

الإجابة النموذجية على الأسئلة:

السؤال الأول: (10 درجات)

ماهي أهم اختبارات الزجاج. عددها ثم اشرح بالتفصيل عن اثنين منها.

الحل

1: اختبار تحمل قوة الضغط impact test:

2: اختبار تحمل قوة الشد (tensile testing):

3: اختبار الصدم Impact Test:

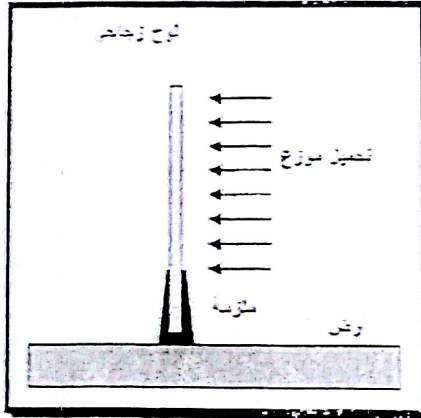
4: اختبار مقاومة الزجاج للرصاص:

5: اختبار جودة التقسية:

في كل مصنع من مصانع الزجاج تقريباً يتولى بعض المهندسين اختبار عينات من المصنوعات الزجاجية تؤخذ مباشرة من خطوط الإنتاج للتأكد من أن الزجاج من نوعية جيدة وأن له الخواص المطلوبة كذلك فإنه تؤخذ عينات من الأولي لاختبار حجمها وجودة مثالبها وغير ذلك من الخواص الأخرى.

1: اختبار تحمل قوة الضغط impact test:

• بالنسبة للأنواع الزجاجية: يبين الشكل (1) لوح زجاجي معرض لقوة موزعة بانتظام مثبت بواسطة سارية فولاذية غير قابلة للصدأ مثبتة بدورها في الأرض.



الشكل (1): اختبار تحمل قوة الضغط.

شروط الاختبار:

الحمل المطبق : 300 kg

فترة التحميل : 16 min

مساحة اللوح الزجاجي : 2.32 m²

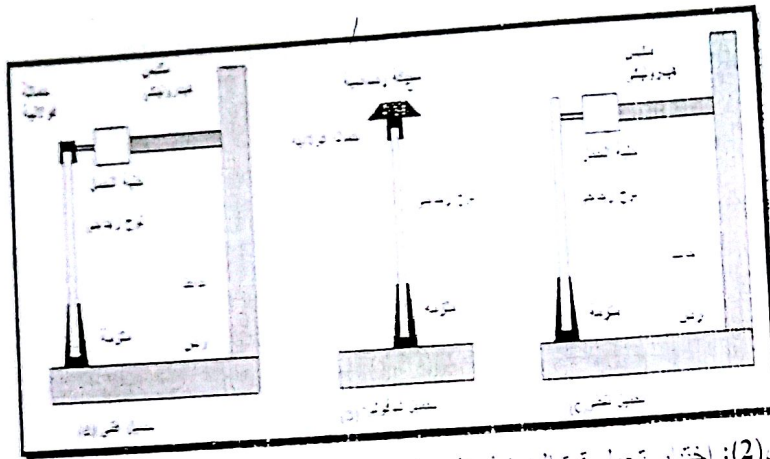
سماعة اللوح الزجاجي : 12 mm

الضغط المطبق : 1268.5 Pa

أثبت هذا الاختبار أن الزجاج قادر على أن

يتحمل هذه الشروط دون حدوث تشوهات أو كسور.

وبين الشكل التالي (2) تعرض اللوح الزجاجي لثلاث أنواع من التحميل: تحميل أفقي للحافة العلوية، تحميل شاقولي للحافة العلوية، تحميل نقطي للزاوية العلوية ويستخدم جانز فولاذي لتوزيع الحمل على الحافة العلوية للوح وتكون مساحة التلامس بين الجانز والحافة: (40×40) mm كما أن الضغط المطبق يساوي $0.75 \text{ Kn/m} \times 1.5 = 1.125 \text{ Kn/m}$



الشكل (2): اختبار تحمل قوة الضغط يظهر تعرض ألواح الزجاجي لثلاث أنواع من التحميل.

يصمم اللوح الزجاجي اعتمادا على المعايير والعلاقات التالية:

$$P = (0.5 \rho_{air}) [V_{des, \theta}]^2 C_{fig} C_{dyn}$$

$$V_{des, \theta} = V_{st, \beta}$$

$$V_{st, \beta} = V_R \cdot M_d (M_{z, cat} M_s M_t)$$

حيث أن:

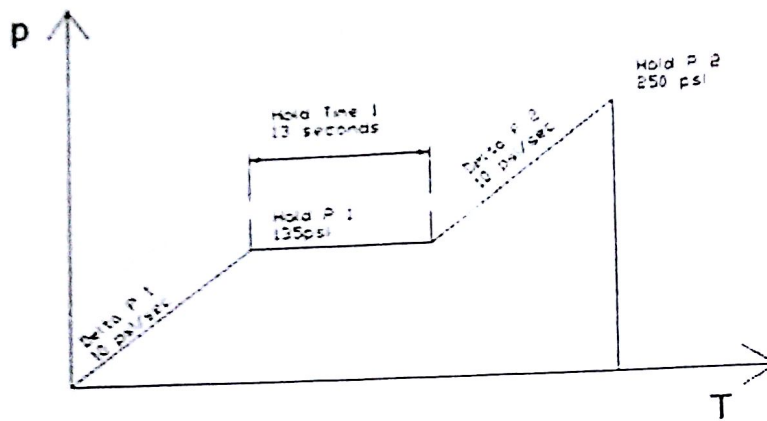
- P : ضغط الرياح المطبق على اللوح الزجاجي
- ρ_{air} : كثافة الهواء وتؤخذ عادة 1.2 kg/m^3
- $V_{des, \theta}$: سرعة الرياح التصميمية المتعامدة مع اللوح (عادة $\theta = 0^\circ, 90^\circ, 180^\circ$ and 270°)
- V_R : سرعة الرياح العاصفة الإقليمية وتقاس بـ m/s
- M_d : عامل اتجاه الرياح.
- $M_{z, cat}$: معامل ارتفاع المنطقة.
- M_s : معامل الأمان.
- M_t : معامل التضاريس.
- C_{fig} : معامل الشكل الإيرو ديناميكي.
- C_{dyn} : معامل الحساسية الديناميكي.

• اختبار الضغط لعينات زجاجية من القوارير والعبوات وغيرها: يتم اختبار عينات زجاجية (قوارير، عبوات) لمعرفة قوة

تحملها للضغط. تتألف آلة الاختبار مما يلي:

- فكوك تثبيت.
- نظام أوتوماتيكي لتعبئة القارورة بالماء.
- ضاغط هوائي.
- حساس التدفق للتأكد من عدم وجود فقاعات هوائية.
- صمام مراقبة الضغط.
- كمبيوتر موصول مع الآلة.

توضع القارورة داخل آلة اختبار الضغط وتثبت القارورة من علها بين فكوك التثبيت، ثم تملأ بالماء حيث لا تترك فيها أي فقاعات هوائية، ثم تضغط باستخدام مكبس هوائي، وتراقب قيمة الضغط باستمرار على شاشة الكمبيوتر ليرصد العلاقة الضغط مع الزمن، شكل (3).



الشكل (3): مراقبة قيمة الضغط باستمرار على شاشة الكمبيوتر من خلال العلاقة بين الضغط والزمن.

إذا انفجرت العينة أثناء الاختبار فإن الزجاج المكسور والماء يسقطان داخل فجوة خاصة.

إن الضغط الأعظمي للهواء يصل حتى 65 bar

القطر الأعظمي لعنق (فوهة) القارورة (82 mm → 136)

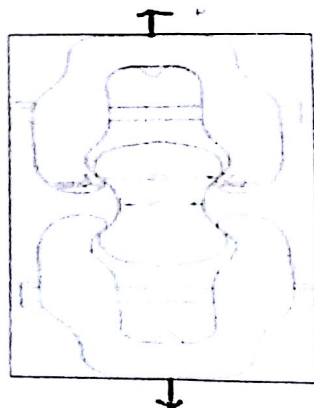
القطر الأعظمي للقارورة 180 mm

الارتفاع الأعظمي للقارورة 400 mm

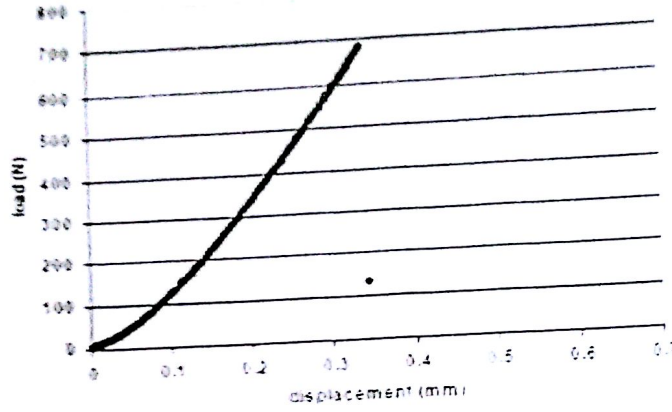
2: اختبار تحمل قوة الشد (tensile testing):

تقوم الشركات بشكل عام باختبارات الشد على المنتجات الزجاجية المصنعة لجودة تصميمها حيث أثبتت التجارب أن بعض الأكاسيد تؤثر في متانة الشد حيث تنشأ هذه الأكاسيد من أفران الصبر أو من الرطوبة أو من بقاء بعض الملوثات المتبقية حيث تعتمد هذه الاختبارات على أخذ عينات لها شكل خاص يتطابق مع فكوك التثبيت والقيام بتطبيق قوة من كل طرف بشكل تدريجي وإظهار النتائج ومقارنة هذه النتائج مع عينات مثالية مدروسة كما في الشكل (4).

إن الأكاسيد التي تؤثر في متانة الشد هي: Cr_2O_3 , Al_2O_3 , $(Mn, Co)_3O_4$. يبين الشكل (5) متانة الشد في العينات المثالية (تحتوي أقل نسبة من الشوائب).



الشكل (4): فكوك آلة اختبار الشد للزجاج.



الشكل (5): مثانة الشد في العينات المثالية.

3: اختبار الصدم Impact Test:

تم إجراء هذا الاختبار على زجاج النوافذ المستخدم في المباني حيث تم استخدام كتلة وزنها 50 kg وهذه الكتلة معلقة بواسطة حبل غير قابل للاستطالة لتشكل نواسا. يتم رفع الكتلة إلى ارتفاعات مختلفة: 190 mm, 450 mm, 1200 mm ثم تترك هذه الكتلة لتضطر باللوح الزجاجي. حيث يمثل الارتفاع الأول: قوة شخص بالغ يدفع اللوح الزجاجي بقوة. ويمثل الارتفاع الثاني: قوة شخص بالغ يركض باتجاه اللوح الزجاجي. أما الارتفاع الثالث: فيمثل الشروط الحرجة. بعض الشركات تقوم باختبار مقاومة الزجاج للصدم عن طريق إسقاط كرة معدنية وزنها نصف كيلو غرام سقوطا حرا وذلك من ارتفاعات مختلفة: نصف متر، متر واحد، مترين.

4: اختبار مقاومة الزجاج للرصاص:

وتخضع جميع المنتجات من هذا النوع من الزجاج لاختبارات عديدة في مراكز معتمدة ومراكز القوات المسلحة والإقامة منها شهادات معتمدة بنتيجة التجارب على العينات، والتي تثبت عدم نفاذية العيارات النارية، أو اختراقها وهذه التجارب تتم بإطلاق النار على الزجاج من مسافة قصيرة لا تتعدى عشرات الأمتار. وتبعاً لكل نوع سلاح يتم تحديد المدى المؤثر له. ويتم إطلاق النار على الزجاج من داخل هذا المدى المؤثر. فمثلاً لو كان المدى المؤثر لسلاح ما هو 20 متر فيتم من هذه المسافة إطلاق ثلاثة عيارات أو أكثر على الزجاج ويجب أن يكون مكان الرصاصات الثلاثة في مكان واحد وأن لا تمر جميعها أو تخترق الزجاج ليجتاز الاختبار ولا تخترقه رصاصة واحدة من الثلاثة.

وبما أن الزجاج المقاوم للرصاص يدخل في تركيبه مادة البولي كربونيت فيجب التقويه إلى أن هذه المادة تتأثر بدرجات الحرارة ولا تضع فوق البنفسجية ومع مرور الوقت تصبح هذه المادة أكثر هشاشة لأنها بوليمر غير متبلور. وأكنت التجارب أنه عند اصطدام القذيفة مع سطح المادة (البولي كربونيت) عند درجة حرارة -7°C فإن سطح هذه المادة يتصدع وبالتالي ينصح باستخدام طبقتين من هذه المادة ودمجهما معاً في تركيب الزجاج ليصبح أكثر فاعلية، كما يجب ملاحظة أن الزجاج المستخدم في حماية المحلات التجارية والمعرض والمتاحف وغيرها وما هو موجود بالسيارات يختلف حسب طبيعة الحماية المطلوبة وزن المتر المربع من هذا الزجاج يبدأ من حوالي 120 Kg/m^2 ولهذا تكون السيارات المطلوب عمل زجاج مدرع لها مميزة لذلك من تحمل للوزن الزائد. تختلف مقاومة الزجاج للرصاص باختلاف تركيبه وكثافته وسماكته.

5: اختبار جودة التغطية:

يتم بواسطة جهاز ميكانيكي يستخدم يدوياً لتطبيق قوة ضاربة على سطح الزجاج بواسطة رأس محبب دقيق من الفولاذ المنقى. يتم تكرار الزجاج بهذا الجهاز لفحص جودة التغطية من خلال حساب عدد الكسرات.

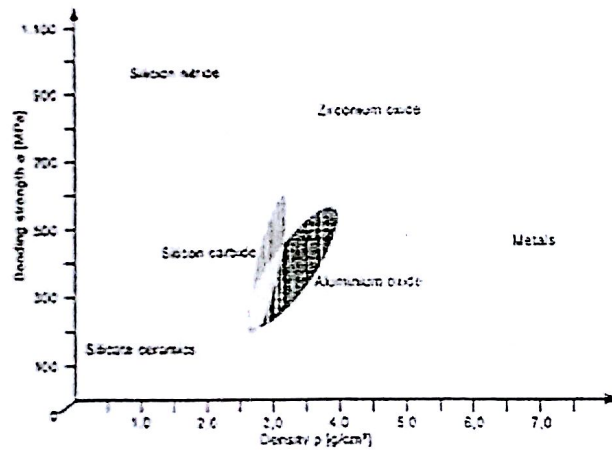
ويجب أن لا يقل عدد الكسرات في قطعة مدها 5 سم وعرضها 5 سم عن 250 كسرة لأنه لو قل عن ذلك يعني أن الكسر في الزجاج كبير ويؤدي إلى إصابات عند كسره ويكون خطراً على الشخص القريب منه أو من هم حوله ويعنى آخر كلما زاد عدد الكسرات كان الزجاج أفضل كما أنه يجب ألا تكون أطراف الكسرات حادة. كما يتم وزن أكبر كسرة في هذا الاختبار لمعرفة إن كانت كبيرة بما يكفي لإحداث إصابة أم لا وعند اختيار الاختبار يجب أن يكون الزجاج خصب ويتم الإنتاج وفقاً للنتائج التي تمت على عينات الاختبار.

السؤال الثاني: (10 درجات)

أشرح الكثافة والمسامية للمواد السيراميكية.

الكثافة Density

كثافة المواد السيراميكية تكون بنسبة 70% - 20 من كثافة الفولاذ وهذا ما يجعل إمكانية التخفيض بالوزن ميزة من ميزات المواد السيراميكية وخاصة في القطع المتحركة في الآلات. تؤثر النسبة المئوية للكثافة بشكل فعال في خواص المادة السيراميكية ويهدف الحصول على أفضل خواص ميكانيكية جيدة من المواد تكون قيمة الكثافة قريبة من القيمة النظرية. ومن ناحية أخرى فإن انخفاض الكثافة (الناتج عن المسامية المنتظمة في المادة) له تأثير إيجابي لفترة على تحمل الصدم الحراري. ويبين الشكل بعض الخواص الميكانيكية (متانة الانحناء - الكثافة) لبعض المواد.



علاقة الكثافة بالخواص الميكانيكية

المسامية Porosity

تعتبر المواد السيراميكية مواد ذات مسامية مغلقة كما في حال الغازات، وبالرغم أن هذه الصفة غير مرغوب بها إلا أن بعض المواد المتمتعة بها يمكن أن تتعامل بشكل أسهل وأفضل مع الاجهادات الحرارية. أيضاً يفضل استخدام هذه المواد عند الحاجة لتأمين مساحات سطوح كبيرة. تتولد المسامية بالمواد نتيجة الاختيار المناسب للمادة الخام وعمليات التصنيع، وفي بعض الحالات نتيجة الاستخدام المناسب للمواد المضافة. وهذا يؤدي لنشوء مسامات مغلقة ومفتوحة بحجوم تتراوح بمجال قيم صغيرة من النانومتر حتى الميكرومتر.

السؤال الثالث: (10 درجات)

أكتب كل ما تعرفه عن طرق تشكيل الزجاج.

الحل:

هناك أربع طرق رئيسية لتشكيل الزجاج وهي: النفخ - الكبس - السحب - الصب.

وبعد عملية التشكيل تأتي عملية لاستعادة قوة الزجاج ومنته كما يمكن استخدام طرق لتقوية وغيرها من الطرق المصوبة إلى تحبير الزجاج بالمئات المطلوبة.

1: النفخ Fill out:

نفخ الزجاج دون استعمال قوالب فن قديم يرجع تاريخه إلى حوالي 2000 سنة وتم هذه العملية بغرس أنبوب نفخ من الحديد صلبه من 1.2 إلى 1.5 متر في الزجاج المنصهر الذي يلتصق بعض منه بطرف الأنبوبة الذي يكون شكله أشبه بالكشوى وبدأ أحد العمال بالنفخ بلطف في الأنبوبة حتى ينتفخ الزجاج ويتجاوب مع نفخ العامل الذي يقوم بإعطائه الشكل المطلوب عن طريق النفخ ويمكن تدرج ودر في هذه المرحلة أن يعصر ويمط ويفتل ويقطع ويقوم العامل بتشخين هذا الزجاج مرة بعد أخرى للحفاظ طويلاً مرة واحدة يصنع الزجاج الساخن في شكله النهائي المطلوب فإن هذا الشكل يكسر من طرف الأنبوبة الحبيبة و بالإمكان نفخ الزجاج في القوالب الحبيبة مرة باليد أو بالآلات.

2: الكبس pressing:

يصحب الكبس إسقاط كتلة زجاجية ساخنة في قالب ثم تكبس بمكبس حتى تستمر كتلة الزجاج وتبدأ جوف القالب ولكي تكبس هذه الكتلة يجب أن يتم تشكيل المادة بطريقة تمكن من سحب المكبس وتستخدم عملية الكبس عادة في صنع الأطباق والكؤل والزجاجية والعسلات وطاقيات السجائر وكما هي الحال في عملية النفخ فإنه بالإمكان أيضاً إجراء عملية كبس إما باليد أو بالآلات سواء بقالب مفرد أو مزدوج وتستخدم آلات النفخ والكبس مجموعة من طرق الكبس والنفخ لصنع المادة المطلوبة وهناك كثير من الأدوات التي تصنع بهذه الآلات.

3: السحب drawing:

هو الطريقة التي تستخدم لتشكيل الزجاج المسطح وألوان الزجاج والألياف الزجاجية. وتبدأ تكون جميع أنواع الزجاج المسطح المصنوع هذه الأيام زجاج عائم ويشكل هذا النوع عن طريق سحب صفيحة عريضة من الزجاج المنصهر في صهرج من القصدير المنصهر ويسمى هذا الصهرج بالحمام العائم لأن الزجاج يطفو في طبقة مستوية على سطح القصدير المنصهر الباقي النعومة ويضبط بتشخين في حمام الطفو وتصهر بحيث لا تظهر أية خشونة قد تعلق في الزجاج ولما كان الزجاج ينصهر في درجة حرارة أعلى من تلك التي ينصهر عندها القصدير فإنه بالإمكان نقله من القصدير المنصهر لمزيد من التبريد وعندما يشكل الزجاج المسطح في حمام الطفو فإن كلا الجانبين يخرج بشكل لامع بحيث لا يحتاج إلى شيء من الصقل والتبذيب وتصنع الألياف الزجاجية بسحب الزجاج المنصهر لينساب حول اسطوانة دوارة أو مخروط يسمى قلب التشكيل وينفخ الهواء من خلال قلب التشكيل فإن الزجاج يكون أنبوبة مستمرة على الدوام أما الألياف الزجاجية فإنها تصنع عن طريق سحب الزجاج المنصهر من خلال ثقوب دقيقة جداً في قاع الفرن.

4: الصب casting:

صنعت المرأة بعرض 508 سم لتسكوب مرصد بالونمار في كاليفورنيا في الولايات الأمريكية عن طريق الصب وتتضمن عملية الصب هذه ملء القوالب بالزجاج المنصهر وذلك إما بصب الزجاج من مغارف أو مباشرة من الفرن أو بصب الزجاج من قاع الفرن ويستخدم الصب في إنتاج قطع الزجاج المستعمل في الشؤون المعمارية وفي إنتاج الزجاج الفني وزجاج الليزر. حيث يتم صب الزجاج وفق عمليات متتالية لضمان التجانس للقطع ذات الأبعاد الكبيرة.

5: طرق خاصة لتشكيل الزجاج:

هناك طرق لإعادة تشكيل الزجاج لإخراج أشكال جديدة بعد أن تبرد ويقوم الصناع بإعادة تسخين أنواع مختلفة وأحجام متباينة من ألوان الزجاج وقضبانها فوق شعلة نفخ يطلقها الغاز والأوكسجين بعد ذلك يمكن تلي هذه الألياف ولفها ومطها وتلحم الزجاج المطري إلى

شكال متنوعة وبهذه الطريقة فإنهم يصنعون أشكال حيوانات صغيرة، ومزهريات وسفن شراعية وحيوانات زجاجية ومعدات غنية وبعض القطع للأنايب الإلكترونية والمصابيح المتوهجة وشعر من المعدات الصناعية ويصنع الكثير من قطع الصير لصاعات كيميائية والطبية والآلات ذات السرعة المتناهية الأوتوماتيكية وذلك بتصنيع الزجاج المطري.

6: طرق فنية مبتكرة:

- الزخرفة بالمعالجة بالنار:

يمكن وضع الطلاء الزجاجي الملون والأصمغ ذات اللون إما عن طريق الفن السجيني اليدوي (الرسم) وإما عن طريق فن الصير من ورق أعد خصيصا لهذه العملية أو الطباعة الحريرية وعندما تسخن هذه الوسائل الفنية من طلاء وغيرها إلى درجة الحرارة المطلوبة يجب تنصهر في الزجاج وهكذا تصبح جزء من الأتية الزجاجية وتزخرف كثيرا من الأبواب والحرار والأدراج وأجهزة الإضاءة والتحف الفنية وغيرها من المنتجات بهذه الوسيلة

- زخرفة الزجاج:

هناك عدة عمليات تجهيزية أولية يجب الفراغ منها قبل أن تزخرف المصنوعات الزجاجية وتتم فمثلا يجب إزالة الزجاج الزائل من لادى التي صنعت بطريقة النفخ وفي العمليات اليدوية يجب قطع الزجاج وهو مازال طريا وفي بعض الأحيان تدار القطع الزجاجية أمام لب ساخن جدا من الغاز ويؤدي التمدد الفجائي لشريط الزجاج الساخن الضيق الذي يتور أمام التهب إلى الانفصال عن الزجاج الأكثر مرونة الذي يليه في حالات أخرى يمكن تثبيت النية الزجاجية وهي مقوية بل يمكن أيضا استخدام لبيد أقوى ثم يصير الزجاج العالق لتعرضه لتلك الحرارة العالية ويؤدي ثقل الزجاج المنصهر إلى انفصاله وسقوطه ثم تجمع كسرة الزجاج هذه في برميل وتعاد إلى الفرن لتستعمل مرة أخرى ومن الممكن أيضا فصل الزجاج الزائد لإزالة القطع الزجاجية بعجلة من الماس أو الحديد الصلب ثم تجلب الزواك الزجاجية شيء من الضغط المفاجئ فإن لم تكن الأجزاء الزائدة المقطوعة من الزجاج ناعمة بقدر كاف فإنه بالإمكان صقلها بكاشطات ناعمة أو لييب آلة صقل نارية.

- تلوين الزجاج :

يعود سبب ظهور الزجاج بلون ما إلى وجود مجموعات معدنية ملونة على شكل أيونات فيه فمثلا يتلون الزجاج باللون الأصفر أو البني بوجود أيون الحديد الثلاثي ويمكن تحويل اللون الأخضر في الزجاج إلى الأصفر بإضافة ثاني أكسيد المنغنيز.

وتصنع الأحجار الكريمة الصناعية بإضافة مساحيق المعادن الثمينة كالنحاس والذهب إلى مصهور الزجاج حيث تتشكل تلك المعادن مع الزجاج محاليل غروية.

السؤال الرابع: (10 درجات)

الزحف بسبب الانتشار

في هذا الميكانيزم يكون الزحف ناتجا عن الانتشار الذري ولا يوجد حركة للانزياحات إذا قمنا بدراسة البلورة الأحادية. قام الباحث نابارو عام (1948) بتوضيح أن الفجوات سوف تنتقل من الوجوه المعرضة للشد إلى الوجوه المعرضة للضغط وسوف يكون هناك تنفق معكس للذرات وبالنتيجة سوف نحصل على تغيرات دائمة في الشكل. في حالة زحف (Nabbarro - Herring) يكون معدل الزحف معطى بالعلاقة:

$$\dot{\epsilon} = \frac{\alpha D_L \sigma \Omega}{d^2 k T}$$

في هذه الحالة يكون الثابت (α) متوقفا على مدى انزلاقية الحدود الحبيبية وذلك حسب الباحث (Herring) عام (1950) . من أجل

القياسات البسيطة لاختبار الشد تحت ظروف الحالة الثابتة (الزحف الثانوي) يكون α=13.3 .

يمكننا افتراض ما يلي :

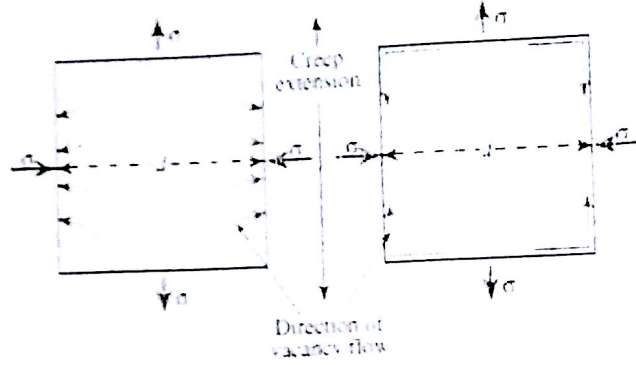
* إن المصدر ومكان التصريف الرئيسي للفجوات هو حدود البلورة .

* نحن في حالة توازن .

لا يوجد تكهف.

إن النقاط الهامة التالية مطبقة في حلة زحف (Nabbarro - Herring)

- 1- يجب أن تكون درجة الحرارة مرتفعة كفاية للسماح بحدوث انتشار ذي أهمية للتغيرات .
- 2- يتم دراسة الانتشار عبر كتلة حجمية من المادة .
- 3- بسبب تأثير (d^2) فإن معدل الزحف سوف يزداد مع تقلص أبعاد الحبيبات (أي مسافة أقصر للانتشار) .
- 4- يكون معدل الزحف متناسبا مع الإجهاد المطبق (على الزمن من أجل الإجهاد الأختص)
- 5- هناك علاقة خطية بين الانفعال والإجهاد.



الزحف بسبب الانتشار

من أجل درجات الحرارة الأخفض ومن أجل المواد السيراميكية ذات الحبيبات الناعمة جدا يمكن أن يصبح الانتشار عبر حدود الحبة هو الطريق السائد . في هذه الحالة تسمى العملية باسم زحف كويل (1963) وعندها يصبح معدل الزحف كالتالي:

$$\dot{\epsilon} = \frac{150 \Omega \delta D_{gb} \sigma}{\pi d^3 k T}$$

إن النقاط الهامة الواجب الانتباه لها من المعادلة هي التالية :

1- تختلف قيم معدل الزحف حسب (d^3) . لذلك يعتبر ميماً من أجل كل مادة سيراميكية ذات بنية حبيبية ناعمة .

2- $D_{gb} > D_{lo}$ لذلك فإن زحف كويل ملائم في درجات الحرارة الأخفض .

يحدث كل من زحف (Nabbarro - Herring) و زحف (Coble) بالتوازي مع بعضهما لذلك فإن المعدل الفعلي للزحف سوف يتضمن كلا العنصرين وكلا معاملي الانتشار يوجد لدينا في المواد السيراميكية حلة يكون فيها كل من الأيونات السالبة والأيونات الموجبة تنمو بعملية الانتشار مما يضيف تعقيدا آخر إلى معادلة معدل الزحف .

إذا فإن هناك اختلافات كبيرة في معدلات الانتشار عندئذ يتم التحكم بمعدل الزحف بواسطة الانتشار الأبطأ على طول مسار الانتشار الأسرع.

توضيح :

دلالة الرموز في معادلة الزحف :

α ثابت

D_l انتشار الشبكة

K ثابت بولتزمان

b متجه بورغر

T درجة الحرارة المطلقة

- σ الإجهاد المطبق
- μ معامل القصر
- m أس الحجم الحبيبي
- n أس الإجهاد
- φ الحجم الذري
- d أبعاد الحبيبة
- D_{gb} انتشارية حدود الحبيبة
- δ عرض حدود الحبيبة
- A ثابت ليس له علاقة بالأبعاد
- D معامل الانتشار

السؤال الخامس: (10 درجات):

أجب بكلمة صح أو خطأ مع ملاحظة بأن الإجابة الخطأ تذهب النقاط.

1. خطأ.
2. صح. أخطأ
3. خطأ.
4. خطأ.
5. خطأ.

السؤال السادس: (30 درجة)

أجب عن ثلاثة فقط من الأسئلة التالية (لكل سؤال عشر درجات):

1- عرف المواد السيراميكية، ما أهم تصنيفاتها وفقاً لتركيبها الكيميائي، ما هي المواد الخام الأساسية والمساعدة المستخدمة في صناعة السيراميك، قارن بين الأنواع المختلفة للمنتجات السيراميكية. ما أهم استخداماتها. وعلى ماذا تعتمد وظيفة المنتجات السيراميكية؟

- تعريف المواد السيراميكية: تسمى أيضاً بالمواد المتصلدة حرارياً أو المواد الغضارية أو الخزفية. ويحير مصطلح سيراميك Ceramic إلى فن صناعة الخزف، وقد اشتق هذا المصطلح من الكلمة اليونانية Keramos وتعني صناعة الخزف والتي تعني المادة المشوية (المحروقة). وتمثل المواد السيراميكية المواد البشرية الصنع أي الغير موجودة في الطبيعة إذ تعتبر مواد مركبة غير معنية وغير عضوية، ويطلق مصطلح السيراميك على عدد كبير من المواد مثل الأكاسيد واليوريدات. الكاربيدات، النتريدات.

- تصنف المواد السيراميكية وفقاً لتركيبها: إلى المواد السيراميكية التقليدية والمواد السيراميكية المتقدمة. حيث تتكون المواد السيراميكية التقليدية من الغضار كواحد من أهم المكونات الرئيسية وتدخل معه بعض الأكاسيد المعنوية والفلسبار. وهناك العديد من المنتجات التي تصنع من السيراميك التقليدي مثل الأواني الحجرية وأدوات المائدة والقرميد والمواد البورسلينية. أما المواد السيراميكية المتقدمة فتتكون من مواد أوكسيدية أو مواد غير أوكسيدية، وتستخدم في التطبيقات الإلكترونية والتقنية والهندسية.

- المواد الخام الأساسية المستخدمة في صناعة السيراميك هي الرمل (السيليكا) إضافة للفلسبار، إضافة للمادة الغضارية الرابطة Clay مثل الطين الأسود والطين الأبيض والكاولين والنتك بالإضافة إلى بعض المواد الأخرى مثل هيدروكسيد الصوديوم وسيلكات الصوديوم و كربونات الكالسيوم ومواد ملونة، والمزلاقات (شحوم، زيوت ...). تساعد بعمليات التصنيع. تغطي أسطح المنتجات السيراميكية بمادة زجاجية (الجليز) مؤلفة من الفلسبار ($6\text{Na}_2\text{O}$, SiO_2 , Al_2O_3) وهيدروكسيد الصوديوم، ومواد رابطة، والدلوميت، والماء. وتستخدم بعض الكيمائيات في المعامل لمراقبة الجودة وإجراء التحاليل. ويستخدم الغاز الطبيعي والمازوت كوقود للأفران.

- قارن بين الأنواع المختلفة لمنتجات السيراميك؟

المنتجات البيضاء: هي المنتجات السيراميكية ذات اللون الأبيض أو العادي أو الرمادي الناتج بعد حرق طبقة تحتية واحدة. ويشير إلى المنتجات البيضاء إلى الخزف الصيني والبورسلين والمنتجات ذات الطبقات المتعددة. يعرف الفخار بأنه المنتجات السيراميكية المصنوعة من نقطة (المصرا) غير لدرجة (اسمية) سواء لمعداة حدة واحدة (الجليز) أو غير مغطاة بهذه الطبقة.

الخزف الحجري: هي عبارة عن مواد سيراميكية زجاجية أو شبه زجاجية ذات تركيب دقيق، مصنوعة أساساً من طبقة غير حرةية وبعض المخاليط من بعض أنواع الطفلة والسينكا. وعند حرقها تكتسب خواص مثل خواص لحرف لمصنوع من طبقة حرةية. وتسمى المنتجات الفنية والكيميائية وأدوات الطهي ومواسير الصرف وأدوات المطبخ أدوات متعددة وبلاط وطوب.

البورسلين: هو عبارة عن منتجات سيراميكية زجاجية مغطاة أو غير مغطاة بطبقة زجاجية (الجليز) وتسمى منتجات حرةية وبختر طاحونة الكور والمنتجات المقاومة للمواد الكيميائية ولعزل الكهربائية ولأدوات متعددة.

المنتجات التقنية: مثل المنتجات الزجاجية المستخدمة في لعزل الكهربائية ولترشحات سيراميكية وتصنيع المحرك وفي التحليل الكيميائي والميكانيكية والبيئية.

إذا يمكن من التعريف المعطى للمواد السيراميكية أن نميز أعداد كبيرة منها. هذه الاستخدامات هذه المواد متنوعة بدءاً من المواد المكونة الإلكترونية والمغناطيسية. هذه الاستخدامات تعتمد على المجال الواسع من الخواص التي تتمتع به المواد السيراميكية.

تعتمد وظيفة المنتجات السيراميكية: على التركيب الكيميائي والبنية المجهرية. لأن يحدث خواص هذه المواد، حيث تغير البنية الداخلية بين البنية والخواص هي مفتاح عناصر علم وهندسة المواد.

بالإضافة إلى تقسيم المواد السيراميكية بناءً على خواصها وتطبيقاتها، يمكن أيضاً تقسيمها إلى مواد تقليدية ومتقدمة.

يتضمن السيراميك التقليدي عناصر ذات حجم كبير مثل: البلاط وأحوض المراحيض والتخريجات.

يتضمن السيراميك المتطور مواد أحدث مثل: مواد مضيف التيزر وسيراميك كهربائي إجهدي وسيراميك لتواكسر سيراميكية لعتوية DRAMs. وغالباً يترافق إنتاج كميات صغيرة منها مع أسعار مرتفعة. كما أن هناك خواص أخرى تفصل هذه الأصناف.

يعتمد السيراميك التقليدي بشكل أساسي على الطين والسينكا. وهناك ميل لربط سيراميك تقليدي بتقنية بسيطة، على أي حال، هناك تطور دائم في تقنيات التصنيع ناتج عن التنافس بين المنتجين. إن الأدوات والآلات المعقدة غالباً يتم التحكم بها بواسطة كمبيوتر.

يرتبط السيراميك المتطور بـ "التقنية الخاصة" أو "هندسة السيراميك". حيث يمتلك خواص ميكانيكية متقدمة مثل مقاومة التآكل والأكسدة وخواص كهربائية وبصرية ومغناطيسية. بينما السيراميك التقليدي الذي أساسه الطين، يستخدم لأكثر من 25,000 سنة، ويشير القول إن السيراميك تطور في آخر 100 سنة.

1- عدد بالتسلسل الصحيح الخطوات العملية لإنتاج السيراميك وشرح بالتفصيل عملية التزجيج Glazing للأسطح السيراميكية وللأدوات الصحية.

1- مخازن المواد الأولية:

2- قسم الكسارة:

3- قسم الخزانات (سيلو) والوزن:

4- مرحلة الطحن:

5- خزانات الأرضية:

6- عملية التخمير:

7- مرحلة التذخير:

8- مرحلة الكبس:

9- مرحلة التجفيف الشاقولي:

10- خط الطلاء:

بعد التجفيف واختبار جودة المادة السيراميكية تمر عبر سيور إلى مكان الطلاء (الجليز) وهو يشبه إلى حد ما الجرس ينزل من حوافه بشكل مستمر مستحلب أساسه زجاجي (تستخدم المواد المكونة للطبقة الزجاجية (الجليز) لطبقة سطح المثلثات ولتأثير المصقول).

الزجاجية (الجليز) باستخدام الفلبيار ($6Na_2O, SiO_2, Al_2O_3$) وهيدروكسيد الصوديوم، ومواد رابطة، والخلويات، والماء) وبحال تكون عملية التوزيع للمستحلب إلى حد ما مدروسة بدقة والمادة التي ستنزل على قطعة السيراميك مصنوعة، وسرعة مرور القطعة تحت الجرس متحكم بها.

هناك مطاحن غير مستمرة تستخدم لتحضير مواد الجليز التي سضعها على السيراميك وهي عبارة عن خلطات نوصع حسب المواد بكمية مدروسة ومن ثم تنقل المواد بعد الخلط من خلال دويبات لتؤخذ إلى وحدة الطلاء وتكب بشكل منتظم على الجرس ومن ثم تقطع السيراميك وبالنسبة للفائض من الجليز يعاد للحاوية ليت صخه من جديد على الجرس.

- 11- الطباعة:
- 12- LGV(Laser Ground Vehicle)
- 13- الشوي:
- 14- خط الفرز:
- 15- التعليب:

2- تكلم عن أشكال الانبعاثات والمخلفات السائلة والملوثات الصلبة في مصانع المواد السيراميكية؟

- a. غازات العوادم المنبعثة من عملية احتراق الوقود (الغازات والسوائل) الذي يستخدم في عمليات التجفيف أو الحرق. تحتوي هذه الغازات على أكاسيد الكبريت (SO_x) وأكاسيد النيتروجين (NO_x)، أول أكسيد الكربون، ثاني أكسيد الكربون، وهيدروكربونات غير محترقة.
- b. تعد عمليات التكسير والطحن والكبس والنقل للمواد الخام والجرس أحد أكبر مصادر الجسيمات المعلقة والغبار.
- c. عادة يكون متوسط تركيز الغبار يتراوح بين 30 - 40 مجم/م³ وهي نسبة تزيد عن النسبة التي يسمح بها القانون (10 مجم/م³).
- d. تعد عمليات التكسير والطحن ونقل المواد الخام مصدراً للغبار المستنشق، ويمكن أن يصل تركيز الغبار المستنشق إلى 5 - 6 مجم/م³ وهو أيضاً ما يزيد عن حدود القانون (5 مجم/م³).
- e. تعد عملية إنتاج البلاط أحد مصادر الغبار الذي ينتج أثناء عملية التجفيف بالهواء الساخن.

المخلفات السائلة

- a. تنتج كميات كبيرة من المياه الملوثة من عمليات غسل القوالب وغسل المنتجات لإزالة أي جسيمات عالقة بها. وتمثل أيضاً الملوثات التي يتم فصلها بعد عملية الصب وقبل التجفيف مصدراً لتلوث المياه.
- b. زيوت التزليق المستهلكة إذا تم صرفها على خطوط الصرف فبالتبعية تسبب في تلوث مياه الصرف بالزيوت.
- c. عملية تلميع المنتجات تنتج كميات كبيرة من المياه الملوثة التي تحتوي على الجسيمات العالقة والجسيمات المرئية وعادة يتم تجميع هذه المياه في خزانات ترسيب لفصل الحمأة عنها قبل عمليات المعالجة التالية.
- d. مياه الصرف الصحي.

المخلفات الصلبة

تعد العمليات التالية مصدراً للملوثات الصلبة:

- a. الخليط (Slip) الزائد المتبقى في القوالب بعد عملية الصب.
- b. المنتجات المعيبة قبل عملية الحرق (بلاطات الأرضيات، الأدوات الصحية، أدوات المائدة).
- c. المنتجات المعيبة بعد عملية الحرق (بلاط الأرضيات، الأدوات الصحية، أدوات المائدة).
- d. الحمأة الناتجة من مياه صرف عملية التلميع.
- e. من بين الملوثات الصلبة أيضاً البلاستيك والخشب وعبوات الكرتون

بيئة العمل

يوجد مستوى عالي من الضجيج بجوار وحدات الطحن والكبس.

المخلفات الخطرة

أوعية الكيماويات والأصباغ الفارغة تعتبر من المخلفات الخطرة هذا بالإضافة إلى الحمأة الناتجة من عمليات معالجة مياه الصرف.

3- اكتب ما تعرفه عن المواد السيراميكية المركبة ذات القلب المعدني من حيث عناصر التقوية وطريقة التصنيع والهدف من هذه البنية والاستخدامات؟

المواد السيراميكية المركبة ذات القلب المعدني:

هي عبارة عن مواد مركبة تتألف بنيتها الميكروية من خلاطة معدنية معززة (ملونة) بعناصر (مكونات) مملوءة:

$$MMC = \text{metal} + \text{reinforcement}$$

1- عناصر التقوية: يمكن أن تكون:

- مواد جزيئية مثل أكسيد الألمنيوم وكربيد السيليكون.
- ألياف طويلة مثل أكسيد الألمنيوم و أكسيد السيليكون.
- ألياف قصيرة مثل أكسيد الألمنيوم وأكسيد السيليكون والكربون.
- شعيرات من أكسيد الألمنيوم وكربيد السيليكون.
- مزيج من الألياف والجزيئات (مقويات هجينة).

2- طريقة التصنيع:

تسخن المادة السيراميكية الأولية التي تحتوي على مسامية مفتوحة في المجال 75%-25 من الحجم، ثم تمرر ضمن سائل معدني منصهر، يدخل المعدن ضمن المسامات ومن ثم يتجمد مشكلا بنية متداخلة من المعدن والمادة السيراميكية المسامية. وهذا ما يعطى السيراميك المركب MMC.

3- الهدف من تصميم هذه البنية:

- زيادة المتانة الميكانيكية.
- تأثير الاحتكاك والاهتراء (الخواص الثيرمونيوجية).
- تأثير التمدد الحراري.
- تحسين الثبات الحراري.
- التخفيف ما أمكن من وزن المادة والوصول لكثافة منخفضة.
- إمكانية تطبيق إجراءات تصنيع وتشغيل مختلفة.

4- الاستخدامات: التطبيقات الممكنة لهذه المادة تتضمن سطوح الاسطوانات النارية في المحركات. الفجوات في بستونات المحركات، القوابض والمكابح، المحامل. كما يمكن استخدامها في صفائح التبريد في العناصر الإلكترونية.