جمهورية العراق
وزارة التربية
المديرية العامة للتعليم المهني

التدريب العملي
الخزف والزجاج
الصناعي
الصف الثاني

المؤلفون

د. شـــهاب احـــمد زيدان
د. انغام سعدون العذاري
د. جميل حبيب غـــازي
زهراء صلاح احـــــمد
سميرة مجيد عيدان
رشا عدنان عبد الهادي
انغام خاجيك تكلان

الطبعة الثالثة
1447هـ - 2025م

المقدمة

بعد إن تعرفت - عزيزي الطالب - على خصائص المواد الخزفية والسيراميكية التقليدية منها والمتقدمة، كذلك تعرفت على طرائق تشكيلها المختلفة الفنية والصناعية من خلال دراستك للجزء الاول من سلسلة منهاج الخزف والزجاج للدراسة المهنية بعد المتوسطة ، نضع الان بين يديك الجزء الثاني من مادة (التدريب العملي).

يتضمن الجزء الثاني سلسلة تمارين في اعداد الافران اللازمة لفخر المنتجات الخزفية وطرائق فخر وتلبيد المنتجات الخزفية، كذلك تمارين في عمليات التزجيج والمسلك التكنولوجي لصناعة الحراريات وأخيراً بعض التجارب الخاصة بفحوصات الخزف والزجاج، ودراسة خصائصها الفيزيائية والميكانيكية والحرارية كذلك زودت التمارين بمجموعة من الصور التوضيحية لكل خطوة من خطوات العمل فضلاً عن اسئلة المناقشة واسئلة عامة.

بانتهاء هذا المنهاج أصبح الطالب على إطلاع كامل بالعمليات الصناعية للمنتجات السيراميكية واصبح مؤهلا للعمل في ورش صناعة الخزف الفني ومصانع انتاج الخزف والزجاج.

ومن الله التوفيق

المؤلفون

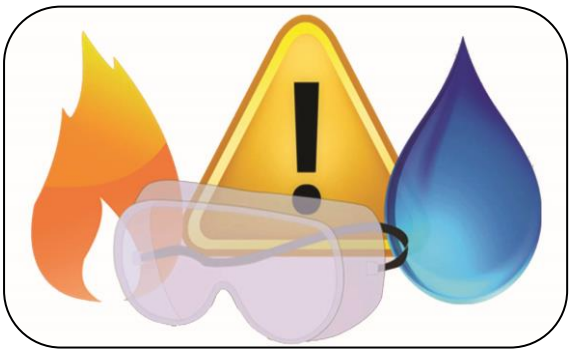
الفصل الاول

جوانب السلامة

في ورش ومصانع الخزف

أهداف الفصل الاول :

يتعرف الطالب على مخاطر العمل في ورش الخزف ومعامل الزجاج وارشادات السلامة والامان فيها ووسائل المحافظة على الصحة والبيئة .



محتويات الفصل الأول

1-1 المقدمة

2-1 البيئة

3-1 الصحة و السلامة المهنية

4-1 جوانب السلامة

5-1 بعض علامات السلامة الإرشادية

1-1 المقدمة

إن التطور التقني الذي شهده العالم وما صاحبه من تطور الصناعات نتج عنه الكثير من المخاطر التي ينبغي على الإنسان إدراكها وأخذ الحذر والحيطة من الوقوع في مسبباتها، و تتضمن الارشادات المتعلقة بالبيئة والصحة والسلامة مستويات الاداء والاجراءات التي يمكن التكنلوجيا الحالية ان تحققها في المنشآت الجديدة بتكلفة معقولة. وقد يشمل تطبيق هذه الارشادات في المنشآت القائمة ووضع اهداف وغايات خاصة بكل موقع على حدة، مع اعتماد جدول زمني مناسب لتحقيقها.

وينبغي ان يكون تطبيق الارشادات المتعلقة بالبيئة والصحة والسلامة بما يتناسب مع المخاطر والتهديدات المحددة في كل مشروع، استنادا إلى نتائج التقييم البيئي الذي يأخذ بنظر الاعتبار متغيرات كل موقع على حدة ومنها الوضع في البلد المضيف والطاقة الاستيعابية في البيئة المعنية، والعوامل الاخرى الخاصة بالمشروع، كما يجب ان تستند تطبيق التوصيات الفنية المحددة إلى الراي المهني المتخصص الذي يصدر عن اشخاص مؤهلين من ذوي الخبرة العملية.

2-1 البيئة:

تتضمن القضايا البيئية المرتبطة بتصنيع بلاط السيراميك والادوات الصحية محاور اساسية تشمل ما يلي :-

1. الانبعاثات الهوائية.
2. المياه المستعملة.
3. النفايات الصلبة.

1-2-1 الأنبعاثات الهوائية:

قد تتولد انبعاثات الهواء من عملية تخزين ومناولة المواد الخام او اثناء عملية حرق السيراميك او تجفيفه بالهواء. وفي الحالة الثانية، يمكن ان تصدر الانبعاثات من المواد الخام او الوقود المستخدم في انتاج الطاقة والحرارة او كلاهما، وتشمل:-

1- المادة الجسيمية:

تتضمن المصادر الرئيسة لانبعاث المواد الخام - على سبيل المثال- (الغربلة والخلط والوزن والنقل / التوصيل / الطحن الجاف - أقل شيوعا من الطحن الرطب) والتجفيف (على سبيل المثال التجفيف

بالحرارة او الهواء) وعمليات الرش بالطلاء على سبيل المثال لكل من إنتاج بلاط السيراميك والأدوات الصحية وعمليات صقل الأدوات المحروقة.

وتتضمن اساليب منع انبعاثات المواد الجسيمية والسيطرة عليها ما يلي:

1. فصل مناطق التخزين عن مناطق التشغيل.
2. استخدام الحاويات المغلقة لتخزين مواد المسحوق السائب.
3. استخدام اساليب الوقاية من الرياح، حواجز الوقاية من الرياح (على سبيل المثال الحواجز الصناعية أو النباتات الخضراء الرأسية، مثل الأشجار والشجيرات كثيفة النمو) في حالة تخزين المواد الخام على شكل مجاميع في العراء.
4. استخدام الانظمة المغلقة في نقل المواد الخام الجافة (مثل الناقلات والمغذيات اللولبية المغلقة).
5. استخدام معدات استخراج الغبار والمرشحات الكيسية، و بالأخص عند نقاط تحميل وتفريغ المواد الجافة، وفي اماكن تقطيع / تعديل المنتجات وصقلها.
6. الحد من نقاط تسرب الهواء والانسكاب من خلال انشطة الصيانة.
7. الاحتفاظ بمستوى ضغط واطئ في الانظمة المغلقة المستخدمة في مناولة المواد وازالة الغبار من الهواء المسحوب.
8. استخدام اجهزة فصل الغبار الرطب لمعالجة الأنبعاثات الناتجة عن عمليتي التجفيف بالرذاذ والتزجيج اثناء تصنيع السيراميك. ويمكن استخدام المرشحات الرقائقية الملبدة لفصل الغبار اثناء عملية التزجيج بالرذاذ ولتنظيف الغازات المنبعثة من مكائن الرش. وتتسم هذه المرشحات بمقاومتها العالية للتآكل، وبكفاءة تجميعية تصل إلى (99.99 %).

2- أكاسيد الكبريت:

يتوقف انبعاث ثنائي اوكسيد الكبريت في غازات العادم من أفران السيراميك على محتوى الكبريت بالوقود وبعض المواد الخام (مثل الجبس والبيريت (FeS_2) والمركبات الكبريتية الأخرى). وعلى الرغم من ذلك، فإن وجود الكربونات في المواد الخام قد يمنع تكون أنبعاثات الكبريت بسبب تفاعلها مع ثنائي أوكسيد الكبريت.

وتتضمن اساليب منع التلوث والسيطرة المستخدمة في الحد من أنبعاثات ثنائي اوكسيد الكبريت ما يلي:

1. أستخدام أنواع الوقود التي تتميز بانخفاض محتوى الكبريت, كالغاز الطبيعي أو الغاز البترولي المسال (LPG).

2. أستخدام المواد الخام التي تتميز بانخفاض محتواها من الكبريت .
3. تحسين عملية التسخين ودرجة حرارة الحرق, وخفض الأخيرة إلى اقل معدل ممكن .
4. أستخدام أجهزة غسل الغاز الجاف أوالرطبة.

3- أكاسيد النيتروجين:

تتمثل المصادر الرئيسة لأكاسيد النيتروجين في الاكاسيد الحرارية التي تتولد نتيجة درجات الحرارة العالية المستخدمة للحرق أكثر من (1200 c°) في الأفران، ومحتوى النيتروجين في المواد الخام، واكاسيد النيتروجين الموجود في الوقود، وتتضمن التدابير الموصى بها لتقليل انبعاثات اكاسيد النيتروجين ما يلي:

1. تحسين درجات الحرارة قمة اللهب بالأفران، والاستعانة بالكومبيوتر في ادارة عملية الحرق بالأفران.
2. خفض محتوى النيتروجين في المواد الخام والأضافات.
3. أستخدام المحارق التي تتميز بأنخفاض محتواها من أكاسيد النيتروجين.

4- انبعاثات الغازات الساخنة:

ترتبط انبعاثات الغازات الساخنة، لا سيما ثنائي أوكسيد الكاربون، بصفة رئيسة باستخدام الطاقة في الأفران وأجهزة التجفيف بالهواء والحرارة. وتقدم الارشادات العامة المتعلقة بالبيئة والصحة والسلامة معلومات أضافية حول أستراتيجيات التعامل، بما في ذلك الحفاظ على الطاقة، فيما يتعلق بانبعاثات الغازات الساخنة. ويمكن إتباع التدابير التالية للحد من أستهلاك الطاقة في هذا القطاع:

1. أستبدال الأفران التي لاتعمل بكفاءة (مثل افران اللهب الهابط)، وتركيب أفران جديدة نفقية أو مكوكية ذات حجم ملائم أو أفران الأحتراق السريع (كالأفران الدوارة ذات المجمرة).
2. أستبدال زيت الوقود الثقيل والوقود الصلب بوقود نظيف (مثل الغاز الطبيعي أو الغاز البترولي المسال).
3. تطوير أغطية الأفران من أجل تقليل فقدان الحرارة نتيجة التدفق الزائد للهواء (على سبيل المثال، الصندوق المعدني او مانعات التسرب المائي في الأفران النفقية والأفران ذات الأشتعال المتقطع).
4. تحسين مستوى العزل الحراري للأفران للحد من الحرارة المفقودة.

5. أستخدام المحارق عالية السرعة للحصول على كفاءة أحتراق ونقل حرارة أعلى.
6. تحسين درجات حرارة قمة اللهب بالأفران، وأستخدام الكمبيوتر في أدارة عملية الحرق بالأفران.
7. تحسين عملية نقل المواد المجففة بين المجفف والفرن، ومتى أمكن، أستخدام منطقة التسخين المسبق الموجودة بالفرن لإكمال عملية التجفيف (لتجنب التبريد غير الضروري لإدوات التجفيف قبل القيام بعملية الحرق).
8. أستعادة الحرارة الزائدة من الفرن، وبصفة خاصة من منطقة التبريد، بالنسبة للمجففات الحرارية ومنتجات التجفيف المسبق.
9. أسترداد الحرارة من غاز عادم الفرن لإجراء التسخين المسبق لهواء الأحتراق.

5- الكلوريدات و الفلوريدات

الكلوريدات والفلوريدات عبارة عن ملوثات توجد في الغازات العادمة المنبعثة من أفران السيراميك ويتولدان من الشوائب الموجودة في المواد الفخارية. وقد يؤدي أستخدام الأضافات والكلوريدات المحتوية على الماء اثناء عملية اعداد المواد الخام إلى صدور أنبعاثات حامض الهيدروكلوريك (HCl). وقد يصدر كذلك حامض أخر، هو حامض الهيدروفلوريك نتيجة لتحلل الفلوروسيليكات في الفخار. وتتضمن التدابير الموصى بها لمنع انبعاثات الكلوريدات والفلوريدات والتحكم فيها ما يلي:

1. أستخدام المواد الخام والأضافات التي تتميز بمحتواها المنخفض من الفلورين.
2. أستخدام أنظمة غسل الغاز الجافة حيث يمكن السيطرة على انبعاثات حامض الهيدروكلوريك وحامض الهيدروفلوريك باستخدام المواد الماصة الرئيسة، بما في ذلك بيكاربونات الصوديوم وهيدروكسيد الكالسيوم والجير، في الأحوال الجافة أو الرطبة.

6- المعادن :

يكون محتوى المعدن الصلب في غالبية مواد السيراميك الخام منخفضاً بوجه عام ويثير قلقا محدودا، بأستثناء بعض مواد الطلاء المستخدمة في طلاء السيراميك. ولتقليل أنبعاثات المعادن، ينبغي القيام بما يلي:

1. أستخدام مواد الطلاء الزجاجي المتاحة والمعروفة بعدم شمولها على الرصاص أو المعادن السامة الاخرى، وتجنب الاصباغ والألوان المعتمدة على الكروم والتي تحتوي على الأنتيمون أو الباريوم أو الكوبالت أو الرصاص أو الليثيوم أو المنغنيز أو الفناديوم.

2. أستخدام المركبات الملونة التي تكون ثابتة عند درجات الحرارة المرتفعة وخاملة بوجه عام في انظمة السيليكات، ويمكن الحد من مخاطر تطاير المعادن من هذا النوع من الطلاء الزجاجي بشكل اكبر من خلال دورات الحرق القصيرة.

2-2-1 المياه المستعملة

المياه المستعملة الناتجة عن العمليات الصناعية:

تتكون المياه المستعملة الناتجة عن العمليات بصفة رئيسة من مياه التنظيف في وحدات الاعداد والصب، إلى جانب الانشطة المصاحبة للعديد من العمليات (مثل التزجيج والزخرفة والتلميع والطحن الرطب). وتتسم المياه المستعملة الناتجة عن العمليات بتعكرها وعدم صفوها بسبب الجزيئات العالقة لمعادن الطلاء الزجاجي والفخار. وتتضمن الملوثات المحتملة التي تثير القلق الجوامد العالقة (مثل الطين والسيليكات غير القابلة للذوبان) والمعادن الثقيلة المعلقة والمذابة (مثل الرصاص والزنك) إلى جانب الكبريتات والبورون وكميات ضئيلة من المواد العضوية. وتتضمن التدابير اللازمة للحد من توليد المياه المستعملة ما يلي:

- أستخدام أنظمة تنظيف الغازات الناتجة بدلا" من التنظيف الرطب للغازات المنبعثة.
- تركيب انظمة جمع نفايات الطلاء الزجاجي.
- فصل تدفقات المياه المستعملة الناتجة عن العمليات عن خطوات التصنيع الأخرى وتطبيق أنظمة إعادة أستخدام المياه مغلقة الدائرة.

3-2-1 النفايات الصلبة :

تتكون نفايات العمليات الناتجة عن صناعة المنتجات الخزفية بصفة أساسية من أنواع مختلفة من الحَمْأة (الأطيان المترسبة)، منها الحَمْأة المخلفة من المياه المستعملة، والحَمْأة المعالجة الناتجة عن عملية التزجيج، والجص، وعمليات الطحن، وتشمل نفايات العمليات الاخرى الادوات المكسورة من عمليات التشكيل والتجفيف والحرق، والمواد الحرارية المكسورة والمواد الصلبة الناتجة عن عمليات معالجة

الغاز (مثل تنظيف غاز المداخن وازالة إلغبار) وقوالب الجص المستهلكة وعوامل الامتصاص المستهلكة (مثل الحجر الجيري المسحوق وغبار الحجر الجيري) وبقايا عملية التغليف (مثل البلاستك والخشب والمعادن والورق).

وتتضمن التوصيات المتعلقة بكيفية التعامل مع المخلفات الصلبة ما يلي:

- خفض أنتاج النفايات عن طريق عمليات تحسين التشغيل مثل:

1- أستخدام وحدات صب البطانة بالضغط (التضاغط المتوازن) ذات القوالب البوليمر بدلا من قوالب الجص.
2- زيادة مدة أستغلال قوالب الجص (على سبيل المثال، عن طريق استخدام قوالب جص أكثر صلابة يتم الحصول عليها من خلال استخدام خلاطات الجص الاوتوماتيكية او خلاطات الجص الهوائية).
3- تركيب ضوابط ألكترونية لمنحنى الحرق (لتحسين العمليات وتقليل نسبة الأدوات المكسورة).
4- تركيب كبائن الرش التي تسمح باستعادة الطلاء الزجاجي الزائد.

- تقليل النفايات الناتجة عن عملية إعادة التدوير وإعادة الأستخدام الداخلي للفُتات والأدوات المكسورة وقوالب الجص المستخدمة والمنتجات الثانوية الاخرى، بما في ذلك الحَمْأة بواسطة الأساليب الآتية:

1- إعادة تدوير الحَمْأة في قوالب السيراميك، خصوصا في الاماكن التي يتم فيها تنفيذ السحق الرطب في اعداد المواد الخام.
2- إعادة استخدام الحَمْأة من عملية تصنيع السيراميك الفاخر والأدوات الصحية كمادة خام أو إضافة في عملية تصنيع الطابوق أو ركام الطين المحروق.
3- إعادة تدوير الغبار المتجمع في أنظمة التجفيف (كمادة خام) من خلال أنشطة العمليات المختلفة، فضلاً عن الفُتات و المفقودات الاخرى الناتجة عن العمليات.

- أما المواد التي لا يمكن إعادة تدويرها، فيتم التخلص منها وفقا" لإرشادات التعامل مع النفايات الصناعية الواردة في الإرشادات العامة المتعلقة بالبيئة والصحة والسلامة.

3-1 الصحة و السلامة المهنية :

تعد أثار الصحة والسلامة المهنية أثناء إنشاء وايقاف تشغيل مرافق تصنيع بلاط السيراميك والادوات الصحية مشتركة بالنسبة لمعظم المرافق الصناعية وتتناول الإرشادات العامة المتعلقة بالبيئة والصحة والسلامة طرق منعها والسيطرة عليها. وبصفة رئيسة، تتضمن قضايا الصحة والسلامة المهنية المرتبطة بمرحلة عمليات التشغيل الخاصة بتصنيع بلاط السيراميك وادوات الصحة ما يلي:

- مخاطر الجهاز التنفسي.
- التعرض للحرارة.
- التعرض للضوضاء/ الإهتزازات.
- المخاطر البدنية.
- المخاطر الكهربائية.

1- مخاطر الجهاز التنفسي:

يعد التعرض في اماكن العمل لمواد جسيمية دقيقة عالقة بالهواء في صورة غبار السيليكا المشتق من رمال السيليكا والفلدسبار من أهم المخاطر المهنية في هذا القطاع. وقد تنشأ المخاطر الأخرى المحتملة من اضافة الطلاء الزجاجي وألياف السيراميك الحرارية العالقة في الهواء إلى جانب المواد الثانوية للاحتراق. وتتضمن الطرق الموصى بها لمنع التعرض والسيطرة عليه ما يلي:

- فصل مناطق تخزين المواد الخام عن مناطق التشغيل الاخرى.
- تركيب أنظمة تنفس الأفران (كإستخدام المنفسات القابلة للضبط التي يتم تثبيتها بالجزء العلوي للأفران) من أجل تيسير عمليات التحميل والتفريغ بالأفران.
- تنفيذ عملية إزالة الغبار الدورية من على الاسطح (مثل أجهزة التنظيف بالشفط المزودة بفلاتر الهواء عالية الكفاءة لالتقاط الجسيمات).
- تنظيف مكان العمل بأستخدام معدات التنظيف بالشفط أو الفوهات الموجهة للأسفل أو التنظيف الرطب بدلا" من عملية التنظيف الجاف.
- شراء المواد الممزوجة مسبقا"، من أجل تقليل الحاجة إلى القيام بعملية المزج، و تقليص الحاجة إلى استعمال الجواريف لجمع المساحيق الجافة.
- نقل المواد الخام من خلال ناقلات أو انابيب مغلقة.

- إجراء تطبيقات التزجيج في مناطق جيدة التهوية مع تركيب كبائن الرش. وتجنب أستخدام مواد الطلاء الزجاجي ذات الذوبانية المنخفضة والمحتوية على الرصاص او اية معادن ثقيلة اخرى.
- توفير معدات الوقاية الشخصية (مثل الأردية الخاصة أوالسراويل والملابس الواقية والقفازات واقنعة الوجه او النظارات البلاستيكية الواقية) للعاملين في بيئات الغبار والذين يقومون بإضافة الطلاء الزجاجي.

2- التعرض للحرارة:

قد يتعرض الشخص للحرارة أثناء عملية تشغيل وصيانة الأفران أو المعدات الساخنة الأخرى. و يعد التعرض لحرارة الاشعاعات ودرجات الحرارة المتغيرة والرطوبة العالية المحيطة من المخاطر المرتبطة بالصناعة. وتتضمن الطرق الموصى بها لمنع التعرض للحرارة والسيطرة عليه ما يلي:

- التأكد من تهوية مكان العمل على نحو ملائم (على سبيل المثال، استخدام قنوات نقل الهواء الصحي، والسماح بالتهوية العرضية وتركيب مراوح العادم).
- توفير غرف مبردة بالهواء للعاملين لقضاء اوقات الراحة فيها.
- عزل الاسطح التي يكون فيها العاملون قريبين من المعدات الساخنة.
- تقليل وقت العمل اللازم في البيئات مرتفعة الحرارة.
- أستخدام معدات الوقاية الشخصية (مثل القفازات العازلة والكمامات المزودة بالهواء أو الاوكسجين)، لاسيما اثناء القيام بعمليات الصيانة.

3- الضوضاء والاهتزازات:

تشتمل مصادر الضوضاء على عمليات إعداد المواد الخام (مثل عمليات السحق والطحن والخلط الجاف والرطب والغربلة والتصفية)، وعمليات الكبس. وتتيح الارشادات العامة المتعلقة بالبيئة والصحة والسلامة مبادئ توجيهية حول التعامل مع الضوضاء.

4- المخاطر البدنية:

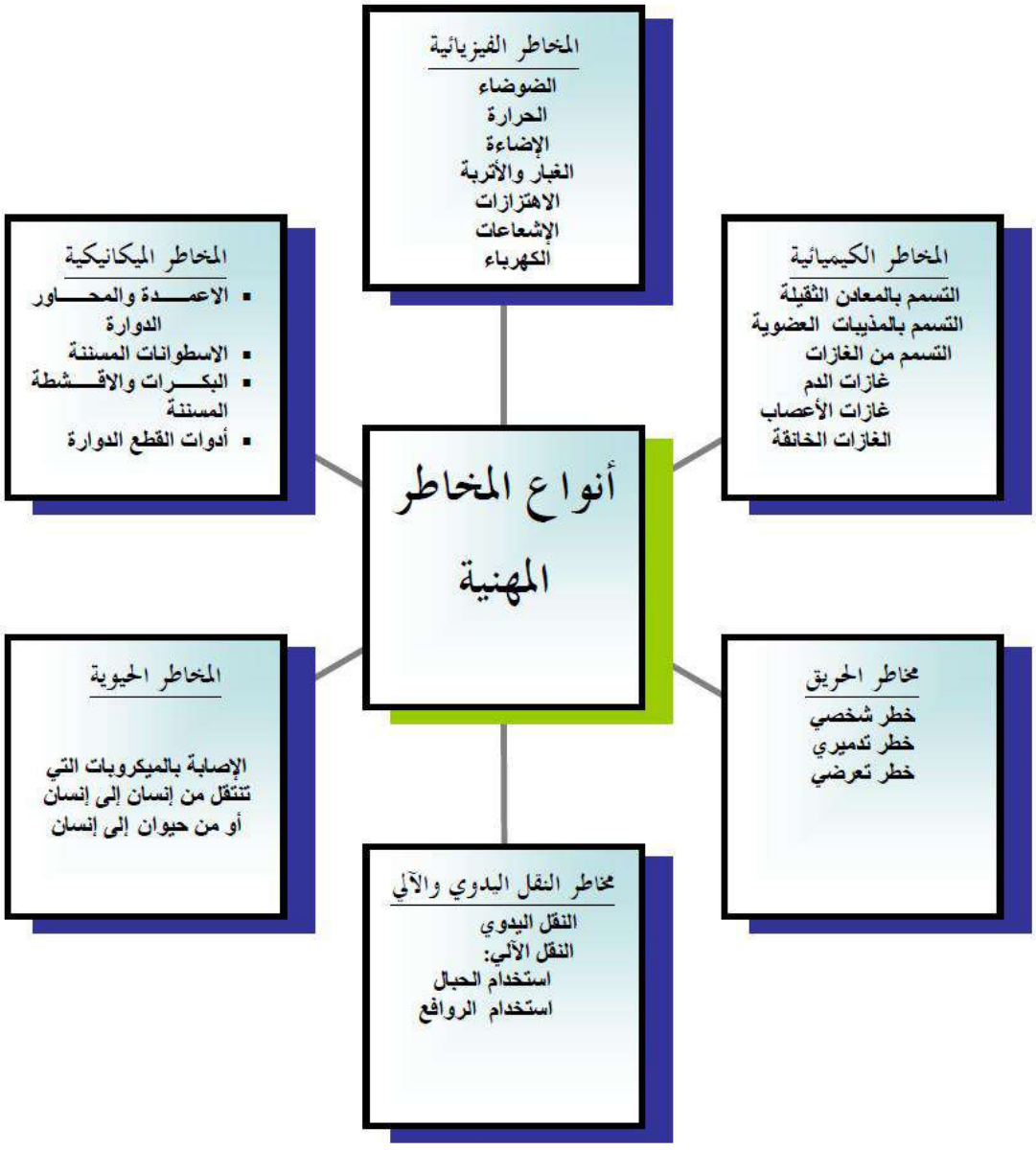
تمثل الانشطة ذات الصلة بتشغيل وصيانة المعدات - على سبيل المثال- (مصانع الأستخلاص واجهزة الفصل الموجودة بالمصانع والناقلات المزودة بالسيور) مصدرا من مصادر التعرض للتأثيرات البدنية، ولاسيما اثناء تشغيل وايقاف المعدات. وهنالك مخاطر نموذجية اخرى منها مناولة المواد الحادة

ورفع الاشياء الثقيلة والحركة المستمرة. وتشتمل الارشادات العامة المتعلقة بالبيئة والصحة والسلامة مبادئ توجيهية حول الوقاية من المخاطر البدنية والتحكم فيها.

5- المخاطر الكهربائية

قد يتعرض العاملون إلى مخاطر كهربائية نتيجة وجود معدات كهربائية في مرافق تصنيع بلاط السيراميك والادوات الصحية وتقدم الارشادات العامة المتعلقة بالبيئة والصحة والسلامة توصيات لمنع التعرض للمخاطر الكهربائية والسيطرة عليه.

ويمكن تلخيص المخاطر المهنية في المخطط الاتي:



4-1 جوانب السلامة

من المهم ان تدرك بان هنالك اخطاراً محتملة اثناء العمل في الخزف. لذلك فان الحس الواعي ضروري جدا".

1. اذا كانت عندك حساسية او مشاكل في الجهاز التنفسي ارتدي قناعا" على الأنف عند العمل في نفس الغرفة مع المساحيق وغبارها واثناء المزج او الخلط او الرش. و اذا كنت تعمل في الخزف بانتظام فعليك القيام بالفحص الدوري (السنوي) لجهازك التنفسي كل بضع سنوات.
2. ارتدي قفازات واقية اذا كانت عندك مشاكل جلدية.
3. إبقِاء كل مناطق العمل مهوّاة بشكل جيد، ويفضل ابقاء النوافذ مفتوحة.
4. لا تشغل فرن الخزف ابدا وهو مغلق تماما، بل لابد ان يكون مفتوحا جزئيا (افران الوقود).
5. لا تستعمل أدوات كهربائية او تشغل افرانا كهربائية ويدك رطبة، او اذا كانت الأدوات رطبة لاي سبب.
6. الوقوف على حصيرة مطاطية هي الطريقة الأمنة المؤكدة عند العمل حول الفرن الكهربائي. ولا تلمس السلك الحراري عندما تحمل الأعمال في الفرن. وضع الاعمال على بعد (5 cm) على الاقل من السلك الحراري. الأفران الكهربائية يمكن تهويتها، واما الأفران التي تعمل بالغاز فيجب تهويتها.
7. بعض تركيبات الطلاءات الزجاجية سامة جدا. خذ الحيطة و الحذر من الطلاءات التي تحتوي في تركيبها على الكادميوم والكروم والباريوم، والليثيوم. ولا تستعمل الطلاءات المحتوية على رصاص بل استخدم تركيبات بديلة خالية من الرصاص. ولا تلمس الوجه او تلمس الطعام حتى تتأكد من ازالة كل اثر للطلاء من يديك، و يجب عدم ادخال الأكل أو المشروبات إلى ورشة العمل، وتخلص من الخلطات السامة بطريقة صحيحة لا تصبها في بالوعة التصريف فهذا سيؤدي إلى تلوث المياه (هذا مخالف للأنظمة).
8. تذكر بإن الأدخنة السامة قد تنبعث أثناء عمل الفرن، سواء فرن الغاز او الكهرباء او الخشب او الأفران التي يستخدم فيها الملح او ما شابه، كما ان الاختزال المستمر في الفرن النفطي سينتج عنه غاز أول أوكسيد الكاربون القاتل لذلك من الضروري جدا وجود تهوية شاملة كافية. يفضل نصب افران الغاز والوقود النفطي وأفران الخشب في الهواء الطلق، واستعمل المواد العضوية فقط في حرق الطابوق والراكو ولا تستخدم مواد بلاستيكية أو الفلين الصناعي الذي يبعث الادخنة الضارة ولا تستعمل الفلين كهيكل.

9. إستخدام النظارات الواقية للعينين أو النظارة المعتمة عند النظر إلى الفرن الملتهب للتدقيق في المخاريط الحرارية من خلال فتحة التدقيق. و يعتقد بعض اختصاصيّ العين بان النظر لفترة طويلة إلى الإحمرار داخل الفرن ($700\ ^oC$) فما فوق، يمكن ان يسبب مرضاً في الشبكية، وسوف تكون أكثر اماناً اذا كنت تنظر إلى الفرن الملتهب خلال زجاج مدخن أسود أو عدسة زرقاء.
10. أخذ الحيطة اساسا حول كل المكائن وراقب الحافات الحادة؛ وارفع الاكمام الطويلة والشعر وغير ذلك إلى الخلف.
11. يعد الصناعيون اكاسيد الرصاص الخام مثل، ثنائي اوكسيد الرصاص والغالينا (خام الرصاص ويدعى كبريتيد الرصاص الثنائي صيغته PbS) والرصاص الاحمر، او كاربونات الرصاص مركبات خطرة للطلاء في الخزفيات المستخدمة للطعام او الشراب. والرصاص الذي يحتوي عليه ما يسمى "الفرتز" و ينتجه بعض المنتجين الدوليين مثل شركة فيرو ومصنعين اخرين، وجد انه غير قابل للذوبان وغير سام عند درجة الحرارة العالية، على الرغم من هذا فالخلاف لا يزال يحيط بأستعمال حصى الرصاص، والعديد من المدارس تنصح بعدم استخدامها حاليا.
12. الكثير من خام مواد التزجيج الكيمياوية سامة ولاسيما اذا دخلت عن طريق الفم. الرجاء استعملها بحكمة وضمن الشروط الصحيحة. إتخذ مبدأ الحذر والفهم الواعي للإجراءات الوقائية.

لقد تم وضع الإشارات الآتية في أماكن ملائمة بالنص للفت أنتباه القارئ إلى الإخطار المعينة:

السوائل الحارقة : سائل التزجيج يحتوي كميات بسيطة من المواد القلوية والحامضية التي قد تكون ضارة للجلد لبعض الإفراد، إحم الايدي بالقفازات الطبية وكن حذرا" لتجنب السوائل، أو أية مواد خزفية.

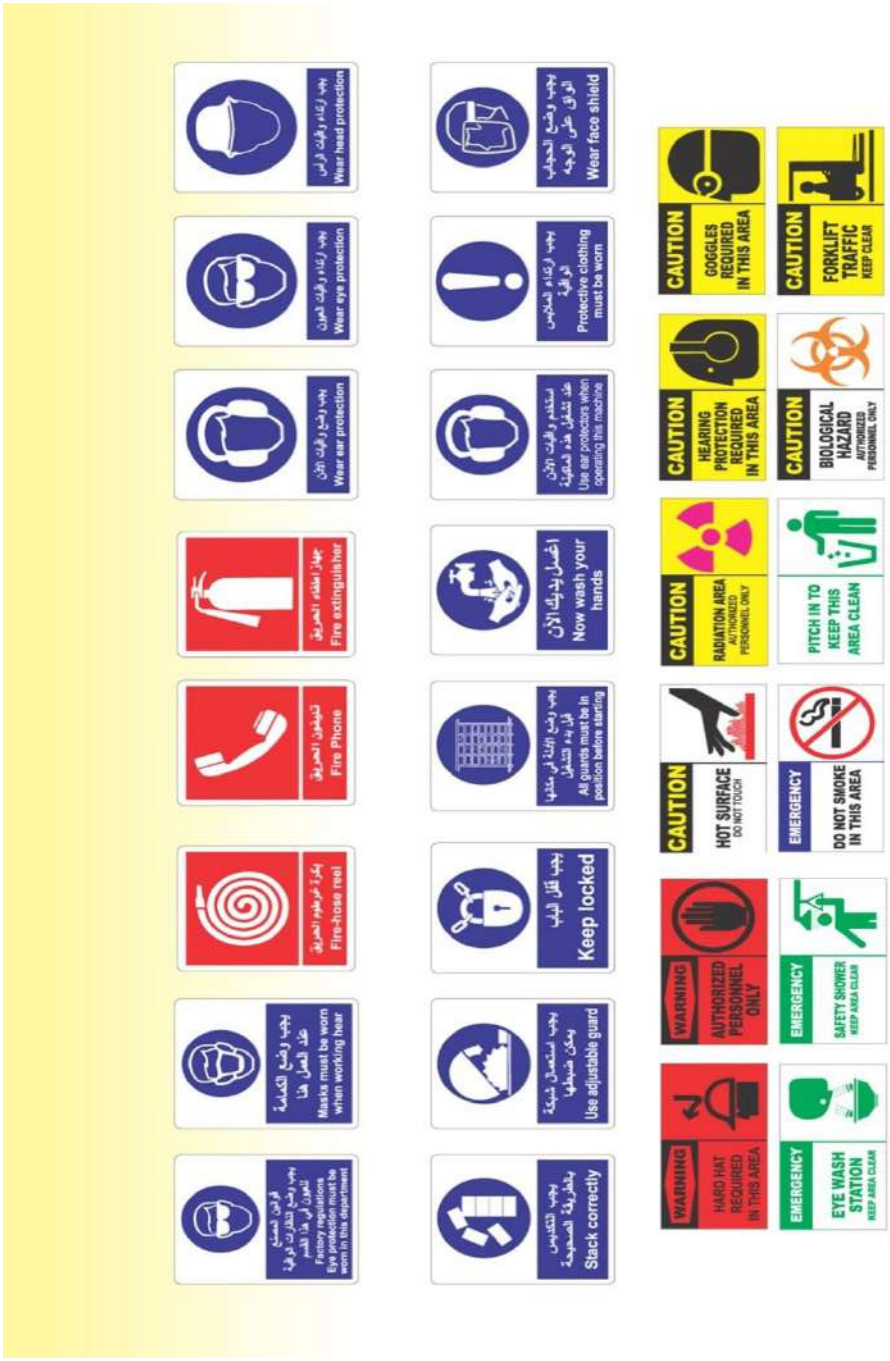
الحرارة : تجنب فتح الفرن حتى تصل درجة الحرارة تحت ($150\ ^oC$) على البيرومتر، ولا تضع الاواني الحارة أو أثاث الفرن على السطوح التي تظهر فيها علامة الحرارة. لا تضع الإعمال الحارة جدا" على السطوح الباردة جدا لان ذلك سيؤدي لتكسر الخزف. استخدم القفازات الحرارية الواقية عند مسك الاواني الساخنة أو طابوق الفرن في جميع الأوقات.

الأغبرة والادخنة : مساحيق الطلاءات أو الجبس والمواد الكيمياوية الاخرى يمكن ان تتطاير وتدخل الرئتين، فلا تعمل بهذه المواد عند مرور تيار الهواء، وحاول العمل بالمواد الكيمياوية أو المساحيق في التهوية الصحيحة، لذا يجب ترتيب منطقة العمل حتى تحصل على تهوية بدون تيار هوائي. وعند العمل بهذه المواد لفترات طويلة - كما اشرنا سابقا - فألبس قناعا" واقيا" لحمايتك.

العيون: إحم عينيك من السوائل الحارقة والغبار والنار بالنظارات الواقية، كما تم إيضاحه انفاً وتوخَ الحذر حول الأفران الحارة.

الايدي: أخذ الحيطة كما - أشرنا - عند التعامل مع السوائل الحارقة والاعمال الحارة ويلزم أخذ الحذر الشديد عند أستعمال أدوات حادة مثل سكاكين التشذيب، وإبعاد الايدي عن الحواف المعدنية الحادة والابتعاد عن طريق المكائن المتحركة.

5-1 بعض علامات السلامة الإرشادية:



الفصل الثاني

عملية تعبئة أفران الخزف بالإنتاج

أهداف الفصل

من المتوقع أن يتعرف الطالب على :

1- انواع الأفران المستخدمة في الفَخْر.

2-التدريب على استخدام الأفران .

محتويات الفصل

(2-1) عملية تعبئة أفران الخزف بالمنتجات وطرق توزيعها داخل الفرن .

(2-1-1) تعبئة الفرن بالقطع الطينية (مرحلة الفَخْر) .

تمرين رقم (1) تعبئة الفرن بالقطع الطينية (مرحلة الفَخْر).

(2- 1- 2) تعبئة الفرن بالقطع الفخارية المطلية بالزجاج (مرحلة التزجيج) .

تمرين رقم (2) تعبئة الفرن بالقطع الفخارية المطلية بالزجاج (مرحلة التزجيج) .

(2-1-3) تشغيل فرن الفَخْر .

تمرين رقم (3) تشغيل فرن الفَخْر .

(2-1-4) تبريـــد الأفران وتفريغها من الأ نتـــاج .

تمرين رقم (4) تبريد الأفران وتفريغها من الأ نتـــاج .

(2-2) أخطـــــاء الفَخْر .

تمرين رقم (5) اخطـــــاء الفَخْر .

تعبئة الإنتاج في الأفران

الفرن بالنسبة للخزاف شيء ضروري لايمكن الاستغناء عنه' لذا يجب على الخزاف إختيار نوعية جيدة من الأفران حتى يضمن سلامة الإنتاج من العيوب والتلف، فضلاً عن ذلك إتباع الطرق الصحيحة لتعبئة الأفران اذا كان الإنتاج من القطع الطينية، اي مرحلة الفخار، أو كان الإنتاج قطع مزججة (مرحلة الزجاج) وبالتالي سوف يكون الإنتاج غاية في الدقة والجمالية .

2-1عملية تعبئة أفران الخزف بالإنتاج وطرق توزيعه داخل الفرن:

2-1-1 تعبئة الفرن بالقطع الطينية (مرحلة الفَخْر)

تعتمد هذه العملية على :-

1- القطع الطينية الجافة جفافا" جيدا" والخالية من الرطوبة .

2- أفران الخزف الخاصة لحرق القطع الطينية التي تصل درجة حرارتها إلى حوالي(C˚ 1000).

3- توزيع القطع داخل الفرن وترتيبها لكي لا تحصل اخطاء في عملية الفَخْر.

رقم التمريـــن :- (1) **الزمن المخصص:- 3 ساعات**

أسم التمريـــن :- تعبئة الفرن بالقطع الطينية (مرحلة الفَخْر)

مكان التنفيـــذ:- ورشة الخزف والزجاج .

أولاً: الأهداف التعليمية :- يجب على الطالب أن يصبح قادرا على أن:-

يقوم بتعبئة الأفران بالقطع الطينية الجافة تماماً.

ثانياً : التسهيلات التعليمية (مواد) ، (عُدد) ، (أجهزة) :

1- ورشة الخزف والزجاج .

2- قطع طينية جافة جفافا تامـاً .

3- فرن خزف وملحقاتـه.

ثالثاً:- خطوات العمل، النقاط الحاكمة ، معيار الأداء، الرسومات .

-1	إرتدِ بدلة العمل المناسبة لك كما في الشكل (1).	 الشكل(1)
-2	أحضر القطع الطينية المجففة جفافاً تاماً (لكيلا تتفجر داخل الفرن أثناء الفَخْر) كما في الشكل (2).	 الشكل(2)

-3	إفحص الأسلاك الموجودة داخل الفرن إن كان فيها قطع أو اي تهدل لكي لا تلتصق مع السلك الآخر في الأسفل وتصبح الحرارة عالية فتؤثر على الإنتاج، كما في الشكل (3).	 الشكل (3)
-4	إفحص الرفوف إن كان فيها فطر أو بقايا من قطع صغيرة متشظية من الزجاج لكي لا تلتصق بها القطع المفخورة وتتلف كما في الشكل(4).	 **الشكل (4)**
-5	ضع أربع حاملات للرف الأول الذي يكون في إسفل الفرن لكي لا يلتصق الرف بالأســـــلاك كما في الشكل (5).	 **الشكل (5)**

-6	ضع قطع الجداريات الواحدة فوق الأخرى على أن لا تزيد عن ثلاث قطع بحيث لا تلامـــــس الأسلاك كي لا يحصل تلف في القطع كما فـــي الشكل (6).	 الشكل (6)
-7	كرر العملية السابقة وآملأ الرف الثاني بالصحون الكبيرة أو المنحوتات الصغيرة كما في الشكل (7).	 الشكل (7)
-8	ضع في الرف الأعلى القطع الكبيرة مثـــــل المزهريات والمنحوتات والاكواب الصغيرة ويمكن أن تضع الواحدة داخل الأخرى كما في الشكل (8).	 الشكل (8)

9-	إغلق باب الفرن بأحكام وارفع أحدى السدادات حتى تخرج الأبخرة لكي لا تتفجر القطع الطينية عند تشغيل الفرن كما في الشـــــكل (9).	 **الشكل(9)**
10-	نظف المكان وأرجع الأدوات إلى مكانها.	
11-	المناقشـــــة:- 1- لماذا تفحص اسلاك الفرن الكهربائي قبل تعبئته ؟ 2- لماذا ترفع احدى سدادات الفرن بعد أغلاقه ؟ 3-اجب بكلمة صح او خطأ ثم صحح الخطأ ان وجد . 1- وضع في الرف الاعلى القطع الصغيرة او الجداريات . 2- عدم فحص الاسلاك الموجودة داخل الفرن .	

أستمارة قائمة الفحص				
الجهـــــــة الفاحصـــــة:				
أسم الطالـــــــــب:			المرحلة: الثانية	
التخصص/ الخزف والزجاج				
أسم التمريـــن:- تعبئة الفرن بالقطع الطينية (مرحلة الفَخْر)				
ت	الخطـــــــــــــوات	الدرجة القياسية	درجة الأداء	الملاحظات
-1	إرتداء بدلة العمـــــل	%5		
-2	تحضيرالقطع الطينية المراد فخّرها	%10		
-3	فحص الأسلاك الموجودة داخل الفرن	%10		
-4	فحص رفوف الفرن	%10		
-5	وضع الرف الأسفل في الفرن	%15		
-6	وضع قطع الجداريات	%10		
-7	تكرارالعملية	%10		
-8	وضع الرف الأعلى عليه القطع الكبيرة	%10		
-9	اغلاق الفرن	%5		
-10	تنظيف المكان وإرجاع الأدوات إلى مكانها	%5		
-11	الزمن المستغرق	%10		
المجموع:				
أسم الفاحص:			التوقيع:	
التاريخ:				

2-1عملية تعبئة أفران الخزف بالإنتاج وطرق توزيعه داخل الفرن :

(2- 1- 2) تعبئة الفرن بالقطع الفخارية المطلية بالزجاج (مرحلة التزجيج) .

تعتمد هذه العملية على :-

1- قطع مفخورة مطلية بالزجاج

2- فرن خزف لشي المنتوج بدرجة حرارة عالية تصل ($1000\ ^oC$) أو أكثر حسب نوع الطين.

3- توزيع القطع باعتناء داخل الفرن لكي لا تحصل اخطاء ويتلف الإنتاج .

رقم التمرين(2) **الزمن المخصص: (3 ساعات)**

أسم التمرين:- تعبئة الفرن بالقطع الفخارية المطلية بالزجاج (مرحلة التزجيج)

مكان التنفيذ:- ورشة الخزف والزجاج

أولاً : الأهداف التعليمية :- يجب على الطالب أن يكون قادراً على أن:

يقوم بتعبئة الفرن بالقطع الفخارية المطلية بالزجاج (مرحلة التزجيج) .

ثانياً : التسهيلات التعليمية (مواد) ، (عُدد) ، (أجهزة) :

1- ورشة الخزف والزجاج.

2- قطع فخارية مطلية بالزجاج.

3- فرن خزف وملحقاته.

ثالثاً : خطوات العمل ، النقاط الحاكمة ، معيار الاداء ، الرسومات

1-	ارتدِ بدلة العمل المناسبة لقياسك كما في الشكل (1).	**الشكل(1)**

-2	إحضر القطع الفخارية المطلية بالزجاج كما في الشكل (2).	 **الشكل(2)**
-3	إفحص أسلاك الفرن الداخلية إن كان فيها قطع أو تهدل لكي لا تفشل عملية التزجيج كما في الشكل (3).	 **الشكل(3)**
-4	إفحص الرفوف إن كان فيها فطر أو بقايا من قطع مزججة مكسورة لكي لا تتلف القطع الجديدة كما في الشكل (4).	 **الشكل(4)**

-5	ضع الرف الإسفل على الحاملات الأربعة وضع عليه حوامل مقاومة للحرارة (stilts) كما في الشكل (5)	 **الشكل(5)**
-6	إمسك القطعة المزججة برفق كي لا يقشط شيء من الزجاج وتتشوه القطعة.	
-7	ضع القطع المزججة على الحوامل المقاومة للحرارة (stilts) على أن يكون بين قطعة وأخرى مسافة كي لا تلتصق القطع مع بعضها وتتلف كما في الشكل (6).	 الشكل(6)
-8	كرر العملية بوضع الرف فوق الأخر حتى نصل إلى الرف الأعلى	
-9	ضع القطع الكبيرة المزججة من المزهريات والمنحوتات فوق الرف الأعلى مع مراعاة ترك مسافة بينهما لكي لا تلتصق وتتلف كما في الشكل (7).	 الشكل(7)

10-	أغلق الفرن باحكام مع غلق جميع الفتحات كما في الشكل (8).	 الشكل(8)
11-	نظف مكان العمل والأدوات واعدها إلى مكانها.	
12-	المناقشـــــــة :- 1- لماذا تمسك القطعة المزججة برفق عند وضعها في الفرن ؟ 2- يمكن فحص الرفوف ان كان فيها .....او بقايا من ..... مكسورة 3- يتم فحص اسلاك الفرن الداخلية ان كان فيها ..... او..... لكي لاتفشل عملية التزجيج .	

أستمارة قائمة الفحص				
الجهة الفاحصة:				
أسم الطالـــــب:		المرحلة: الثانية		
التخـــــــصص: الخزف والزجاج				
أسم التمريـن: تعبئة الفرن بالقطع الفخارية المطلية بالزجاج (مرحلة التزجيج)				
ت	الخطـــــــــوات	الدرجـــة القياســـية	درجـــة الأداء	الملاحظـــات
-1	إرتداء بدلة العمل.	%5		
-2	تحضير القطع الفخارية المطليـــة بالزجاج.	%5		
-3	فحص الأسلاك الداخلية للفرن.	%10		
-4	فحص رفوف الفرن.	%10		
-5	وضع الرف الاسفل على الحاملات.	%5		
-6	إمساك القطعة المزججة برفق.	%5		
-7	وضع القطع المزججة على الاستلزات.	%10		
-8	تكرار العملية.	%10		
-9	وضع القطع الكبيرة على الرف الاعلى.	%15		
-10	إغلاق الفرن.	%10		
-11	تنظيف المكان وإرجاع الأدوات إلى مكانها.	%5		
-12	الزمن المستغرق	%10		
المجموع:				
أسم الفاحص:		التوقيع:		
التاريخ:				

1-2عملية تعبئة أفران الخزف بالإنتاج وطرق توزيعه داخل الفرن:

(2- 1- 3) – تشـــــغيل فرن الفَخْر.

تعتمد هذه العملية على :-

1- تشغيل الفرن بصورة تدريجية لكي لا تحصل أخطاء في الفَخْر .

2- مراقبة الفرن باعتناء مع مراعاة فتح وغلق سدادات فتحات الفرن .

رقم التمريـــــن: (3) **الزمن المخصص:(5ساعات)**

أسم التمريـــــن: تشغيل فرن الفَخْر.

مكان التنفيـــذ : ورشة الخزف والزجاج.

أولاً : الأهداف التعليمية :- يجب على الطالب أن يكون قادرا" على تشغيل فرن الفَخْر.

ثانياً : التسهيلات التعليمية (مواد)، (عُدد) ، (أجهزة).

1- ورشة الخزف والزجاج.

2- فرن خزف كهربائي .

ثالثاً : خطوات العمل ، النقاط الحاكمة ، معيار الأداء ، الرسومات

-1	ارتدِ بدلة العمل المناسبة لقياسك كما في الشكل (1).	**الشكل(1)**
-2	أرفع سداد فوهة الفرن العليا أو اي سداد آخر لكي تخرج الرطوبة حتى لا تتفجر القطع كما في الشكل (2) .	**الشكل (2)**

-3	شغل الفرن ببطىء حتى يصل إلى درجة حرارة 200 ^{o}C للتخلص من الرطوبة بشكل نهائي كما في الشكل (3).	**الشكل(3)**
-4	اغلق منافذ الفرن في درجة 500 ^{o}C كما في الشكل (4).	**الشكل (4)**
-5	إسرع في تشغيل الفرن حتى يصل إلى درجة (900 ^{o}C) كما في الشكل (5). حب نوعية الطينة	**الشكل (5)**

6-	أرفع سداد الفتحة العليا أو أي سداد آخر للفرن لكي يدخل الأوكسجين داخل الفرن لكي لا يتغير لون القطع المفخورة ولا تنتفخ جدران القطع كما في الشكل (6).	 الشكل(6)
7-	أفصل الكهرباء عن الفرن في درجة 950 ^{o}C اذا كانت الطينة حمراء اما اذا كانت الطينة من نوع آخر فلها درجة حرارة اخرى	
8-	نظف مكان العمــل	
9-	المناقشـــــــة :- 1- ماذا يحصل للقطع الفخارية داخل الفرن في 200 ^{o}C ؟ 2- ما هو سبب تلون القطع والانتفاخ اذا لم يتم رفع سدادات الفرن في درجة 900 ^{o}C ؟ 3- يمكن رفع سداد الفتحة العليا او اي سداد اخر للفرن لكي يدخل .....داخل الفرن لكي لايتغير ..... المفخورة 4- تشغيل الفرن ..... حتى يصل الى درجة حرارة ..... للتخلص من	

أستمارة قائمة الفحص

الجهة الفاحصة:

أسم الطالـب: **المرحلة: الثانية**

التخصص: الخزف والزجاج

أسم التمريـــــن:- تشغيل فرن الفَخْر

ت	الخطـــــــــــوات	الدرجة القياسية	درجـة الأداء	الملاحظــات
-1	إرتداء بدلة العمل .	%5		
-2	رفع سداد فوهة الفرن العليا .	%10		
-3	تشغيل الفرن ببطىء .	%15		
-4	اغلاق منافذ الفرن .	%10		
-5	الأسراع في تشغيل الفرن .	%15		
-6	رفع سداد الفتحة العليا .	%15		
-7	فصل الكهرباء عن الفرن .	%10		
-8	تنظيف مكان العمل وإرجاع الأدوات إلى مكانها .	%5		
-9	الزمن المستغرق .	%15		
المجموع:				

أسم الفاحص: **التوقيع:**

التاريخ

1-2 عملية تعبئة أفران الخزف بالإنتاج وطرق توزيعه داخل الفرن:

(2- 1- 4) تبريد الفرن وتفريغه من الإنتاج .

تعتمد هذه العملية على :-

1- تبريد الفرن بشكل تدريجي لأن الاسراع في التبريد يؤدي إلى أن تظهر عيوب في الأنتاج .

2- تفريغ الفرن من الإنتاج بعناية حتى لاتحصل اخطاء .

رقم التمرين(4) **الزمن المخصص: (ساعتان)**

أسم التمرين : تبريد الفرن وتفريغه من الإنتاج .

مكان التنفيذ:- ورشة الخزف والزجاج

أولاً: الاهداف التعليمية :- يجب على الطالب أن يكون قادراً على أن:

يقوم بتبريد الفرن وتفريغه من الإنتاج .

ثانياً : التسهيلات التعليمية (مواد) ، (عُدد) ، (أجهزة) .

1- ورشة الخزف والزجاج .

2- فرن خزف كهربائـــــي.

ثالثاً : خطوات العمل ، النقاط الحاكمة ، معيارالأداء ، الرسومات

1-	إرتدِ بدلة مناسبة لقياسك كما في الشكل (1)	**الشكل(1)**

2-	بعدماكتمال مرحلة الفخر والتزجيح يترك الفرن على وضعه بعد فصل الكهرباء عنه لمدة لاتقل عن اربع ساعات لكي تنخفض درجة الحرارة ببطىء .	
3-	ارفع سدادات الفرن من محلها واجعلهـــــا مفتوحة لمدة خمس ساعات اخرى لكي يكون التبريد بطيء حتى لا تتكسر القطـــــع الخزفية كما في الشكل (2).	 **الشكل(2)**
4-	أفتح باب الفرن مسافة قليلة حتى لا يكون التبريد مفاجئ ، كي لا تتفطر القطع كما في الشكل (3).	 **الشكل(3)**
5-	أفتح باب الفرن بأكمله في اليوم الثاني كما في الشكل (4).	 **الشكل(4)**

6-	قم بتفريغ الرف الأول من القطع الخزفية مع مراعاة مسكها بحذر كي لا يسقط الرف الأعلى على بقية الرفوف وتتحطم القطع الباقية كما في الشكل(5).	 **الشكل(5)**
7-	كرر العملية بتفريغ باقي الرفوف من الإنتاج.	
8-	نظف المكان والأدوات وارجعها إلى مكانها.	
	المناقشـــة :- **1- لماذا ترفع سدادات الفرن من محلها دون فتح الباب ؟** **2- متى تفتح باب الفرن لتبريده ؟** **3- يمكن ابقاء الفرن على وضعه بعد فصل الكهرباء عنه لمدة لاتقل عن ..... لكي تنخفض درجة حرارة ببطئ .** **4- افتح باب الفرن مسافة قليلة حتى لايكون ..... كي لاتتفطر القطع .** **5- ارفع سدادات الفرن من محلها واجعلها مفتوحة لمدة ..... اخرى لكي يكون التبريد بطئ حتى لاينكسر .**	

استمارة قائمة الفحص				
الجهة الفاحصة:				
أسم الطالـــــب:			المرحلة: الثانية	
التخـــــــصص: الخزف والزجاج				
أسم التمريـــــن:- تبريد الفرن وتفريغه من الإنتاج.				
ت	الخطـــــــــوات	الدرجـــة القياســـية	درجـــة الأداء	الملاحظـــات
-1	إرتداء بدلة العمل .	%8		
-2	بقاء الفرن على وضعه لمدة خمس ساعات بعد فصل الكهرباء عنه.	%10		
-3	رفع سدادات الفرن من محلها .	%10		
-4	فتح باب الفرن مسافة قليلة .	%10		
-5	فتح باب الفرن بأكمله في اليوم الثاني .	%10		
-6	تفريغ الرف الأول من القطع الخزفية .	%15		
-7	تكرار عملية تفريغ الرفوف الباقية .	%15		
-8	تنظيف مكان العمل وإرجاع الأدوات إلى مكانها	%7		
-9	الزمن المستغرق .	%15		
المجموع:				
أسم الفاحص:			التوقيع:	
التاريخ:				

1-2عملية تعبئة أفران الخزف بالإنتاج وطرق توزيعه داخل الفرن :

(2- 2) أخطاء الفخر

تعتمد هذه العملية على :-

1- تبريد الفرن بشكل تدريجي لأن الاسراع في التبريد يؤدي الى ان تظهر عيوب في الانتاج.

2- تفريغ الفرن من الانتاج بعناية لكي لاتحصل اخطاء.

رقم التمرين (5) **الزمن المخصص: (3ساعات)**

أسم التمرين : اخطـــاء الفَخْر.

مكان التنفيذ: ورشة الخزف والزجاج.

أولاً: الاهداف التعليمية : يجب على الطالب أن يكون قادراً على أن:

يقوم بتشخيص اخطاء الفَخْر وتلافيها ومعالجتها.

ثانياً : التسهيلات التعليمية (مواد) ، (عُدد) ، (أجهزة) .

1- ورشة الخزف والزجاج

2- طين خاص بالخـــزف

3- مسحوق الفخار أو الكوارتز

4- قطع طينية جافة تماماً

ثالثاً : خطوات العمل ، النقاط الحاكمة ، معيار الأداء ، الرسومات

1-	إرتدِ بدلة مناسبة لقياسك كما في الشكل (1) .	**الشكل(1)**

-2	أضف مادة مسحوق الفخار أو الكوارتز أو الفلنت للطين العالي المطاطية لكي لا يحصل تشقق والتواء للقطع عند فَخْرها كما في الشكل (2) .	**الشكل (2)**
-3	أبعد الطين عن الجبس لكي لا يختلط معه وبالتالي تتفجر قطع من مساحات الجسم عند فَخْره كما في الشكل (3).	**الشكل (3)**
-4	جفف القطع الطينية جفافا" تاماً قبل إدخالها الفرن لفَخْرها لكي لا تتحطم عند الفَخْر كما في الشكل (4).	**الشكل (4)**

-5	أَفَخْر القطع الطينية بالتدرج في درجة الحرارة ولا تسرع في فَخْرها لكي لا تتفجر القطع عندما تتعرض للصدمة الكهربائية كما في الشكل (5).	 **الشكل (5)**
-6	راقب درجة حرارة الفرن باعتناء كي لا تتعدى الحرارة الدرجة المطلوبة وبالتالي يصبح الفخار شبه مزجج كما في الشكل (6).	 **الشكل (6)**
-7	برد الفرن بالتدريج بعد فصل الكهرباء عنه لكي لا تتشقق القطع الخزفية كما في الشكل (7).	 **الشكل(7)**
-8	نظف مكان العمل والأدوات وأرجعها إلى مكانها	
-9	المناقشـــــة :- 1- كيف تعالج المطاطية العالية للطين ؟ 2- لماذا يبرد الفرن المملوء بالإنتاج بالتدريج ؟	

أستمارة قائمة الفحص				
الجهة الفاحصة:				
أسم الطالـــــب:			المرحلة: الثانية	
التخـــــــصص: الخزف والزجاج				
أسم التمريـــــن:- اخطـــاء الفَخْر				
ت	الخطـــــــــــوات	الدرجـــة القياســـية	درجـــة الأداء	الملاحظـــات
-1	إرتداء بدلة العمل	%5		
-2	إضافة مادة مسحوق الفخار أو الكوارتز إلى الطين	%10		
-3	إبعاد الطين عن الجبس	%10		
-4	تجفيف القطع الطينية جفافاً تاماً	%15		
-5	فخر القطع الطينية بالتدريج وعدم الاسراع في درجة الحرارة	%15		
-6	مراقبة الحرارة في الفرن	%15		
-7	تبريد الفرن بعد فصل الكهرباء عنه بالتدريج	%10		
-8	تنظيف مكان العمل والأدوات وإرجاعها إلى مكانها	%5		
-9	الزمن المستغرق	%15		
المجموع:				
أسم الفاحص:		التوقيع:		
التاريخ:				

الفصل الثالث

تصنيع المواد الحرارية

اهداف الفصل الثالث :

يتعرف الطالب على :-

1- كيفية تحضير المواد الحرارية والتعرف على مراحل التصنيع .

2- معرفة المعدات واللوازم الصناعية التي تستعمل في صناعة الحراريات .

محتويات الفصل الثالث

1-3 التمهيد

2-3 تحضير المواد الأولية لصناعة الطابوق الحراري.

التمرين الاول: تكسير الخامات.

التمرين الثاني: حرق المادة الخام .

التمرين الثالث: تكسير ونخل الكروك.

التمرين الرابع: خلط مكونات المواد الحرارية.

3-3 عملية تشكيل المنتجات الحرارية.

التمرين الخامس: تشكيل المنتجات الحرارية.

4-3 عمليات الحرق.

التمرين السادس: عملية حرق المنتجات الحرارية.

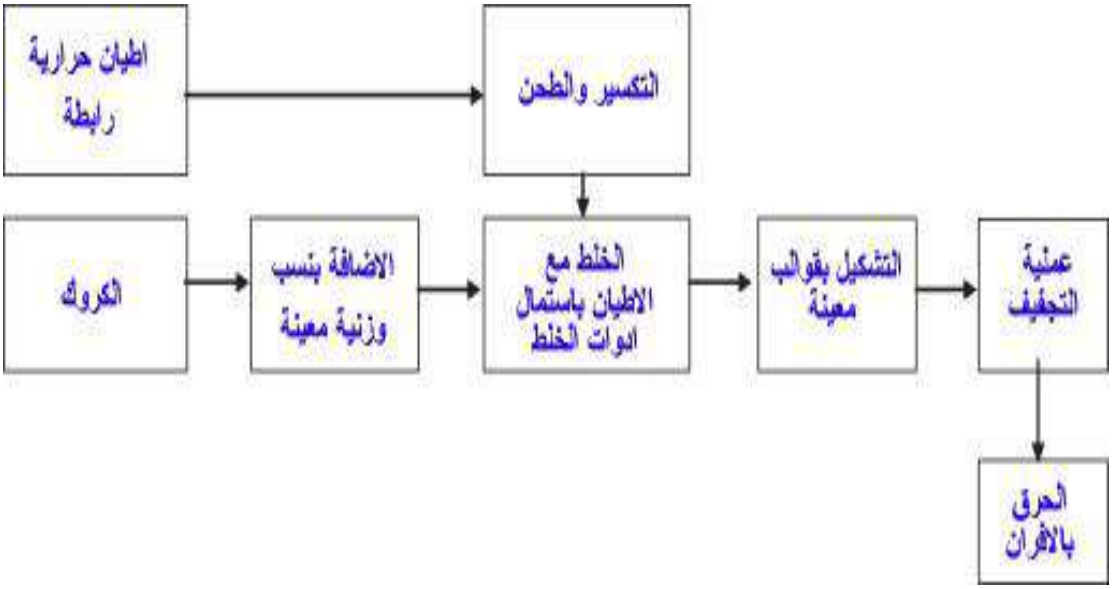
الأسئلة.

الفصل الثالث

تصنيع المواد الحرارية

1-3 التمهيـــد:

تتم صناعة المواد الحرارية بإجراء العديد من العمليات للحصول على مواد مقاومة للدرجات الحرارية العالية وذلك بخلط المواد وبنسب معينة ومحدودة للمواد وفق المنتجات المراد تصنيعها كذلك اضافة بعض المواد لتحسين الخواص الحرارية وأستعمال مواد رابطة لتسهيل عملية الربط والتشكيل والتجفيف والحرق والتبريد للحصول على منتجات حرارية جيدة خالية من العيوب .



2-3 تحضير المواد الاولية لصناعة الطابوق الحراري

رقم التمرين : 1 الزمن المخصص : (2 ساعة)

أسم التمرين : تكسير المواد الخام الحرارية

مكان التنفيذ : ورشة الخزف والزجاج

أولا :- الأهداف التعليمية

أن يكون الطالب قادرا على استعمال الة تكسير الخامات والتعرف على الية عملها.

ثانيا :- التسهيلات التعليمية

1- كسارة فكية .

2- كتل من البوكسايت والكاولين .

3- فرشاة وقطعة قماش .

4- حاوية بلاستيكية.

ثالثا :- خطوات العمل ، النقاط الحاكمة ، الرسومات

-1	إرتدِ بدله العمل الملائمة لجسمك . كما في الشكل (1)	 الشكل (1)

-2	البس كفوفاً واقية . كما في الشكل (2).	 **الشكل (2)**
-3	أجلب الكتل الصخرية من خامات (البوكسايت والكاؤلين) وأفرز الكتل التي تظهر فيها اختلافات لونية كبيرة واستبعدها من العمل. تجهز خامات البوكسايت والكاولين عادة على شكل كتل صخرية كبيرة، شكل (3) يتم تكسيرها بمطرقه إلى كتل لا تزيد اقطارها على 5 cm لكي يمكن ادخالها في الكسارة الفكية لغرض تحويلها إلى مساحيق. والشكل (4) يوضح كتل البوكسايت المأخوذه من الجزء الشمالي الشرقي لحوض وادي الحسينية في محافظه الأنبار العراقية بالقرب من منطقة تلاقي وادي الحسينية مع وادي حوران. تعد نسبة الألومينا في خام البوكسايت معيار الجودة فضلاً عن انخفاض بعض الأكاسيد غير المفيدة في صناعة الحراريات عموما تتراوح نسبة الالومينا في البوكسايت العراقي المكتشف إلى الآن وبالوفرة التي يمكن أستعمالها في صناعة المواد الحرارية ما بين 50 - 60 % ألومينا	 **شكل (3): موقع يحتوي خامات البوكسايت.** **الشكل (4)**

-4	ضع الكتل الصخرية في الكسارة الفكية وقم بتشغيل الكسارة مع تحديد فتحة خروج المسحوق المكسر إلى الحجم المطلوب كما في الشكل (5). ثم ضع الحاوية البلاستيكية أسفل الكسارة لجمع المساحيق المارة ثم ابدأ بإدخال قطع البوكسايت إلى الكسارة وهي مستمرة بالعمل.	 **الشكل (5)**
-5	نظف مكان العمل و أدوات العمل وأرجعها إلى مكانها	
-6	المناقشة: 1. ماذا تعمل اذا لم تتمكن الكسارة من سحق الكتل الصخرية وهي في داخلها؟ 2. ماذا تصنع اذا امتلأت الحاوية بالمساحيق, وماهي الخطوات ؟ 3. ما الإجراء اللازم لتلافي تشظي المساحيق المكسرة من فتحة الإدخال ؟ 4. ماذا تتوقع أن يكون شكل الحبيبات الخارجة من الكسارة ؟	

استمارة قائمة الفحص				
الجهة الفاحصة:				
أسم الطالب :			المرحلة: الثانية	
التخصص : الخزف والزجاج				
أسم التمرين: تكسير المواد الخام الحرارية				
ت	الخطوات	الدرجة القياسية	درجة الأداء	الملاحظات
-1	إرتداء بدله العمل .	%5		
-2	مرحلة تحضير ادوات العمل والقطعة وتجهيز المكان.	%10		
-3	مرحلة تهيئة الصخور الحرارية .	%10		
-4	مرحلة تكسير الكتل الكبيرة .	%15		
-5	مرحلة تشغيل الكسارة ووضع الحاوية البلاستيكية .	%15		
-6	مرحلة ادخال القطع الصخرية إلى الكسارة .	%15		
-7	تنظيف الكسارة ومكان العمل وأدواته.	%10		
-8	الزمن المخصص .	%20		
المجموع:				
أسم الفاحص:		التوقيع:		
التاريخ:				

رقم التمرين : 2 الزمن المخصص :(3 ساعات)

أسم التمرين : حرق المواد الخام الاولية .

مكان التنفيذ : ورشة الخزف والزجاج .

أولا :- الأهداف التعليمية

أن يكون الطالب قادرا على استعمال فرن حرق الخامات والتعرف على الية عمله.

ثانيا :- التسهيلات التعليمية

1- فرن حراري يصل الى درجة حرارة أكثر من $1400\ C^{\circ}$.

2- مسحوق البوكسايت المكسر .

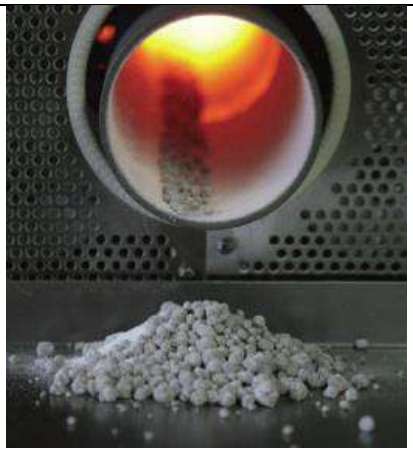
3- حاوية مقاومة للحرارة مصنوعة من الالومينا .

4- كفوف مقاومة للحرارة.

ثالثا :- خطوات العمل ، النقاط الحاكمة ، الرسومات

-1	إرتدِ بدلة العمل الملائمة لجسمك. كما في الشكل (1).	الشكل (1)

-2	ألبس كفوفاً واقية مقاومة للحرارة. كما في الشكل (2).	 الشكل (2)
-3	تهدف عملية حرق المادة الخام التي على شكل كتل وتتراوح اقطارها ما بين 2-5 cm قبل دخول الكتل للكسارة تم تكسيرها بمطرقة الى اقل من 5 cm وبعد اخراجها من الكسارة الفكية تصبح حجم الحبيبات اقل من 1 cm ، شكل (3) للحصول على ماده حرارية فاقدة للانكماش ومستقرة كيميائيا وفيزيائيا تدعى (كروك). يمكن أن تزيد نسبة اضافتها إلى اكثر من 50 % تقريبا ويمكن زيادة هذه الكمية او نقصانها حسب نوع التطبيق وعلى الرغم من فائدة هذه المادة إلا أنها تؤثر بشكل سلبي على قوه تماسك الجسم الحراري ولذلك لا يفضل أن تكون نسبتها عالية الا إذا تم تعويض ذلك بإضافة مادة رابطة اخرى مثلا سيليكات الصوديوم او سيليكات البوتاسيوم. تجرى عملية الحرق اما باستخدام أفران دواره بتقليب المادة باستمرار لضمان تحول جميع اجزاء الماء إلى كروك	 الشكل (3)

	وعادة ما يكون الحرق لغاية 1400 °C لضمان تحول جميع البوكسايت إلى الكورندم والمولايت وحصول حالة الاستقرار. الشكل(4) يوضح الأفران المستعملة في حرق كتل المادة الخام.	 **الشكل (4)**
-4	ضع الكتل الصغيرة من البوكسايت على حاوية الالومينا (الشكل 5) وادخلها إلى الفرن ثم شغل الفرن لكي يصعد بالتدريج وضمن برنامج معين حسب نوع الفرن وحجمه ويفضل أن يكون معدل الصعود مناسبا لاكتمال عملية التحول الكيميائي للمادة الحرارية إلى أن يصل الفرن إلى درجة حرارة 1400 °C.	 **الشكل (5)**
-5	أطفىء الفرن ودعه يبرد إلى أن يصل إلى درجة حرارة الغرفة ثم اخرج الحاوية من الفرن لتحصل على قطع البوكسايت المحروق (كروك).	
-6	نظف الحاوية و مكان العمل و أدواته وأرجعها إلى مكانها.	
	المناقشة: 1. ما التغيرات التي تحصل في التركيب الكيميائي للبوكسايت نتيجة الحرق ؟ 2. لماذا تحصل تكسرات وشقوق في الكتل الصخرية بعد الحرق ؟ 3. هل من الأفضل تحويل مسحوق البوكسايت أم كتل البوكسايت إلى الكروك؟	

أستمارة قائمة الفحص

الجهة الفاحصة:

أسم الطالب : **المرحلة: الثانية**

التخصص : الخزف والزجاج

أسم التمرين: حرق المواد الخام الأولية

ت	الخطوات	الدرجة القياسية	درجة الأداء	الملاحظات
-1	إرتداء بدله العمل والكفوف الحرارية	%5		
-2	مرحلة تحضير الكتل الصخرية	%10		
-3	مرحلة تجهيز الفرن	%10		
-4	مرحلة تشغيل الفرن وبرمجته	%15		
-5	مرحلة تبريد الفرن	%15		
-6	مرحلة اخراج الكتل الصخرية من الفرن	%15		
-7	تنظيف الحاوية ومكان العمل وأدواته.	%10		
-8	الزمن المخصص	%20		
	المجموع:			

أسم الفاحص: **التوقيع:**

التاريخ:

رقم التمرين : 3 **الزمن المخصص : (3 ساعات)**

أسم التمرين : تكسير ونخل الكروك

مكان التنفيذ : ورشة الخزف والزجاج

أولا :- الأهداف التعليمية

أن يكون الطالب قادرا على استعمال الكسارة وهزاز النخل والتعرف على الية عملهما.

ثانيا :- التسهيلات التعليمية

1- كسارة فكية .

2- سيت مناخل مع هزاز كهربائي.

3- حاوية بلاستيكية.

4- كفوف وفرش تنظيف.

ثالثا :- خطوات العمل ، النقاط الحاكمة ، الرسومات

-1	إرتدِ بدلة العمل الملائمة لجسمك . كما في الشكل (1).	**الشكل (1)**
-2	البس كفوفاً واقية. كما في الشكل (2).	**الشكل (2)**

-3 بعد أجراء عملية الحرق لخام البوكسايت، يتم تكسير الكتل المحروقة وتحويلها إلى كتل أصغر بتغيير فتحة الكسارة الفكية لتكون بحدود 5 mm (اتبع الخطوات في التمرين 1). وبعد أجراء عملية التكسير يتم نخل المساحيق باستعمال عدد من المناخل (شكل 3) تتراوح بين 5 mm إلى 50 mm ويمكن أن يكون التوزيع الحبيبي (التدرج الحبيبي) للبوكسايت المعروف كما في الجدول (1).

الشكل (3)

جدول (1)

قطر المادة المتجمعة	النسبة المئوية الوزنية للمادة المتجمعة
اكبر من 5 mm	اقل من 1 %
5mm > القطر >2.8 mm	5 – 10%
2.8 mm > القطر >2.5 mm	اقل من 10 %
2.5 mm > القطر >1.4 mm	10 – 15%
1.4 mm > القطر >0.3 mm	20 – 30%
0.3 mm > القطر >0.05 mm	30 – 40%
القطر اصغر من 0.05 mm	40 – 50%

-4	بعد أجراء عملية النخل باستعمال سيت المناخل والهزاز ستكون هناك مساحيق متجمعة على المناخل، قم بافراغها في حاويات بلاستيكية وثبت عليها معدل الحجم الحبيبي كما في الشكل (4) ، الذي يحسب من العلاقة: $$R_{av} = \frac{R_2 + R_1}{2}$$ حيث R_{av} : معدل الحجم الحبيبي، R_2: قطر المنخل المارة منه الحبيبات (العلوي)، R_1: قطر المنخل المتبقية عليه الحبيبات (السفلي).	 الشكل (4)
-5	أختر النسب المئوية للمساحيق وفق المعدلات الواردة في الجدول اعلاه (الخطوة 3) وباستعمال ميزان حساس (شكل 5).	 شكل (5)
-6	نظف المناخل بأستعمال جهاز التنظيف بالموجات فوق الصوتية (شكل 6) ثم نظف مكان العمل و أدواته وأرجعها إلى مكانها	 شكل (6)

المناقشة:

1. ايهما أفضل تكسير المساحيق إلى ناعمة أم خشنة؟
2. اذا كان جهاز الهزاز الكهربائي مزوداً بخاصيتي الأهتزاز المستمر والمتناوب، أيهما أفضل؟
3. لماذا لا يمكن استعمال أدوات أخرى غير حوض التنظيف بالموجات فوق الصوتية لتنظيف المناخل ؟

4- اختر النسبة المئوية للمساحيق وفق المعدلات الواردة وذلك باستعمال .....

5- يمكن تنظيف المناخل باستعمال جهاز التنظيف وهو .....

أستمارة قائمة الفحص

الجهة الفاحصة:

أسم الطالب : **المرحلة: الثانية**

التخصص : الخزف والزجاج

أسم التمرين: تكسير ونخل الكروك

ت	الخطوات	الدرجة القياسية	درجة الأداء	الملاحظات
-1	إرتداء بدلة العمل والكفوف .	%5		
-2	مرحلة تحضير الكتل الصخرية المحروقة .	%10		
-3	مرحلة ربط وتهيئة الكسارة .	%10		
-4	مرحلة تشغيل الكسارة وتكسير الكروك .	%15		
-5	مرحلة أعداد الهزاز والمناخل .	%15		
-6	مرحلة النخل وحفظ المساحيق .	%15		
-7	تنظيف المناخل والكسارة ومكان وأدوات العمل.	%10		
-8	الزمن المخصص .	%20		
	المجموع:			

أسم الفاحص: **التوقيع:**

التاريخ:

رقم التمرين : 4 الزمن المخصص : (3 ساعات)

أسم التمرين : خلط مكونات المواد الحرارية

مكان التنفيذ : ورشة الخزف والزجاج

أولا :- الأهداف التعليمية

أن يكون الطالب قادرا على استعمال جهاز الخلط والتعرف على المواد اللازمة لصناعة الحراريات.

ثانيا :- التسهيلات التعليمية

1- جهاز خلاط .

2- مساحيق كروك مدرجة ، خام الكاولين الناعم، سيليكات الصوديوم.

3- حاوية بلاستيكية.

4- كفوف وفرش تنظيف.

ثالثا :- خطوات العمل ، النقاط الحاكمة ، الرسومات

-1	إرتدِ بدله العمل الملائمة لجسمك . كما في الشكل (1).	الشكل (1)

-2	ألبس كفوفاً واقية. كما في الشكل (2).	 الشكل (2)
-3	بعد حرق البوكسايت فإن المادة أصبحت فاقدة لخاصية اللدونة (شكل 3) ولذلك يجب أضافة أطيان لدنة وعادة ما تكون إما من نفس انواع المادة المحروقة (بوكسايت غير محروق) او طين الكاولين ويجب أن يكون عبارة عن مساحيق ناعمة(أقل من 50 µm) وبنسبة تتراوح ما بين 10 % إلى 25 % وبعد اجراء عملية المزج يمكن اضافة نسبة من الماء لزيادة لدونة الخلطة وتعتمد نسبة الاضافة على طبيعة المادة الخام ويمكن زيادة قوى التلاصق بين الحبيبات بإضافه سيليكات الصوديوم بنسبة لاتتجاوز 10% او تضاف سيليكات البوتاسيوم أحيانا. الشكل (4) يوضح الخلاط المستعمل في عملية خلط المساحيق لتكوين خلطة متجانسة وجاهزة لمرحلة التشكيل.	 الشكل (3) الشكل (4)

-4	بعد أجراء عملية مزج مسحوق الكروك بنسبة وزنية 50% يمكن اضافة بوكسايت غيرمحروق بنسبة 30% وكاولين ابيض غير محروق وبنسبة 20% ثم توضع الخلطة في الخلاط ويشغل الخلاط ثم تضاف كمية من سيليكات الصوديوم بالتدريج (كثافة السيليكات $1.25\ g/cm^3$) لتكون الخلطة الحرارية متجانسة وجاهزة لمرحلة التشكيل شكل (5).	 الشكل (5)
-5	أحفظ الخلطة في حاوية بلاستيكية ويفضل حفظها اولا في كيس نايلون يفرغ من الهواء للتقليل من الجفاف والتصلب لاستعمالها في وقت أخر (شكل 6).	 شكل (6)
-6	نظف حاوية الخلاط ثم نظف مكان وأدوات العمل وأرجعها إلى مكانها.	
	المناقشة: 1. ماذا يحصل للخلطة عند أضافة الكاولين غير المحروق ؟ 2. هل من الأفضل زيادة كثافة السيليكات المضافة ام تقليلها وزيادة المحتوى المائي للخلطة ؟ 3. كيف تستطيع تقدير كمية السيليكات المضافة والملائمة للخلطة ؟	

أستمارة قائمة الفحص

الجهة الفاحصة:

أسم الطالب : **المرحلة: الثانية**

التخصص : الخزف والزجاج

أسم التمرين: خلط مكونات المواد الحرارية

ت	الخطوات	الدرجة القياسية	درجة الأداء	الملاحظات
-1	إرتداء بدله العمل والكفوف	%5		
-2	مرحلة تحضير المواد الأولية والمادة الرابطة	%10		
-3	مرحلة تحديد النسب المئوية لمواد الخلطة	%15		
-4	مرحلة ربط وتهيئة الخلاط	%10		
-5	تشغيل الخلاط واضافة المواد الأولية والرابطة	%15		
-6	مرحلة اخراج الخلطة وحفظها في الحاوية	%15		
-7	تنظيف المناخل والكسارة ومكان وأدوات العمل.	%10		
-8	الزمن المخصص	%20		
المجموع:				

أسم الفاحص:	التوقيع:
التاريخ:	

3-3 عملية تشكيل المنتجات الحرارية

رقم التمرين : 5 **الزمن المخصص : (3 ساعات)**

أسم التمرين : تشكيل المنتجات الحرارية

مكان التنفيذ : ورشة الخزف والزجاج

أولا :- الأهداف التعليمية

أن يكون الطالب قادرا على استعمال طرق تشكيل المنتجات الحرارية.

ثانيا :- التسهيلات التعليمية

1- قوالب معدنية اسطوانية او مكعبة .

2- مكبس هايدروليكي.

3- حاوية بلاستيكية.

4- كفوف وفرش تنظيف.

5-ملاعق معدنية.

ثالثا :- خطوات العمل ، النقاط الحاكمة ، الرسومات

-1	إرتدِ بدل' العمل الملائمة لجسمك . كما في الشكل (1).	 الشكل (1)
-2	ألبس كفوفاً واقية. كما في الشكل (2).	 الشكل (2)

-3	بعد تهيئة المساحيق الرطبة يمكن أستعمال قالب (أسطواني أو مكعب) الشكل (3) مع مكبس هيدروليكي، شكل (4) لا جراء عملية كبس الخلطة الحرارية بالكبس المحوري ويمكن أجراء عملية الكبس باستعمال قوى مختلفة ويتم تحديد القوة الافضل من خلال أقصى كثافة للمكبوسة دون حصول عملية التشوه او التكسر عند أستعمال قوى كبيرة. قم بتزييت اجزاء القالب بمادة PVA أو البارافين وبطبقة رقيقة جداً ثم ضع البنج السفلي داخل القالب الاسطواني أو المكعب بعدها ضع كمية مناسبة من الخلطة الحرارية داخل القالب بأستعمال ملعقة مختبرية وادخل البنج العلوي داخل الاسطوانة مع تحريكه بشكل دائري لضمان سطح متجانس للمكبوسة.	 الشكل (3) الشكل (4)
-4	بعد تجهيز المادة الحرارية داخل القالب يتم وضعها بين فكي المكبس الهايدروليكي ويغلق مفتاح المكبس وتسلط قوة كبس وبقوة محددة تعتمد على قطر القالب وتترك لفترة زمنية مناسبة تحت الكبس ثم يفتح مفتاح المكبس الهايدروليكي وتستخرج المكبوسة من القالب، شكل (5)	 الشكل (5)

-5	كرر المراحل في الخطوة 4 وباستعمال قالب مكعب. ثم اترك المكبوسات لتجف في جو الغرفة وبدرجة حرارة الغرفة.
-6	نظف القوالب المستعملة ثم نظف مكان العمل و أدوات العمل وأرجعها إلى مكانها.
	المناقشة: 1. كيف يمكن تقليل الأحتكاك بين أجزاء القوالب أثناء الكبس ؟ 2. هل زمن بقاء القالب تحت الكبس له تأثير على كثافة المكبوسة ؟ 3. كيف تستطيع تقدير كمية السيليكات المضافة والملائمة للخلطة ؟

أستمارة قائمة الفحص

الجهة الفاحصة

أسم الطالب : **المرحلة: الثانية**

التخصص : الخزف والزجاج

أسم التمرين: تشكيل المنتجات الحرارية

ت	الخطوات	الدرجة القياسية	درجة الأداء	الملاحظات
-1	إرتداء بدله العمل والكفوف .	%5		
-2	مرحلة تحضير قوالب الكبس والتزييت .	%15		
-3	مرحلة وضع الخلطة الحرارية في القالب .	%15		
-4	مرحلة كبس العينات .	%15		
-5	مرحلة استخراج العينات .	%10		
-6	مرحلة نقل المكبوسات إلى مرحلة التجفيف .	%10		
-7	تنظيف القوالب ومكان وأدوات العمل.	%10		
-8	الزمن المخصص .	%20		
	المجموع:			

أسم الفاحص:	التوقيع:
التاريخ:	

4-3 عمليات الحرق

رقم التمرين : 6 **الزمن المخصص : (3 ساعات)**

أسم التمرين : حرق المنتجات الحرارية

مكان التنفيذ : ورشة الخزف والزجاج

أولا :- الأهداف التعليمية

أن يكون الطالب قادرا على استعمال أفران حرق الحراريات.

ثانيا :- التسهيلات التعليمية

1- فرن حرق حراري يصل لغاية 1500C° .

2- قاعدة سيراميكية من الالومينا.

3- كفوف حرارية .

4- قدمة (ورنية) وميزان حساس.

ثالثا :- خطوات العمل ، النقاط الحاكمة ، الرسومات

-1	إرتدِ بدله العمل الملائمة لجسمك . كما في الشكل (1).	الشكل (1)
-2	ألبس كفوفاً حرارية واقية. كما في الشكل (2).	الشكل (2)

-3	تجرى عملية حرق المكبوسات الحرارية بإستعمال أفران تلبيد، شكل (3) وبدرجة حرارة حرق 1400°C وبزمن انضاج ملائم (ساعتين على الأقل) ويجب أن لا تجرى عملية التلبيد بسرعة لكي لا تحصل شقوق مجهرية في المنتجات كذلك تجرى عملية التبريد ببطىء لأكمال عملية التبلور للاطوار السيراميكية الناشئة.	 الشكل (3)
-4	بعد انجاز مرحلة تشكيل المنتجات الحرارية واجراء عملية التجفيف يتم قياس الأبعاد والوزن لنماذج من المنتجات لحساب كثافة ومقدار الانكماش في ابعاد تلك النماذج نتيجة الحرق بأستعمال القدمة وميزان حساس (شكل 4).	 الشكل (4)
-5	يتم أدخال العينات إلى داخل الفرن وترتيبها بشكل منتظم وموزعة داخل الفرن (شكل 5) ثم شغل الفرن الحراري وارفع درجة الحرارة بمعدل صعود وزمن أنضاج مناسبين وبعد الانضاج أطفىء الفرن ودعه يبرد بالتدريج. بعد أن تصل درجة الحرارة إلى درجة حرارة الغرفة أفتح باب الفرن وابدأ باخراج العينات من الفرن وقم بقياس الابعاد والكتلة لنفس العينات التي تم قياسها قبل الحرق.	 الشكل (5)

6-	نظف الفرن والقاعدة التي تم حرق العينات عليها.
	المناقشة: 1. أحسب الانكماش في الحجم والفقدان في الكتلة نتيجة الحرق للنماذج التي تم قياسها ؟ 2. هل يمكن زيادة زمن الانضاج بدل رفع درجة الحرارة لتحقيق التلبيد ؟ 3. ما المخاطر التي تتوقعها اذا تم أخراج المنتجات وهي ساخنة ؟ - اجب بكلمة صح او خطأ 1- يتم ادخال العينات الى داخل الفرن وترتيبها بشكل عشوائي موزعة داخل الفرن . 2- يجب ان تجري العملية التبليد لكي لاتحصل شقوق مجهرية في المنتجات .

أستمارة قائمة الفحص				
الجهة الفاحصة:				
أسم الطالب :			المرحلة: الثانية	
التخصص : الخزف والزجاج				
أسم التمرين: حرق المنتجات الحرارية				
ت	الخطوات	الدرجة القياسية	درجة الأداء	الملاحظات
-1	إرتداء بدلة العمل والكفوف الحرارية .	%5		
-2	مرحلة تحضير الفرن والقاعدة الحرارية .	%10		
-3	تقييس الأبعاد والوزن قبل الحرق .	%15		
-4	أدخال العينات إلى الفرن .	%10		
-5	مرحلة تشغيل الفرن واجراء الحرق .	%15		
-6	مرحلة إطفاء الفرن وأخراج العينات .	%10		
-7	مرحلة اخراج العينات واجراء القياس بعد الحرق .	%10		
-8	تنظيف الفرن والقاعدة ومكان وأدوات العمل.	%5		
-9	الزمن المخصص	%20		
المجموع:				
أسم الفاحص:		التوقيع:		
التاريخ:				

أسئلة الفصل الثالث

1- أذكر خمسة تطبيقات للحراريات المستعملة في الصين؟

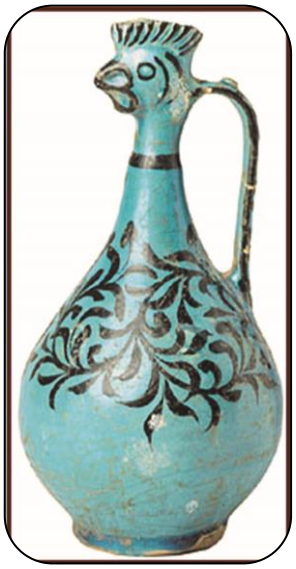
2- اذا كانت نسبة الألومينا في خامات البوكسايت اكثر من 70 % ماذا تتوقع أن تكون الأطوار الناشئة بعد الحرق ؟

3- أيهما أفضل أستعمال سيليكات الصوديوم أم سيليكات البوتاسيوم كمادة لاصقة في حراريات البوكسايت ؟

4- ما هي الفائدة المتوخاة من أستعمال مساحيق متدرجة بدل من الثابتة في الحجم الحبيبي ؟

الفصل الرابع

عملية التزجيج



أهداف الفصل الرابـــــــع :

من المتوقع أن يتعرف الطالب على :

1-التدريب على طريقة تزجيج الاجسام الخزفية.

2-التدريب على تزجيج المنتجات المفخورة .

3-التدريب على عمليات الزخرفة بالزجاج.

محتويات الفصل الرابع

التمـــهيد:

(1-4) تهيئة المواد الضرورية للتزجيج.

تمرين رقم (1) تحضير مادة التزجيج.

(2-4) تزجيج المنتجات المفخورة بأستخدام طرق التزجيج المختلفة .

(1-2-4) التزجيج بالتغطيس.

تمرين رقم (2) التزجيج بالتغطيس.

(2-2-4) التزجيج بالسكب.

تمرين رقم (3) التزجيج بالسكب.

(3-2-4) التزجيج بالرش.

تمرين رقم (4) التزجيج بالرش.

(4-2-4) التزجيج باستخدام الفرشاة.

تمرين رقم (5) التزجيج بأستخدام الفرشاة.

(3-4) زخرفة الزجاج .

تمرين رقم (6) زخرفة الزجاج

الفصل الرابع

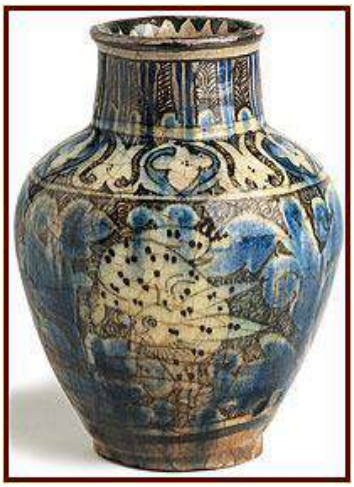
التزجيج

تمهيد:

التزجيج هو الطبقة الزجاجية التي تغطى سطح الجسم الفخاري والتي تضيف الجمالية له ويكون التزجيج عادة على صورة معلق لمكونات التزجيج في الماء وبعد أن يغطى الجسم بهذا المعلق يجف ويبقى التزجيج على شكل طبقة رقيقة وعند الحريق تتفاعل مكونات التزجيج وتنصهر لتكون طبقة رقيقة من الزجاج . والفرق الاساسي بين الزجاج والتزجيج هو وجود الألومينا فالزجاج لا يحوي ألومينا أو حتى نسبة صغيرة منها بينما يعد الالومينا هو المكون الأساس للتزجيج .

عملية التزجيج: هي عملية اكساء القطع الفخارية بالمحلول الزجاجي وتتم بخطوات وطرق عدة مثل السكب والرش والتغطيس ثم توضع في افران وبدرجات حرارية محدودة.

التزجيج مهم من الناحية الوظيفية وخاصة خزف السفن لعدم سماحة بمرور السوائل بسبب مساميته وكما يستخدم في طلاء الأواني الفخارية والخزفية فضلاً عن الجانب الجمالي ليشمل مجموعة من الزخارف السطحية ذات اللمعان أو غير لامعة والزجاج الشفاف والمعتم وغيرها من الانواع مع التلوين النهائي ويكون السطح أملساً وجافاً قبل البدء بالتزجيج.



(1-4) تهيئة المواد الضرورية للتزجيج :

إن العمل المصقول له جمالية وان الأدوات الجيدة مفتاح النجاح ، لهذا نحتاج إلى أنواع مختلفة من الادوات كألفرش و الاواني ذات الفوهة الواسعة وجهاز التغطيس والرش وغيرها من الادوات المهمة لاتمام عملية التزجيج.

تضاف الأكاسيد إلى مادة التزجيج لتكسبها ألواناً حيث أن اضافة أوكسيد الكوبلت يعطي لون أزرق وأوكسيد الحديد يعطي لوناً أحمر، إما أكاسيد الكروم والنحاس فتعطي اللون الأخضر بينما يعطي أوكسيد المنغنيز اللون البني . حيث يمزج المسحوق مع الماء وبكثافة مناسبة ويحفظ المزيج في جرة محكمة الإغلاق لغرض استعماله مرة ثانية ، وإذا جف أو أصبح صلباً يضاف له الماء.

رقم التمرين :1 **الزمن المخصص : 3 ساعات**

اسم التمرين : تحضير مادة التزجيج

مكان التنفيذ : ورشة الخزف والزجاج

أولا :- الأهداف التعليمية

أن يكون الطالب قادرا على تحضير مادة التزجيج لتزجيج الاعمال الفنية .

ثانيا :- التسهيلات التعليمية

1- أناء بلاستيكي .

2- قطعة فخارية.

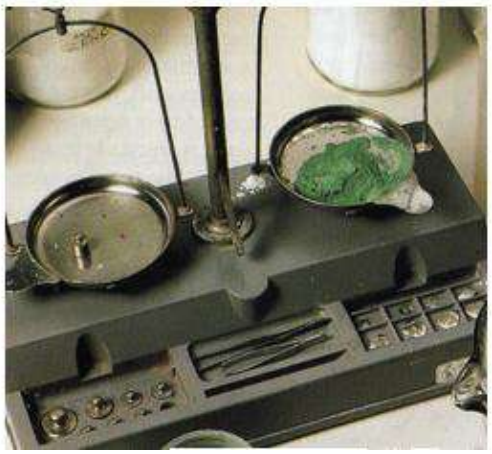
3- مسحوق الزجاج الشفاف .

4- أوكسيد الحديد او أوكسيد النحاس أو أي أوكسيد أخر .

5- ماء.

ثالثا :- خطوات العمل ، النقاط الحاكمة ، الرسومات

-1	إرتدِ بدلة العمل الملائمة لجسمك كما في الشكل (1)	الشكل (1)

-2	زن كغم واحد من مسحوق الزجاج الشفاف وضعه في الوعاء البلاستيكي كما في الشكل (2) .	 **الشكل (2)**
-3	زن كمية من الأوكسيد (30 g) وضعه فوق الزجاج الشفاف لكي يكسب اللون للزجاج كما في الشكل (3) .	 **الشكل (3)**
-4	أضف الماء فوق مسحوق الزجاج وأخلطه الى أن يصبح رائقاً لكي لا يصبح الزجاج خفيفاً كما في الشكل (4) .	 **الشكل (4)**

-5	نظف مكان العمل و أدوات العمل وأرجعها إلى مكانها
	المناقشة: 1. لماذا يستخدم وعاء بلاستيكي عند الخلط ؟ 2. لماذا نضع الاوكسيد على مسحوق الزجاج ؟ 3. كيف يكون محلول الزجاج عند وضع الماء عليه ؟

أستمارة قائمة الفحص

الجهة الفاحصة

اسم الطالب : **المرحلة: الثانية**

التخصص : الخزف والزجاج

اسم التمرين : التدريب على تحضير مادة التزجيج

ت	الخطوات	الدرجة القياسية	درجة الأداء	الملاحظات
-1	أرتداء بدله العمل .	%5		
-2	مرحلة وزن مسحوق الزجاج.	%15		
-3	مرحلة وضع مسحوق الزجاج في وعاء بلاستيكي .	%10		
-4	مرحلة وزن الأوكسيد .	%15		
-5	مرحلة خلط مسحوق الزجاج مع الأوكسيد.	%10		
-6	مرحلة أضافة الماء للخليط ليكون رائق .	%15		
-7	تنظيف مكان العمل وأدوات العمل.	%10		
-8	الزمن المخصص	%20		
المجموع:				
اسم الفاحص:		التوقيع:		
التاريخ:				

الدرجة الأدنى لأجتياز التمرين 60% على ان يكون ناجحاً في الفقرة (2)،(4)،(6) وأقل منها يعيد الطالب الخطوات التي رسب بها.

(2-4) تزجيج المنتجات المفخورة بأستخدام طرق التزجيج التالية:

(1-2-4) التزجيج بالتغطيس

تستعمل هذه الطريقة لتزجيج الإعمال الفخارية وتمتاز هذه الطريقة بالآتي:

1- تستعمل فيها الأعمال الفخارية صغيرة الحجم.

2- أعداد كمية كبيرة من محلول التزجيج.

3- أسرع طريقة للتزجيج .

رقم التمرين : 2 **الزمن المخصص : 4 ساعات**

اسم التمرين : التزجيج بالتغطيس

مكان التنفيذ : ورشة الخزف والزجاج

أولا :- الأهداف التعليمية

أن يكون الطالب قادرا على تزجيج القطع الفخارية بطريقة التغطيس.

ثانيا :- التسهيلات التعليمية

1- أناء بلاستيكي .

2- قطعة فخارية.

3- مادة تزجيج سائلة.

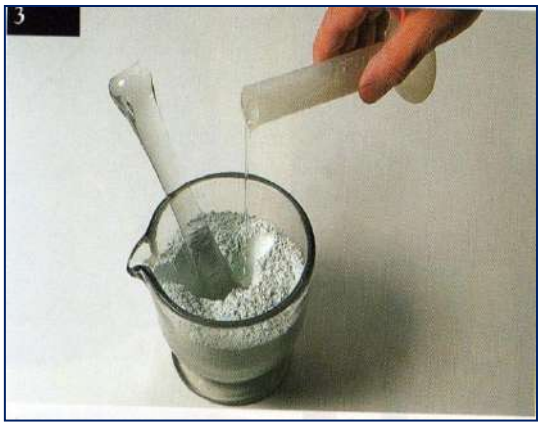
4- قطعة من الأسفنج .

5- فرشاة للتنظيف.

6- منضدة حديدية

ثالثا :- خطوات العمل ، النقاط الحاكمة ، الرسومات

-1	إرتدِ بدلة العمل الملائمة لجسمك كما في الشكل (1)	الشكل (1)

-2	هيىء القطعة الفخارية ونظفها من الأتربة والغبار بأستخدام قطعة من الأسفنج او استخدام رش الهواء،كما في الشكل (2)	 **الشكل (2)**
-3	إحضر أناءاً بلاستيكياً عميقاً ذا فوهة واسعة وضع فيه مادة التزجيج مع الماء ليكون رائقاً عند غمس الأصبع يعلق فيه كما في الشكل (3)	 **الشكل (3)**
-4	أغطس القطعة الفخارية في الإناء الحاوي على مادة التزجيج، كما في الشكل (5) في حالة وجود مساحات صغيرة غير مزججة نتيجة مسك القطعة يضاف عليها المحلول الزجاجي باحد الاصابع.	
-5	ضع القطعة الفخارية على منضدة حديدية كي تجف من مادة التزجيج لفترة زمنية معينة كما في الشكل (6) .	

		الشكل (6)
-6	نظف القطع من مادة التزجيج بأستخدام الفرشاة المناسبة وأزل أثار الأصابع، كما في الشكل (7) .	 الشكل (7)
8	نظف مكان العمل و أدوات العمل وأرجعها إلى مكانها .	
	المناقشة: 1. ما صفات الإناء الخاص بالتغطيس ؟ 2. كيف يمكن إزالة أثار الأصابع ؟ 3. ما الغاية من وضع القطعة الفخارية المزججة على منضدة حديدية ؟	

أستمارة قائمة الفحص

الجهة الفاحصة:

اسم الطالب : **المرحلة : الثانية**

التخصص : الخزف والفخار

اسم التمرين: التدريب على كيفية التزجيج بالتغطيس

ت	الخطوات	الدرجة القياسية	درجة الأداء	الملاحظات
-1	أرتداء بدلة العمل	%5		
-2	مرحلة تنظيف وتحضير القطع الفخارية مسبقاً	%5		
-3	مرحلة تحضير أناء التغطيس ومادة التزجيج .	%15		
-4	مرحلة وضع الماء على مادة التزجيج ليصبح رائقاً	%15		
-5	مرحلة تغطيس القطع الفخارية بمادة التزجيج .	%15		
-6	مرحلة وضع القطع الفخارية على منضدة حديدية.	%15		
-7	تنظيف مكان العمل وأدوات العمل.	%10		
-8	الزمن المخصص	%20		
المجموع:				

اسم الفاحص: **التوقيع:**

التاريخ:

الدرجة الأدنى لأجتياز التمرين 60% على أن يكون ناجحاً في الفقرة (3)،(5)،(6) وأقل منها يعيد الطالب الخطوات التي رسب بها.

(2-2-4) التزجيج بالسكب:

1- تستخدم هذه الطريقة للقطع الكبيرة الحجم .

2- مادة التزجيج يجب أن تكون ذات كثافة جيدة .

3- تحتاج إلى كمية كبيرة من مادة التزجيج.

رقم التمرين : 3 **الزمن المخصص : (3 ساعات)**

اسم التمرين : التزجيج بالسكب

مكان التنفيذ : ورشة الخزف والزجاج

أولا :- الأهداف التعليمية

أن يكون الطالب قادرا على تزجيج القطع الفخارية بطريقة السكب.

ثانيا :- التسهيلات التعليمية

1- أناء بلاستيكي .

2- قطعة فخارية.

3- مسحوق الزجاج.

4- ماء.

5- وعاء بلاستيكي صغير.

6- منضدة حديدية .

ثالثا :- خطوات العمل ، النقاط الحاكمة ، الرسومات

1-	إرتدِ بدلة العمل الملائمة لجسمك كما في الشكل (1)	الشكل (1)

-2	هيىء أناءاً بلاستيكياً عميقاً ذا فوهة واسعة وضع فيه مسحوق التزجيج مع الماء ليكون رائقاً عند غمس الأصبع يعلق فيه .
-3	ضع القطعة الفخارية فوق أناء السكب لكي لا يسقط رائق التزجيج أثناء عملية السكب في داخل الوعاء البلاستيكي .
-4	أسكب الزجاج على القطعة الفخارية بوساطة الوعاء البلاستيكي الصغير لكي يتوزع الزجاج بالتساوي كما في الشكل (2) . **الشكل (2)**
-5	ضع القطعة الفخارية المتزججة فوق المنضدة الحديدية لتجف مادة التزجيج.
-6	نظف مكان العمل و أدوات العمل وأرجعها إلى مكانها.
	المناقشة: 1. ما أهمية وضع وعاء بلاستيكي صغير؟ 2. ما سبب وضع القطعة الفخارية فوق أناء السكب؟

استمارة قائمة الفحص

الجهة الفاحصة:

اسم الطالب : **المرحلة : الثانية**

التخصص : الخزف والزجاج

اسم التمرين : التدريب على كيفية التزجيج بالسكب

ت	الخطوات	الدرجة القياسية	درجة الأداء	الملاحظات
-1	مرحلة أرتداء بد لة العمل	%5		
-2	مرحلة خلط مسحوق الزجاج مع الماء ويكون رائقاً.	%15		
-3	مرحلة وضع القطع الفخارية فوق أناء السكب.	%15		
-4	مرحلة سكب مادة التزجيج على القطعة الفخارية بوساطة الأناء البلاستيكي الصغير بالتساوي.	%20		
-5	مرحلة وضع القطعة الفخارية على المنضدة الحديدية.	%15		
-6	تنظيف مكان العمل وأدوات العمل.	%10		
-7	الزمن المخصص	%20		
المجموع:				
اسم الفاحص:		التوقيع:		
التاريخ:				

الدرجة الأدنى لأجتياز التمرين 60% على أن يكون ناجحاً في الفقرة (3)،(5)،(6) وأقل منها يعيد الطالب الخطوات التي رسب بها.

(3-2-4) التزجيج بالرش :

طريقة لتزجيج الأعمال الفخارية ومن مميزاتها:

1- أساس عمل هذه الطريقة هو ضغط الهواء المحصور.

2- تستعمل هذه الطريقة للقطع الكبيرة الحجم .

3- مادة التزجيج يجب أن تكون سائلة .

4- تحتاج إلى كمية كبيرة من مادة التزجيج.

رقم التمرين : 4 **الزمن المخصص : (4 ساعات)**

اسم التمرين : التزجيج بالرش

مكان التنفيذ : ورشة الخزف والزجاج

أولا :- الأهداف التعليمية

أن يكون الطالب قادرا على تزجيج القطع الفخارية بطريقة الرش.

ثانيا :- التسهيلات التعليمية

1- قطعة فخارية مصقولة.

2- مرشة تربط على ضاغط الهواء.

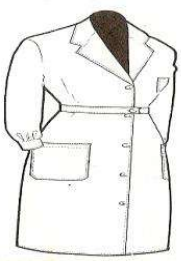
3- مادة تزجيج.

4- عجلة دوارة .

5- نظارات واقية، كمامة.

6- كمية من الماء.

ثالثا :- خطوات العمل ، النقاط الحاكمة ، الرسومات

-1	إرتدِ بدلة العمل الملائمة لجسمك كما في الشكل (1) .	 الشكل (1)

-2	إرتدِ النظارات الواقية كما في الشكل (2).	 الشكل (2)
-3	أختر قطعة فخارية مصقولة وناعمة، كما في الشكل (3)، وقم بتنضيفها من الاتربة.	 الشكل (3)
-4	ضع كمية من الماء إلى مسحوق الزجاج ليكون رائقاً كما في الشكل (4) .	 الشكل (4)
-5	ضع مادة التزجيج السائلة في المرشة، كما في الشكل (5) .	 الشكل (5)

-6	ضع القطعة الفخارية على العجلة الدوارة كما في الشكل (6) . ورش الجسم بمادة التزجيج من الداخل أولا وببطء بأستخدام مرشة، ورش القطعة من الخارج ثم الداخل وقم بتدوير العجلة ليجف الجسم مع تكرار العملية، كما في الشكل (7).	 **الشكل (6)** **الشكل (7)**
-7	نظف مكان العمل و أدوات العمل وأرجعها إلى مكانها.	
	المناقشة : 1- لماذا نختار جسم فخاري صقيل ؟ 2- لماذا نعمل على تدوير العجلة الدوارة ؟ 3. ما الغاية من أرتداء النظارة الواقية والكمامة؟	

استمارة قائمة الفحص

الجهة الفاحصة:

اسم الطالب : **المرحلة : الثانية**

التخصص : الخزف والزجاج

أسم التمرين:التدريب على كيفية التزجيج بالرش

ت	الخطوات	الدرجة القياسية	درجة الأداء	الملاحظات
-1	مرحلة أرتداء بدله العمل.	%5		
-2	مرحلة أرتداء النظارات الواقية.	%5		
-3	مرحلة تنظيف وتحضير القطع الفخارية.	%5		
-4	مرحلة وضع الماء على مادة التزجيج ليصبح رائقاَ.	%15		
-5	مرحلة وضع مادة التزجيج في رذاذ الرش.	%15		
-6	مرحلة وضع القطع الفخارية على العجلة الدوارة.	%15		
-7	مراحل رش الجسم بمادة التزجيج من الداخل والخارج وتجفيفه.	%20		
-8	تنظيف مكان العمل وأدوات العمل.	%10		
-9	الزمن المخصص	%10		
	المجموع:			

اسم الفاحص: **التوقيع:**

التاريخ:

الدرجة الأدنى لأجتياز التمرين 60% على أن يكون ناجحاً في الفقرة (5)،(6)،(7) وأقل منها يعيد الطالب الخطوات التي رسب بها.

(4-2-4) التزجيج بالفرشاة :

1- تعتمد هذه الطريقة على نوع الفرشاة المستعملة في التزجيج.

2- تستعمل هذه الطريقة للقطع الصغيرة الحجم.

3- تحدث هذه العملية خلال فترة زمنية قليلة.

4- تكون مادة التزجيج سائلة وبكمية محدودة.

رقم التمرين : 5 **الزمن المخصص : (4 ساعات)**

اسم التمرين : التزجيج بالفرشاة

مكان التنفيذ : ورشة الخزف والزجاج

أولا :- الأهداف التعليمية

أن يكون الطالب قادرا على تزجيج الجسم الفخاري بطريقة الفرشاة.

ثانيا :- التسهيلات التعليمية

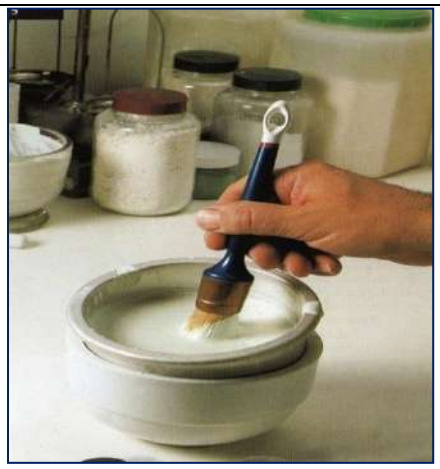
1- قطعة فخارية.

2- محلول زجاجي.

3- فرشاة ذات نوعية جيدة .

ثالثا :- خطوات العمل ، النقاط الحاكمة ، الرسومات

-1	إرتدِ بدلة العمل الملائمة لجسمك كما في الشكل (1) .	**الشكل (1)**
-2	هيىء القطعة الفخارية ونظفها من الأتربة والغبار كما في الشكل (2)	**الشكل (2)**

-3	ضع كمية مناسبة من مادة التزجيج في أناء بلاستيكي عميق كما في الشكل (3)	 **الشكل (3)**
-4	أختر الفرشاة الملائمة للجسم المراد تزجيجه مع مراعاة أحجام الفرشاة كما في الشكل (4).	 **الشكل (4)**
-5	أغمس الفرشاة بمادة التزجيج كما في الشكل (5) وقم بتلوين الجسم الفخاري المراد تزجيجه وكرر العملية لعدة مرات في نفس المكان كما في الشكل (6) وأتركه ليجف.	 **الشكل (5)**

		 الشكل (6)
6-	نظف مكان العمل و أدوات العمل وأرجعها إلى مكانها	
	المناقشة : 1- لماذا نراعي أختيار حجم الفرشاة ؟ 2- لماذا نكرر عملية التلوين للجسم المراد تزجيجه ؟	

أستمارة قائمة الفحص

الجهة الفاحصة:

اسم الطالب : **المرحلة : الثانية**

التخصص : الخزف والزجاج

اسم التمرين : التدريب على كيفية التزجيج بالفرشاة .

ت	الخطوات	الدرجة القياسية	درجة الأداء	الملاحظات
-1	مرحلة أرتداء بدله العمل .	%5		
-2	مرحلة تحضير القطع الفخارية وتنظيفها من الأتربة.	%10		
-3	مرحلة وضع مادة التزجيج في إناء بلاستيكي .	%15		
-4	مرحلة اختيار الفرشاة ذات الحجم المناسب .	%15		
-5	مرحلة تلوين القطعة الفخارية بالفرشاة .	%20		
-6	تنظيف مكان العمل وأدوات العمل.	%15		
-7	الزمن المخصص	%20		

المجموع:

اسم الفاحص: **التوقيع:**

التاريخ :

الدرجة الأدنى لأجتياز التمرين 60% على أن يكون ناجحاً في الفقرة (3)،(4)،(5) وأقل منها يعيد الطالب الخطوات التي رسب بها.

(3-4) زخرفة الزجاج :

أهتدى الإنسان في زمن غير معروف بالضبط إلى مادة جديدة لعبت دوراً مهماً في حياة الإنسان القديم والعصر الحديث عرفت بالزجاج وهي مادة سائلة، استعملت للتزجيج فأعطت مظهراً جميلاً وألوانا رائعة فبعضها تعطي إشكالا هندسية وبعضها إشكالا فنية، حيث يعتبر الرسم على الزجاج عملية سهلة ومشوقة وجميلة منها ما تحافظ على شفافية الزجاج ومنها ما هو أكثر سماكة حيث لا تتغير ولا تؤثر على لون الزجاج .

تعد زخرفة الزجاج سجلاً لمراحل تطور الإبداع الإنساني في مجال جمال الاشياء إذ ازداد هذا الجمال بريقاً ولمعاناً لما أضيف إليه من خصائص فنية فأعطت إنتاجاً فنياً رائعاً.

الزخرفة بالفرشاة من اشهر صيغ الزخرفة وهي واحدة من اشهر خصائص خزف الشرق الأقصى ، حيث يصنف هذا النوع من الزخارف ضمن أرقى وأنبل أنواع الزخارف ، وهي في أفضل إشكالها تحتاج إلى سيطرة فيزياوية دقيقة مقرونة بفكر ودرجة عالية من الإحساس بالجمال .

للفرش المستخدمة في زخرفة الزجاج أهمية خاصة إذ يتوجب إن تتوفر الإمكانات المناسبة لكل نوع من أنواع الفرش وان تكون مريحة باليد مع الاهتمام بنظافتها ونعومتها وتعليقها كي لا يتلف شعر الفرشاة.

وأهم أنواع فرش الزخرفة على الزجاج :

1- الفرشاة ذات الشعر الطويل كما في الشكل (1). والتي تستعمل للمناطق التي يصعب الوصول اليها أو الاشكال المعقدة.

2- الفرشاة المسطحة وتتدرج من (1-12 mm) في أحجامها كما في الشكل (2).

الشكل (2)

3- الفرشاة ذات الزوايا كما في الشكل (3)..

الشكل (3)

4- الفرشاة المروحية كما في الشكل (4).

الشكل (4)

ألوان زخرفة الزجاج شكل (5) هي الأسلوب الأمثل لإظهار خامة الزجاج في إشكال ومؤثرات جديدة من خلال التلوين بها حيث تحتوي على (19) لوناً شفافاً ذات بريق غير عادي وثبات قوي بعد الجفاف ، وان جميع الألوان لها القدرة على الاختلاط والمزج فيما بينها لتكوين ألوان إضافية وخاصة عند إضافة اللون الأبيض أو الأسود وتستعمل هذه الألوان وهي باردة دون الحاجة إلى وجود حرارة لتثبيتها .

الشكل (5): يوضح ألوان زخرفة الزجاج

رقم التمرين : 6	**الزمن المخصص : 4 ساعات**
اسم التمرين : زخرفة الزجاج	
مكان التنفيذ : ورشة الخزف والزجاج	

أولا :- الأهداف التعليمية

أن يكون الطالب قادراً على زخرفة الزجاج .

ثانيا :- التسهيلات التعليمية:-

1- قطعة فخارية.

2- اكاسيد الألوان بهيئة مساحيق .

3- فرشاة ذات الشعر الطويل .

4- ماء.

5- قلم رصاص.

ثالثا :- خطوات العمل ، النقاط الحاكمة ، الرسومات

-1	إرتدِ بدلة العمل الملائمة لجسمك كما في الشكل (1) .	**الشكل (1)**
-2	أضف الماء إلى أكاسيد الألوان بحيث يكون سائلاً قوامه وسط لا خفيف ولا ثخين سميك كما في الشكل (2).	**الشكل (2)**

-3	أرسم الزخرفة المراد تنفيذها على القطع الفخارية باستخدام قلم الرصاص كما في الشكل (3).	 **الشكل (3)**
-4	أغمس الفرشاة ذات الشعر الطويل بمحلول أكاسيد الألوان ولون الزخرفة للمناطق المحددة كما في الشكل (4).	 **الشكل (4)**
-5	كرر الخطوة رقم (4) عدة مرات للحصول على الشكل المطلوب .	
-6	نظف مكان العمل و أدوات العمل وأرجعها إلى مكانها.	
-7	المناقشة : 1.ما فائدة أستخدام قلم الرصاص ؟ 2.كيف يكون سائل التزجيج ؟ 3. لماذا تستعمل فرش بأحجام مختلفة ؟	

أستمارة قائمة الفحص				
الجهة الفاحصة:				
اسم الطالب :			المرحلة : الثانية	
التخصص : الخزف والزجاج				
اسم التمرين : التدريب على كيفية زخرفة الزجاج				
ت	الخطوات	الدرجة القياسية	درجة الأداء	الملاحظات
-1	مرحلة أرتداء بدله العمل .	%5		
-2	مرحلة تحضير أكاسيد الألوان المراد الرسم بها.	%10		
-3	مرحلة اضافة الماء إلى مساحيق اكاسيد الالوان لتصبح سائلا.	%10		
-4	مرحلة رسم الزخرفة على القطع الفخارية بقلم الرصاص.	%15		
-5	مرحلة رسم الزخرفة بالألوان على القطعة الفخارية بالفرشاة ذات الشعر الطويل .	%20		
-6	مرحلة تكرار العملية لعدة مرات.	%10		
-7	تنظيف مكان العمل وأدوات العمل.	%10		
-8	الزمن المخصص	%20		
المجموع:				
اسم الفاحص:		التوقيع:		
التاريخ:				

الدرجة الأدنى لأجتياز التمرين 60% على أن يكون ناجحاً في الفقرة (3)،(4)،(5) وأقل منها يعيد الطالب الخطوات التي رسب بها.

جوانب السلامة المهنية

من المهم أن يدرك الطالب بأن هناك إخطاراً محتملة إثناء العمل في طلاء الخزف ومن هذه الجوانب :

1- إذا كان عندك حساسية أو مشاكل في الجهاز التنفسي فيجب لبس قناعٍ على الأنف عند العمل في نفس غرفة المساحيق وإثناء المزج أو الخلط أو الرش .

2- أبق مناطق العمل ذات تهوية جيدة (وجود مروحة الشفط) أو إبقاء النوافذ مفتوحة.

3- بعض الطلاءات الزجاجية سامة جداً لذلك يجب اخذ الحذر في أستعمالها وخاصة الحاوية في تركيبها على الرصاص لذلك يجب أستخدام مركبات خالية من الرصاص وعدم لمس الوجه أو إي جزء لحين التأكد من إزالة أثارها وخاصة إذا دخلت عن طريق الفم لذلك فاستعمالها يجب إن يكون ضمن الشروط الصحية .

4- أكاسيد الرصاص مثل ثنائي أوكسيد الرصاص والرصاص الأحمر وكربونات الرصاص يعدها الصناعيون مركبات خطيرة للطلاءات في الخزفيات المستخدمة للطعام والشراب .

5- سائل التزجيج يحتوي كميات بسيطة من المواد القلوية والحامضية قد تكون ضارة بالجلد لذلك يجب لبس القفازات الطبية وبقاء الذراعين والرجلين مغطاة قدر المستطاع .

6- مساحيق الطلاءات والمواد الكيمياوية الأخرى يمكن إن تتطاير وتدخل الرئتين لذلك تجنب العمل بها مع وجود تيار هوائي فضلاً عن تهوية منطقة العمل بدون تيار هوائي .

الفصل الخامس

إنضاج الزجاج ومعالجة أخطائه

أهداف الفصل الخامس :

يتعرف الطالب على :-
1- كيفية أنضاج القطع الفخارية المزججة بوساطة تشغيل الفرن .
2- معرفة عيوب الزجاج ومعالجتها .

محتويات الفصل

اولا :انضاج القطع الفخارية المزججة

(1-5) أنضاج عملية التزجيج بوساطة الافران .
(1-1-5) تنظيف ومعالجة القطع وتهيئتها للافران.
(2-1-5) أدخال القطع المطلية بالزجاج ، وتنظيمها في الافران .
(3-1-5) تشغيل الأفران لأنضاج الزجاج ، ومراقبتها .
(4-1-5) تبريد الفرن وأخراج القطع منه .

ثانيا :عيوب الزجاج وطرق التغلب عليها

(2-5) عيوب الزجاج ومعالجتها

(1-2-5) التشقق .
(2-2-5) الزحف والأنسحاب.
(3-2-5) الثقوب الدبوسية .
(4-2-5) التقشر.
(5-2-5) الفقاعات (التفقع) .
(6-2-5) الزجاج المصهور (المتميع)
(7-2-5) جفاف الزجاج .
(8-2-5) أختلاف درجات الحرارة.
(9-2-5) أنواع الطلاءات .
(10-2-5) الزجاج الهش .
(11-2-5) وجود الزخارف .
(12-2-5) البقع اللونية .
(13-2-5) موقعها في الفرن .
(14-2-5) نوع التطبيق .

الفصل الخامس

أولاً :أنضاج القطع الفخارية المزججة

التمهيـــد:

عملية التزجيج كما وردت سابقا تتكون من خلط عدد من المواد الكيمياوية بنسب معينة محسوبة مسبقا، طبقت على جدران وسطوح القطعة الفخارية، وبعد جفافها من المياه المضافة، تترك على سطح القطعة مادة ترابية تلتصق بضعف على جدران الأنية، ولإتمام عملية التزجيج يتطلب دخول القطع الى أفران ذات درجات حرارة محددة تعمل على انصهار واذابة المواد الكيمياوية وامتزاجها معا لتتغلغل على سطح القطعة الفخارية وبالتالي تتحول الي طبقة صلدة لماعة صقيلة تغطي سطح القطعة الفخارية، وذلك لإكسابها القوة والعزل والمتانة والجمالية، وتتم العملية بإدخال القطع الى افران خاصة تصل حرارتها احيانا الى (1400 C˚) حسب نوع الخلطة الكيمياوية والأطيان المستخدمة ، وفقا لخطوات مهمة اثناء تطبيق تلك المواد وأدخالها الأفران ، واثناء أرتفاع درجات الحرارة وعند التبريد للحصول على قطع خزفية ذات مواصفات مثالية.

(1-5) أنضاج عملية التزجيج بوساطة الأفران وتتم بالخطوات الأتية:-

(1-1-5) تنظيف ومعالجة القطع وتهيئتها للأفران

تستخدم هذه الخطوات في أعداد المنتجات الفخارية المطلية بالزجاج وتهيئتها لإدخالها الفرن وذلك باتباع عدد من الخطوات :-

1- تستخدم للأعمال المطلية بالزجاج وبكل لأساليب الطلاء وخطوات التزجيج التي ذكرت سابقا.

2- تستخدم لكل أنواع القطع الفخارية المزججة ، كالأواني والاقداح والمنحوتات الفخارية والجداريات.

3- تستخدم في القطع كبيرة الحجم أو الصغيرة .

4- تعد خطوات ضرورية لإنجاح عملية التزجيج .

رقم التمرين : 1 الزمن المخصص : (ساعتان)

أسم التمرين : تنظيف ومعالجة القطع المطلية بالزجاج وتهيئتها للافران

مكان التنفيذ : ورشة الخزف والزجاج

أولا :- الأهداف التعليمية

أن يكون الطالب قادرا على معالجة القطع المطلية بالزجاج قبل أدخالها الافران لتجنب اخطاء الألتصاق والتشوه .

ثانيا :- التسهيلات التعليمية

1- أناء بلاستيكي مملوء بالماءعميق ذو فوهة واسعة .

2- قطعة من الأسفنج .

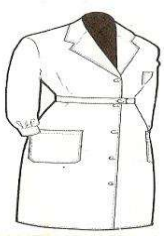
3- فرشاة وسكين .

4- منضدة .

5- قطعة فخارية مطلية بالمواد التزجيجية .

6- كمية من العجينة الطينية وعوازل .

ثالثا :- خطوات العمل ، النقاط الحاكمة ، الرسومات

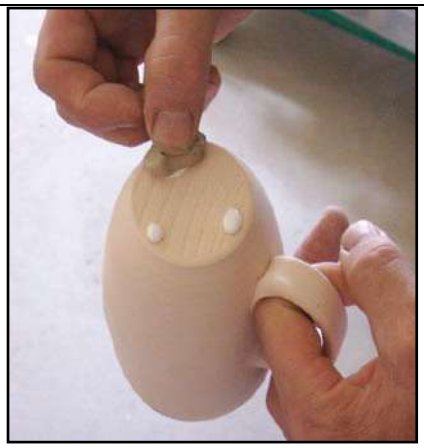
1	إرتدِ بدله العمل الملائمة لجسمك . كما في الشكل (1).	 الشكل (1)
-2	ألبس كفوفاً واقية . كما في الشكل (2).	الشكل (2)

-3	أجلب القطع الفخارية المطلية بالمادة الزجاجية وضعها على منضدة مع بقية أدوات العمل الاخرى، لتبدأ بتجهيزها وتنظيفها. كما في الشكل (3).	 الشكل (3)
-4	هيىء أناء بلاستيكي عميق ذي فوهة واسعة وضع فيه الماء النظيف وهيىء اسفنجة وفرشاة وسكين صغير وبعض الادوات الاخرى المساعدة . كما في الشكل (4).	 الشكل (4)
-5	أمسك القطعة الفخارية المطلية بالزجاج باليد وبرفق حتى لاينفصل الزجاج المطبق، كما في الشكل (5) .	 الشكل (5)

-6	أقلب القطعة الفخارية المطلية بالزجاج ووضح وحدد الطلاء الزائد على القاعدة . كما في الشكل (6).	 **الشكل (6)**
-7	أمسك القطعة المقلوبة وحدد بالسكين الطلاء الزائد بحفر اخدود عميق يحيط بقاعدة القطعة المطلية ويحدد الأماكن الزائدة المطلوب تنظيفها . كما في الشكل (7) .	 **الشكل (7)**
-8	قم بأزالة الطلاء الزائد من على حواف قاعدة العمل بالسكين بانتباه كي لا يتكسر الطلاء على الجدران كما في الشكل (8) .	 **الشكل (8)**

-9	نظف قاعدة العمل من الطلاء الزائد بالفرشاة بعد تنظيفها بالسكين . كما في الشكل (9).	 **الشكل (9)**
-10	أغمس قطعة الاسفنج بالماء في الاناء ذي الفوهة المفتوحة. كما في الشكل (10).	 **الشكل (10)**
-11	تخلص من الماء الزائد في الأسفنجة (بعصرها) . كما في الشكل (11) .	 **الشكل (11)**

-12	نظف قاعدة العمل بالأسفنجة المبللة أكثر من مرة للتخلص من كل الطلاء الزائد الموجود على حافة القاعدة وأسفلها، والأنتباه الى الطلاء المتراكم على الحواف والقاعدة وازالته جيدا . كما في الشكل (12) .	الشكل (12)

-13	ضع مادة عازلة على قاعدة العمل من الأسفل بثلاثة أجزاء لتكون موازنة للقطعة عند وضعها في الفرن، ثم ضع كتلة من الطين عليها . كما في الشكل (13).	 **الشكل (13)**
-14	ثبت ثلاث قطع طينية صغيرة على المادة العازلة المثبتة على قاعدة العمل لتشكل موازنة وثبات وترتفع عن سطح الرف كما في الشكل (14) .	 **الشكل (14)**
-15	نظف مكان العمل و أدوات العمل وأرجعها إلى مكانها	
	المناقشة: 1. ما الأدوات التي تحتاجها لتنظيف القطعة المطلية بالزجاج قبل ادخالها الفرن؟ 2. كيف يمكن أزالة الطلاء عن القطعة، وما الخطوات ؟ 3.ماذا نضع في أسفل القطع المطلية عند أدخالها الفرن، ولماذا ؟	

أستمارة قائمة الفحص

الجهة الفاحصة:

اسم الطالب : **المرحلة : الثانية**

التخصص : الخزف والزجاج

أسم التمرين: تنظيف ومعالجة القطع المطلية بالزجاج وتهيئتها للأفران

ت	الخطوات	الدرجة القياسية	درجة الأداء	الملاحظات
-1	أرتداء بدلة العمل .	%5		
-2	مرحلة تحضير أدوات العمل والقطعة وتجهيز المكان	%10		
-3	مرحلة قلب القطعة المطلية وتحديد قاعدتها بالسكين	%10		
-4	مرحلة تنظيف قاعدة القطعة بالسكين وقشط الزجاج	%15		
-5	مرحلة تنظيف قاعدة القطعة بالفرشاة والأسفنجة.	%15		
-6	مرحلة وضع المادة العازلة والأطيان في قاعدته.ا	%15		
-7	تنظيف مكان العمل وأدوات العمل.	%10		
-8	الزمن المخصص	%20		
المجموع:				

اسم الفاحص:	التوقيع:
التاريخ:	

(2-1-5)ادخال القطع المطلية بالزجاج وتنظيمها في الافران

طريقة أدخال القطع المطلية بالزجاج بعد تهيئتها وتنظيمها في الفرن .

1- تنظيم الرفوف وتهيئتها وتنظيفها .

2- تهيئة العوازل والحوامل المختلفة .

3- وضع القطع المطلية على العوازل المناسبة .

4- رص القطع في الفرن وتنظيمها .

رقم التمرين : 2 **الزمن المخصص : (ساعتان)**

أسم التمرين : أدخال القطع المطلية ورصها في الفرن

مكان التنفيذ : ورشة الخزف والزجاج

أولا :- الأهداف التعليمية

أن يكون الطالب قادرا على تهيئة الرفوف والعوازل والحوامل المناسبة لتنظيم القطع المطلية في الفرن.

ثانيا :- التسهيلات التعليمية

1- رفوف مختلفة .

2- كوسرة .

3- كفوف – نظارات واقية .

4- طلاء عازل- فرشاة.

5- حوامل وعوازل .

6- القطع الفخارية المطلية بالزجاج .

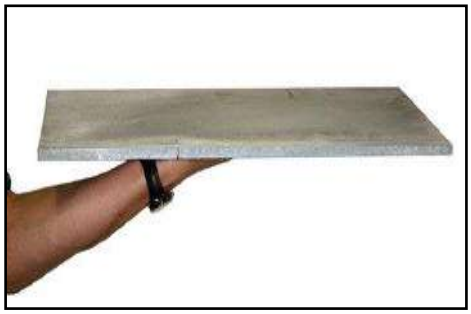
ثالثا :- خطوات العمل ، النقاط الحاكمة ، الرسومات

-1	إرتدِ بدلة العمل الملائمة لجسمك. كما في الشكل (1).	الشكل (1)

-2	قم بتهيئة المواد ولأدوات الخاصة بالعمل مثل الكفوف والنظارات الواقية والكمامات والكوسرة وأحجارها. كما في الشكل (2)	 الشكل (2)
-3	إرتدِ النظارات الواقية* والكفوف. كما في الشكل (3).	 الشكل (3)

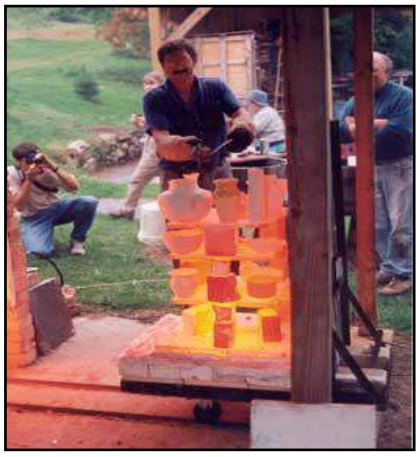
-4	هيىء الرفوف المناسبة للعمل واعزل الرفوف التي تحتاج الى المعالجات . كما في الشكل (4) .	 الشكل (4)
-5	أختر الرف المطلوب تنظيفه من مخلفات الحرق السابق مثل كتل الزجاج المتراكمة والأطيان الملتصقة،وحدد الأماكن المطلوب تنظيفها . كما في الشكل (5) .	 الشكل (5)
-6	قم بتنظيف جدران الرف من المخلفات بوساطة الكوسرة وأزل الكتل المتراكمة ، وكن حذرا عند استخدام الكوسرة وتشغيلها والعمل بها . كما في الشكل (6) .	 الشكل (6)

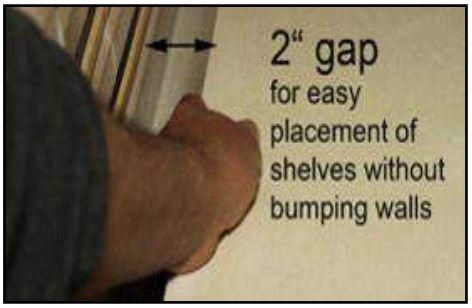
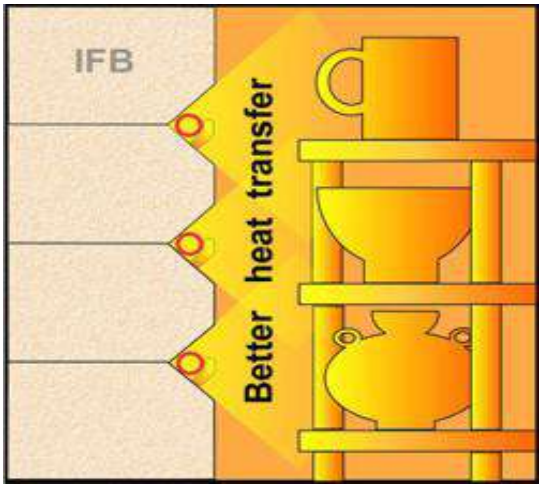
-7	هيىء الطلاء الخاص بالرفوف ، أو قم بتحضيره. كما في الشكل (7)	 الشكل (7)
-8	قم بتحضير الطلاء الخاص بالرفوف وذلك (بخلط نسب من الطين والرمل والماء) أن لم يكن لديك طلاء تنظيف جاهز ، وهيىء فرشاة مناسبة للطلي. كما في الشكل (8).	 الشكل (8)
-9	أبدأ بطلاء الرفوف بالمادة العازلة بوساطة الفرشاة ، ليكن طلاء طبقة واحدة أولا واتركه ليجف . كما في الشكل (9).	 الشكل (9)
-10	قم بطلاء الرف بالفرشاة بطبقة ثانية وثالثة من المادة العازلة حتى تشكل طبقات سميكة تمنع القطع المطلية بالزجاج من الإلتصاق بارضية الرف أثناء الحرق وإنصهار المادة. كما في الشكل (10) .	 الشكل (10)

-11	أجلب الرف المطلي بالمادة العازلة بعد تجفيفه وهيئه للفرن . كما في الشكل (11)	  **الشكل (11)**
12	تأكد من أن كل القطع الفخارية المطلية بالزجاج قد تم تنظيف قواعدها وتثبيت المادة العازلة والأطيان تحت قواعدها وتهيئتها للفرن . كما في الشكل (12).	 **الشكل (12)**

-13	أختر كمية من العوازل والحوامل (Stilts) المقاومة للحرارة وباشكال مختلفة وأجعلها قرب الفرن لتختار الافضل عند تثبيت القطع ورصها في الفرن . كما في الشكل (13) .	 الشكل (13)
-14	ثبت القمع على العوزل وكتل الأطيان الصغيرة التي تعمل كمادة عازلة وثبتها في داخل الافران على الرفوف كما في الشكل (14) .	

		 الشكل (14)
-15	رتب الجداريات أو البلاطات بعد تنظيف حوافها من الطلاء المتراكم داخل رفوف خاصة بالجداريات والبلاطات ثم رتبها بصفوف أفقية لحمايتها من التكسر والألتصاق. ثم رتب القطع على الرفوف المتحركة في الافران الكبيرة واسحبها عن السكة والعجلات الى داخل الفرن. كما في الشكل (15) .	 الشكل (15)

-16	قم بترتيب القطع المنظفة والمطلية بالزجاج على الحوامل والعوازل خارج الفرن على الرفوف المتحركة في الأفران الكبيرة في المصانع والمعامل وتاكد من تثبيتها جميعا حسب حجم القطعة، ثم أسحب الرفوف فيما بعد إلى داخل الفرن عبر السكك والعجلات الخاصة بها . كما في الشكل (16).	 **الشكل (16)**
-17	تأكد من رص القطع المطلية بالزجاج الكبيرة ثم الصغيرة كي تصبح العملية أكثر سهولة ،وتأكد من إن جميعها قد تم تنظيفها وتثبيتها بطريقة صحيحة ولم يحدث إي خطأ أثناء أدخالها الفرن أو سحبها بالعربة قبل التشغيل . مع ترك مسافة 2 cm بين الرفوف والاسلاك الحرارية. كما في الشكل (17)	**الشكل (17)**

-18	كن منتبها اثناء رفع القطع وتعبئتها في الفرن ولاتخدشها او تحركها بقوة . كما في الشكل (18).	 الشكل (18)
-19	أبعدها عن بعضها قليلا عند وضعها على الرفوف في الفرن، واجعلها بعيدة عن الأسلاك بحدود 2cm حتى لاتلتصق، أو تتعرض للحرارة اكثر بسبب قربها من الأسلاك . كما في الشكل (19).	  الشكل (19)

-20	نظف مكان العمل و أدوات العمل وأرجعها إلى مكانها
	المناقشة : 1- لماذا نطلي الرفوف بمواد عازلة قبل الأستعمال ؟ 2- ماهي هذه المواد العازلة ؟ وهل تختلف حسب نوع الاستعمال او التطبيق؟ 3- لماذا نضع عازل وطين تحت القطع قبل تثبيتها على الرفوف ؟ 4- لماذا نبعد القطع عن بعضها وعن الأسلاك في عملية حرق التزجيج ؟ املأ الفراغات التالية 1- قم بتنظيف جدران الرف من المخلفات بواسطة ..... وأزل الكتل ..... وعن حذرا عن الاستخدام 2- ابدأ بتحضير الطلأ الخاص بالرفوف وذلك بخلط نسبة عن ..... و ..... ان لم يكن لديك طلأ تنظيف جاهزة 3- يمكن طلاء الرفوف بالمادة ..... بواسطة .....ليكن طلاء طبقة واحدة 4- يمكن التأكد من رص القطع المطلية بالزجاج ..... ثم ..... تصبح العملية اكثر سهولة

أستمارة قائمة الفحص				
الجهة الفاحصة:				
اسم الطالب :		المرحلة : الثانية		
التخصص : الخزف والزجاج				
أسم التمرين: ادخال القطع المطلية ورصها في الفرن				
ت	الخطوات	الدرجة القياسية	درجة الأداء	الملاحظات
-1	مرحلة أرتداء بدلة العمل .	%5		
-2	مرحلة أرتداء النظارات الواقية والكفوف .	%5		
-3	مرحلة تحضير الرفوف واختيارالمناسب لتنظيفه .	%5		
-4	مرحلة تنظيف الرف بالكوسرة لأزالة الكتل الزجاجية المتراكمة .	%10		
-5	مرحلة تحضير الطلاء الخاص بالرفوف .	%10		
-6	مرحلة طلاء الرف مرتين بالطلاء العازل وتجهيزه.	%10		
-7	مرحلة اختيار العوازل وتثبيت القطع والجداريات على العوازل وتهيئتها .	%15		
-8	مرحلة رص القطع في الفرن وتثبيتها في أماكنه .ا	%20		
-9	تنظيف مكان العمل وأدوات العمل.	%10		
-10	الزمن المخصص	%10		
المجموع:				
أسم الفاحص:		التوقيع:		
التاريخ:				

(3-1-5) تشغيل الأفران لأنضاج الزجاج ومراقبتها

تعتمد هذه الخطوات على قدرة وكفاءة تجارب الفني لتحقيق نتائج صحيحة ، لأنها عملية تعتمد على درجات حرارية عالية ووقود مختلفة، ولايمكن اغفال خطوة منها حتى لاتسبب اخطاءا جسيمة احيانا وكارثية احيانا اخرى.

1- يتوقف شكل الأنتاج وسرعته على انواع الأفران وحجمها .

2- تستغرق العملية وقتا طويلا ما بين (3-12) ساعة آو اكثر أحيانا في الأفران الكبيرة .

3- تعتمد النتائج على الزجاج ونوعية الطلاء الزجاجي .

رقم التمرين : 3 **الزمن المخصص : (3 ساعات)**

اسم التمرين : تشغيل الافران لانضاج الزجاج

مكان التنفيذ : ورشة الخزف والزجاج

أولا :- الأهداف التعليمية

يكون الطالب قادر على تشغيل الأفران وتنظيم عملية حرق الفخاريات المطلية بالزجاج ومراقبة الفرن.

ثانيا :- التسهيلات التعليمية

1- فرن كهربائي لحرق الفخار

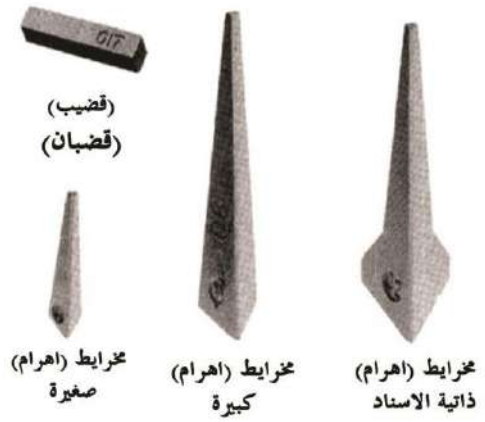
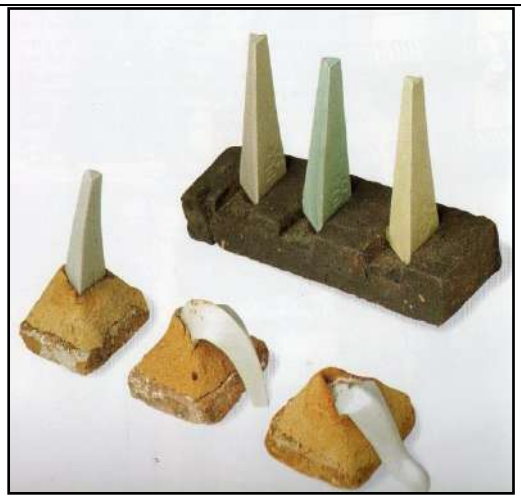
2- مزدوج حراري (thermocouple)

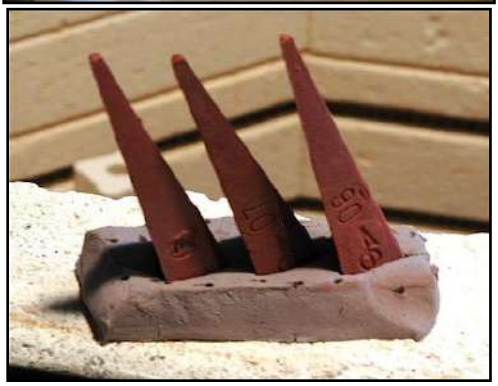
3- مقياس حراري (باروميتر)

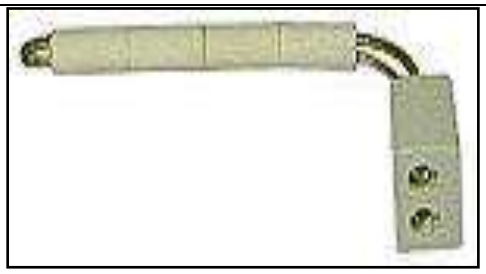
4- هرم (مخروط) سيجر (Ziger cone)

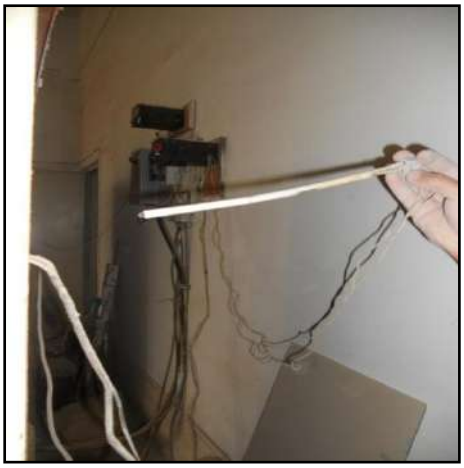
ثالثا :- خطوات العمل ، النقاط الحاكمة ، الرسومات

-1	إرتدِ بدلة العمل الملائمة لجسمك . كما في الشكل (1) .	 الشكل (1)

-2	احضر أهرام سيجر (الأهرام أو مخاريط الحرارية) Ziger cone بدرجات حرارية مختلفة وثبتها امام فتحة الفرن الامامية (للمشاهدة). كما في الشكل (2).	  **الشكل (2)**
-3	أحضر ثلاث منها او أربعة أو اكثر بعضها بدرجات حرارة مناسبة لخلطة الزجاج المستخدمة وبعضها اعلى قليلا، من الأوطأ الى الاعلى ، وقم بتثبيتها على قواعد خاصة بها او يمكن تثبيتها بكتلة من الطين . كما في الشكل (3). * قارن / الاهرام الحرارية قبل دخول الفرن وبجانبها الاهرام بعد خروجها من الفرن ، بعد الحرق.	 **الشكل (3)**

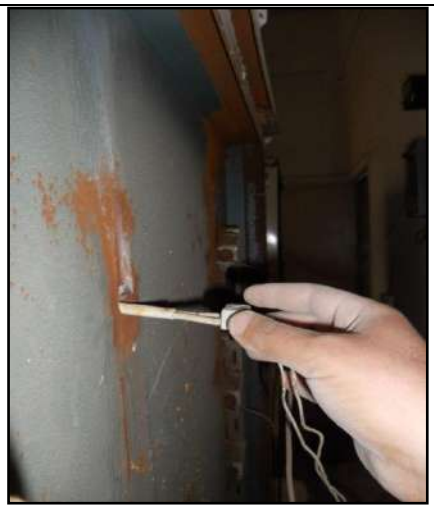
-4	ضع لأهرام أو مخاريط الحرارية امام فتحة الفرن الامامية لمراقبتها وتأكد من مكانها. كما في الشكل (4).	 

		 الشكل (4)
-5	أجلب المزدوج الحراري، ((thermocouple)) الخاص بقياس درجات الحرارة واربطه بالمقياس الحراري (الباروميتر) والذي هو على عدة انواع منها الرقمي والمدرج . كما في الشكل (5) .	



الشكل (5)

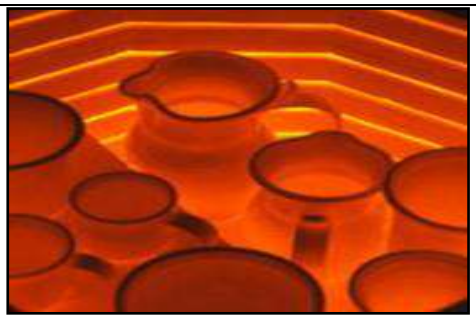
-6	ثبت المزدوج الحراري داخل الفرن من الفتحة الخاصة به خلف الفرن في وسطه، وتأكد من طريقة تثبيته الصحيحة ، ليسجل قراءة الحرارة الصحيحة اثناء التشغيل. كما في الشكل (6) .	

		 الشكل (6)
-7	غلق أبواب الفرن بأحكام ، وقم باقفاله جيدا بالمفاتيح لاغراض السلامة . كما في الشكل (7).	 الشكل (7)

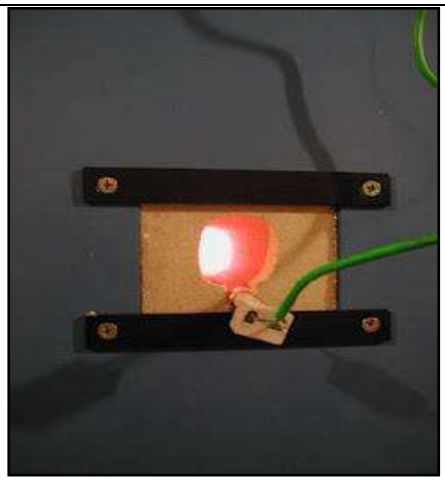
-8	أغلق فتحات الفرن بالسدادات الخاصة بغلق فتحات الفرن والمتكونة من الطابوق الحراري. كما في الشكل (8).	 **الشكل (8)**
-9	قم بتنظيم المقياس الحراري على درجة الحرارة المطلوبة التي تم تحضير الزجاج بها. كما في الشكل (9).	 **الشكل (9)**

-10	نظم المقياس الحراري على مستويات التشبع الحراري (socking) عند المراحل النهائية لعملية الحرق والتي تستخدمها غالبا في حرق التزجيج للحصول على زجاج ناضج تماما. كما في الشكل (10).	 **الشكل (10)**
-11	قم بتشغيل منظم درجات الحرارة (Contactor) . وأبدأ بالدرجات الواطئة صعودا لتجنب تهشم القطع وبالاخص لوجود مادة التزجيج على سطحها واحتوائها على نسبة من الرطوبة، ابدأ برفع درجات الحرارة وصولا الى درجة الاحمرار. كما في الشكل (11).	 **الشكل (11)**

-12	أرفع درجة منظم درجات الحرارة بالتدريج مع أرتفاع درجات الحرارة داخل الفرن والوصول الى درجة الأحمرار لأتمام عملية النضج . كما في الشكل (12).	 **الشكل (12)**
-13	قم بمراقبة مقياس درجات الحرارة بالأضافة الى مراقبة الفرن من الفتحات الامامية مع الحرص على وضع مساحة أمان لضمان السلامة. كما في الشكل (13).	 **الشكل (13)**

-14	قم بمراقبة الفرن من مسافة بعيدة في الافران الصناعية الكبيرة وافران الوقود الاخرى لان النار فيها ذات مدى حراري كبير،وقم بذلك باستخدام عتلة طويلة لفتح فتحة الفرن واتمام المراقبة ،لضمان السلامة.كما في الشكل (14).	 الشكل (14)
-15	راقب الفرن اثناء أرتفاع درجات الحرارة وتوهج الفرن وراقب القطع داخله اثناء أرتفاع درجات الحرارة ، وراقب الأهرام الحرارية داخل الفرن أثناء توهجه ،بين الحين والأخر من الفتحات الخاصة بذلك وصولاً لدرجات الحرارة المطلوبة. كما في الشكل (15) .	 الشكل (15)
-16	راقب التوهج في الفرن الكهربائي ، او افران الوقود وأثره على القطع المزججة وعلاقة التوهج ولون الفرن من الداخل بصعود درجات الحرارة لمرحلة النضج. كما في الشكل (16).	 الشكل (16)

-17	راقب الأهرام الثلاثة او أكثر في مقدمة الفرن أثناء بدء وصولها الى درجات الحرارة المطلوبة عند مرحلة التوهج . كما في الشكل (17).	الشكل (17)
-18	سجل بدء انحناء الهرم الأول والثاني وهكذا وقارن مع مقياس درجة الحرارة الالكتروني لضبط درجات حرارة التزجيج المرتبط بالفرن من خلال (المزدوج الحراريThermocouple). كما في الشكل (18). * يمكن ان تستمر عملية حرق التزجيج من3-12 ساعة او اكثر احيانا.	الشكل (18)
-19	قم بأطفاء الفرن بعد أتمام مدة حرق التزجيج ووصوله الى درجة الحرارة المطلوبة. ثم قم بأزالة المزدوج الحراري. كما في الشكل (19).	

		الشكل (19)
-20	قم بإزالة المزدوج الحراري بعد نهاية الحرق وأطفاء الفرن . كما في الشكل (20).	 الشكل (20)

-21	قم باغلاق الفتحات وفتحة المزدوج الحراري بعد أخراجه من الفرن.عند نهاية حرق التزجيج ، وأتركه ليبرد . كما في الشكل (21).	 **الشكل (21)**
-22	أترك الفرن ليبرد لمدة يوم كامل ، لضمان عدم تهشم القطع عند أخراجها من الفرن ، وتأكد من ذلك . كما في الشكل (22).	 **الشكل (22)**
-23	نظف مكان العمل و أدوات العمل وأرجعها إلى مكانها	
	المناقشة : 1- لماذا نختار أهراماً حرارية ثلاثة أو أكثر بدرجات حرارية مختلفة ؟ 2- لماذا نضع الأهرام الحرارية امام فتحة باب الفرن الامامية ؟ 3- ما فائدة التشبع الحراري ومتى نستخدمه ؟ 4- لماذا نضع الأهرام الحرارية أضافة الى المقياس الحراري في الفرن ؟ 5- ماذا نفعل عند انتهاء عملية الحرق ونضوج القطع ؟	

أستمارة قائمة الفحص

الجهة الفاحصة:

اسم الطالب : المرحلة : الثانية

التخصص : الخزف والزجاج

اسم التمرين: تشغيل الافران لانضاج التزجيج

ت	الخطوات	الدرجة القياسية	درجة الأداء	الملاحظات
-1	مرحلة أرتداء بدله العمل .	%5		
-2	مرحلة تحضير أهرام (مخاريط) سيجر بدرجات حرارة مختلفة وتثبيتها ووضعها أمام باب الفرن.	%10		
-3	مرحلة ربط المزدوج الحراري بالبارومتر وأدخاله في مكانه في الفرن.	%15		
-4	مرحلة غلق أبواب الفرن والنوافذ.	%5		
-5	مرحلة تشغيل منظم صعود الحرارة وضبط المقياس على الدرجة المطلوبة للحرق ودرجة التشبع.	%15		
-6	مراقبة الفرن والأهرامات (المخاريط) الحرارية والتوهج ومراحل النضوج.	%20		
-7	أطفاء الفرن وغلق المنافذ والفتحات.	%5		
-8	تنظيف مكان العمل وأدوات العمل.	%5		
-9	الزمن المخصص.	%20		
المجموع:				

اسم الفاحص:	التوقيع:
التاريخ :	

(5-1-4) تبريد الفرن وإخراج القطع منه

بعد الأنضاج ووصول الفرن الى الدرجات المطلوبة ، وبعد أطفائه وتركه ليبرد ، تبدأ مرحلة اخراج القطع من الفرن وتتطلب الاتي :

1- فتح منافذ الفرن .

2- رفع القطع وأخراجها من الفرن بهدوء واحدة بعد الآخرى ، وأزالة الحوامل والعوازل تحتها .

3- رفع الرفوف وملحقات الفرن الاخرى .

رقم التمرين : 2 **الزمن المخصص (ساعتان)**

أسم التمرين : تبريد الفرن واخراج القطع المزججة منه

مكان التنفيذ : ورشة الخزف والزجاج

أولا :- الأهداف التعليمية

أن يكون الطالب قادرا على معرفة المرحلة التي بدأ فيها الفرن يبرد تماما ، وتبدأ مرحلة اخراج القطع من الفرن وتنظيمها .

ثانيا :- التسهيلات التعليمية

1- رفوف لوضع القطع المزججة عليها .

2- سلة لجمع العوازل المستخدمة في الحرق .

ثالثا :- خطوات العمل ، النقاط الحاكمة ، الرسومات

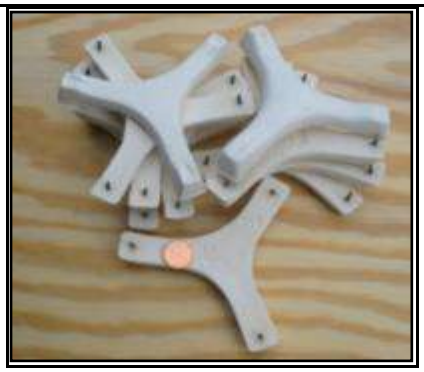
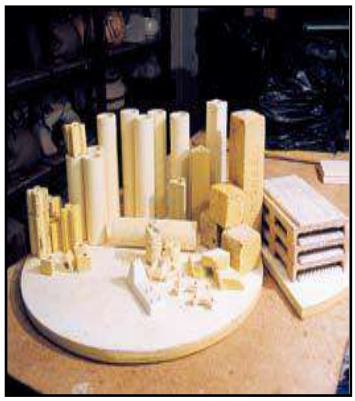
-1	إرتدِ بدله العمل الملائمة لجسمك. كما في الشكل (1) .	**الشكل (1)**
-2	ألبس كفوفاً واقية . كما في الشكل (2).	**الشكل (2)**

-3	إغلق الدورة الكهربائية المتصلة بالفرن . كما في الشكل (3).	 الشكل (3)
-4	أفتح منافذ الفرن وفتحاته ليبرد قليلا كمرحلة أولى . كما في الشكل (4).	 الشكل (4)
-5	أفتح باب الفرن قليلا لزيادة تبريد جو الفرن قبل أخراج القطع منه . كما في الشكل (5).	 الشكل (5)

-6	أرفع المخاريط الحرارية من الفرن . كما في الشكل (6).	**الشكل (6)**
-7	أرفع القطعة الأولى المزججة في مقدمة الفرن اولا ، اقلبها وابدأ برفع العازل الطيني والعوازل الاخرى الملتصقة في أسفلها . كما في الشكل (7).	**الشكل (7)**
-8	أزل كل ما تبقى من العوالق في قاعدة القطعة الخزفية وأذا كان صلبا وملتصقا قم بازالته بحجر الكوسرة . كما في الشكل (8).	**الشكل (8)**
-9	قم بتنظيف قاعدة القطع الفخارية من الأطيان والعوازل فتظهر القطعة من الخلف نظيفة من الزجاج والعوالق.	

	كما في الشكل (9)	 **الشكل (9)**
-10	ضع القطعة بعد الأنتهاء منها على الرف المخصص للأعمال المزججة. كما في الشكل (10).	 **الشكل (10)**

-11	قم برفع القطعة الثانية والثالثة ، وهكذا بقية القطع وتنظيفها . كما في الشكل (11) .	 **الشكل (11)**
-12	أرفع الرفوف بعد الأنتهاء وضعها جانبا قرب الفرن . كما في الشكل (12).	 **الشكل (12)**

-13	أرفع الحوامل ، حوامل الزجاج وحوامل الرفوف ، وضعها في صندوق خاص بها جانبا كلاً على انفراد. كما في الشكل (13)	  **الشكل (13)**
-14	نظف مكان العمل و أدوات العمل وأرجعها إلى مكانها.	
-15	المناقشة : 1- لماذا نفتح منافذ الفرن وابوابه قليلا ومتى ؟ 2- كيف نزيل العوالق وزيادات الزجاج من على قاعدة القطعة المزججة بعد اخراجها من الفرن؟	

أستمارة قائمة الفحص				
الجهة الفاحصة:				
اسم الطالب :		المرحلة : الثانية		
التخصص : الخزف والزجاج				
أسم التمرين: تبريد الفرن واخراج القطع المزججة منه				
ت	الخطوات	الدرجة القياسية	درجة الأداء	الملاحظات
-1	مرحلة أرتداء بدلة العمل .	%5		
-2	مرحلة غلق الدورة الكهربائية قبل فتح الفرن	%10		
-3	مرحلة فتح منافذ الفرن وفتحاته والأبواب قليلا	%10		
-4	مرحلة رفع الاهرام الحرارية المائلة من مقدمة الفرن	%5		
-5	مرحلة رفع القطع وإزالة الحوامل والعوازل أسفلها	%15		
-6	مرحلة تنظيف قاعدة القطعة من العوالق والزجاج المتراكم ووضعها في اماكن مخصصة	%25		
-7	تنظيف مكان العمل وأدوات العمل ووضع الرفوف والعوازل في أماكنها المخصصة.	%10		
-8	الزمن المخصص	%20		
المجموع:				
أسم الفاحص:		التوقيع:		
التاريخ :				

عيوب الزجاج وطرق ومعالجتها

ت العمل وأرجعها إلى أسبابها

التمهيـــــــــــــد:

المناقشة: لايخفى علينا أن إية عملية تطبيقية قد تتخللها بعض الاخفاقات او الهفوات التي تكون أحيانا اخطاء غير متعمدة تدل على عدم دراية، وأحيانا غفلة واحيانا تحصل بسبب قلة الخبرة، أو تكون اخطاء في التطبيق، او قد تكون خارجة عن أرادة الفني، وذلك لأخطاء تتعلق بالفرن أو الحرارة أو نوع المواد، وبشكل عام ولكي نحصل على نتائج صحيحة بأقل قدر من الخسائر التي تحبط العملية الأنتاجية والمنتج، فلابد من الوقوف على أسباب تلك الاخطاء ومعرفة الاسباب، ثم يتم معالجتها، ليتمكن الفنيون في النهاية من الوصول الى افضل طرق الانتاج وأكثرها نجاحا .

(2-5) عيوب الزجاج ومعالجتها:

عيوب الزجاج وأسبابها Glass Defects

إن عملية خلط المواد الكيمياوية بنسب خاصة واضافة مواد وحذف مواد أخرى يؤدي الى تغيير طبيعة الطبقة الزجاجية المتكونة من أنصهار تلك المواد بالحرارة ، وأن أضافة بعض تلك المواد قد يسبب حالات خاصة يمكن ان تؤثر على طبقة الطلاء الزجاجي او الجسم الطيني المفخور، وقد لا تتلائم مواصفات السطحين وخواصهما مثل (قوى الشد بين السطحين) مما يؤدي الى حدوث تشوهات وتصدعات يمكن تسميتها باخطاء الزجاج .

قد تكون المواد الكيمياوية في خليط الزجاج تحتوي على بعض المواد التي تسبب جفافه أو تشققه أو تشوهات أخرى، كما يعزى سبب التشوهات التي تحصل على طبقة السطح الزجاجي اللامع الى طريقة التطبيق وأنواعه.

وقد يكون المصدر الحراري ونوعه سببا أيضا في حدوث بعض التشوهات. أذن لابد للفني في مجال الطلاء وتزجيج الخزف الانتباه الى تلك المسببات ومعالجتها ووضع خطة للمعالجة ووضع الحلول وكتابة الملاحظات من اجل الوصول الى المعالجات الصحيحة وتجنب ارتكاب الخطأ ثانية.

ويمكن للمتمرس في صناعة الخزف من معرفة العيوب والاخطاء من خلال الخبرة في خلط المواد الكيمياوية وتطبيقها وفي مراقبة الفرن المستمرة وفي الانتاج الكثير المتواصل، وهنا يمكن للمعرفة والخبرة ان تختصر المسافة بين المشتغل والانتاج وطرق النجاح وتجاوز العقبات، وان الملاحظات وتدوينها يحقق المعرفة في الاخطاء من اجل تجنبها او معالجتها.

ويمكن ان نقسم انواع العيوب الى:-

1-العيوب الحاصلة في الطلاء الزجاجي ، ومواده وتركيب تلك المواد، وعملية خلطها.

2-العيوب الناتجة من معدلات الحرارة ومكان القطعة من مصدر الوقود ، وطرق الحرق المختلفة ومدة الحرق.

3-العيوب الناتجة من عملية التطبيق الزجاجي وانواع ذلك التطبيق.

وهنا يمكن الوقوف على اهم العيوب ومعرفة اسبابها ومعالجتها :-

(5-2-1) التشـقق Crazing

وهي من الاخطاء الكثيرة والشائعة، واحيانا يكون التشقق عميقاً وكبيراً وأحياناً يتخذ شكل اخاديد وتفرعات شعرية شبكية من الشقوق المتداخلة المنتشرة على سطح الطلاء الزجاجي، وهذا ما يسبب بشاعة المنظر لانه تشقق غير نظامي وعشوائي يغزو جسد القطعة الخزفية كما في الشكل (5-1) .

شكل (5-1): عيوب التشقق في التزجيج

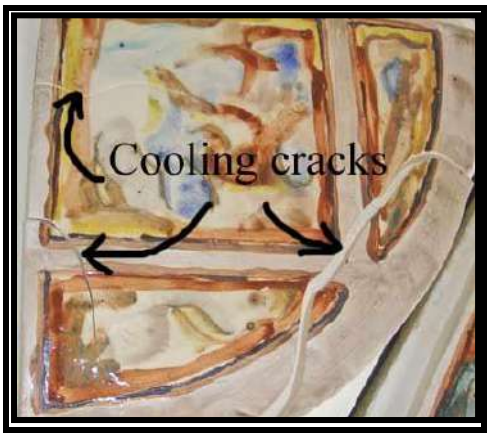
والتشقق في الطلاء الزجاجي ظاهرة غير صحية وبالاخص في الاواني المستعملة كالاكواب والاباريق والصحون، كما في الشكل(5-2) وذلك كونها مناطق تسمح بتراكم الاوساخ والجراثيم وسهلة التعرض من الأملاح والمواد الكيمياوية.

شكل (5-2) عيوب الشقوق في تزجيج الاواني المنزلية.

الأســـــباب

أن ظاهرة التشقق في سطوح القطعة الخزفية تحدث نتيجة للأختلاف بين طبقة الزجاج والجسم الفخاري والذي سببه اختلافات في تمدد كل منهما مما يؤثر على طريقة التصاقهما ببعض، وأن هذه التمددات المختلفة يظهر سلوكها بهيئة تقلص يصيب البناء الزجاجي المؤلف للغطاء الخارجي لجسم القطعة الخزفية، والذي يختلف بقيمة تمدده عن الجسم الطيني لان درجة انصهاره عالية (فهو يتحول الى الحالة السائلة المنصهرة) فيظهر ضغط الفرق بين معامل تمدد الزجاج والجسم المفخور، فالزجاج يكون ذا معامل تمدد أعلى من جسم الفخار.

أن التقلص المهم سيحصل عند التبريد، والذي بالتأكيد سيختلف بين الجسم المفخور والزجاج ولا يتجانس معه احيانا ، وبذلك يتبين الفرق، وأحيانا يكون الأختلاف بمعامل التمدد كبيرا مما يؤدي الى عدم الأنسجام، فتحدث التشققات في الزجاج، كما في الشكل (5-3).



شكل (5-3): التشققات الناتجة عن التبريد السريع او غير المنتظم

المـــعالجـات

لان السبب هو الاختلاف بين معاملي تمدد الطين والزجاج فالمعالجات تكون :-

-1	إرتدِ بدله العمل الملائمة لجسمك كما في الشكل (1) .	الشكل (1)
-2	قم بأضافة كمية من الرمل او اي نوع من أنواع السيليكا للجسم الطيني، لزيادة معامل التمدد الحراري للطين ليتقارب مع معامل تمدد الزجاج . كما في الشكل (2).	الشكل (2)

-3	قم بأضافة الطين او الألومينا ، اواي نوع من السيليكا لمعالجة التركيب الزجاجي وتقليل تمدده الحراري. كما في الشكل (3).	 الشكل (3)

*يجب اجراء التجارب للوقوف على انواع المواد المضافة وكميتها ، ليتناسب مع اجراء المعالجات او التعديل وذلك بالتجربة وتسجيل الملاحظات.

(2-2-5) الزحف والانسحاب Crawling

وهو من الاخطاء الشائعة ايضا في التزجيج والتي تظهرعلى شكل مناطق متفرقة من التكتلات الزجاجية والتي تكون على شكل مساحات فيها زجاج واخرى خالية من الزجاج وبذلك نلاحظ ان سطح الجسم الفخاري المزجج يصبح مشوها كأنه مبقع وذلك لوجود تكتلات في مناطق وخلوه في مناطق اخرى.

الأســـــباب

من أهم اسباب الانسحاب في الزجاج هو:-

1- كمية الأوكسيد او الصبغة التي تم بها رسم الزخارف على سطح الفخار، فاذا زادت كمية الأوكسيد اثر ذلك في الزجاج فيؤدي الى انسحابه وترك المكان فارغا جافا .

2- كثرة لمس القطعة الفخارية باليد قبل التزجيج ذلك يترك اثراً، لانه يؤدي الى ترك كمية من الدهون او الاوساخ على بدن القطعة مما يؤثر على انسحاب الزجاج وترك اماكن الدهون فارغة عازلة .

3- الأتربة والغبار المتراكم، وذلك اذا كانت القطعة الفخارية قديمة، او اذا تركت لفترة زمنية طويلة دون تزجيج فستتراكم عليها الاتربة وعند عدم ازالتها سوف تنتج بذلك بقعا لايثبت عليها الطلاء الزجاجي فتكون عازلة وينسحب منها الزجاج .

4- هناك أختلاف بين التقلص الحاصل بين الجسم المفخور والطلاء الزجاجي ،وهذا الاختلاف يؤدي الى انسحاب الطلاء الزجاجي وتكتله لانه لا يتداخل مع جسم الطينة ويسبب انسحاباً على نفسه في بعض المساحات.

المـــعالجـات

هناك عدد من المعالجات لهذه الحالة وهي :-

1-	إرتدِ بدله العمل الملائمة لجسمك كما في الشكل (1) .	الشكل (1)
2-	أغسل القطعة الفخارية من الاتربة والاوساخ قبل تزجيجها واحرص على تنشيفها قبل عملية التزجيج، كما في الشكل (2).	الشكل (2)

3-	لاتترك القطعة الفخارية معرضة للاوساخ والاتربة مدة طويلة. كما في الشكل (3).	 **الشكل (3)**

-4	قم بتغليفها بالجرائد او القماش أو اياس من النايلون عند خزنها او بصناديق خاصة . كما في الشكل (4).	 **الشكل (4)**

-5	لاتلمس القطعة بالأيدي الملوثة بالدهون ،بل أنتبه الى طريقة حملها وتثبيتها ،وليكن بأطراف الأصابع حتى لايتكسر الطلاء على سطحها . كما في الشكل (5).	 **الشكل (5)**

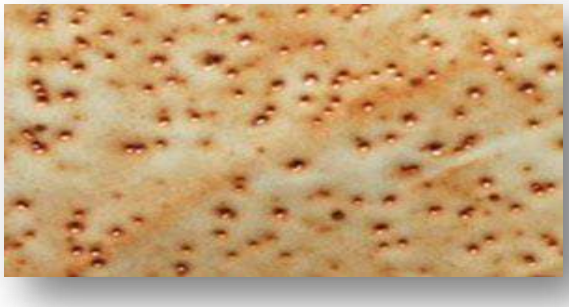
-6	قم بتغيير بعض المواد في الخلطة الزجاجية اذا لاحظت تكسر طبقة الزجاج المطلي على سطح القطعة الفخارية، لوجود بعض المواد التي تحدث الجفاف والتقلص في الطلاء كأستبدال بعض الأطيان باطيان متكلسة لاتذوب بالماء كاملا . كما في الشكل (6) .	 **الشكل (6)**
-7	قم بتخفيف سمك طبقة الأوكسيد أو الصبغة المرسومة كزخارف والتي تمتص طبقة الزجاج ،لأن تركه في بعض الأماكن جافا يؤدي الى أنسحاب الزجاج . كما في الشكل (7).	 **الشكل (7)**

(3-2-5) الثقوب الدبوسية (Pin holing) :

وهي من العيوب التي تظهرأحيانا على الأعمال والقطع المزججة وهو على شكل نقاط بحجم رأس الدبوس وثقوب في جسم الطلاء الزجاجي مما ينتج تشوهات على السطح الخزفي ، يمكن ملاحظتها بالعين المجردة وهي على نوعين :-

1- ثقوب على سطح الطلاء الزجاجي قبل الحرق.

2- ثقوب على سطح الطلاء الزجاجي بعد الحرق.



الأســـــباب

1- الثقوب الدبوسية على سطح الطلاء الزجاجي قبل الحرق :وتنتج بسبب كون الطينة ذات فتحات ومسامات عالية فتمتص الماء الموجود في تركيبة الزجاج سريعا وتتركه جافا غير متجانساً وفقا لحجم وشكل المسامات في القطعة المفخورة وبذلك تترك الطلاء الزجاجي غير المحروق بثقوب صغيرة جدا على سطحه .

2- الثقوب الدبوسية على سطح الزجاج بعد الحرق : وهي نتيجة خروج الغازات الناتجة من تفاعل المواد الموجودة في خلطة التزجيج المطبق او الغازات الناتجة من احتراق الطينة المفخورة وتفاعلها مع الزجاج اثناء أرتفاع درجة حرارة التزجيج، مما يؤدي الى خروج الغازات الناتجة من التفاعلات الى احداث مناطق وثقوب على سطح الزجاج ذات منظر غير لائق وغيرصحي .

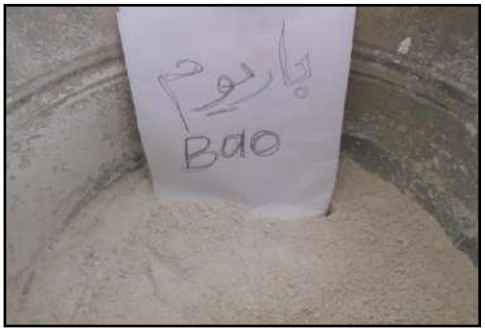
المـــعالجـات

يمكن ان تكون معالجات تشوهات الثقوب الدبوسية على سطح القطعة المزججة كالاتي :-

-1	إرتدِ بدلة العمل الملائمة لجسمك . كما في الشكل (1) .	الشكل (1)
-2	قم بترطيباً و غسل القطعة الفخارية ذات المسامية العالية (التي تعمل على امتصاص الماء من خلطة التزجيج) وذلك قبل تطبيق خلطة طلاء الزجاج عليها . كما في الشكل (2).	الشكل (2)
-3	قم بمسح القطعة المطلية بالطلاء الكيمياوي بالاصابع او أية آلة لسد الثقوب التي ستظهر بعد التطبيق وقبل الحرق . كما في الشكل (3)	الشكل (3)

-4	أعمل على زيادة فترة التشبع الحراري في الفرن (Socking) لفترة تزيد على الساعتين حتى يستطيع الزجاج أثناء أنصهاره السماح للغازات بالتطاير بأطول فترة ممكنة ، وبذلك يعود سطح الزجاج الى التساوي بعد اتمام عملية النضج. كما في الشكل (4) .	 **الشكل (4)**
-5	حاول عدم ترك المحلول الزجاجي (السائل) بدون استعمال لفترة طويلة ، وذلك لتفاعل المحلول وتكون غازات غير فعالة فيتحول سطح الزجاج الى سطح مليء بالثقوب والفقاعات الصغيرة . كما في الشكل (5).	 **الشكل (5)**

-6	أخزن الخلطة الكيمياوية للزجاج على شكل باودرغير مضاف لها الماء، وليس على شكل محلول لتجنب التفاعل وظهور الغازات المؤثرة. كما في الشكل (6).	 **الشكل (6)**

-7	قم بتعديل تركيبة الطين لانه قد يكون بها خلل كوجود الكبريتات مثلاً وهذه تستطيع الذوبان بالطين ولمعالجتها أ ضف نسبة من اوكسيد الباريوم (BaO) لاتتجاوز (3%) في تركيبة خلطة الطين وهذه تعمل على التفاعل مع الكبريتات وتجنبنا لحصول الثقوب الدبوسية. كما في الشكل (7) .	 **الشكل (7)**

سؤال/ لماذا ترش أو تغمر قطعة الفخار بالماء قبل تطبيق الزجاج ؟

(4-2-5) التقشر Peeling

التقشر : هو أنفصال قطع من الزجاج عن سطح الجسم الفخاري وعدم التصاقه به وهذه تحدث بعد خروج القطعة الخزفية من الفرن بفترة زمنية قد تكون يوم او يومين أو اكثر أو اثناء عملية التزجيج داخل الفرن وذلك لعدة اسباب:-

الأســـــباب

1- وجود قطع من الكلس أو البورك داخل القطعة الخزفية، تتمدد فتظهر على سطح القطعة وبهذا ستقوم بكسر قطعة من زجاج الخزف لغرض خروجها ألى السطح بسبب تمددها بفعل درجات الحرارة داخل الفرن.

2- قد توجد بعض الأملاح التي تكون مترسبة في جسد القطعة المفخورة وهذه الأملاح تقوم بامتصاص الماء في الجو فتتمدد وبذلك تقوم بقلع جزء من الطلاء وتقشره فيتشوه جسم الطلاء الخزفي.

3- أحيانا تكون الأوساخ والاتربة والدهون سببا حيث لا يلتصق الزجاج على بدن القطعة الفخارية وبذلك يتقشر الزجاج عن سطحها.

4- قد يكون الشد ومعامل التمدد كبيرا في أحدهما (الزجاج أو الطين) وهذا الضغط سيؤدي الى تقشر الزجاج عن سطح القطعة ،فأختلاف معامل التمدد بينهما يخلخل شبك الزجاج فلا يلتصق بالطينة وبذلك يتقشر وينفصل.

5- التبريد السريع واخراج القطع من الفرن وهي حارة يكون سببا يزيد من اختلاف قوى الشد بين الزجاج والطين و لأختلاف خواصهما وقابليتهما على التمدد والانكماش فتتقشر طبقات الزجاج على السطح.

المـــعالجـات

يمكن أن تكون معالجات تقشر الزجاج عن سطح الفخار كالأتي :-

-1	إرتدِ بدله العمل الملائمة لجسمك. كما في الشكل (1) .	الشكل (1)
-2	أغسل القطعه المفخورة قبل تطبيق الزجاج عليها وأتركها يوم أو يومين فاذا كان بها قطع من البورك أو الكلس فستتمدد وتخرج من القطعة على شكل دفع لجزء من سطح الفخار،وبذلك يظهر لنا القطعة اذا كانت متكلسة فلا تقوم بتزجيجها . كما في الشكل (2).	الشكل (2)

-3	أحفظ القطع الفخارية في أماكن مغلقة معزولة عن الاتربة والاوساخ والدهون وقم بلفها باوراق الجرائد أو اكياس النايلون أو القماش أو في صناديق خاصة للحفاظ عليها من الأتربة (لاسيما اذا تركت فترة طويلة بدون تزجيج) . كما في الشكل (3).	 الشكل (3)

-4	أضف 2% او اكثر من كاربونات الباريوم الى تركيبة الطينة لمعالجة الأملاح القابلة للذوبان بالماء في جسم الطينة (في مرحلة التشكيل). كما في الشكل (4).	 **الشكل (4)**
-5	حاول تقليل معامل الشد والتوتر بين سطح الطينة المفخورة والطلاء الزجاجي وذلك بتقليل أضافة السيليكا الى جسم الطينة او الى تركيبة الزجاج (حسب أمكانية تقليل الاضافة الى أحدهما) . كما في الشكل (5) .	 **الشكل (5)**
-6	أنتبه الى عدم فتح ابواب الفرن واخراج القطع المزججة حتى الوصول الى درجة التبريد السليمة للحفاظ على طبقة الزجاج من التقشر والتكسر. كما في الشكل (6).	 **الشكل (6)**

(5-2-5) الفقاعات (التفقع) Bubbles

وهو من العيوب الشائعة في الزجاج وهو ظهور فقاعات على طبقة الزجاج الخارجية ،وقد نجد ظهور لمعان ونضوج في الزجاج كاملا الا ان سطحه غير سوي وبه فقاعات واحيانا شكلها يشابه فقاعة غير منفجرة ذات حافات حادة خشنة وتكسرات على سطح الزجاج يكون شكلها قبيحاً ومشوهاً لشكل وجمالية الزجاج، ويكون فيه خطر كبير على الصحة في الاواني المستعملة لانه يصبح بؤرة لتجمع الأوساخ والجراثيم ، وكذلك يؤثر على لأنه يصبح ذا حافة حادة جارحة تخدش الجلد ومن اسبابها:

الأســـــباب

1- عدم نضج القطعة وذلك لعدم وجود فترة كافية لعملية الانضاج أثناء وصول الزجاج ومركباته الى مرحلة الأنصهار وخروج الغازات وهذه المرحلة يمكن عدها مرحلة النضج التام .

2- وجود بعض الأكاسيد الملونة في تركيبة الزجاج وهذه الاكاسيد تعمل على زيادة الفقاعات في الجسم مثل اوكسيد المنغنيز والصبغات .

3- سرعة عملية انضاج الزجاج وذلك بالاسراع في صعود درجة حرارة الفرن لتكون فترة النضج بمدة قصيرة فيخسر الزجاج الفترة الزمنية الكافية للنضج التام .

4- وجود مسامات ظاهرة وكثيرة في القطعة المفخورة التي تعمل على زيادة الفقاعات وذلك لوجود المسامات التي تسحب الزجاج داخلها وتساعد على خروج الغازات من خلالها .

المـــعالجـات

ولمعالجة حالات التفقع في الزجاج نعمل على :-

-1	إرتدِ بدله العمل الملائمة لجسمك كما في الشكل (1) .	الشكل (1)
-2	أبطيء من عملية الأسراع في حرق القطع المطلية بالزجاج ولتأخذ مدة كافية للانضاج . كما في الشكل (2).	الشكل (2)
-3	أرفع مدة التشبع الحراري socking عند الانضاج ليأخذ الزجاج مدة كافية تامة للنضج ولتكن مدة لاتقل عن نصف ساعة . كما في الشكل (3).	الشكل (3)
-4	قلل من نسبة بعض الأكاسيد الملونة او الصبغات في تركيبة الطلاء الزجاجي حتى لاتتشبع السطوح بتلك الصبغات والأكاسيد، فلا تتمكن من امتصاص الزجاج . كما في الشكل (4).	

		    الشكل (4)
5-	حاول أن تغمر القطعة المفخورة بالماء قبل تزجيجها وبالذات القطع ذات المسامات الكثيرة الواضحة ، حتى لا تمتص المسامات الطلاء الزجاجي على سطح القطعة الفخارية . كما في الشكل (5) .	 **الشكل (5)**

(6-2-5) الزجاج المصهور (المتميع) :Fluidization(flow)

وهو من العيوب الشائعة الأخرى اذ يسيل الزجاج ويتراكم في اسفل القطعة الفخارية ويترك الجزء الأعلى او الحافات غير سميكة بل بها طبقة زجاج خفيفة في الحافات وسميكة في الوسط او في الاسفل، وهذه من العيوب التي تحتاج الى معالجة لانها تترك القطعة الخزفية مشوهة وغير صالحة للتداول أو الاقتناء، فهي غير صحية وغير جميلة ومن اسباب ذلك :-

الأســـــباب

1- شدة حرق الزجاج ومدته فقد تكون عملية الحرق مهمة في جعل الزجاج شديد التميع كسائل منصهر يتدفق نحو اسفل القطعة الفخارية ويعمل على تشويهها.
2- أذا كان تطبيق الزجاج سميك جدا
3- زحف الزجاج نحو اسفل قطعة وصولا الى الرفوف وبذلك يسبب تلفاً للقطعة الخزفية وللفرن معا.
4- تركيبة الزجاج وقد تكون هذه التركيبة شديدة الانصهار ومتميعة وبالذات زجاج الرصاص وعدم وجود الالومينا فيها أوقلتها سوف يؤدي الى أنصهارية عالية بسبب السيليكا أحيانا.

المـــعالجـات

ومن أهم المعالجات لحالات سيلان الزجاج (التميع) عن القطعة الفخارية نعمل على:-

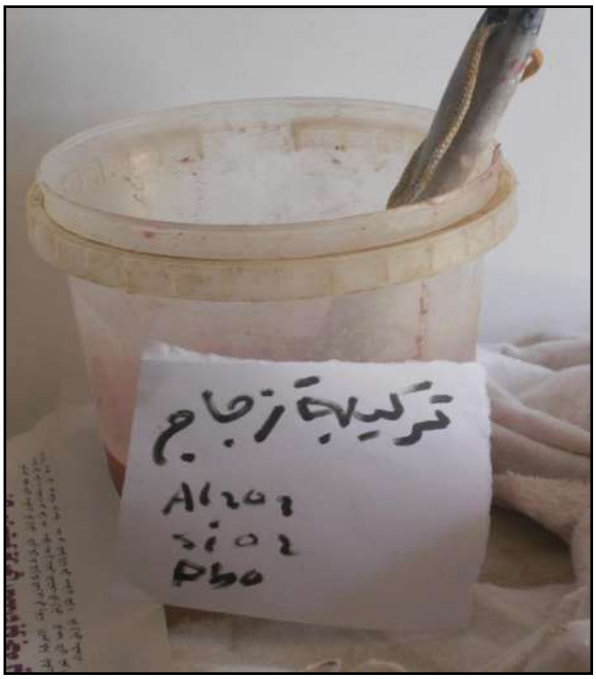
-1	إرتدِ بدلة العمل الملائمة لجسمك كما في الشكل (1) .	**الشكل (1)**
-2	قم بطلاء الفرن والرفوف بالمواد العازلة والطلاءات الخاصة لحماية الفرن والرفوف من التلوث والتصاق المواد الزجاجية عندما تسيل فتشوهها احيانا وتصبح غير صالحة للعمل اذا كثرت بقايا الزجاج الملتصق بها . كما في الشكل (2).	

الشكل (2)

-3	أمسح كل ماتبقى من الزجاج على قاعدة القطعة المطلية قبل أدخالها الفرن . كما في الشكل (3).	 الشكل (3)
-4	إطلِ قاعدة القطعة بالشمع كي لايلتصق الطلاء الزجاجي بالقاعدة عندما ينصهر ويسيل ويلتصق بالرفوف، فيحمي القطعة الخزفية والرف من التشوه . كما في الشكل (4).	 الشكل (4)

-5	تأكد من رفع القطع الفخارية المطلية اثناء الحرق عن قاعدة الرف بحوامل وعوازل كالاطيان والمساند حتى لاتلتصق القطعة بالرف ويصعب رفعها فتنكسر وتتشوه. كما في الشكل (5).	 **الشكل (5)**
-6	قم بمراقبة درجة حرارة الفرن ورصد درجة حرارة نضوج القطعة الخزفية حتى لايتجاوز الزمن المحدد فيبدأ الزجاج بالسيلان عن القطعة. كما في الشكل (6)	 **الشكل (6)**

-7	قم بتقليل مدة التشبع الحراري Socking الى المدة الملائمة ولتكن 10-20 دقيقة فقط ، اويمكن الغائها وعدم الحاجة اليها في بعض الاحيان. كما في الشكل (7) .	الشكل (7)
-8	اضف مواد تساعد على ضبط سيولة وتميع الزجاج كالمواد المحتوية على الالومينا مثل الاطيان او الكاؤولينات وذلك لتعادل درجة تميع وسيولة الزجاج . كما في الشكل (8).	الشكل (8)
-9	أنتبه الى تزجيج الرصاص بالذات لان قابلية السيولة والتميع في زجاج الرصاص عالية اذا لم تعالج تركيبة ومكونات الزجاجه بالمواد المقاومة للانصهارية . كما في الشكل (9).	



الشكل (9)

(7-2-5) جفاف الزجاج Drought

وهذا من العيوب التي تظهر بشكل كبير في بعض أنواع الزجاج وفي بعض انواع الحرق وهي ظهور سطوح جافة يابسة وعدم ظهور اللمعان على سطح الزجاج ،وعدم وجود السطوح الصقيلة ،بل ظهور سطوح خشنة محببة وجافة ومن أهم اسبابها:-

الأســـــباب

1- أنخفاض درجة حرارة الحرق والتي تكون أحيانا درجات ضعيفة غير كافية وبذلك لايصل الزجاج ومكوناته ألى مستوى الانصهارية الملائمة لانضاج الزجاج.

2- أرتفاع درجات الحرارة ومدة الحرق والتي تؤدي الى جفاف طبقة الزجاج وذلك بانصهارها مع السطح الفخاري وتتداخلها معه وتغلغلها وبذلك يترك سطحا جافا خشنا غير صقيلا .

3- ضعف كمية الزجاج اثناء تطبيقه وبذلك تكون الطبقة المضافة على سطح القطعة الفخارية غير مهيأة لعملية انصهار المكونات وتكوين طبقة زجاجية وذلك للنقص في بعض المكونات اثناء التطبيق.

4- نقص بعض المواد الكيمياويةالتي توازن خلطة الزجاج والتي تكون مؤثرة في تكوين شبك الزجاج والتي تعمل على ترك خلل في طبقة الزجاج

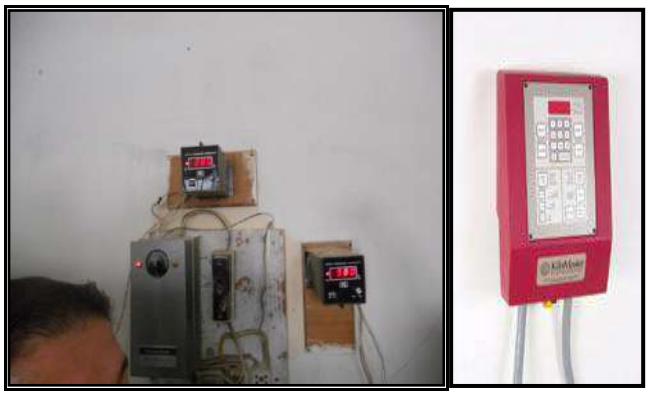
5- تطبيق بعض تقنيات الحرق المختلفة كالحرق بالغاز أو أختزال الخشب أو التقنيات الاخرى والتي تعمل على جفاف مناطق معينة من القطعة الخزفية .

6- حركة ولمس القطعة المطلية بالزجاج كثيرا قبل الحرق فتفقد بعض من موادها وتبقى بجزء من المواد مما يؤثر في التركيبة الصحيحة لها.

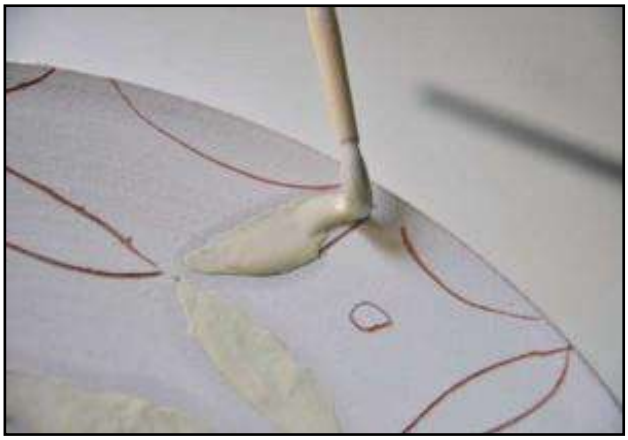
المـــعالجـات

ومن أهم معالجات جفاف الزجاج على القطعة الفخارية مايلي :-

1-	إرتدِ بدلة العمل الملائمة لجسمك كما في الشكل (1) .	الشكل (1)

-2	قم برفع درجة الحرارة الى المدة اللازمة لتحصل تركيبة الزجاج على الزمن الكافي لانصهار مركباتها وتكوين طلاء صقيل ناضج (لابد ان يخضع ذلك للتجربة لنقلل من نسبة الفشل ونعرف وقت نضوجه الجيد). كما في الشكل (2).	 الشكل (2)
-3	قم بخفض درجة الحرارةاذا كان الجفاف سببه ارتفاع درجة الحرارة وحرق مادة الزجاج وذلك يحصل بالخصوص في زجاج درجات الحرارة الواطئة وبالذات في زجاج الرصاص لأن تركيبته على الاغلب لاتتحمل درجات الحرارة العالية(لابد ان يخضع للتجربة) . كما في الشكل (3).	الشكل (3)
-4	لاتجعل طبقة الزجاج خفيفة على سطح القطع الفخارية فتجف وتمتص بسرعة وتترك السطح خاليا. واجعلها ذات سمك مناسب وبمستوى محدد. كما في الشكل (4).	

		 الشكل (4)
-5	أجعل طبقة الزجاج المطبقة على القطعة سميكة بمستوى محدد ومتوازن ، وذلك لتستطيع المركبات مجتمعة التفاعل معا وتكوين طبقة زجاجية ناجحة . كما في الشكل (5)	 الشكل (5)

-6	أطلِ طبقة أولى من الزجاج على القطعة الفخارية (بأي تقنية كانت) واتركها تجف وليجف الطلاء على سطحها. كرر العملية بعد 5 دقائق تقريباً. كما في الشكل (6) .	 **الشكل (6)**
-7	أطلِ طبقة اخرى بعد جفاف الطبقة الأولى بدقائق مثلا 15 دقيقة . كما في الشكل (7).	 **الشكل (7)**

8-	أغرز ابرة أو أية آلة خشبية حادة في داخل سطح الزجاج لمعرفة سمك المادة الزجاجية المطبقة ومنها تعرف كمية الزجاج الملائم الواجب طلاءه على القطعة . كما في الشكل (8) .	 **الشكل (8)**
9-	أضف بعض المواد الى الخلطة الزجاجية مثلا أضافة السيليكا (الفلنت) ألى تركيبة الزجاج ، لتعديل تركيبة الزجاج وتكوين طلاء ناجح. كما في الشكل (9).	 **الشكل (9)**

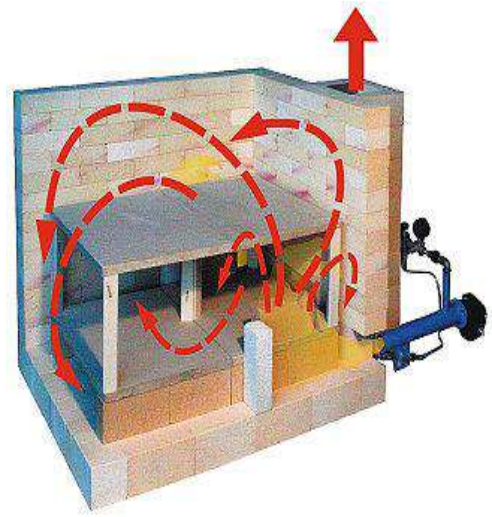
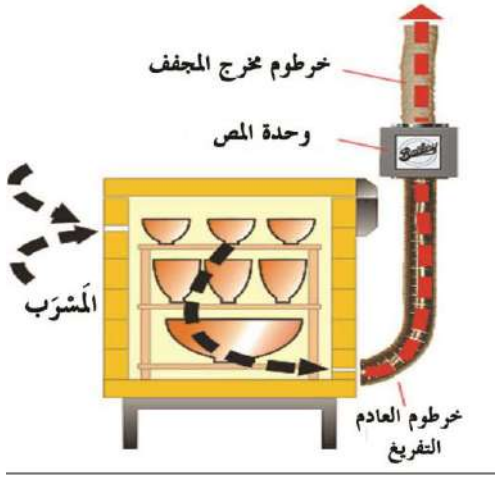
-10	أنتبه اثناء تطبيق تقنيات الحرق المختلفة الى مدة الاختزال وطريقته ومواد الاختزال كالخشب أو الغاز أومواد الاختزال الكيمياوية الاخرى وكميتها حتى لاتؤثر على جفاف الزجاج في القطعة الخزفية . كما في الشكل (10).	 **الشكل (10)**
-11	لاتلمس أو تحمل القطعة المطلية بالمواد الكيمياوية كثيرا قبل أدخالها الفرن لان ذلك يؤثر على ازالة الطلاء من بعض الأماكن المطلية بالزجاج وتركها فارغة وبذلك يحصل جفاف السطوح وخشونتها . كما في الشكل (11)	 **الشكل (11)**

ومن العيوب الأخرى التي يمكن أن يلاحظها الفني بالخزف هي:-

(8-2-5) اختلاف درجات الحرارة في جو الفرن

أن أختلاف درجات الحرارة هنا تظهر في بعض الأفران ولاسيما أفران الوقود الاخرى (عدا الأفران الكهربائية التي تتساوى فيها درجات الحرارة غالبا) فهنا تكون المعالجة :-

المـــعالجـات

-1	قم بفحص الحرارة في الفرن وتنظيم مصدر الوقود والتوزيع الحراري الذي يتلاءم وأماكن القطع المزججة في الفرن ،وذلك بالملاحظة والتجريب . كما في الشكل (1) .	 

		 الشكل (1)

(9-2-5) تنوع الطلاءات

أن الأختلاف بين طلاء زجاجي وآخر من حيث طبيعة التركيب ودرجة الحرارة وسرعة الانصهارية وغيرها ومعالجتها:-

المـــعالجـات

-1		 الشكل (1)

(10-2-5) الزجاج الهش

وهو الزجاج الذي لايثبت على القطعة الفخارية ويتساقط أثناء مسك القطعة ووضعها في الفرن وبذلك يصعب حركتها وتتسبب بمشكلة ومن اسبابها درجات الحرارة وعدم النضوج ولمعالجتها:-

المـــعالجـات

-1	أضف الصمغ النباتي أو اية مادة عضوية لاصقة أو كمية قليلة من الطين الى تركيبة الزجاج لتعمل على تثبيت الزجاج على القطعة الفخاريةلأاتمام الأنضاج. كما في الشكل (1) .	 الشكل (1)
-2	أضف الطين ألى تركيبة الزجاج ليعمل على التصاق الطلاء على السطح الفخاري قبل حرق التزجيج . كما في الشكل (2).	 الشكل (2)

-3	لاتقم بتحريك القطع المطلية بالمواد الكيمياوية قدر الامكان وأرفعها بعناية تامة ، للحفاظ على سلامة التزجيج . كما في الشكل (3).	الشكل (3)

(11-2-5) وجود الزخارف وتنوعها

أن وجود أنواع مختلفة من الزخارف وأختلاف أرتفاعاتها وشكلها تؤثر بشكل كبير على وجود الزجاج على سطح القطعة الخزفية وتجمعه وتكتله وجفافه وبريقه ، وهذا مهم جدا في نجاح الزجاج أو فشله ومعالجتها تكون حسب الخلل الناتج :-

المـــعالجـات

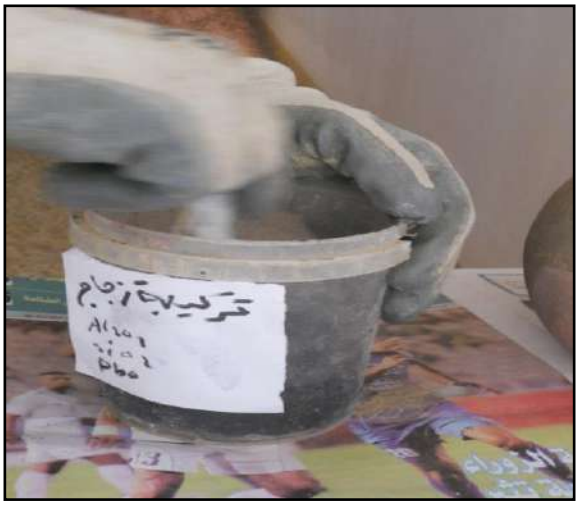
1-	أحسب حجم الزخرفة وأرتفاعها وطريقة تنفيذها وشكلها ، وطبق الزجاج بسمك متوازن مع أرتفاعات الزخرفة ،لأحتمالات سيلان الزجاج على أطراف الزخرفة أو التجمع فيحدث تشوهات . كما في الشكل (1) .	 **الشكل (1)**

(12-2-5) البقع اللونية

وهي نقاط لونية مختلفة وباحجام ومساحات مختلفة تظهر على سطح الطلاء الزجاجي وهي غير محببة تشوه الطلاء وتغير الوانه ومعالجتها:-

المـــعالجـات

-1	لاتدخل أنواعاً مختلفة من الألوان المطبقة على القطع الفخارية معا في فرن واحد لأن بعض الألوان يتطاير ويلوث القطع الاخرى ،مثل الزجاج المحتوي على أوكسيد الكروم والذي يتطاير أثناء الحرق ويبقع القطع الأخرى ولاسيما فاتحة اللون . كما في الشكل (1) .	 **الشكل (1)**

-2	لاتقم بطلاء القطع الفخارية وقطع أخرى قريبة منها كي لايتلوث الزجاج وذلك بتطاير ذرات المحلول الزجاجي الاخرى اثناء الرش او التطبيق . كما في الشكل (2).	 **الشكل (2)**
-3	أخلط مكونات الخليط الزجاجي جيدا و باستمرار أثناء التحضير أو التطبيق حتى لاتبقى كتل غير متجانسة تظهر على شكل بقع فيما بعد (بالذات بعض الأكاسيد الملونة القوية كالكوبالت والحديد والمنغنيز والنحاس). كما في الشكل (3).	

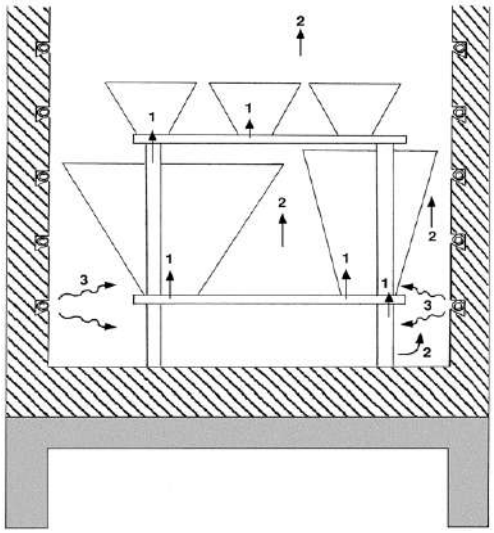
الشكل (3)

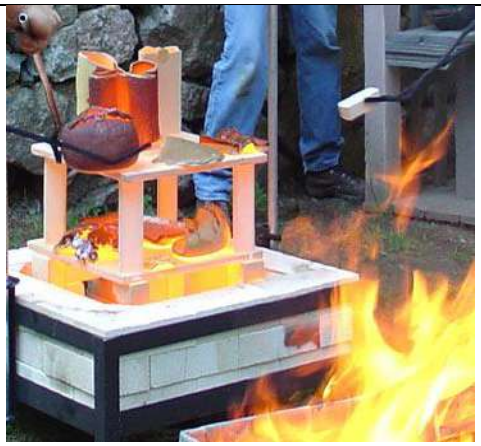
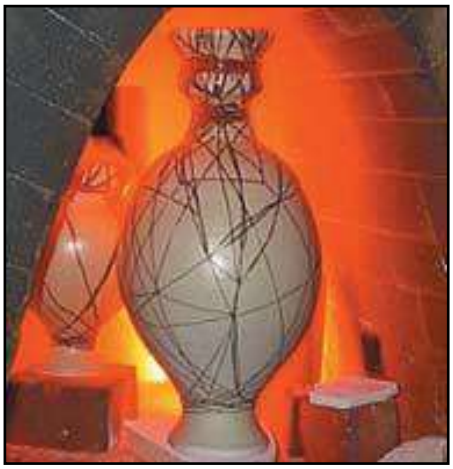
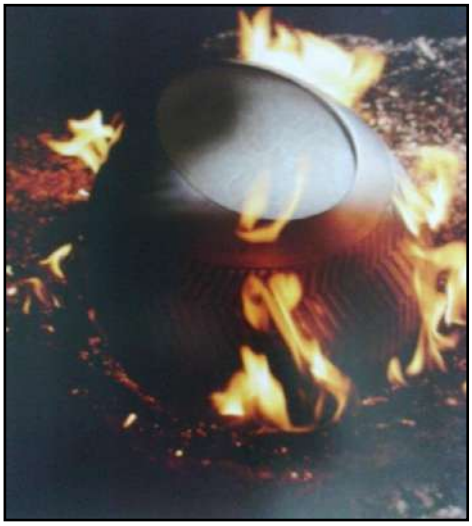
(13-2-5) موقعها في الفرن

يمكن أن يعد موقع القطعة في الفرن مهما جدا في تحديد تشبعها الحراري ونضوجها وأحيانا تشوهها وذلك يرتبط باقترابها وأبتعادها عن مصدر الطاقة والحرق ومعالجتها:-

المـــعالجـات

يمكن معالجة هذه الحالة بالأهتمام بمصدر الطاقة والقيام بمحاولات تجربة تساعد على رصد مصادر الطاقة وأثرها على القطع المطلية ومن المعالجات المهمة:-

-1	أبعد القطعة قليلا عن السلك الكهربائي (في الافران الكهربائية) حتى لايكون ذلك سببا في تشوهها نظرا لارتفاع الحرارة في المناطق القريبة للسلك عن باقي أجزاء القطعة مما يؤدي الى تلفها، وأعمل على تحقيق موازنة لوجود القطع على الرفوف وفي الفرن لتتساوى درجات الحرارة الواصلة ألى كل القطع . كما في الشكل (1).	 الشكل (1)

-2	قم بابعاد القطع المزججة عن مصدر الحرارة المباشر (كما في افران الوقود الأخرى كالغازية أو النفطية) وذلك للأثر المباشر لمصدر الحرارة في حرق أجزاء عن أجزاء أخرى حسب قرب مكانها من المصدر الحراري. كما في الشكل (2).	   **الشكل (2)**

(14-2-5) نوع التطبيق

من المهم الأنتباه الى سمك المستحلب الزجاجي وتجانسه ، وتختلف الاخطاء حسب نوع التطبيق :-

الـرش | الفرشاة | التغطيس | السكب

ومن أخطاء التطبيق :-

1- عدم تجانس تطبيق الطلاء الزجاجي.

2- خفة سمك طبقة الطلاء الزجاجي.

المـــعالجـات

-1	اخلط ثم رش القطعة مرة او مرتين وانتبه الى تغطية جميع اجزاء القطعة الفخارية بالطلاء الكيمياوي بالتساوي. كما في الشكل (1).	الشكل (1)

-2	أخلط الطلاء في كل مرة ثم ارفع الفرشاة للتطبيق وأنتبه أن لا يكون بداية التطبيق سميكةً ونهايته خفيفة فتبهت الألوان وتختفي وتتشوه. كما في الشكل (2).	 **الشكل (2)**

-3	قم بتغطيس الفرشاة في الخلطة الزجاجية كلما بدأت تقل كمية المادة الزجاجية وتبهت في الفرشاة . كما في الشكل (3).	 **الشكل (3)**
-4	أخلط الطلاء جيدا وليكن المحلول سميكا بدرجة جيدة ،ثم قم بتغطيس القطعة في المحلول الزجاجي مدة دقائق وأرفعها سريعا . كما في الشكل (4).	 **الشكل (4)**

-5	أعد غطسها ثانية اذا كان التطبيق خفيفا وبسرعة أرفعها حتى لاتصبح طبقة كثيفة جدا تؤدي ألى التشقق أو التمييع والسيلان . كما في الشكل (5) .	 **الشكل (5)**
-6	أخلط الطلاء جيدا وضع القطعة الفخارية على قاعدة وضع تحتها أناءاً ذو فتحة واسعة وأسكب الزجاج على القطعة الفخارية وحاول تغطيتها بالطلاء بالكامل وبشكل متجانس وهذا التطبيق يستخدم بكثرة وبشكل ناجح من داخل القطع الفخارية لتزجيجها. كما في الشكل (6).	

الشكل (6)

* وفي النهاية تظل خبرة المشتغل بالخزف وتجربته هي المقياس الاهم في نجاح عملية التزجيج والفخر .

السلامة المهنية

لابد أن لا يهمل الطالب السلامة اثناء العمل بالأفران وأدخال القطع الخزفية فيها والأنتباه أثناء تشغيل الكهرباء بحذر لأن تلك الافران تستخدم تياراً كهربائياً عالي الفولطية ،ومن المحاذير ايضا :

1- الألتزام بارتداء الكفوف وذلك لوجود مواد سامة في طلاء الزجاج على الاغلب ، وهناك مواد متطايرة أثناء الاستخدام والرش تؤثر على السلامة .

2- الأنتباه اثناء استخدام (الكوسرة) وذلك لخطورتها وخطورة المواد المتطايرة منها وسرعتها .

3- أبقاء التهوية وأجهزتها مفتوحة لضمان سحب الغازات السامه الناتجة عن عملية الأحتراق والخارجة من الفرن، وأستمرار تدوير الهواء في مكان العمل .

4-أستعمال الجهاز الخاص بعملية التزجيج ، والذي هو عبارة عن غرفة صغيرة من الخشب او المعدن وضع فيها دولاب يدوي لوضع القطع وخلفه نصبت ساحبة هواء ذات مقاومة جيدة للرذاذ وذلك لسحب كل المواد الكيمياوية المتطايرة أثناء عملية الرش .

5-الأنتباه الى فصل التيار الكهربائي عند بدء العمل بالافران او بعد الانتهاء، لضمان عدم التعرض للصدمات الكهربائية .

6- تجنب الأقتراب من فتحات الرؤية والفتحات الأخرى اثناء اشتغال الفرن وتوهجه، حتى لايؤدي ذلك الى الاحتراق .

7- لاتمسك أسلاك الفرن أو المزدوج الحراري أثناء التشغيل لان فيها خطراً كبيراً على السلامة

8- تأكد من أقفال الأفران جيدا لتضمن سلامة البناية أو الاقتراب منها دون انتباه.

9- لاتقم بفتح الفرن وهو حار ، حتى لاتتعرض للأحتراق ، ولاتتكسر الأعمال بالتبريد السريع .

الفصل السادس

فحوصات وأختبارات المنتجات الخزفية

أهداف الفصل السادس:

يتعرف الطالب على :-

1- كيفية إجراء الفحوصات والاختبارات الأتلافية واللاأتلافية على المنتجات الخزفية .
2- تدريب الطلبة على أستعمال أجهزة القياس .
3- تحليل النتائج ومقارنتها مع المواصفات المطلوبة.

محتويات الفصل السادس

- 6-1 التمهيد
- 6-2 الخواص الفيزياوية للمنتجات الخزفية.
- التمرين الاول: قياس المسامية الظاهرية ونسبة امتصاص الماء للمنتجات الخزفية و السيراميكية .
- التمرين الثاني: قياس الكثافة الحجمية والظاهرية للمنتجات الخزفية والسيراميكية .
- 6-3 الخواص الميكانيكية للمنتجات الخزفية.
- التمرين الثالث: قياس الصلادة بطريقة الارتداد (طريقة شورسكليروسكوب).
- التمرين الرابع: قياس مقاومة الانضغاط للمنتجات السيراميكية.
- التمرين الخامس:قياس مقاومة الكسر للمنتجات السيراميكية بطريقة الضغط المحوري.
- 6-4 الخواص الحرارية للمنتجات الخزفية.
- التمرين السادس: قياس التوصيلية الحرارية للمنتجات الخزفية والحرارية.
- التمرين السابع: قياس السعة الحرارية النوعية لنماذج سيراميكية.
- التمرين الثامن: قياس معامل التمدد الحراري للاجسام السيراميكية.
- التمرين التاسع: قياس مقاومة الصدمة الحرارية للاجسام السيراميكية.
- 6-5 قياس الخواص الكهربائية للمنتجات الخزفية.
- التمرين العاشر: قياس ثابت العزل الكهربائي للمنتجات الخزفية.

الفصل السادس

1-6 تمهيـــد:

تعتبر عملية فحص المنتجات الخزفية من متطلبات تقييم المنتجات المصنعة قبل دخول القطع الخزفية والسيراميكية المتقدمة الى الخدمة. وتتم تلك الفحوصات في مختبرات مجهزة بالأجهزة والمعدات التي تلبي حاجة كل أختبار مطلوب وذلك بطرق عدة، منها:

1- الفحوصات الفيزياوية: وتشمل: الكثافة والمسامية هي صفة المسامية وغيرها من الأختبارات التحليلية لمعرفة الاطوار الناشئة نتيجة الحرق والتلبيد.

2- الفحوصات الميكانيكية: وهي مهمة جداً لمعرفة قدرة المنتجات الخزفية على تحمل الأجهادات الميكانيكية الخارجية وتشمل اختبارات الصلادة ومقاومة الانضغاط والكسر والأنحناء.

3- الفحوصات الحرارية: لتقييم امكانية استعمال المواد الخزفية والحراريات في العزل الحراري من خلال قياس معامل التوصيل الحراري ومعامل التمدد الحراري والسعة الحرارية.

أخذت طرق الاختبارت من المواصفات العالمية المعتمدة وفي الغالب يتم الأعتماد على المواصفات الأمريكية في تقييس المواد (ASTM) والتي استندت عليه معظم المواصفات العراقية في تقييس المواد.

2-6 الخواص الفيزيائية للمنتجات الخزفية

رقم التمرين : 1 **الزمن المخصص : (ساعتان)**

أسم التمرين : قياس المسامية الظاهرية ونسبة أمتصاص الماء للمنتجات الخزفية و السيراميكية

مكان التنفيذ : مختبر فحوصات الخزف والزجاج

أولا :- الأهداف التعليمية

أن يكون الطالب قادرا على تحديد المسامية ونسبة أمتصاص الماء بطريقة أرخميدس.

ثانيا :- التسهيلات التعليمية

1- ميزان تعليق حساس.

2- عينات سيراميك .

3- قطعة قماش .

4- حاوية بلاستيكية .

ثالثا :- المقدمة النظرية

تعد المسامية ونسبة امتصاص الماء من عوامل السيطرة النوعية على عمليات التصنيع لتقدير مختلف العوامل الناتجه عن خواص المادة السيراميكية النهائية وتمثل المسامية نسبة احتواء الجسم السيراميكي من المسامات المفتوحه الى حجم الانموذج وتعتمد خاصية المسامية على عاملين مهمين يتأثران بهما تأثيراً مباشراً هما عملية التلبيد وعملية تكون المسالك والفجوات بسبب الغازات المتحررة ويؤثر بهذين العاملين درجة حرارة الحرق والمكونات الكيميائية والمعدنية للمادة السيراميكية.

يكون عدد المسامات في المواد السيراميكية مختلفاً من نوع لاخر وكذلك حجمهما وشكلهما, وهناك عوامل مؤثرة في المسامية مثل (الحجم الحبيبي, الشكل الحبيبي, التدرج الحبيبي, طريقة التشكيل , ضغط مكبس التشكيل, درجة حرارة الحرق).

وهناك انواع من المسامات منها (المسامات المفتوحة) والتي تتصل مع بعضها ويمكن رؤيتها على السطح بوساطة المجهر الالكتروني والاخرى (المسامات المغلقة) التي تكون معزولة بعضها عن بعض والنوعان يعرفان بالمسامية الكلية وهي تختلف عن المسامية الظاهرية.

المسامية الظاهرية: هي حجم المسامات المفتوحة / الحجم الكلي (حجم المسامات الكلية + حجم الحبيبات) اما المسامية الحقيقية فهي (حجم المسامات المفتوحة + حجم المسامات المغلقة) / الحجم الكلي.

وتعتمد المسامية الظاهرية بعد الحرق على نسبة الماء الممتص والذي يستطيع املاء المسامات المفتوحة ويتم حساب المسامية الظاهرية من العلاقة الاتية:

المسامية الظاهرية $$(\mathbf{A.P}) = \left(\frac{\mathbf{W_s - W_d}}{\mathbf{W_s - W_i}}\right) \times \mathbf{100\%} \dots\dots\dots\dots (\mathbf{1})$$

W_s= وزن النموذج الرطب بعد غمره في الماء وأمتلاء المسامات المفتوحة وازالة قطرات الماء العالقة على سطح النموذج بقطعة قماش نظيفة بعد أخراجه من الماء.

W_d= وزن النموذج الجاف.

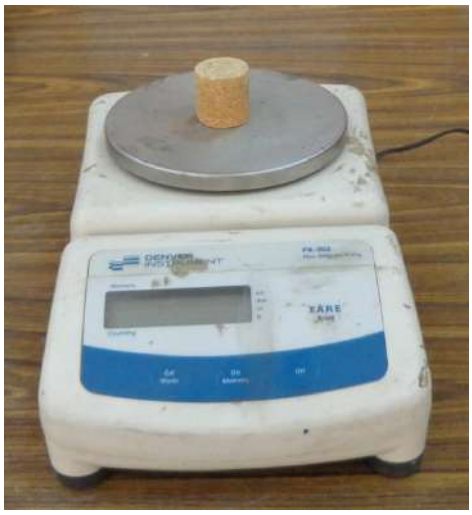
W_i= وزن النموذج وهو مغمور في الماء.

اما نسبة امتصاص الماء فغالباً ما ترافق المسامية الظاهرية لان كمية الماء الممتص تمثل حجم المسامات المفتوحة التي يملؤها الماء . وتعطى النسبة المئوية لامتصاص الماء بالعلاقة الاتية:

نسبة أمتصاص الماء $$(\mathbf{W.A}) = \left(\frac{\mathbf{W_s - W_d}}{\mathbf{W_d}}\right) \times \mathbf{100\%} \dots\dots\dots\dots (2)$$

رابعاً:- خطوات العمل ، النقاط الحاكمة ، الرسومات

-1	إرتدِ بدلة العمل الملائمة لجسمك. كما في الشكل (1).	الشكل (1)
-2	رتب منظومة قياس الوزن والمؤلفة من الأجزاء الموضحة بالشكل (2). ثم أحضر نماذج مختلفة من طابوق البناء الاعتيادي والطابوق الحراري الثقيل والخفيف وقطع من سيراميك الجدران وارضيات وقطع خزفية مشكلة بالدولاب والصب الانزلاقي ثم ضع جميع النماذج في فرن التجفيف للتخلص من المحتوى الرطوبي.	الشكل (2)

-3	أحسب وزن النماذج وهي جافة (W_d) بعد أخراجها من فرن التجفيف مباشرة. كما في الشكل (3).	 الشكل (3)
-4	أغمر العينات في الماء وحركه بين فترة واخرى للسماح بدخول الماء ألى المسامات المفتوحة، ثم احسب وزن النماذج وهي رطبة (W_s) بعد أخراجها من وعاء الماء وازالة قطرات الماء العالقة بوساطة قطعة قماش نظيفة كما في الشكل (4).	الشكل (4)
-5	بأستعمال ميزان الحساس، كما في الشكل (5) احسب وزن النماذج وهي معلقة ومغمورة كلياً في الماء (W_i).	الشكل (5)

-6

خطط جدولا كما في الانموذج جدول (1) لتضع فيه جميع القياسات والنتائج.

جدول (1)

الانموذج	W_d	W_s	W_i	A.P	W.A
طابوق عادي					
طابوق حراري ثقيل					
طابوق حراري خفيف					
سيراميك جدران					
سيراميك ارضيات					
قطعة خزفية مشكلة بالدولاب					
قطعة خزفية مشكلة بالصب					

-7

بأستعمال العلاقة (2,1) احسب المسامية الظاهرية ونسبة امتصاص الماء للنماذج ثم أدرج النتائج في الجدول (1).

-8

نظف الاجهزة المستعملة و مكان العمل و أدوات العمل وأرجعها إلى مكانها .

-6

المناقشة:

1. أذا اردت ان تسرع من عملية أمتصاص الماء فماذا تفعل؟
2. هل هناك تأثير لكثافة الماء اذا كانت اكبر أو أقل من $1\ g/cm^3$ على النتائج؟
3. قارن بين نتائج المسامية ونسبة امتصاص الماء لكل من الطابوق العادي والحراري وبين الطابوق الحراري الثقيل والخفيف وبين سيراميك الجدران والأرضيات وبين الخزف المشكل بالدولاب والمشكل بالصب الأنزلاقي؟
4. املأ الفراغات التالية

1- يعتمد خاصية المسامية على عاملين مهميين ..... وعملية .....

2- توجد هناك عدة (انواع من المسامات منها ..... التي تتصل مع بعضها

3- المسامية الحقيقية هي .....

أستمارة قائمة الفحص

الجهة الفاحصة

أسم الطالب : **المرحلة : الثانية**

التخصص : الخزف والزجاج

أسم التمرين: قياس المسامية الظاهرية ونسبة امتصاص الماء للمنتجات الخزفية والسيراميكية

ت	الخطوات	الدرجة القياسية	درجة الأداء	الملاحظات
-1	أرتداء بدله العمل	%5		
-2	مرحلة تحضير أدوات العمل والنماذج وتجهيز المكان	%10		
-3	مرحلة تجفيف النماذج	%10		
-4	مرحلة قياس W_d, W_s, W_i	%15		
-5	مرحلة أدراج النتائج في الجدول وحساب A.P,W.A	%15		
-6	مرحلة مناقشة النتائج	%15		
-7	تنظيف الاجهزة ومكان العمل وأدوات العمل.	%10		
-8	الزمن المخصص	%20		
المجموع:				

اسم الفاحص:	التوقيع:
التاريخ:	

رقم التمرين : 2 **الزمن المخصص : (ساعتان)**

أسم التمرين : قياس الكثافة الحجمية والظاهرية للمنتجات الخزفية والسيراميكية

مكان التنفيذ : مختبر فحوصات الخزف والزجاج

أولا :- الأهداف التعليمية

أن يكون الطالب قادرا على تحديد أنواع الكثافة لمنتجات مختلفة بطريقة أرخميدس.

ثانيا :- التسهيلات التعليمية

1- ميزان تعليق حساس .

2- عينات سيراميك وحراريات مختلفة في الكثافة .

3- قطعة قماش .

4- حاوية بلاستيكية .

ثالثا :- المقدمة النظرية

تمثل الكثافة أهم خواص المنتجات السيراميكية وهي تحدد امكانية استخدام هذه المنتجات في الصناعات المختلفة وهناك عوامل عدة تؤثر في مقدار كثافة المواد السيراميكية مثل : التركيب الكيميائي, الحجم الحبيبي , الظروف التي ترافق عملية التصنيع مثل : طريقة التشكيل والضغط المسلط ودرجة حرارة الحرق.

يمكن حساب الكثافة بالطرق التقليدية حيث تقاس ابعاد الانموذج وكتلته وباستخدام العلاقة المبسطة

نحصل على : كث = $\frac{\text{الحجم Cm3}}{\text{كتلة g m}}$ $\frac{\text{Cm3}}{\text{gm /Cm2}}$

(1).....(cm^3) حجم النموذج / (gm) كتلة النموذج بعد الحرق = الكثافة (gm/cm^3).

وتسمى هذه الكثافة بالحجمية (Bulk Density) ولكن هذا النوع من الكثافة غير دقيق في وصف الكثافة في المواد السيراميكية بسبب عدم أنتظام أبعاد النموذج بعد الحرق وكذلك عدم أخذها بنظر الأعتبار تأثير المسامات... أذن وصف الكثافة مرتبط بالمسامية والمسامات أما مفتوحه وتمثل الفراغات التي من الممكن تملأ عند وضع الانموذج في سائل أو مسامات مغلقة التي تكون على شكل فجوات داخل المادة التي لا يمكن للسائل النفاذ خلالها فاذا كانت الكثافة معرفه على أنها : كتلة المادة / حجم حبيبات الطين فقط (بدون مسامات مغلفة) فانها ***كثافة حقيقية*** (True density) .

اما اذا عرفت الكثافة على انها : كتلة المادة/الحجم الظاهري (حجم حبيبات المادة + حجم المسامات المغلقة فقط). فانها تسمى بالكثافة الظاهرية (apparent density) ويمكن حسابها باتباع (قاعدة ارخميدس) مثلاً فاذا علمنا ان V_a يمثل الحجم الظاهري وان W_d يمثل كتلة الانموذج في الهواء فان الكثافة الظاهرية تعطى بالعلاقة:

$$(A.D) = \frac{W_d}{V_a} = \frac{W_d}{V_t + V_{ip}}$$

الحجم الظاهري $V_t + V_{ip} = V_a$ وعليه تحسب الكثافة الظاهرية من العلاقة:

الكثافة الظاهرية: $(A.D) = \left(\frac{W_d}{W_s - W_i}\right) \ldots\ldots\ldots (2)$

حيث: V_t: حجم الحبيبات فقط , V_{ip}: حجم المسامات المغلقة .

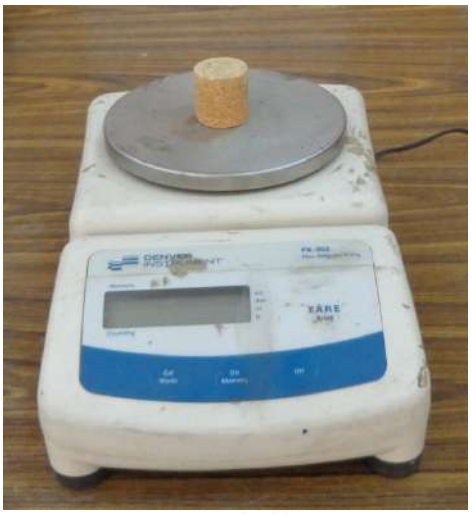
وغالباً ما توصف الكثافة الحجمية بدلالة الوزن النوعي الذي يمثل نسبة كثافة المادة الى كثافة الماء لذلك يعطى الوزن النوعي بالعلاقة التالية:

الوزن النوعي : $S.G = \left(\frac{W_d}{W_d - W_i}\right) \ldots\ldots\ldots\ldots (3)$

حيث W_s= وزن النماذج رطبة ومساماتها مملوئه بالماء

W_i= وزن النماذج وهي مغمورة في الماء

رابعاً:- خطوات العمل ، النقاط الحاكمة ، الرسومات

-1	إرتدِ بدله العمل الملائمة لجسمك. كما في الشكل (1).	 الشكل (1)
-2	رتب منظومة قياس الوزن والمؤلفة من الاجزاء الموضحة بالشكل (2). ثم احضر نماذج مختلفة من طابوق البناء الاعتيادي والطابوق الحراري الثقيل والخفيف وقطع من سيراميك الجدران ولأرضيات وقطع خزفية مشكلة بالدولاب والصب الانزلاقي ثم ضع جميع النماذج في فرن التجفيف للتخلص من المحتوى الرطوبي.	 الشكل (2)
-3	أحسب وزن النماذج وهي جافة (W_d) بعد أخراجها من فرن التجفيف مباشرة. كما في الشكل (3).	 الشكل (3)

-4	أغمر العينات في الماء وحركه بين فترة واخرى للسماح بدخول الماء الى المسامات المفتوحة، ثم احسب وزن النماذج وهي رطبة (W_s) بعد اخراجها من وعاء الماء وازالة قطرات الماء العالقة بوساطة قطعة قماش نظيفة (شكل 4).	الشكل (4)
-5	بأستعمال ميزان التعليق شكل (5) أحسب وزن النماذج وهي معلقة ومغمورة كلياً في الماء (W_i).	الشكل (5)
6	خطط جدولا كما في الانموذج جدول (1) لتضع فيه جميع القياسات والنتائج.	جدول (1)

الانموذج	W_d	W_s	W_i	A.D	S.G
طابوق عادي					
طابوق حراري ثقيل					
طابوق حراري خفيف					
سيراميك جدران					
سيراميك ارضيات					
قطعة خزفية مشكلة بالدولاب					
قطعة خزفية مشكلة بالصب					

-7	باستعمال العلاقة (3,2) أحسب الكثافة الظاهرية والوزن النوعي للنماذج ثم أدرج النتائج في الجدول (1).
-8	نظف الأجهزة المستعملة و مكان العمل و أدوات العمل وأرجعها إلى مكانها .
-6	المناقشة: 1. ما الفرق بين الكثافة الظاهرية والوزن النوعي من ناحية القيمة والحجم المقاس؟ 2. هل يمكن قياس الكثافة الحقيقية بهذه الطريقة ؟ 3. من خلال نتائج التمرين(1 و2) هل يمكن ايجاد علاقة بين المسامية والكثافة أو الوزن النوعي ونسبة امتصاص الماء؟وضح اجابتك بالعلاقات الرياضية. 4. أذا تم قياس الكثافة بطريقة الابعاد والوزن بدون غمر فماذا تسمى هذه الكثافة وهل تختلف عن الكثافة الظاهرية ؟ 5. هل تعتمد طريقة الغمر على كون النماذج منتظمة هندسياً ؟

أستمارة قائمة الفحص

الجهة الفاحصة:

اسم الطالب : **المرحلة : الثانية**

التخصص : الخزف والزجاج

أسم التمرين: قياس الكثافة الظاهرية والوزن النوعي للمنتجات الخزفية والسيراميكية

ت	الخطوات	الدرجة القياسية	درجة الأداء	الملاحظات
-1	أرتداء بدله العمل	%5		
-2	مرحلة تحضير أدوات العمل والنماذج وتجهيز المكان	%10		
-3	مرحلة تجفيف النماذج	%10		
-4	مرحلة قياس W_d, W_s, W_i	%15		
-5	مرحلة أدراج النتائج في الجدول وحساب A.D,S.G	%15		
-6	مرحلة مناقشة النتائج	%15		
-7	تنظيف الأجهزة ومكان العمل وأدوات العمل.	%10		
-8	الزمن المخصص	%20		
المجموع:				

اسم الفاحص:	التوقيع:
التاريخ:	

3-6 الخواص الميكانيكية للمنتجات الخزفية

رقم التمرين : 3 الزمن المخصص : (ساعتان)

أسم التمرين : **قياس الصلادة بطريقة الارتداد (طريقة شورسكليروسكوب)**

مكان التنفيذ : **مختبر فحوصات الخزف والزجاج**

أولا :- الأهداف التعليمية

أن يكون الطالب قادرا على قياس الصلادة للمنتجات الخزفية بطريقة لا اتلافية.

ثانيا :- التسهيلات التعليمية

1- جهاز قياس الارتداد .

2- نماذج معدنية وسيراميكية قياسية معروفة الصلادة.

3- عينات سيراميك وطابوق حراري مختلفة في الصلادة.

ثالثا :- المقدمة النظرية

تعرف الصلادة: بانها مقاومة المادة للغرز ، ويمكن أجراؤها بعدة طرق منها:

1- اختبار برينل للصلادة (brinell Hardness test)

2- اختبار فيكرز للصلادة (Vickers Hardness test)

3- اختبار روكيل للصلادة (Rockwell Hardness test)

4- اختبار شورسكليروسكوب للصلادة (Shore scleroscope Hardness test)

أن الطرق الثلاثة الاولى (**برينل، فيكرز، روكيل**) هي طرق ستاتيكية اما الطريقة الرابعه (شورسكليروسكوب) تمتاز عن الطرق الأخرى للصلادة بكونها لا تترك اي أثر على سطح المادة بعد اجراء الأختبار (لاأتلافية) كما أنها تستخدم للمواد شديدة الصلادة حيث من الصعوبة أجراء أختبار صلادة الأثر لها. ونظرا لصغر الجهاز المستعمل لذا يكثر أستعماله لقياس صلاده القطع في مواقع العمل او الأنتاج حيث يمكن نقله بسهولة الى مكان الجسم المراد أختبار صلادته.

أن المبدأ الاساس لعمل جهاز قياس الصلادة بالأرتداد يعتمد على حقيقة كون الطاقة الممتصة من قبل السطح عند اصطدام الكرة به يعتمد على خصائصه حيث أن تشكيل المواد او معاملته الحرارية ينعكس على مقدرته على امتصاص الطاقة من الكرة الساقطة وينعكس ذلك بشكل تغير في أرتفاع الكرة المرتدة.

رابعاً:- خطوات العمل ، النقاط الحاكمة ، الرسومات

-1	إرتدِ بدله العمل الملائمة لجسمك. كما في الشكل (1).	الشكل (1)
-2	رتب جهاز قياس الارتداد المؤلف من الآجزاء الموضحة بالشكل (2). بما أن هذه الطريقة هي غير مباشرة لقياس الصلادة فإنها تحتاج الى نماذج معروفة الصلادة وقياسية مثل الحديد الصلب والألومينا والنحاس والالمنيوم وغيرها. ثم أحضر نماذج مختلفة من طابوق البناء الأعتيادي والطابوق الحراري الثقيل والخفيف وقطع من سيراميك الجدران والأرضيات وقطع خزفية مشكلة بالدولاب والصب الانزلاقي.	الشكل (2)

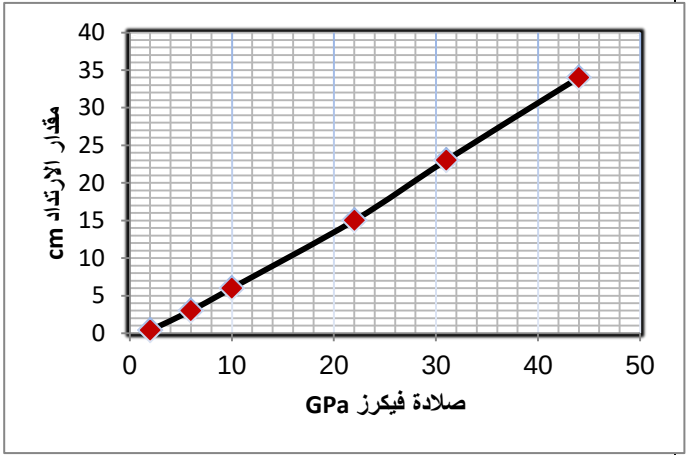
-3 قم بفحص النماذج القياسية المعروفة الصلادة وأحسب مقدار الأرتداد الحاصل لكل نموذج، ورتب النتائج في الجدول (1).

جدول (1)

الانموذج القياسي	الصلادة GPa	مقدارالارتداد cm
كاربيد السيليكون	34	44
الومينا	23	31
مولايت	15	22
زجاج الشبابيك	6	10
حديد الفولاذ الصلب	3	6
الالمنيوم	0.4	2

ملاحظة: قيم الارتداد في الجدول افتراضية

-4 أرسم مخططاً بيانياً (مخطط المعايرة) بين صلادة فيكرز القياسية ومقدار الأرتداد الحاصل في الجهاز كما في المثال الموضح في الشكل (4).



الشكل (4)

-5 كرر الخطوة 3 باستعمال النماذج السيراميكية والخزفية ثم أحسب مقدار الارتداد من الجهاز ونظم النتائج في الجدول (2) وباستعمال منحني المعايرة شكل (4) ومن خلال المساقط المقابلة لقيم الأرتداد أحسب قيم الصلادة.

جدول (2)

الانموذج	الصلادة GPa	مقدار الارتداد cm
الطابوق العادي		
الطابوق الحراري الثقيل		
الطابوق الحراري الخفيف		
سيراميك الجدران		
سيراميك الارضيات		
خزف مشكل بالدولاب		
خزف مشكل بالصب		

-6	أفصل الجهازمن مصدر الطاقة الكهربائية واعده الى مكانه وأحفظ العينات المفحوصة.
-7	المناقشة: 1. أستعمل نماذج مختلفة السمك وأجرِ عليها اختبار الأرتداد وبين تأثير السمك؟ 2. هل هناك تاثير للمسامية على الصلادة؟ 3. ناقش تغير الطاقة للجسم المرتد ثم أحسب مقدار الطاقة الممتصة من نموذج الفحص. 4. هل يؤثر تغير كتلة الكرة الساقطة او كثافتها على مقدار الصلادة المقاسة بهذه الطريقة؟ 5. املأ الفراغات التالية 1- ان الطرق الثلاثة الاولى .....و ..... وهي طرق ستاتيكية

أستمارة قائمة الفحص

الجهة الفاحصة

أسم الطالب : **المرحلة : الثانية**

التخصص : الخزف والزجاج

أسم التمرين: قياس الصلادة بطريقة الارتداد (طريقة شورسكليروسكوب)

ت	الخطوات	الدرجة القياسية	درجة الأداء	الملاحظات
1	أرتداء بدله العمل .	%5		
2	مرحلة تحضير الجهاز والنماذج وتجهيز المكان .	%10		
3	مرحلة قياس النماذج القياسية .	%10		
4	مرحلة رسم مخطط المعايرة .	%15		
5	مرحلة قياس النماذج وحساب الصلادة .	%15		
6	مرحلة مناقشة النتائج .	%15		
7	تنظيف الاجهزة ومكان وأدوات العمل.	%10		
8	الزمن المخصص .	%20		
المجموع:				

أسم الفاحص:	التوقيع:
التاريخ:	

رقم التمرين : 4 الزمن المخصص : (ساعتان)

أسم التمرين : قياس مقاومة الانضغاط للمنتجات السيراميكية

مكان التنفيذ : مختبر فحوصات الخزف والزجاج

أولا :- الأهداف التعليمية

أن يكون الطالب قادرا على تحديد مقاومة الانضغاط لعينات قياسية سيراميكية وحرارية.

ثانيا :- التسهيلات التعليمية

1- مكبس ضغط .

2- عينات سيراميكية وحرارية .

3- قدمة (ورنية) .

ثالثا :- المقدمة النظرية

تشمل الخواص الميكانيكية قدرة الجسم السيراميكي على مقاومة التغيرات المكيانيكية الخارجية المؤثرة عليه. وهي مفيدة جداً لمعرفة امكانية تحمل المواد السيراميكية اذا ما تعرضت الى أجهادات من مؤثرات خارجية وخاصة عند النقل من مكان لاخر أو أذا سقطت على الارض نتيجة الاستخدام كذلك تعد الخواص الميكانيكية مقياساً لدرجة التزجيج والتلبيد اللذين يحدثان نتيجة الحرق لذلك فان مقدارها يعتمد على التركيب الكيميائي للمواد الخام التي تستخدم في الصناعه وعلى ظروف التشكيل ودرجة حرارة الحرق وعوامل اخرى بصورة عامه نلاحظ ان مقدار القوى الميكانيكية للمواد الصلبة المقاسة عملياً اقل بكثير من مقدارها نظرياً لان المقدار النظري ياخذ المادة بشكلها المثالي من حيث التركيب وبذلك فان مقدار القوى لكل اشكال السيراميك نظرياً أكثر بكثير من مقدار القوى الميكانيكية المحسوبة عملياً.

تعد مقاومة الإنضغاط من الخواص الميكانيكية المهمه وهي تمثل مقدرة الجسم السيراميكي على مقاومة الأحمال والأثقال المسلطة عليه وتحسب من العلاقة الاتية :

$$\delta_F = \frac{F}{A} \quad \dots\dots\dots\dots (1)$$

حيث F يمثل اقصى حمل مسلط يبدا بعده الانموذج بالفشل.

A - المساحة السطحية للنموذج

وطبقاً للمواصفات العالمية المعتمدة يجب أن يكون سمك النموذج مساوياً لقطره على الأقل .

رابعاً:- خطوات العمل ، النقاط الحاكمة ، الرسومات

-1	إرتدِ بدله العمل الملائمة لجسمك. كما في الشكل (1).	 **الشكل (1)**
-2	هيىء مكبس الضغط والعينات المطلوبة والتي تكون ضمن المواصفات المحددة وهي اما ان تكون اسطوانية (طولها ضعف القطر) او ان تكون مكعبة ،انظر الشكل (2) .	 **شكل (2)**
-3	أستعمل القدمة لقياس قطر الأسطوانة او طول ضلع المكعب كما في الشكل (3) ثم أحسب المساحة المسلط عليها الضغط .	 **شكل (3)**

4- ضع العينة بين فكي المكبس كما في الشكل (4) وأبدأ بتسليط القوة الى أن يحصل انهيار في العينات ويتبين ذلك من عدم أستمرار مقياس الضغط بالأرتفاع وفي معظم الحالات يحصل كسر سريع وتسجل القوة من المقياس وتدون النتائج في الجدول (1) ثم أحسب مقاومة الأنضغاط من العلاقة (1).

الشكل (4)

جدول (1)

العينة	المساحة (m^2)	قوة الكسر (N)	مقاومة الانضغاط (N/m^2)

5- نظف المكبس من حطام السيراميك المكسر و مكان و أدوات العمل وأرجعها إلى مكانها .

6-

المناقشة:

1. هل هناك تأثير لسمك العينات على مقدار مقاومة الانضغاط؟
2. هل تؤثر سرعة تزايد قوة الكبس لجهاز الكبس على مقدار قوة الكسر؟
3. لاحظ شكل الكسر الحاصل للعينات، وناقش كيف يمكن تقييم المنتج وتأثير العيوب على شكل الكسر.
4. هل يكفي اختبار عينة واحدة لتحديد مقاومة الانضغاط؟ وهل تتكرر النتائج المستحصلة لجميع العينات؟
5. حول قيم مقاومة الانضغاط من وحدات N/m^2 الى وحدات MPa؟

أستمارة قائمة الفحص

الجهة الفاحصة:

أسم الطالب : **المرحلة : الثانية**

التخصص : الخزف والزجاج

أسم التمرين: قياس مقاومة الانضغاط للمنتجات السيراميكية

ت	الخطوات	الدرجة القياسية	درجة الأداء	الملاحظات
-1	أرتداء بدلة العمل	%5		
-2	مرحلة تهيئة المكبس والنماذج وتجهيز المكان	%10		
-3	مرحلة حساب مساحة المقطع	%10		
-4	مرحلة قياس قوة الكسر	%15		
-5	مرحلة ادراج النتائج في الجدول وحساب مقاومة الانضغاط.	%15		
-6	مرحلة مناقشة النتائج	%15		
-7	تنظيف المكبس ومكان العمل وأدوات العمل.	%10		
-8	الزمن المخصص	%20		
	المجموع:			

أسم الفاحص:	التوقيع:
التاريخ:	

رقم التمرين : 5 الزمن المخصص : (ساعتان)

أسم التمرين : قياس مقاومة الكسر للمنتجات السيراميكية بطريقة الضغط المحوري.

مكان التنفيذ : مختبر فحوصات الخزف والزجاج

أولا :- الأهداف التعليمية

أن يكون الطالب قادرا على تقدير مقاومة الشد بطريقة غير مباشرة لمنتجات سيراميكية.

ثانيا :- التسهيلات التعليمية

1- مكبس ضغط .

2- عينات سيراميكية وحرارية .

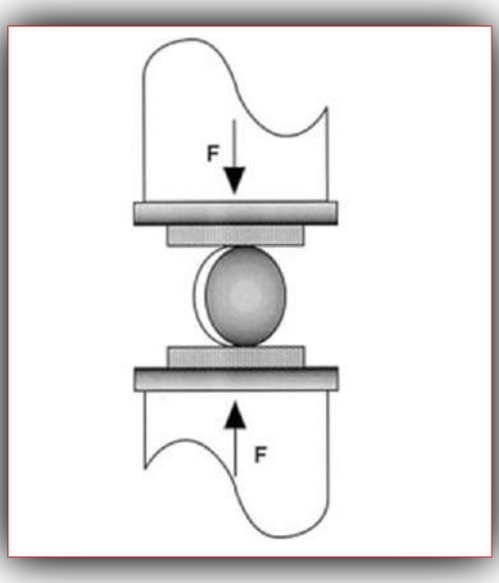
3- قدمة (ورنية) .

ثالثا :- المقدمة النظرية

يعد أختبار مقاومة الشد المباشر للمنتجات السيراميكية من القياسات الصعبة بسبب صعوبة تحضير عينات الشد القياسية، ولذلك يلجأ الى استخدام طريقة غير مباشرة لتقدير مقاومة الشد بطريقة الضغط المحوري لعينات على شكل أقراص أو اسطوانات يتم ضغطها باتجاه القطركما في الشكل (6-1)،بحيث تسجل اقصى قوة كسر F ومن العلاقة (1) تحسب مقاومة الكسر :

$$\text{قوة الكسر} = \frac{2F}{\pi tD} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

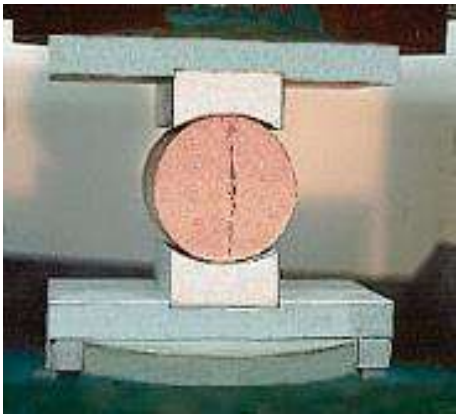
حيث t سمك العينة و D القطر.



شكل (6-1)

يتضمن الأختبار المحوري نوعين من الأجهادات الاول أجهاد الشد ونسبته 80% تقريباً وأجهاد الأنضغاط ونسبته 20% تقريباً.

يمكن تحديد النماذج المفحوصة الناجحة في الأختبار والتي يتم أعتماد نتائجها من خلال شكل الكسر الحاصل فإذا كان الكسر على شكل نصفين متناظرين كما في الشكل (2-6) فإن ذلك دليل على دقة القياس وتجانس العينة.



الشكل (2-6)

رابعاً:- خطوات العمل ، النقاط الحاكمة ، الرسومات

-1	إرتدِ بدله العمل الملائمة لجسمك. كما في الشكل (3).	**الشكل (3)**
-2	هيىء مكبس الضغط والعينات المطلوبة والتي تكون ضمن المواصفات المحددة وهي أما ان تكون اسطوانية أو على شكل أقراص الشكل (4) .	**شكل (4)**

-3	أستعمل القدمة لقياس قطر النماذج وسمكها كما في الشكل (5).	 شكل (5)
-4	ضع العينة بين فكي المكبس كما في الشكل (6) وأبدأ بتسليط القوة الى أن يحصل أنهيار في العينات ويتبين ذلك من عدم أستمرار مقياس الضغط بالأرتفاع وفي معظم الحالات يحصل كسر سريع وتسجل القوة من المقياس وتدون النتائج في الجدول (1) ثم احسب مقاومة الكسر من العلاقة (1).	 الشكل (6)

جدول (1)

العينة	القطر (m)	السمك (m)	قوة الكسر (N)	مقاومة الكسر (N/m^2)

-5 نظف المكبس من حطام السيراميك المكسر و مكان و أدوات العمل وأرجعها إلى مكانها .

-6

المناقشة:

1. هل يختلف شكل الكسر الحاصل في العينات أذا كانت مقاومة الكسر كبيرة أو صغيرة؟
2. من النتائج التي حصلت عليها من قياس مقاومة الانضغاط والكسر المحوري قارن بين النتائج وماذا تستنتج؟

أستمارة قائمة الفحص

الجهة الفاحصة

أسم الطالب : **المرحلة : الثانية**

التخصص : الخزف والزجاج

أسم التمرين: قياس مقاومة الكسر للمنتجات السيراميكية بطريقة الضغط المحوري.

ت	الخطوات	الدرجة القياسية	درجة الأداء	الملاحظات
-1	أرتداء بدله العمل	%5		
-2	مرحلة تهيئة المكبس والنماذج وتجهيز المكان	%10		
-3	مرحلة حساب قطر النماذج وسمكها	%10		
-4	مرحلة قياس قوة الكسر	%15		
-5	مرحلة أدراج النتائج في الجدول وحساب مقاومة الكسر.	%15		
-6	مرحلة مناقشة النتائج	%15		
-7	تنظيف المكبس ومكان العمل وأدوات العمل.	%10		
-8	الزمن المخصص	%20		
المجموع:				

أسم الفاحص:	التوقيع:
التاريخ:	

4-6 الخواص الحرارية للمنتجات الخزفية

رقم التمرين : 6 الزمن المخصص : (ساعتان)

أسم التمرين : قياس التوصيلية الحرارية للمنتجات الخزفية والحرارية.

مكان التنفيذ : مختبر فحوصات الخزف والزجاج

أولا :- الأهداف التعليمية

أن يكون الطالب قادرا على أيجاد معامل التوصيل الحراري لمادة سيراميكية بأستخدام قرص لي .

ثانيا :- التسهيلات التعليمية

1- جهاز أقراص لي.
2- محارير زجاجية عدد (3).
3- مجهز قدرة.
4- عينات سيراميكية وحرارية .
5- القدمة (ورنية) .

ثالثا :- المقدمة النظرية

التوصيلية الحرارية:- هي ظاهرة من ظواهر الأنتقال الحراري وفيه يتم انتقال الطاقة من موقع الى اخر بسبب تهيج الجزيئات مصحوباً بتغير في درجة الحرارة فتحدث التوصيلية الحرارية كلما اختلفت درجة حرارة المادة من موقع ألى أخر ((ويحدث بالاتجاه الذي تنقص أو تقل فيه درجة الحرارة)).

تختلف ميكانيكية التوصيلية الحرارية في المواد الصلبه عنها في المواد السائله و في الغازات .

يتم قياس التوصيلية الحرارية (K) (W/m.k) باتباع [طريقة لي Lee's Method]. إن هذه الطريقة تعتمد على قياس التوصيلية الحرارية لأنموذج سمكه (ds) إذ يكون هذا السمك صغيراً نسبة إلى قطره D بما ان مساحة المقطع العرضي للقرص ($A = \frac{\pi D^2}{4}$) تكون كبيرة مقارنة مع مساحة الحافة ($a = \pi D\, ds$) فالنسبة المقبولة تجعلنا بحاجة إلى حساب الحرارة المفقودة من حافات القرص.

الحرارة المنتقلة عبر الأنموذج (Q) [بأهمال الخسارة المفقودة من حافات القرص] تعطى بـ:-

$$Q = KA\frac{(T_u - T_m)}{\Delta s} \ldots\ldots(1)$$

إذ :-

$(T_u - T_m)$ الفرق في درجات الحرارة في الجانب الآخر من الأنموذج. إذ يتم وضع الأنموذج بين قرصي البراص الذي يرتبط أحدهما بمصدر الحرارة.

وبسبب التوصيلية الحرارية المنخفضة للمواد السيراميكة والحرارية مقارنة مع البراص فان حرارة قرص البراص الأول الذي يتم فرضه بأنه حيز مغلق لعينة المادة السيراميكية من أحد أوجهها تماثل حرارة قرص البراص الثاني الذي يكون مقترباً من وجهة العينة الآخر.

بهذا الاسلوب الفرق في الحرارة عبر الأنموذج $(T_u - T_m)$ يمكن قياسها عند التوازن، الحرارة الداخلة إلى قرص البراص الثاني تساوي نسبة الحرارة المفقودة بسبب التبريد. الحرارة المفقودة يمكن تحديدها بقياس معدل التبريد عند حرارة التوازن (T_m)، وأن الحرارة المفقودة تعطى حسب العلاقة :

$$\Delta Q = mC_p \Delta T \ldots\ldots\ldots (2)$$

حيث:-

m : كتلة قرص البراص C_p: السعة الحرارية النوعية للبراص ، ΔT : الفرق في درجات الحرارة

وإن كمية الحرارة التي تنساب في الأنموذج هي:-

$$K \frac{T_u - T_m}{d_s} = h \left[T_m + \frac{2}{r}\left(d_m + \frac{1}{4}d_s\right)T_m + \frac{1}{2r} d_s T_u\right] \ldots (3)$$

حيث: T_u : حرارة القرص U ، T_m: حرارة القرص M ، r: نصف قطر القرص

d_m : سمك القرص M، d_s: سمك القرص S الأنموذج

h : الحرارة المفقودة بـ (Sec/cm^2) تتحدد بالعلاقة الآتية:

$$h = \frac{H_t}{\pi r\left[(T_c - T_m)r + 2\left[d_m T_m + \frac{1}{2} d_s (T_m + T_u) + d_u T_u + d_c T_c\right]\right]} \ldots\ldots (4)$$

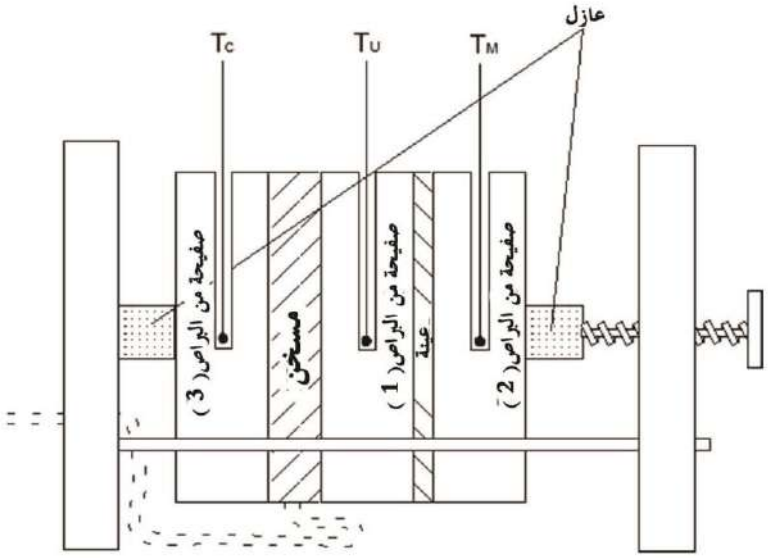
حيث: T_c, d_c سمك وحرارة القرص c على التوالي

الجهاز المستعمل (قرص لي مبين في الشكل(3-6) إذ أنه يعزل من تأثير المحيط الخارجي باستعمال غطاء زجاجي يربط الجهاز بمجهزة قدرة كهربائي فالقدرة بالواط تكون:-

$$H_t = I\,V \ldots\ldots\ldots\ldots (5)$$

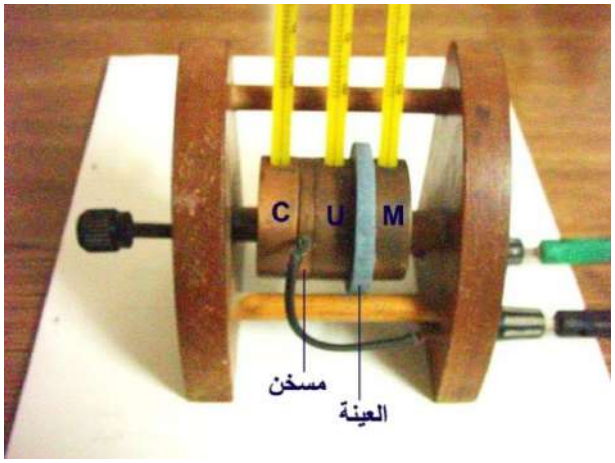
إذ (V) الفولتية (6 volt) =I التيار (0.25 A) وابعاد الجهاز المستعمل (r = 20.7 mm) وان $(d_m=d_u=d_c=13mm)$.

ولتقليل تأثيرات الظروف الخارجية يتم وضع جهاز لي داخل ناقوس مغلق.

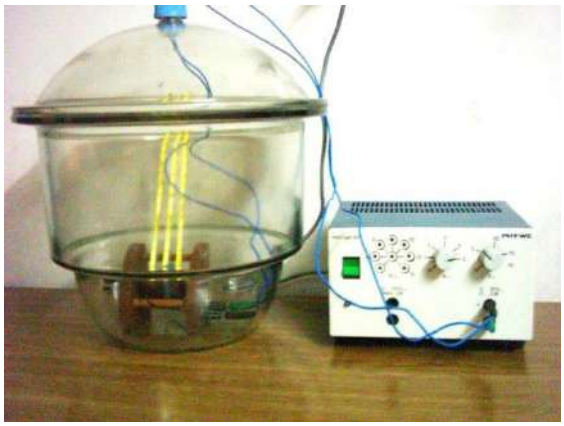


شكل (6-3) مخطط قرص لي

رابعاً:- خطوات العمل ، النقاط الحاكمة ، الرسومات

-1	إرتدِ بدل' العمل الملائمة لجسمك. كما في الشكل (2).	 **الشكل (2)**
-2	رتب جهاز أقراص لي كما في الشكل (3) وباستعمال القدمة قم بقياس سمك وقطر الأقراص وسمك العينة.	 **شكل (3)**

-3 ضع الجهاز داخل ناقوس معزول من المحيط الخارجي وأربط الجهاز الى مصدر الطاقة الكهربائية المستمر وبفولطية 6 V وتيار مقدره 0.25 A ثم اترك الدائرة مغلقة لفترة زمنية يحصل فيها الأتزان الحراري شكل (4).



شكل (4)

-4 اقرأ درجات الحرارة لكل محرار مثبت في كل قرص وسجل القراءات وثبتها في الجدول (1). ثم احسب قيمة الحرارة المفقودة (h) من المعادلة (4) وسجل النتيجة في الجدول، بعدها عوض القيمة في المعادلة (3) لحساب معامل التوصيلية الحرارية (K) للعينة.

كرر التجربة لعينات سيراميكية وحرارية تختلف في المسامية.

جدول (1)

رمز العينة	T_c °C	T_u °C	T_m °C	h $w/m^2.°C$	k $w/m.°C$

-5 أفصل مصدر الطاقة الكهربائية واستخرج العينة من بين الاقراص وأرجع الاجهزة والمعدات الى مكانها .

-6

المناقشة:

1. ماذا تصنع لتقليل الفقدان في الحرارة من تاثيرات المحيط الخارجي؟
2. هل تصح القراءات اذا كان قطر الانموذج أقل أو أكبر من قطر الأقراص؟
3. ما تاثير المسامية على معامل التوصيل الحراري للسيراميك؟

4- اجب بكلمة صح او خطا ان وجد

1- التوصيلية الحرارية هي ظاهره من الظواهر الانتقال الحراري وفيه يتم انتقال الحراري وفيه يتم انتقال الطاقة من موقع الى اخر .

استمارة قائمة الفحص				
الجهة الفاحصة				
أسم الطالب :		المرحلة : الثانية		
التخصص : الخزف والزجاج				
أسم التمرين: قياس التوصيلية الحرارية للمنتجات الخزفية والحرارية.				
ت	الخطوات	الدرجة القياسية	درجة الأداء	الملاحظات
-1	ارتداء بدله العمل	%5		
-2	مرحلة تهيئة الاجهزة وربطها بمصدر الطاقة الكهربائية	%10		
-3	مرحلة حساب قطر النماذج والاقراص وسمكها	%10		
-4	مرحلة قياس درجة الحرارة	%15		
-5	مرحلة ادراج النتائج في الجدول وحساب معامل التوصيل الحراري.	%15		
-6	مرحلة مناقشة النتائج	%15		
-7	مرحلة فك التوصيلات الكهربائية وارجاع الاجهزة الى مكانها.	%10		
-8	الزمن المخصص	%20		
المجموع:				
أسم الفاحص:		التوقيع:		
التاريخ:				

رقم التمرين : 7 الزمن المخصص : (ساعتان)

أسم التمرين :قياس السعة الحرارية النوعية لنماذج سيراميكية.

مكان التنفيذ : مختبر فحوصات الخزف والزجاج

أولا :- الأهداف التعليمية

أن يكون الطالب قادرا على قياس السعة الحرارية النوعية لمادة سيراميكية و اخرى حرارية.

ثانيا :- التسهيلات التعليمية

1- مسعر حراري.
2- ميزان حساس.
3- محرار.
4- فرن.
5- عينات سيراميكية وحرارية .

ثالثا :- المقدمة النظرية

من المعروف أن كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة كتلة كيلو غرام واحد من المادة درجة سيليزية واحدة تسمى الحرارة النوعية للمادة (أو السعة الحرارية النوعية) وتقاس بوحدات ($J/kg.^oC$) ، وعندما تكون مقاسة عند ضغط ثابت (p) فأنه يرمز لها بالرمز (c_p) .

وعليه عندما تنتقل كمية من الحرارة Q الى كتله مقدارها m من المادة سوف ترتفع درجة حرارة هذه الكتلة بمقدار ΔT، اذن نستنتج من التعريف:

السعة الحرارية النوعية $C_p = \frac{Q}{m\,\Delta T}$ ……(1)

تعد السعة الحرارية النوعية واحدة من القيم التي تحدد طبيعة المواد و هي تتغير تغيرا طفيفا مع درجة الحراره و اذا كانت قيم C_p كبيره فهذا يعني ان الماده تحتاج الى كمية كبيره من الحراره لكل غرام لكي تتغير درجة حرارتها بمقدار معين.

تقاس السعة الحرارية النوعية للمواد الصلبة باستعمال مسعر حراري (شكل 6-4) و باستعمال المعادلة التالية:

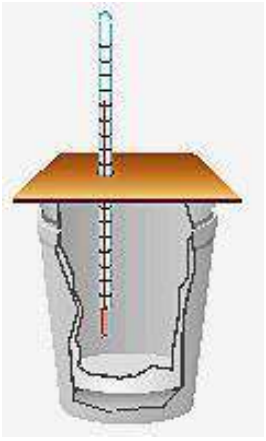
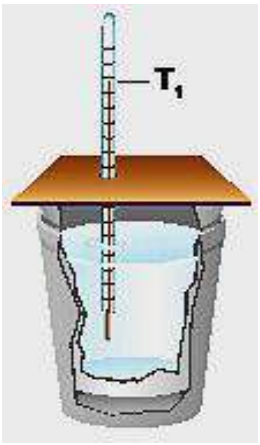
$$M_s C_{ps} (T_s-T_2) = M_w \times C_{pw} (T_2-T_1) + M_c \times C_{pc} (T_2-T_1) \ldots\ldots\ldots(2)$$

بنيت العلاقة اعلاه على اساس: الطاقة (الحرارة) المفقودة = الطاقة (الحرارة) المكتسبة

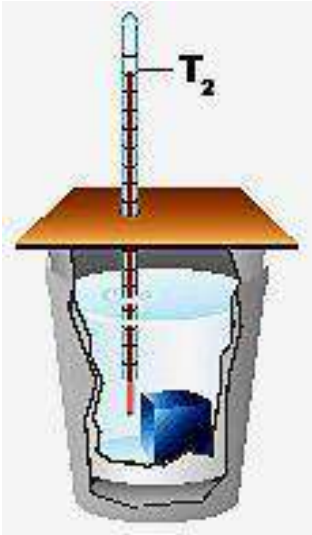
فاذا تم تسخين كتله من مادة صلبة مقدارها M_s الى درجة حرارية معينة T_s و من ثم وضعت في مسعر كتلته M_c و حرارته النوعية C_{pc} موضوع فيه ماء كتلته M_w و درجة حرارته T_1 وسعته الحرارية النوعية C_{pw} فبعد وضع القطعة الخزفية الصلبة الساخنه تصبح درجة حرارة الماء في المسعر T_2 بعد التوازن و لذلك فان C_{ps} هي المقدار المجهول في المعادلة السابقة يمكن من خلاله قياس السعة الحرارية النوعية للمادة الخزفية.

شكل (6-4) : المسعر

رابعاً:- خطوات العمل ، النقاط الحاكمة ، الرسومات

-1	إرتدِ بدلة العمل الملائمة لجسمك. كما في الشكل (2).	 **الشكل (2)**
-2	ضع المحرار في المسعر ثم أحسب الوزن بأستعمال ميزان حساس كما في الشكل (3) وسجل الوزن m_1.	 **شكل (3)**
-3	ضع كمية من الماء في المسعر ثم أحسب وزن المسعر وفيه الماء m_2 وسجل ايضاً درجة الحرارة T_1 شكل (4).	 **شكل (4)**

-4 أحسب وزن العينة M_s ثم قم بإدخال العينة المراد حساب سعتها الحرارية ألى داخل فرن وأتركه يستقر لدرجة حرارية معينة ثم سجل درجة حرارة الفرن والتي تمثل درجة حرارة العينة وهي ساخنة T_s بعدها اسحب العينة من الفرن وضعها مباشرة وبسرعة في المسعر الذي يحتوي على الماء وأتركه لفترة زمنية فتلاحظ أرتفاع درجة الحرارة ألى أن تتزن درجة الحرارة عندها سجل قيمتها T_2. شكل (5)



شكل (5)

-5 رتب النتائج في الجدول (1)، ثم أستعمل المعادلة (2) لايجاد السعة الحرارية النوعية للمادة الخزفية C_{ps} بعد معرفة السعة الحرارية النوعية لمادة المسعر C_{pc} والسعة الحرارية النوعية للماءباستعمال الجدول المرفق.

جدول (1)

العينة	M_c (kg)	M_w (Kg)	M_s (Kg)	T_1 (°C)	T_s (°C)	T_2 (°C)	C_{ps} J/kg. (°C)

-6 أخرج العينة من المسعر ونظف المسعر من الماء جيدا وضعه في المكان المناسب.

-7 المناقشة:

1. هل هناك تأثير لسرعة اخراج العينة من الفرن الى المسعر؟
2. هل تؤثر نقاوة الماء على قيمة السعة الحرارية النوعية التي تدخل في حساب السعة الحرارية النوعية؟
3. أيهما افضل أن تكون قيم السعة الحرارية النوعية كبيرة أم صغيرة اذا أردنا استعمال المادة كبطانة فرن؟
4. ما تأثير المسامية والكثافة على السعة الحرارية النوعية للسيراميك؟

المادة	Substance	J/kg·C°
المنيوم	Aluminum	900
بريليوم	Beryllium	1830
كادميوم	Cadmium	230
نحاس	Copper	387
جرمانيوم	Germanium	322
ذهب	Gold	129
حديد	Iron	448
رصاص	Lead	128
سيليكون	Silicon	703
فضة	Silver	234
براص	Brass	380
خشب	Wood	1700
زجاج	Glass	837
جليد	Ice (−5°C)	2090
رخام	Marble	860
كحول اثيلي	Alcohol (ethyl)	2400
زئبق	Mercury	140
ماء	Water (15°C)	4186

ملحق (السعة الحرارية النوعية لبعض المواد)

أستمارة قائمة الفحص

الجهة الفاحصة

أسم الطالب : **المرحلة : الثانية**

التخصص : الخزف والزجاج

أسم التمرين: قياس السعة الحرارية النوعية لنماذج سيراميكية.

ت	الخطوات	الدرجة القياسية	درجة الأداء	الملاحظات
-1	أرتداء بدلة العمل	%5		
-2	مرحلة تهيئة المسعر الحراري وحساب كتلته	%10		
-3	مرحلة حساب كتلة المسعر وفيه الماء	%10		
-4	مرحلة أدخال القطعة السيراميكية الى الفرن وأخراجها	%15		
-5	مرحلة أدراج النتائج في الجدول وحساب السعة الحرارية النوعية.	%15		
-6	مرحلة مناقشة النتائج	%15		
-7	مرحلة تنظيف المسعر وأعادته الى مكانه.	%10		
-8	الزمن المخصص	%20		
المجموع:				

أسم الفاحص:	التوقيع:
التاريخ:	

رقم التمرين : 8 **الزمن المخصص : (ساعتان)**

أسم التمرين : قياس معامل التمدد الحراري للأجسام السيراميكة.

مكان التنفيذ : مختبر فحوصات الخزف والزجاج

أولا :- الأهداف التعليمية

أن يكون الطالب قادرا على حساب النسبة المئوية للتمدد الحراري و قياس معامل التمدد الحراري للأجسام السيراميكية.

ثانيا :- التسهيلات التعليمية

1- جهاز التمدد الحراري.
2- عينات سيراميكية وحرارية .
3- قدمة (ورنية).

ثالثا :- المقدمة النظرية

من المعروف ان الأجسام الصلبة تتمدد في الدرجات الحرارية العالية و يتم قياس هذا التمدد من خلال حساب معامل التمدد الحراري الطولي حيث:

$$\propto = \frac{\Delta L/L_o}{\Delta T} \dots\dots\dots (1)$$

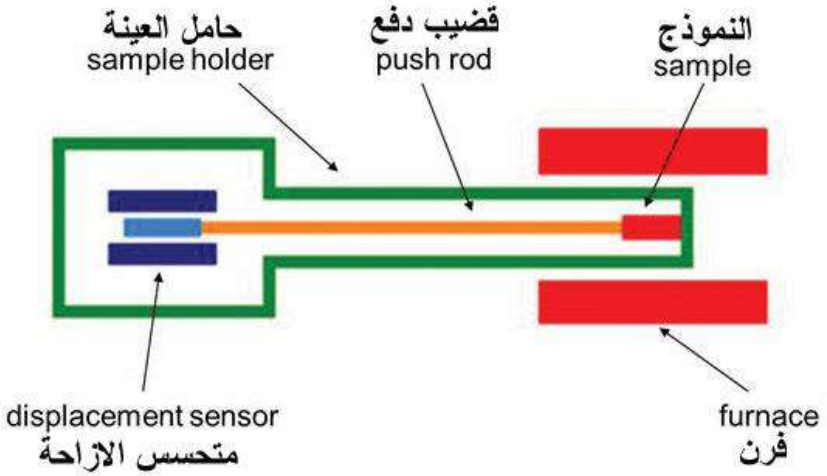
حيث $\frac{\Delta L}{L_o}$ مقدار النسبة في التمدد وان ΔL هي التغير في الطول, L_o: الطول الاصلي كذلك ΔT هو التغير في درجات الحرارة.

كذلك فان النسبة المئوية للتمدد الحراري هي:

$$Expansion\% = \frac{\Delta L}{L_o} \times 100\% \dots\dots (2)$$

يتم قياس التمدد الحراري للاجسام السيراميكية باتباع طريقة (*Push Rod Dilatometer*) اذ يتم وضع الانموذج في المكان المخصص له و يتم دفع القضيب باتجاه نهاية الانموذج اذ يمسك هذا القضيب بحامل. وعندما تسخن العينة يحدث تغير في طولها و هذا التغير يتم قياسه عن طريق جهاز متحسس الكتروني باتجاه نهاية القضيب المدفوع.

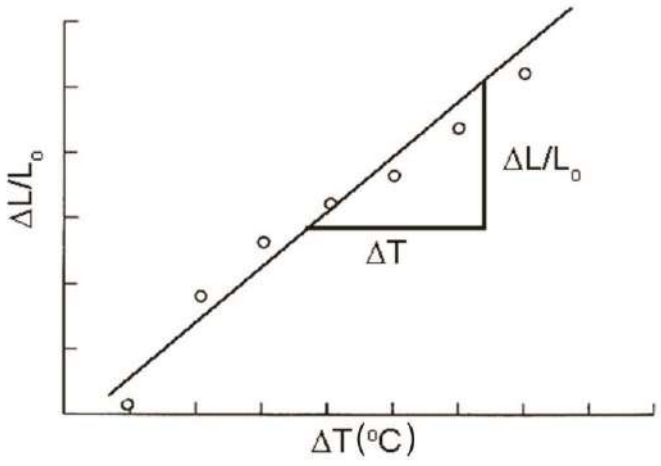
النظام المتبع لدراسة التمدد الحراري مبين مخططه في الشكل (6-5) اذ ان هذا النظام يكون معايرا لنماذج قياسية و محسوبة فيه نسبة الخطا الناتجة عن تمدد الفرن و تمدد القضيب.



شكل (6-5)

رابعاً:- خطوات العمل ، النقاط الحاكمة ، الرسومات

-1	إرتدِ بدلة العمل الملائمة لجسمك. كما في الشكل (2).	**الشكل (2)**
-2	رتب جهاز قياس كما في الشكل 3 وبأستعمال القدمة (الورنية) قم بقياس طول الانموذج(L_o) ثم ضع النموذج داخل الفرن وأدفع الحامل الى داخل الفرن وأبدأ بتسخين الفرن.	**شكل (3)**

-3	سجل درجة الحرارة الأبتدائية (T_o) ثم أبدأ بتسجيل القراءات من جهاز المتحسس ودون القراءات (L) في الجدول (1).	**جدول (1)** العينة | T °C | $\Delta T=T-T_o$ °C | L mm | $\Delta L=L-L_o$
-4	أرسم الرسم البياني بين ($\Delta L/L_o$)على محور (Y) و (ΔT) على محور (X) كما في الشكل (4)، ثم أختر نقطتين على المنحني واحسب ميل المنحني والذي يمثل معامل التمدد الحراري (α) وذلك بقسمة ($\Delta L/L_o$) على (ΔT).	 **شكل (4)**
-5	أطفىء الفرن وافصل مصدر الطاقة الكهربائية وأستخرج العينة من الفرن وكرر الخطوات السابقة لنماذج سيراميكية وحرارية أخرى .	
-6	المناقشة: 1. ما الفائدة من قياس التمدد الحراري للطابوق الحراري وصناعة الخزف التقليدي الفني؟ 2. ماذا تتوقع أذا تم الأستمرار برفع درجة الحرارة الى درجات حرارية مرتفعة على منحني تغير الأستطالة مع تغير درجة الحرارة؟	

أستمارة قائمة الفحص

الجهة الفاحصة:

أسم الطالب : **المرحلة : الثانية**

التخصص : الخزف والزجاج

أسم التمرين: قياس معامل التمدد الحراري للاجسام السيراميكة.

ت	الخطوات	الدرجة القياسية	درجة الأداء	الملاحظات
-1	أرتداء بدلة العمل	%5		
-2	مرحلة تهيئة الجهاز وربطه بمصدر الطاقة الكهربائية	%10		
-3	مرحلة حساب طول النموذج	%10		
-4	مرحلة تشغيل الفرن وتسجيل القراءات	%15		
-5	مرحلة أدراج النتائج في الجدول وحساب معامل التمدد الحراري.	%15		
-6	مرحلة مناقشة النتائج	%15		
-7	مرحلة أطفاء الفرن وفك التوصيلات الكهربائية وأرجاع الأجهزة ألى مكانها.	%10		
-8	الزمن المخصص	%20		
المجموع:				

اسم الفاحص:	التوقيع:
التاريخ:	

رقم التمرين : 9 **الزمن المخصص : (ساعاتان)**

أسم التمرين : قياس مقاومة الصدمة الحرارية للاجسام السيراميكة.

مكان التنفيذ : مختبر فحوصات الخزف والزجاج

أولا :- الأهداف التعليمية

أن يكون الطالب قادرا على فحص مقاومة الصدمة الحرارية للاجسام السيراميكية.

ثانيا :- التسهيلات التعليمية

1- فرن معاملات حرارية.
2- عينات سيراميكية وحرارية .
3- ملقط فرن .
4- حوض مائي.
5- محرار.
6- مكبس.

ثالثا :- المقدمة النظرية

أن مقاومة المنتجات السيراميكية للصدمة هي نتيجة التغير الحراري المفاجئ (أوالمقاومة للتهشيم) وهي قابلية تلك المواد للاحتفاظ بشكلها الاصلي دون حدوث تشقق او تهشم او تقشر نتيجة تعرضها للتغيير الحراري المفاجئ وهي خاصية تكنولوجية مهمة للحراريات مثل الطابوق الناري الذي يستعمل في تبطين الافران المختلفة والتي تتعرض اثناء الأستعمال الى درجات الحرارة بين السطح الخارجي والداخلي بالنسبة للطابوقه الواحدة والذي سيؤدي الى ظهور اجهادات داخلية مختلفة فاذا ازدادت تلك الاجهادات عن مقاومة الشد او النقص فانها تؤدي الى ظهور تشققات وتهشم داخلي مما يؤثر على الخواص الميكانيكية مثل مقاومة الانضغاط (Compressive strength) للطابوقة مما يؤدي الى التفتت بمرور الزمن وبذلك يقل عمر الأستعمال.

ويعبر عن الصدمة الحرارية بالعلاقة التالية:

$$R = \frac{\sigma\,(1-\mu)}{E\,\alpha} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

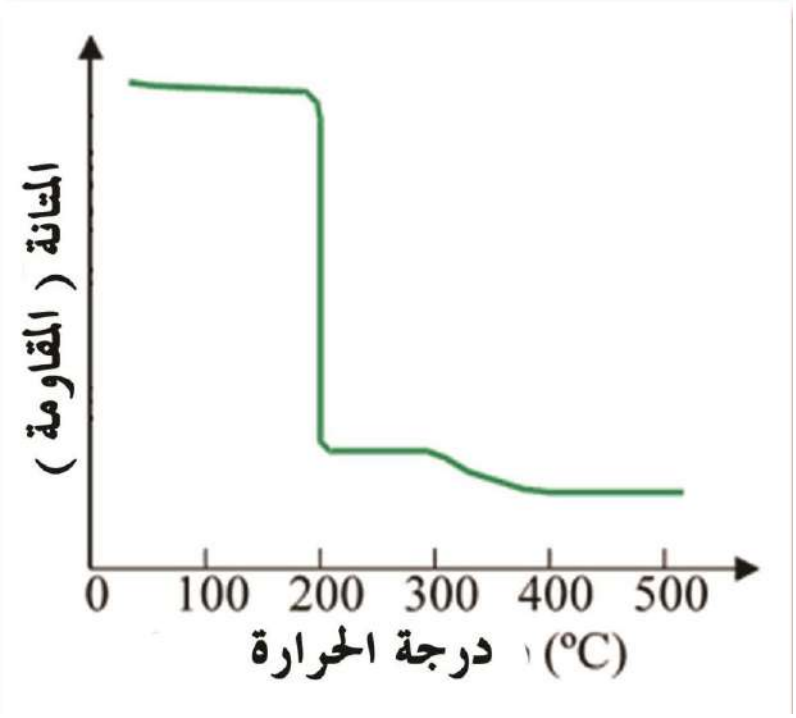
حيث R : تمثل التغير في درجة الحرارة ، σ : تمثل الاجهاد الميكانيكي المسلط، μ : تمثل نسبة بوازون، α : تمثل معامل التوصيل الحراري، E : تمثل معامل يونك.

ان هناك جملة عوامل تؤثر على مقاومة المواد السيراميكية للصدمة الحرارية:

1- درجة حرارة التلبيد او الحرق وحجم الدقائق للمواد الاولية اثناء عملية التشكيل والكثافة النهائية للقطعة . فمقاومة الطابوق الناري الطيني للتغير الحراري تنخفض عندما ترتفع درجة الحرارة اللازمة للحرق عند اختيار حجوم صغيرة للدقائق مما يؤدي الى انخفاض في المسامية للطابوق.

2- ان هناك تغيراً حجمياً للسيليكا (SiO_2) عند انتقالها من طور الى طور اخر عند تعرضها الى التغير الحراري المفاجئ مما يؤدي الى وجودها بشكل حر في الطابوق الى احداث اجهادات داخلية تؤدي الى التشقق وعند وجود المولايت (Mullite) في الطابوق بنسبة عالية تكون مقاومته للتغير الحراري اعلى لكون المولايت ذات تمدد حراري قليل.

يحصل انخفاض واضح في المتانة الميكانيكية للمنتجات السيراميكية نتيجة الصدمة الحرارية وفي درجات حرارية محددة تمثل مقاومة الصدمة الحرارية كما في الشكل (6-6).



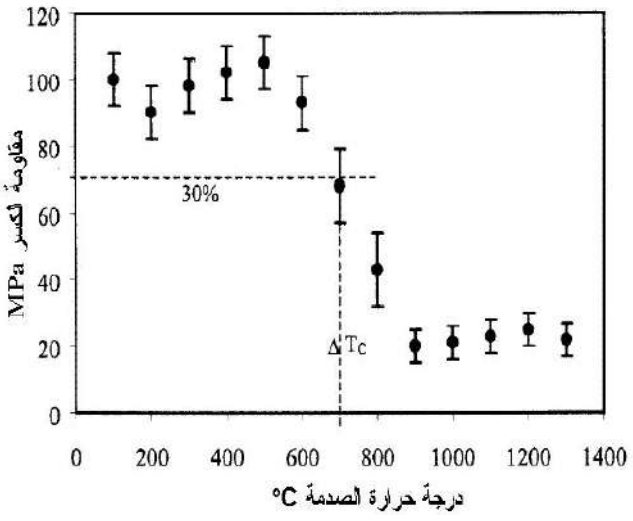
شكل (6-6)

هل تعلم !!!!

إن المنتجات السيراميكية ضعيفة من ناحية مقاومة الصدمة الحرارية بالمقارنة مع مقاومة المعادن العالية للصدمة الحرارية ويعزى سبب ذلك ألى أن معامل التوصيل الحراري عالٍ للمعادن والذي يزيد من قدرة المادة على الوصول الى حالة التوازن بين الطرفين (الساخن والبارد) وبسرعة عالية دون حصول حالة اجهاد قص ميكانيكي يمكن أن يحصل عنده فشل ميكانيكي.

رابعاً:- خطوات العمل ، النقاط الحاكمة ، الرسومات

-1	إرتدِ بدله العمل الملائمة لجسمك. كما في الشكل (1).	 الشكل (1)
-2	أحضر نماذج من منتجات سيراميكية ويمكن ان تكون على شكل اسطوانات كما في الشكل (2). وبأستعمال القدمة (الورنية) أحسب قطر وسمك الانموذج.	 شكل (2)

-3	شغل الفرن كما في الشكل (3) وهيء حوضاً فيه ماء بدرجة حرارة 20 °C يحتوي على كمية كافية من الماء بحيث لا ترتفع درجة الحرارة بعد الغمر اكثر من 5 درجات مئوية. ثم ضع العينات داخل الفرن ولدرجات حرارية مختلفة، بعدها اسحب العينة من الفرن وهي ساخنة بوساطة ملقط وأغمرها مباشرة في الماء على أن لاتطول فترة السحب والغمر أكثر من (5) ثواني.	 **شكل (3)**
-4	كرر العملية لعينات جديدة ولدرجات حرارية مختلفة، وباستعمال طريقة الكسر المحوري (راجع تمرين 5) أحسب مقاومة الكسر للنماذج بعد الصدمة الحرارية ودون النتائج في الجدول (1).	**جدول (1)** رمز العينة / درجة حرارة الصدمة (C°) / مقاومة الكسر MPa 100 200 300 400 500 600 700 1300
-5	أرسم خطاً بيانياً بين درجة حرارة الصدمة الحرارية ومقاومة الكسر كما في المثال الموضح في الشكل (4) ، ثم احسب ما نسبته 30% من القيمة القصوى لمتانة الكسر وأرسم منها امتداداً موازياً لمحور درجة الحرارة الى أن يقطع المنحني ومنه أرسم مسقطاً على محور درجات الحرارة لتحديد مقاومة الصدمة الحرارية كما في الشكل (4).	 **شكل (4)**

-5	أطفىء الفرن وافصل مصدر الطاقة الكهربائية ونظف مكان العمل .
-6	المناقشة: 1. أيهما أكثر مقاومة للصدمة الحرارية المنتجات العالية أم الواطئة في التمدد الحراري ؟ 2. كيف يمكن أن نزيد من مقاومة المنتجات السيراميكية المزججة للصدمة الحرارية ؟ 3. ما تاثير المسامية على مقاومة الصدمة الحرارية ؟ 4. قارن بين النتيجة العملية المحصلة من البياني (ΔT) والقيمة النظرية التي يمكن الحصول عليها من تطبيق العلاقة (1).

أستمارة قائمة الفحص

الجهة الفاحصة

أسم الطالب : **المرحلة : الثانية**

التخصص : الخزف والزجاج

أسم التمرين: قياس مقاومة الصدمة الحرارية للاجسام السيراميكية.

ت	الخطوات	الدرجة القياسية	درجة الأداء	الملاحظات
-1	أرتداء بدلة العمل	%5		
-2	مرحلة تهيئة الفرن وربطه بمصدر الطاقة الكهربائية	%10		
-3	مرحلة حساب ابعاد النماذج	%10		
-4	مرحلة اخراج النماذج من الفرن واجراء الصدمة الحرارية.	%15		
-5	مرحلة ادراج النتائج في الجدول وحساب الصدمة الحرارية.	%15		
-6	مرحلة مناقشة النتائج	%15		
-7	مرحلة اطفاء الفرن وارجاع المعدات الى مكانها.	%10		
-8	الزمن المخصص	%20		
	المجموع:			

أسم الفاحص:	التوقيع:
التاريخ:	

5-6 الخواص الكهربائية للمنتجات الخزفية

رقم التمرين : 10 **الزمن المخصص : (ساعتان)**

أسم التمرين : قياس ثابت العزل الكهربائي للمنتجات السيراميكية.

مكان التنفيذ : مختبر فحوصات الخزف والزجاج

أولا :- الأهداف التعليمية

أن يكون الطالب قادرا على ايجاد ثابت العزل الكهربائي باستعمال جهاز قياس السعة.

ثانيا :- التسهيلات التعليمية

1- جهاز قياس السعة.

2- لوحي متسعة متغيرة .

3- نماذج سيراميكية .

4- توصيلات كهربائية.

ثالثا :- المقدمة النظرية

وجد عمليا ان سعة المتسعة c تتناسب مع ابعادها وتعطى بالعلاقة التالية:

$$c = \varepsilon \frac{A}{d} \dots\dots\dots\dots\dots\dots (1)$$

حيث A مساحة لوح المتسعه و d المسافه الفاصله بين الصفيحتين , ε النفاذية الكهربائية للوسط الموجود بين الصفيحتين.

فاذا كان الوسط هواءاً فتكون العلاقة :

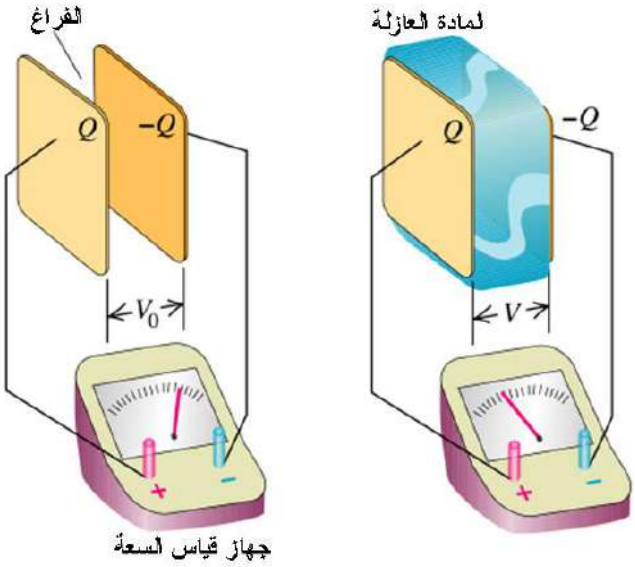
$$c = \varepsilon_o \frac{A}{d} \dots\dots\dots\dots\dots\dots (2)$$

حيث C_o سعة المتسعة في الهواء ، ε_o هي نفاذية الهواء

اما النفاذية النسبية ε_r تدعى ثابت العزل الكهربائي ، فاذا كان A , d ثابتين فبقسمة المعادلتين (1) و (2) يكون:

$$\frac{C}{C_o} = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_o} = \varepsilon_r \dots\dots (3)$$

يمكن استعمال جهاز قياس السعة لايجاد سعة المتسعة بوجود المادة العازلة وبوجود الهواء كما في المخطط شكل (6-7).



شكل (6-7): جهاز قياس السعة الكهربائية.

رابعاً:- خطوات العمل ، النقاط الحاكمة ، الرسومات

-1	إرتدِ بدله العمل الملائمة لجسمك. كما في الشكل (1).	 **الشكل (1)**
-2	أحضر نماذج من منتجات سيراميكية على شكل ألواح ملائمة لمساحة لوحي المتسعة المتغيرة كما في الشكل (2). أربط جهاز قياس السعة الى لوحي المتسعة. ثم ضع المادة العازلة بين لوحي المتسعة وأكبس اللوحين جيداً وشغل مقياس السعة وسجل مقدار السعة بوجود المادة العازلة(C)، ثم ارفع المادة	 **شكل (2)**

	العازلة وكرر التجربة لنفس السمك ولكن بوجود الفراغ واحسب السعة في الفراغ (C_o) .	
-3	باستعمال المعادلة (3) أحسب ثابت العزل الكهربائي للمادة العازلة(ε_r) .	
-5	اطفىء جهاز قياس السعة وأفصل اسلاك التوصيل وأرجع الأجهزة والمعدات الى مكانها.	
-6	المناقشة: 1. هل من الممكن أن يكون ثابت العزل الكهربائي اقل من الواحد للمواد العازلة؟ 2. ما تأثير كون المادة العازلة أكبر أو اقل من لوحي المتسعة على قراءة السعة؟ 3. هل يفضل أن تكون السعة كبيرة أم صغيرة لزيادة الدقة في حساب ثابت العزل الكهربائي؟	

أستمارة قائمة الفحص

الجهة الفاحصة:

أسم الطالب : **المرحلة : الثانية**

التخصص : الخزف والزجاج

أسم التمرين: قياس ثابت العزل الكهربائي للمنتجات السيراميكية.

ت	الخطوات	الدرجة القياسية	درجة الأداء	الملاحظات
-1	أرتداء بدلة العمل	%5		
-2	مرحلة تهيئة لوحي المتسعة وربطها بمقياس السعة الكهربائية.	%15		
-3	مرحلة حساب السعة الكهربائية بوجود العازل	%10		
-4	مرحلة حساب السعة الكهربائية بوجود الفراغ.	%10		
-5	حساب ثابت العزل الكهربائي.	%15		
-6	مرحلة مناقشة النتائج	%15		
-7	مرحلة أطفاء مقياس السعة وأرجاع المعدات الى مكانها.	%10		
-8	الزمن المخصص	%20		
	المجموع:			

اسم الفاحص:	التوقيع:
التاريخ:	

الفهرست

ت	الموضوع	الصفحة
1	المقدمة	3
2	الفصل الاول	17 -5
3	الفصل الثاني	41 -18
4	الفصل الثالث	69-42
5	الفصل الرابع	96-70
6	الفصل الخامس	189-97
7	الفصل السادس	242-190

تم بعونه تعالی