอาดเตา



ปัญหา	สาเหตุ	การแก้ไข
เคลือบหนี	-มีฝุ่น น้ำมัน หรือสิ่งสกปรกเกาะติด -ชุบเคลือบหนาเกินไป -บดน้ำเคลือบละเอียดเกินไป -สูตรส่วนผสมไม่เหมาะสม (ดินมากไป ควอร์ตซ์มากไป) -การใช้วัตถุดิบบางตัว (ซิงค์ออกไซด์ แมกนีเซียมคาร์บอเนต) -เกลือละลายน้ำอยู่ที่ผิวของชิ้นงาน -ชุบเคลือบติดไม่ดี	-ทำความสะอาดให้ดีก่อนการเคลือบ -เคลือบให้บางลง -ควบคุมความละเอียดของน้ำเคลือบ -ปรับสูตรเคลือบให้เหมาะสม -เผาคัลไซน์ก่อนใช้งาน -ใส่เบเรียมคาร์บอเนตในเนื้อดิน -ใส่กาวยช่วย



ปัญหา	สาเหตุ	การแก้ไข
รูเข็ม	-แก๊สต่างๆในเนื้อดินและเคลือบยังออกไปไม่หมด (เนื้อดินมีสารอินทรีย์หรือคาร์บอน, เนื้อดิน น้ำดินมีฟองอากาศ, การหล่อแบบเร็วไป, เคลือบมีวัตถุดิบที่แตกตัวให้แก๊ส	-เผาไล่ให้หมด -เตรียมเนื้อดิน น้ำดินให้ดี -หล่อแบบให้ช้าลง -ลดปริมาณวัตถุดิบที่ให้แก๊ส
เคลือบพอง	-ฟองอากาศที่มาจากเนื้อดิน -ฟองอากาศที่มาจากชั้นเคลือบ	-เผาดิบให้สูงขึ้น -เผาเคลือบสุกตัวแล้วให้เย็นไฟประมาณ 1/2 ชม.



ปัญหา	สาเหตุ	การแก้ไข
สีเปลี่ยน	-ใช้เนื้อดินเปลี่ยนไป -มีเนื้อดินอื่นมาปน -เคลือบบางไปหนาไป -อุณหภูมิการเผาเปลี่ยนไป (เผาต่ำไป สูงไป)	-เลือกใช้ให้ถูกต้อง (จัดเก็บให้เป็นหมวดหมู่ แยกประเภทให้ชัดเจน) -ระมัดระวังในการนำเนื้อดินกลับมาใช้ใหม่ ไม่ปะปนกัน -ควบคุมความหนาของชั้นเคลือบ ความเข้มข้นของน้ำเคลือบ -ตรวจเช็คเครื่องวัดอุณหภูมิ (ใช้ โคนวัดในแต่ละจุด)



ปัญหา	สาเหตุ	การแก้ไข
เคลือบราน	-สัมผัสวิธีการขยายตัวของเคลือบมากกว่าเนื้อดิน -เปิดเตาเร็วเกินไป -เกิดความแตกต่างของอุณหภูมิ	-ปรับสูตรเคลือบ - ลดฟลักซ์ เพิ่มควอร์ตซ์ -ให้อุณหภูมิลดต่ำกว่า 100 องศาเซลเซียส
เคลือบร้อนตามขอบ	-สัมผัสวิธีการขยายตัวของเนื้อดินมากกว่าเคลือบ	-ปรับสูตรเคลือบ - เพิ่มฟลักซ์ ลดควอร์ตซ์



ปัญหา	สาเหตุ	การแก้ไข
เคลื่อนขุ่นมัว	- เกิดการตกผลึก - เกิดฟองอากาศ	- เปลี่ยนเคลือบ - เผาให้เข้าชั้น ยื่นไฟนานขึ้นลดความหนืดของเคลือบ - เคลือบให้บางลง
ลวดลายไม่ชัดเจน	- เคลือบไหลมาก	- ลดอุณหภูมิเผาเคลือบ เปลี่ยนเคลือบ - ผสมเคลือบหรือฟลัก
เคลือบบริเวณเขียนสีดิ่งตัว	- แรงดึงผิวสูง - แก๊สจากการเผา - ผสมมีเดียมมากเกินไป	- เผาช้าลง - ผสมมีเดียมให้พอเหมาะ



ปัญหา	สาเหตุ	การแก้ไข
สีเขียนตกแต่งด้าน สีหลุด สีเขียนตกแต่งเปลี่ยนไป	- เผาดำไปหรือสูงเกินไป - ผสมฟลักน้อยไป - เขียนสีหนาไป - มีฝุ่น ไขมัน - เคลือบไม่เหมาะสม	- เผาสูงขึ้นหรืออย่าเผาเกิน - เพิ่มฟลัก - เขียนให้บางลง - ทำความสะอาดให้ดีขึ้น - เปลี่ยนเคลือบ

