جمهورية العراق

وزارة التربية

المديرية العامة للتعليم المهني

التدريب العملي

الخزف والزجاج

الصناعي

الأول

تأليف

د. شهاب احمد زيدان

زهراء صلاح

يحيى رشيد

علي ادهم عبد الأمير

الطبعة الرابعة

2025م -1447هـ

المقدمة:-

يعتبر الخزف من أرقى الفنون التطبيقية في حياة ألإنسان وهو من الحرف العريقة في تراثنا الأصيل، وما تلك الأعمال الخزفية الجميلة التي تقتنيها المتاحف وقصور العالم بكل فخر واعتزاز إلا دليلا ساطعاً على تقدم هذا الفن ورقيه في ماضينا الغابر، وأصبح هذا الفن يشغل حيزاً هاماً في حياتنا اليومية بسبب تعدد مجالات استعمالاته والإقبال عليه يزداد باضطراد نظراً لفوائده النفعية والجمالية والصحية .

أما اليوم فتعد الصناعات الخزفية واحدة من أعمدة الصناعة في الدول المتقدمة والنامية نظراً لحاجة المجتمع لتلك الصناعة والتي تشمل جميع المنتجات الطينية مثل الطابوق، والبلاط الخزفي للجدران والأرضيات والصحيات وغيرها من المنتجات الخزفية الغير تقليدية والتي يطلق عليها مصطلح السيراميك الهندسي (Engineering Ceramic) وتشمل منتجات متقدمة مثل أجزاء المحركات وعناصر تسخين الأفران وأدوات القطع والدروع الواقية من القذائف وغيرها من المنتجات التي تتميز بخواص ميكانيكية عالية مقارنة بالخزفيات الطينية التقليدية .

اشتمل هذا الكتاب على جزئين من التجارب العملية في الخزف, حيث الجزء الأول تناول إجراء بعض التجارب والاختبارات لمعرفة خصائص الأطيان المستخدمة في الصناعات الخزفية، أما الثاني فقد تضمن مجموعة من التدريبات العملية في تشكيل الأجسام الخزفية بطرق هندسية وفنية مختلفة.
أخيرا نتمنى أن ينال هذا الكتاب استحسان طلبتنا الأعزاء ومن الله التوفيق.

المؤلفون

نشكر السادة الخبراء الذين ساهموا بتقويم هذا الكتاب
وإظهاره بالشكل العلمي الذي يلائم المرحلة التي يدرس
فيها وليحقق الهدف الذي من اجله اعد هذا المنهج كما
نامل من السادة المدرسون ان يرفدونا بآرائهم
وملاحظاتهم لتقويم هذا الكتاب .

ومن الله التوفيق

المحتويات

المقدمة	3
المحتويات	5
السلامة والامان في ورش الخزف	6
الفصل الاول (تمارين في خصائص وطرق تشكيل الاجسام الخزفية) .	8
تمرين رقم (1) تحديد التدرج الحبيبي للمساحيق الخزفية الجزء الاول : النخل الجاف	8
الجزء الثاني : النخل الرطب	12
تمرين رقم (2) تحديد الفقدان في الكتلة والتقلص في ابعاد الاجسام الخزفية .	13
تمرين رقم (3) تحديد كمية ماء التشكيل المضاف الى الطين بطريقة فيفر	15
تمرين رقم (4) المواد المشتقة للمساحيق الخزفية في المحاليل الغروية	17
تمرين رقم (5) تحضير القوالب الجبسية .	19
تمرين رقم (6) تشكيل اجسام خزفية بطريقة الصب الانزلاقي .	22
الفصل الثاني : تدريبات عملية في تشكيل الاطيان الخزفية .	26
ادوات العمل المستخدمة في تشكيل الاجسام الخزفية الطينية .	26
أدوات العمل الخشبية القياسية .	28
ادوات العمل المعدنية .	28
ادوات التشذيب .	29
الاسطوانات الخشبية .	31
الملمس .	32
فرشات التزجيج .	33
ادوات العمل على العجلة الميكانيكية .	33
الفصل الثالث : تدريبات عملية في تشكيل الخزف .	34
تشكيل الاوعية بطريقة قرص الطين .	34
طريقة تركيب الحبال الطينية الملفوفة .	36
تشكيل حاوية صغيرة بطريقة الحبال الملفوفة .	42
التشكيل بطريقة بناء الالواح .	45
التشكيل على الدولاب المرحلة الاولى : مركزة الكتلة الطينية .	54
المرحلة الثانية : فتح القطعة .	57
المرحلة الثالثة : سحب الجدران .	60
المرحلة الرابعة : التشذيب والتزيين على الدولاب .	64
تصنيع وربط المقابض .	68

السلامة والأمان في ورش الخزف

كل نشاط بشري تصاحبه درجه من المخاطر يجب التعرف على تلك المخاطر لتلافي وقوعها .ليس هناك شك بأنَّ العمل في المعامل والورش يجري في وسط لا يخلو من المخاطر المتعددة ومنها حدوث حرائق، والتسمم بالكيمياويات، وتسرب غازات سامة او مهيجه ناتجه عن التحضيرات والتجارب العلمية ، والزجاج المنكسر ، الصدمة الكهربائية ، وحروق الجلد والعين والتعرض للمواد الاشعاعية والاخطار الميكانيكية الخاصة ببيئة الورش نفسها وغيرها من المخاطر.

لذا فأن العمل في محيط آمن وخالي من المخاطر داخل الورش والمختبرات من الاهداف المهمة التي يسعى الى تحقيقها العاملون والمسؤولون عن العمل داخل الورش، لهذا فأن العمل بورش المدارس يتطلب أخذ الحذر والحيطة لمنع وقوع اصابات بين الطلاب داخل هذه الورش، فقد يصاب أحد الطلاب بسبب قلة الاهتمام او الاهمال ولو للحظات قليلة وهي كافية لجعله يتألم لفترات طويلة قد تصل الى سنوات. وتعدٌّ أماكن الورش من البيئات غير الطبيعية من حيث درجات الحرارة العالية والالات الدوارة، والاجهزة الحساسة والتفاعلات السريعة والمواد السامة وما الى ذلك.

إذن فالهدف من السلامة هو إنتاج للطلاب وتدريبهم من دون حوادث وإصابات. فقد اصبحت السلامة أنظمة يجب على الجميع معرفتها كما يجب على الادارة تطبيقها وعدم السماح للعاملين والطلاب بتجاوزها .

وفي مجال صناعة الخزف مثلاً يتعرض العاملون الى بعض الخطورة من حيث توجد بعض المواد السامة والخطرة التي تستعمل في التصنيع تشكل خطراً على الصحة ، منها مركبات الرصاص التي تدخل في تراكيب الزجاج ومواد التزجيج والسيلنيوم والباريوم والزنك والتي تؤثر في الصحة من جراء الاستنشاق واللمس .ولتلافي ذلك يجب إرتداء الاقنعة الخاصة بالتنفس أثناء تحضير خلطات الزجاج وكذلك إرتداء الكفوف المطاطية وبدلات العمل وعدم خلط الزجاج بأيدٍ مجروحة .

ونظرا لخطورة سمية مركبات الرصاص منع استعمال هذه المواد في طلاء خزفيات أدوات المائدة، لأن هذه المواد تتفاعل وتذوب مع بعض الاطعمة والمشروبات ولاسيما في ذلك الزجاج

الواطئ الحرارة. ولتقليل خطورة هذه المواد يجب أن تحرق قبل أضافتها لتراكيب الزجاج (الفرن)، ومن المخاطر الاخرى هي الاجهزة مثل ويلات التشكيل والخباطات والافران جميعها تعمل بالكهرباء وجميع هذه الاجهزة أواغلبها يكون الطين والماء هما المادتان للانتاج وهي مواد رطبة يمكن أن تسبب صعقة كهربائية ، فيجب تزويد هذه الاجهزة بمفاتيح تشغيل خاصة مصممة لهذا الغرض وتشمل على عوازل تمنع تسرب المياه الى المعدات الكهربائية . كذلك يجب تغليف أرضية قاعة هذه الاجهزة بألواح خشبية لعزل التوصيل الكهربائي .

ومن المخاطر الاخرى في الخزف هي عملية التزجج الملحي حيث يستعمل كلوريد الصوديوم (ملح الطعام) في طلاء الانتاج بطبقة جميلة من الزجاج بعد إحراق الملح وتحويله الى بخار ليتسرب على سطوح المنتوجات بقشرة من سليكات الصوديوم الصلبة، وتصاحب هذه العملية إطلاق الفرن غازات سامة وخطرة يجب الحذر منه وذلك باستعمال مفرغات الهواء لسحب الغاز الى خارج قاعات الانتاج، ومن هذه الغازات هو غاز الكلورين السام. ولتلافي هذه الخطورة يمكن استخدام كاربونات الصوديوم بدلامن كلوريد الصوديوم وتكون النتائج والاسلوب نفسها ومن دون مخاطر.

الفصل الاول

تمارين في خصائص وطرق تشكيل الاجسام الخزفية

تمرين رقم (1) : تحديد التدرج الحبيبي للمساحيق الخزفية

الجزء الأول : النخل الجاف

الغرض من التمرين : فصل الحبيبات بحسب حجوم أقطارها (التدريب على استخدام جهاز النخل الهزاز)

المقدمة :

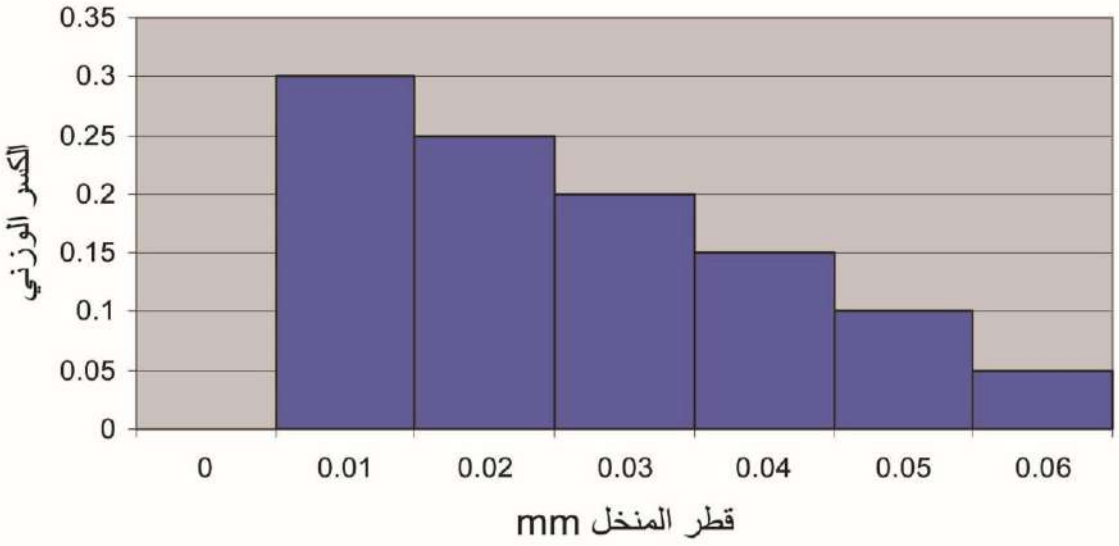
النخل هو فصل مزيج من الحبيبات بحسب حجمها الى جزئين أو اكثر للحصول على أجزاء متجانسة في حجم حبيباتها وتجري عملية النخل لعدة أسباب منها الحصول على مزيج متجانس من الحبيبات قبل أدخال المواد الى العمليات المختلفة .وكذلك نخل الموادالناتجة من عمليات الطحن للحصول على مزيج حبيبات متجانسة الحجم .يتكون جهاز النخل من عدد من المناخل القياسية ترتب الواحدة تلو الاخرى بحسب أقطارها .فتحات المنخل أصغر من فتحات المنخل الذي يليه وفي أسفل المناخل توجد صينية (PAN) ،وتوضع المادة المراد نخلها في أعلى المنخل وتثبت المناخل هذه في الهزاز (SHAKER) فتنفصل الحبيبات ومدة الاهتزاز تتراوح بين 10 – 20 دقيقة .

شكل (1) المنخل الهزاز

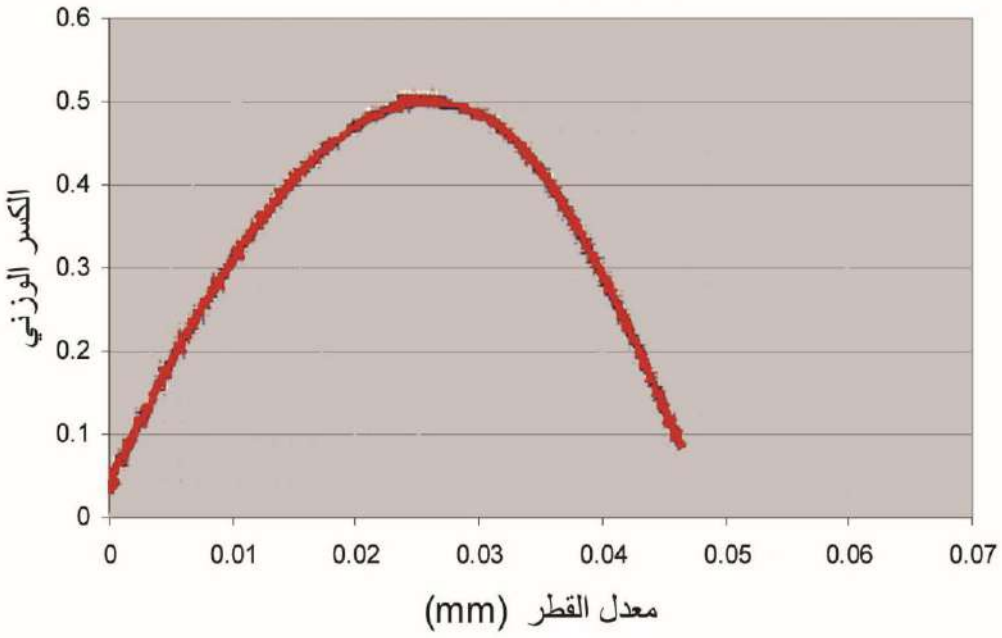
الحسابات

1- يحسب الكسر الوزني للمادة المتجمعة على كل منخل :
الكسر الوزني للمادة المتجمعة = (وزن المادة المتجمعة على كل منخل \ الوزن الكلي) .

ثم ترسم العلاقة بين الكسر الوزني وقطر المنخل .كما موضح في الشكل الاتي



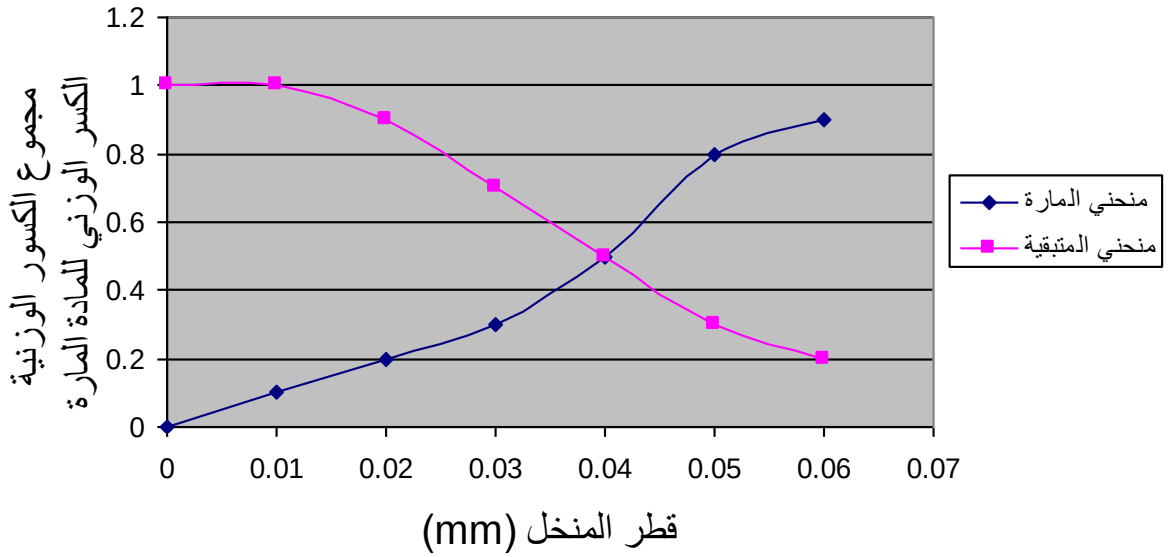
2- الرسم البياني الثاني (Fractional-distribution curve) الذي يمثل العلاقة بين الكسرالوزني للمادة المتجمعة ومعدل القطر :
معدل القطر (D) = ($D_1 + D_2$) \ 2



3- العلاقة بين الكسر الوزني للمادة المتبقية على المنخل والمادة المارة من خلال المنخل مع قطر المنخل (Cumulative distribution) :

الكسر الوزني للمادة المتبقية = (وزن المادة على المنخل \ الوزن الكلي) .

الكسر الوزني للمادة المارة = 1 ـ مجموع الكسور الوزنية للمادة المتبقية .



جدول القراءات :

NO .	قطر المنخل (D)	Mesh No	وزن المنخل فارغ(gm)	وزن المنخل + الرمل (gm)	وزن الرمل (gm)
1					
2					
3					
4					
5					

العمـــل :

1- توزن المناخل ويسجل وزنه بعد تنظيفها جيداً .

2- ترتب المناخل الواحدة فوق الاخرى بحسب أقطارها أي أن المناخل ذات الأقطار الكبيرة تكون الى الاعلى .

3- يوزن (500 gm) من المادة المراد نخلها مثلا (الرمل) ثم توضع في أعلى المنخل ويسد غطاء الجهاز بأحكام .

4- يشغل الجهاز ويضبط الوقت اللازم للنخل بواسطة مفتاح التوقيت علماً ان مدة النخل حوالي 15 دقيقة .

5- بعد إنتهاء مدة النخل يفتح الغطاء وتؤخذ المناخل التي تجمع على منها كمية من الرمل لتوزن وذلك لمعرفة وزن الرمل المتجمع على كل منخل .

6- تنظف المناخل بعد الانتهاء من الوزن ثم ترتب في الجهاز مرة أخرى بحسب أقطارها .

جدول الحسابات :

NO	قطر المنخل (D)	معدل القطر \ (D1+ D2) 2	الكسر الوزني للمادة المتبقية	مجموع الكسور الوزنية	الكسر الوزني للمادة = مجموع الكسور الوزنية
1					
2					
3					
4					
5					

الأسئلة :

1- الشكل الكاوسي المرسوم بين القطر والكسر الوزني (شكل 3) ،هل يتغير اذا كانت نسبة الحجوم الخشنة أو الناعمة أكبر؟ ارسم توقعك للشكل في حالة الخشنة والناعمة .

2- ما هو تأثير الحجم الحبيبي على الخصائص الاتية :

أ- عملية التلبيد .

ب- التوصيل الحراري .

ت- المتانة الميكانيكية .

ث- قابلية الكبس للمساحيق .

الجزء الثاني: النخل الرطب

الغرض من التمرين : فصل الحبيبات الناعمة من الخشنة بوساطة المناخل بالطريقة الرطبة .

طريقة العمل :

1- توزن المناخل ويسجل وزنها بعد تنظيفها جيداً .
2- ترتب المناخل بحسب أقطار فتحاتها أي ان المنخل ذات الاقطار الكبيرة الى الاعلى والصغيرة الى الاسفل .
3- يربط مجرى الماء بالجهاز من الاعلى وتوضع المادة المراد نخلها في المنخل الاعلى (500 gm) ويغلق الجهاز بإحكام .
4- يفتح مجرى المادة لمدة 2دقيقة ثم يغلق ويشكل الجهازويضبط الوقت اللازم للاهتزاز (10 دقيقة).
5- بعد إنتهاء عملية الفصل تؤخذ المادة المتجمعة على كل منخل وتجفف ثم توزن .
6- ترسم المنحنيات الثلاثة الاتية :

1 - Histogram
11 - Fractional distribution
111- Cumulative distribution

جدول القراءات : الجدول نفسه في الجزء الاول .

جدول الحسابات : الجدول نفسه في الجزء الاول .

تمرين رقم (2) : تحديد الفقدان في الكتلة والتقلص في الأبعاد الخزفية

الغرض من التمرين : حساب النسبة المئوية للفقدان في الكتلة والابعاد لنماذج طينية محروقة .

المقدمة :

يُعدُّ تحديد مقدار التقلص والأبعاد من الأساسيات التي يجب إجراءها على جميع المواد السيراميكية قبل عملية الانتاج وذلك لتحديد الكثافة المطلوبة وأبعاد القوالب المستخدمة في التشكيل بأخذ الفقدان بنظر الاعتبار.ويحدث الفقدان في الكتلة والتقلص في الأبعاد بشكل واضح وكبير من المواد الخام السيراميكية وخصوصاً الطينية منها فمثلا عند حرق الكاؤلين تحدث تغيرات في التركيب البلوري وكما يأتي :

$$3[Al_2Si_2O_5(OH)_4] \xrightarrow{450\ ^\circ C} 3[Al_2Si_2O_7] + 6H_2O$$

Kaolinite — Meta-Kaolin — Water

$$3[Al_2Si_2O_7] \xrightarrow{1100\ ^\circ C} Al_2Si_2O_{13} + 4SiO_2$$

Meta- Kaolin — Mullite — Cirstobalite

إن هذه التغيرات في الاطوار وفقدان الماء وبعض اكاسيد المعادن المتواجدة مع الكاؤلين وتغير التركيب البلوري واندماج الحبيبات مع بعضها كلها تودي الى ظهور فقدان في الكتلة والتقلص في الابعاد .

يمكن حساب الفقدان في الكتلة نتيجة حرق الكاؤلين من العلاقة :

$$L.O.I\ (\text{loss on Ignition}) = (m_1 - m_2) / m_1 \times 100\% \longrightarrow 1$$

حيث m_1 وm_2 وزن النموذج قبل وبعد الحرق على التوالي . وأما التقلص فيمكن إيجاده للنماذج المحروقة من العلاقات :

$$\text{التقلص الطولي } (L.S) = (L_0 - L) / L_0 \times 100\% \longrightarrow 2$$

$$\text{التقلص الحجمي } (V.S) = (V_0 - V) / V_0 \times 100\% \longrightarrow 3$$

حيث L_0 و V_0 البعد والحجم قبل الحرق ، و L ,V البعد والحجم بعد الحرق .

العمـــــل:

1- باستخدام مكبس التشكيل حضر ستة نماذج من الكاؤلين باستخدام ضغط ثابت .
2- إحسب كتلة كل نموذج وأبعاده باستخدام المايكروميتر .
3- إحرق كل نموذجين بدرجة حرارة معينة C° (900 , 1000 , 1150) .
4- إحسب كتلة كل نموذج وأبعاده بعد الحرق .
5- استخدام العلامات (1) ، (2) ، (3) لحساب مقدار التقلص في الكتلة والابعاد ثم جد معدل كل نموذجين .
6- كرر العملية على خام البنتونايت وقارن بين مقدار التقلص للكاؤلين والبنتونايت .
7- إرسم خطاً بيانيا بين تغير درجة الحرارة والتقلص في الكتلة والابعاد .

ألاســـئلة :

1- لماذا يظهر عدم التجانس في أبعاد النماذج السيراميكية بعد الحرق خصوصا للنماذج الكبيرة ولدرجات الحرارة العالية ؟
2- إحسب النسب المئوية لمكونات المولاتية من الاوزان الذرية ؟
3- هل من الممكن الحصول على المولاتية من عند الكاؤلين وما الفرق بين الحالتين ؟
4- إذا كانت النسبة المئوية للفقدان في الكتلة هي (10 %) والفقدان في الحجم (15 %) وكانت كتلة النموذج قبل الحرق (3 gm) وحجمه (2 cm^3) . إحسب كثافة النموذج بعد الحرق ؟

تمرين رقم (3): تحديد كمية ماء التشكيل المضاف الى الطين بطريقة فيفر .

الغرض من التمرين : إيجاد نسبة الماء المضاف الى الطين لغرض التشكيل اللدن .

المقدمـــة :

إن صناعة المواد السيراميكية مثل صناعة الطابوق وغيرها تتطلب إضافة الماء الى الطين حتى تشمل عملية التشكيل وان لكل طين حد معين من كمية الماء المضافة فاذا زادت الكمية عن الحد تصبح العجينة أقرب الى الحالة السائلة وهذا يصعب عملية التشكيل فضلا عن ذلك تظهر مشاكل اثناء عملية التجفيف والحرق وتحتاج الى طاقة إضافية لغرض تبخر الماء اثناء عملية التجفيف وإذا قلت كمية الماء المضافة تصبح العجينة ضعيفة التشكيل وغير متماسكة وعند إضافة الماء ضمن الحدود المسموح بها لهذا النوع من الطين نحصل على الليونة الجيدة (Plasticity) وتعرف الليونة بإنها إمكانية الطين من التفاعل مع القوى الخارجية المؤثرة فيه بحيث يبقى التغير في شكله ثابتاً بشرط ان لاتكون التغيرات في الشكل مصحوبة بتشققات وتحدد كمية الماء المضافة بالطريقة التالية :

طريقة العمـــل :

طريقة فيفر

في هذه الطريقة تحدد كمية الماء المضبوطة باستعمال جهاز (Pheffer) وتتم العملية بإعداد أربعة نماذج اسطونية الشكل من خلط الطين الجاف مع كميات مختلفة من الماء بوساطة قالب قياس بطول (40 mm) مرفق مع جهاز ، توضع النماذج في قاعدة الجهاز ويسلط عليها ثقل مقداره (1192 g) غم ويقاس طول النماذج بعد التسليط وفي الوقت نفسه تؤخذ كمية من كل عينة وتوضع في جفنة قد تم وزنها مسبقا وتترك في المجفف حتى ثبوت الوزن . بعد إنتهاء التجربة يرسم خط بياني ويثبت على (Dralinah) الاحداثي الصادي، النسبة المئوية للماء المضاف الى الطين وعلى الـ (Abscesses) الاحداثي السيني يثبت حاصل قسمة الطول الاصلي الذي يقاس بعد عملية تسليط الحمل ($A= h_0/h$) علما ان معامل الليونة الجيدة يمثل النسبة المئوية الجيدة للماء المضاف الى الطين والتي عندها لها يصبح الطول بعد عملية تسليط الثقل بمقدار (30 %) عن الطول الاصل .

شكل (2) جهاز فيفر

$h_1 = 0.3\ h_0$

$a = h_0 / (0.3\ h_0) = 3.3$

ضمن هذا المنطلق فإن أحسن معامل ليونة هو (3.3) عندما تكون (a) اصغر من (2.5) تكون العجينة أقرب الى الحالة الجافة وتكون صعبة التشكيل وصعبة التماسك واذا كانت مابين (2.5 ــ 4) تكون العجينة سهلة التشكيل ،واذا كانت أكبر من (4) تكون العجينة أقرب الى الحالة السائلة وتكون صعبة التشكيل .

وتجري الحسابات كما يأتي :

1- $a = h_0 / h_1$

h_0 = length of sample before loading . (طول النموذج قبل تسليط الحمل)

h_1 = length of sample after loading . (طول النموذج بعد تسليط الحمل)

2- $W = (G_1 - G_2) / G_1 \times 100$

W = Water Content . (المحتوى المائي)

G_1 = Weight of moist sample . (وزن النموذج رطب)

G_2 = Weight of dry sample . (وزن النموذج جاف)

فلو فرضنا أن تجربة ما تم إنجازها على الطين المخلط مع الملء ونسب مختلفة أعطت النتائج الاتية:

$a = h_0 / h_1$	$w = (G_1 - G_2) / G_1 \times 100\%$
1- 6.7	30.5%
2- 3.06	27.8%
3- 2.0	25.32%
4- 1.4	24%

من هذه النتائج يرسم الخط البياني، يكون (W) في المحور الصادي و(a) على المحور السيني . ثم تثبت نقطة على المحور السيني يكون لها (a) مساويا الى (3.3) من هذه النقطة يرسم خط شاقولي وفي نقطة التقاطع مع الخط البياني يرسم خط أفقي يقطع المحور الصادي وتحدد نقطة التقاطع وتمثل أحسن نسبة لكمية الماء المضافة والتي تمثل ماء التشكيل وفي التجربة تكون نسبة الماء الجيدة مساوية الى (28%) .

الأسئلة :

1- هل تختلف نسبة الماء المضاف لغرض التشكيل اللدن بأختلاف الطين ؟

2- اذاكان معدل التسخين عالي أثناء الحرق أوالتجفيف ماذا تتوقع ان يحصل للمنتجات السيراميكية ولماذا ؟

تمرين رقم (4): المواد المشتتة للمساحيق الخزفية في المحاليل الغروية .

الغرض من التمرين : معرفة المادة الكمياوية الملائمة لشتيت الدقائق السيراميكية .

المقدمة :

لوتركنا محلول لمواد عالقة كالطين مثلا لفترة ما دون تحريك فإن دقائق العالق ان كانت متكونة مع بعضها (Flocculated) ستسقط الى الاسفل بفعل الجاذبية مكونة راسب في القعر .أما اذا كانت الدقائق مشتتة ومنفصلة عن بعضها البعض (Deflocculated) فإنها ستسقط بشكل أبطأ مكونة راسب أيضاً إلا إن نسبة بسيطة من المادة ستبقى عالقة في المحلول لمدة غير منظورة . ان طبيعة هذا الراسب تعتمد على القوى الموجودة بين الدقائق فإذا كانت قوى التجاذب هي المتغلبة بين الدقائق سيحصل تكتل فيما بينها مكونة تجمعات غير منتظمة الشكل وغير متراصة فيما بينها مما يؤدي الى تكون راسب مفكك غير متراص وذي كثافة تشكيل قليلة (how packing density) وعلى العكس اذا كانت قوى التنافر هي المتغلبة بين الدقائق (Deflocculated) فإن الدقائق ستبقى منفصلة ومتباعدة بعض الشئ عن بعضها أثناء الترسيب مؤدية الى تكوين راسب متراص التشكيل ذي كثافة عالية . وعليه فإن كثافة المادة المترسبة تكون قياساً لدرجة التشتت بين الدقائق (Degree of Dispersion) مما تكون ذات تأثير مباشر على كثير من الخواص الفيزياوية مثل كثافة وجريان العالق (Rheology) والتركيب المايكروي والمتانة للجسم السيرامسكي قبل التبليد وبعده .

ويوجد إهتمام كبير في الوقت للسيطرة على التركيب المايكروي للاجسام السيراميكية وخاصة الاوكسيدات بالتشكيل بوساطة عمليات الترسيب للعوالق (Casting Slip) .

العمل :

1- ضع وزن (5.0 g) من مسحوق الطين في الانابيب المدرجة والتي سعة كل منها 10 mm ثم أضف 10 mm من الماء الى كل منها .

2 - أ ـ اترك الانبوبة المدرجة الاولى من دون إضافات .

ب ـ أضف قطرتين أو ثلاث من محلول كاربونات الصوديوم 5% الى الانبوبة الثانية .

ج ـ أضف قطرتين أو ثلاث من محلول سيليكات الصوديوم الى الانبونة الثالثة .

د ـ أضف قطرتين أو ثلاث من محلول (Dispel) 5% الى الانبوبة الرابعة .

هـ ـ أضف قطرتين أو ثلاث من حامض الهيدروكلوريك (HC 1.0M) الى الانبوبة الخامسة .

3. أغلق فتحة الأنبوبة المدرجة بوساطة الابهام ورجها بشكل جيد وهكذا بقية الانابيب واتركها من دون تحريك لمدة نصف ساعة على الاقل .
4. اقرأ حجم المترسب من المادة في كل من الانابيب الخمسة واحسب الكثافة .

المطـلوب :

1- حدد الخليط الذي كون العالق المشتت (Deflocculated Suspension) .
2- ما هو الفرق في التركيب المايكروي لكل راسب .
3- أي راسب تعتقد بإنه سيؤدي الى مقارنة أعلى (High Strength) للجسم السيراميكي عند التجفيف .

الأسئلة :

1- اذا كانت نسبة المادة الكيمياوية المضافة لغرض التشكيل كبيرة هل يؤثر ذلك على نسبة الحبيبات المشتتة .
2- ما هو تأثير ارتفاع وانخفاض الحامضية في قدرة التشتت للمساحيق .

تمرين رقم (5) : تحضير القوالب الجبسية

الغرض من التمرين : تصنيع قالب جبسي لاستخدامه في الصب الانزلاقي .

المقدمة :

الجبس هو أحد أنواع الجص والاسم العلمي (كبريتات الكالسيوم) رمزه الكيمياوي ($CaSO_4.\ H_2O$) ويسمى أيضا جبس باريس مادة ذات قيمة كبيرة في صناعة الخزف حيث تصنع منه كافة القوالب الجبسية في عمليات أنتاج قطع طين متكررة والقطع المتكررة من عجائن الطين والالواح الجبسية لتجفيف الطين لقابليته العالية في الامتصاص ورغم كل هذه الخدمات يُعدُّ الجبس من المواد الملوثة للطين وله مساوئ كبيرة على الانتاج .

كيف يحضر الجبس لصب القالب :

يحتاج الكيلو الواحد من الجبس الى لتر واحد من الماء ،يوضع الماء في حاوية بلاستيكية وينثر الجبس فوق الماء بالتساوي الى أن يختفي الماء نهائيا ثم يترك لتتشبع ذرات الجبس لمدة دقيقتين تقريبا ثم يخلط الجبس لتفتيت أية كتل تكونت أثناء النثر والخلط باليد من الخلاط لتحسس تجانس الجبس ،اتركه ليستقر ويتفاعل مدة دقيقتين ثم يصب على الشكل المطلوب ويكون الصب بشكل انسيابي جيد ليستقر في كافة تفاصيل الشكل اتركه ليجف وبعد 15 دقيقة يتصلب القالب بدرجة من الحرارة اذا كان من النوع الجيد بعد ذلك يمكن فصله عن الشكل المصبوب .

بعض التوصيات حول التعامل بالجبس :

1- عدم إضافة الماء الى الجبس بعد خلطه لغرض تقليل كثافته وعدم إضافة الجبس لزيادة الكثافة .
2- لايجوز نثر الجبس فوق الماء ويخلط في الوقت نفسه .
3- عدم تعريض القوالب المنتجة للحرارة لغرض التجفيف أكثرمن70 مئوية وإلا سوف تفد صلابتها .
4- يجب خزن الجبس في أماكن جافة وبعيدة عن الرطوبة .
5- لايمكن طحن القوالب الجبسية وارجاعها الى مسحوق للاستعمال مرة أخرى .
6- يجب ابعاد الجبس والقطع الجبسية الصغيرة عن مكان تحضير الطين ومكان إعداد القطع الطينية .
7- وليكن واضحا ،أن الجبس بعد صبه على الشكل وأثناء تصلبه يتمدد الى الجارج قد يحطم الشكل في الاماكن العميقة .

خصائص وتطبيقات الجبس :

يستعمل الجبس في كثير من التطبيقات واهمها صناعة القوالب لتشكيل المواد السيراميكية بالترشيح (Slurry Infiltration) أو ما يسمى عادة بالصب الانزلاقي (Slip Casting) كما ان كثير من له الاستعمال كما في صناعة السمنت والبناء وفي التطبيقات الطبية .تتواجد المواد الخام للجبس ($CaSO_4.H_2O$) في كثير من مناطق العالم وكذلك في قطرنا بشكل مناطق رسوبية وبتسخين المادة الخام للجبس بين (120° – 160°) م فإنها تفقد جزء من ماء التبلور مكونة مايسمى بالجبس الباريسي عند إضافة الماء الى هذا المسحوق يحصل تفاعل معكوس مصحوب بارتفاع لدرجة الحرارة (Exothermic reaction) ليعيد تكوين الجبس ككتلة صلبة متراصة نتيجة نمو بلورات الجبس الابرية الشكل وترابطها التشابكي ,من الناحية العملية فان كمية الماء التي تضاف الى مسحوق الجبس تزيد كثيراعن الحاجة لاحداث تفاعل واعادة التميع .

لذا فان الماء عندما يتبخر بعد التجفيف يترك جسما مليء بالفجوات وهذه الخاصية هي التي تجعل الجبس مفيدا في تصنيع القوالب .أن ضغط الامتصاص الشعري الذي تحدثه هذه الفجوات في الجبس يكون مقدارها (0.1 Mpa – 0.2) مما يؤدي إلى إمكانية نفاذ وامتصاص الماء خلال القالب .

العمـــل :

1- يتم أختيار نموذج معين لتصنيع القالب .
2- يطلى النموذج بطبقة خفيفة جدا من دهن الفازلين (Petroleum jelly) لضمان عدم التصاقه بالقالب الجبسي بعد التصلب ثم يوضع فوق سطح املس (لوح زجاجي مثلا) .
3- يحاط النموذج بحاجز على شكل مربع أو دائري ذي ارتفاع مناسب ثم يتم تحشية المنطقة الفاصلة بين الحاجز والسطح الزجاجي بمادة الطين الصناعي (Plastasene) لضمان عدم تسرب الجبس .
4- يتم خلط نسبة اربعة حجوم من المسحوق الجبسي الى ثلاثة حجوم ماء (حسب نوعية الجبس) في وعاء بلاستيكي حيث يضاف المسحوق بشكل تدريجي الى الماء ويخلط جيدا باليد لضمان عدم وجود شوائب صلبة أو تكتلات جبسية .
5- يسكب الخليط في المنطقة المحيطة بالنموذج ببطئ الى ان يغمر النموذج لتفادي تكون فقاعات الهواء بين النموذج والجبس ثم تسكب الكمية المتبقية لتجنب تجمد الخليط .
6- يضرب بمطرقة صغيرة على جوانب الحاجز .
7- يغمس محرار زجاجي (مطلي بالفازلين) في إحدى جوانب القالب لمراقبة التغير في درجات الحرارة لحين تصلب القالب واستخراجه .

8- بعد تصلب الجبس وانخفاض درجة حرارته الى حدود (25 C°) بعد مدة زمنية يستخرج القالب الجبسي من الحاجز ويتم فصله عن النموذج .

9- يوضع القالب الجبسي في مسخن بدرجة حرارة (45 – 50 C°) مْ ويترك ليجف خلال 48 ساعة .

المطلوب :

1- الرسم البياني بين درجة الحرارة والزمن لتحديد درجة الحرارة القصوى للتفاعل الطارد للحرارة (Exothermic reaction) .

ألأسئلة :

1- اذا زادة كمية الجبس بالنسبة للماء ما هو تأثير ذلك في خصائص القالب .

2- ما هي العيوب التي تظهر في القالب الجبسي وما هو تأثيرها على عمل القالب أثناء الصب الانزلاقي وكيف يمكن التقليل من هذه العيوب .

تمرين رقم (6) : تشكيل أجسام خزفية بطريقة الصب الانزلاقي

الغرض من التمرين : معرفة أفضل نسبة من الماء والطين لغرض الحصول على أفضل عالق سيراميكي .

المقدمـــــة :

طين الصب (Casting Clay) :

مستحلب الطين السائل أو طين الصب في القوالب وهو طين سائل بكثافة معينة تثبت هذه الكثافة بجهاز قياس لكثافة الطين و بإمكان الممارس أن يثبت هذه الكثافة بسهولة ويتصف هذا الطين بالانسيابية والتدفق بسهولة عند صبه وأثناء تفريغ القالب ويمكن وصف انسيابيته وكثافته للمبدا بأنها تشبه (بيت محرك السيارات) وعند وضع إصبع اليد فإن الطين يكون طبقة تاخذ شكل الاصبع . لايمكن تحضير طين الصب بمزج الماء والطين فقط .

طريقة تحضير طين الصب :

بعد ان يشبع الطين بالماء ويمزج جيدا ويكون كثيف القوام تضاف اليه مادة (سليكات الصوديوم) بنسبة 2% من وزن الطين وهو جاف وبعد مزجه جيدا تضاف مادة ثانية وهي (كاربونات الصوديوم) بنسبة 2% وبعد المزج يتحول من طين كثيف الى طين سائل ينساب بسهولة وهذه المواد هي مشتتة لذرات الطين وهذه المادتين خفضت بنسبة من الماء من 25 الى 30 % ليتحول الى سائل عند إضافتها تقوم بتشتيت ذرات الطين وتمنعها من التراص والتكتل وجعل ذرات الطين تتنافر فيما بينها وتمنعه من الترسب في الاسفل ويكون الطين في حالة التعلق وعند تركه لمدة لا ينفصل الماء عن الطين هذه مواصفاته وفي حالة تكتل الطين أثناء تحضيره ويصبح بشكل غير انسيابي يشبه (الجلي) معنى هذا حدوث خطأ في النسب المضافة أكثر من المعتاد أو خفيف جدا وهذه يمكن تجاوزها بالممارسة والاختبار لعدة مرات بإوزان قليلة لاتتجاوز 1000 g للتجربة الواحدة.

أن المصادر التي حددت نسبة سليكات الصوديوم وكاربونات الصوديوم 2% لكل مادة بحسب مواصفات الطين المصنع في معاملهم ذات الانتاج الكبير لاتشبه الطينات المتوفرة محليا ولكن يمكن التوصل الى انتاج طين الصب بالتجارب المتكررة بنفسك .

إنتاجات طين الصب :

أحدث وجود طين الصب ثورة في الانتاج بوساطة قوالب الجبس من خلال انتاج قطع رقيقة الجدران ومتساوية في السمك في كل نقطة من القطعة المصبوبة .تعتمد دقة القطعة المنتجة على

الطين المعد بالشكل الصحيح من الانسيابية وتعتمد على النسب الصحيحة لسليكات الصوديوم وكاربونات الصوديوم ونعومة الطين وتعتمد على نعومة المنخل الذي عبر من خلاله أثناء اعداده وكذلك دقة القالب الجبسي .

عند صب الطين في القالب الجبسي تزداد كثافة الطين على المساحة الملامسة للجبس بسبب امتصاص الجبس للماء الموجود في الطين بعد 15 دقيقة وإذا ازدادت المدة يزداد سمك الجدار ويمكن ملاحظة الجدار المتكون من أعلى القطعة المصبوبة عند تحريك القالب علما ان الطين المصبوب يبدأ بالتناقص بسبب امتصاص القالب ويجب زيادة الطين مرة أخرى وبعد التأكد من تكون الجدار يرفع القالب ويفرغ الطين ويبقى الجدار في القالب ويترك ليجف لفترة جفاف أولي ويمكن مشاهدة الطين وقد انفصل عن القالب بعدها يمكن إخراج القطعة بعد فتح القالب كما موضح في الشكل التوضيحية لملء القالب وتفريغه .

النظريـــة :

إنّ تشكيل المساحيق السيرامكية يمكن ان يتم بعدة طرق للحصول على أشكال مختلفة قبل التلبيد النهائي والوصول الى قطع سيراميكية عالية الكثافة . ان أحد التقنيات الشائعة هي ازالة الماء من عالق مائي مركز لمسحوق باستعمال مادة ماصة كقالب الجبس (Plaster of Paris) حيث تنسحب دقائق المسحوق الى بعضها البعض بوساطة قوى الشد السطحي عندما يمتص الماء مكونة طبقة متراصة من الدقائق على سطح القالب . أن التصاق الدقائق فيما بينها بقوة يكون كافيا للسماح بمناقلة القطعة المشكلة لاجراء بعض التعديلات الطفيفة في مرحلة ما بعد التجفيف . إن بالامكان الحصول على عوالق مركزة للمساحيق الناعمة ولكن في الوقت نفسه ذات خاصية جريان عالية (Very Fluid) فالمساحيق الناعمة تكون ذات مساحة سطحية عالية نسبة الى حجمها وعندما تكون عالقة في الماء أو في محلول اليكتروليتي فان سطح الدقائق سيكون مشحوناً كهربائيا بسبب ميكانيكيات مختلفة للالتصاق بالايونات الموجودة في المحلول .فإذا كان بالامكان السيطرة على نوع وتركيز هذه الايونات في المحلول فان الشحنات السطحية وكذلك قوى التنافر بين الدقائق يمكن التحكم بها للوصول الى افضل بما يسهل جريان الدقائق الواحدة قرب الاخرى بحرية وهذا الخليط العالق يسمى (Slip) أو (Slurry) .أن ازالة كمية الماء من هذا الخليط العالق بالامتصاص بوساطة سطح القالب الجبسي الداخلي سيؤدي الى تكون طبقة متراصة صلبة فإذا سكبنا ما تبقى من الخليط العالق من القالب فاننا تحصل على شكل يأخذ جميع حنايا السطح الداخلي للقالب الجبسي وبهذه الطريقة يمكن تصنيع قطع سيراميكية معقدة الشكل يصعب تصنيعها بالطرق الاخرى .

أولا : تحضير العالق السيراميكي

يحضر عالق من مسحوق الكاؤلين بنسب وزنية مختلفة حيث يحضر الخليط الاول مع الماء يأخذ نسبة وزنية من المسحوق (55%) و (60%) و (65%) على الوجه التالي :

لتحضير محلول عالق بنسبة (55%) وزنا من المسحوق :

1- يحضر (165 gm) من المسحوق في بيكر زجاجي وفي بيكر أخر بوزن (135 gm) من الماء المقطر أو (135 ml) .
2- يضاف المسحوق وبشكل بطيء الى الماء مع الاستمرار بالخلط بأستخدام خلاط أو باليد إلى أن يتم إضافة كلّ المسحوق .
3- يضاف أثناء الخلط كمية من كاربونات الصوديوم (5%) بمقدار (0.5 gm) لكل اضافة مع ملاحظة تصرف العالق أثناء الخلط حيث تقل لزوجة الخليط الى ان تصل الى أقل ما يمكن بعدها تبدأ بالازدياد .
4- يتم قياس قاعدية الخليط باستعمال مقياس (PH) قبل إضافة كاربونات الصوديوم وبعد كل إضافة أثناء الخلط .
5- استخرج نسبة كتلة كاربونات الصوديوم كمادة صلبة الى كتلة المسحوق .
6- استعمل هذه النسبة في تحضير العوالق .
7- اختار العالق الذي تجده مناسبا لاستعماله في المصبوبات فقرة ثانياً.

ثانيا : التشكيل بوساطة ترشيح العالق (Slip Casting) :

1- خذ اسطوانة مدرجة بحجم (100 cm) أو بيكر بالحجم نفسه ثم ضعها على ميزان منضدي وصفر الوزن ،صب بعناية (50 cm) من الخليط المحضر سابقا في الاسطوانة من دون أن تجعل المسكوب يمس الجوانب .
2- سجل كتلة العالق وحجمه وجد تركيز المسحوق في العالق كنسبة مئوية حجما ونسبة مئوية كتلة .
3- أملئ قوالب الجبس الثلاث بخليط العالق من دون ان تقبض أو يمس الخليط المتجانس السطوح الجانبية لبطئ القالب أثناء السكب .
4- انتظر مدة (60) ثانية للاول و(120) ثانية للثاني (240) ثانية للثالث لامتصاص الماء من قبل القالب ثم اعد المتبقي من العالق في القالب الى بيكر .

5-اقطع الحاشية التي تكونت على سطح القالب الخارجي أثناء السكب واترك القوالب لمدة ساعة واحدة قبل أن تخرج المصبوبات من القالب والطرق على جانب المنضدة .

6 - ضع علامة مميزة على القاعدة المصبوبة بخدشها ثم سجل ارتفاعها ووزنها ثم اتركها تجف ويتم تلبيد القطع بدرجة حرارة (1200° C) ولمدة ساعتين .

المطلوب :

1- استخرج قيمة المحتوى المائي للقطع بعد اجراجها من القالب مباشرة وأوجد التقلص الطولي والحجمي بعد التلبيد النهائي .

2- ما هو العلاقة بين التقلص الطولي والتقلص الحجمي لمكعب مسحوق الكاؤلين بعد التلبيد .

3- لماذا يحدث هذا التقلص ؟

4- ما هي ملاحظاتك على اختيار العالق وتصرفه أثناء الصب وأي عالق يكون افضل من ناحية القوام لعملية التشكيل بالترشيح .

5- ما هو تأثير العامل الزمني عند التشكيل في الخواص الاخرى للقطع قبل وبعد التلبيد .

الأسئلة:

1- ما العيوب التي تظهر في العينة المصنعة بالصب الانزلاقي وكيف يمكن التقليل منها .

2- اذا زادت نسبة المادة المشتقة عن الحد المطلوب فهل تستمر اللزوجة بالتناقص .

3- ما أبرز تطبيقات المنتجات السيراميكية المصنعة بالصب الانزلاقي عدد خمسة تطبيقات .

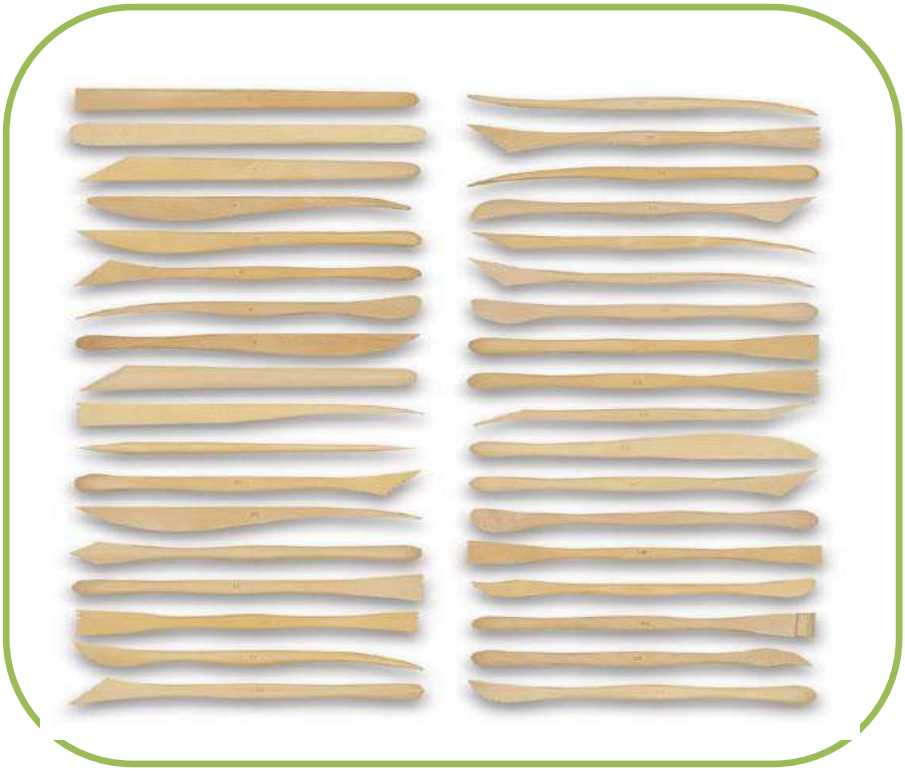
4- ما الجهد الكهربائي الذي سيظهر في العالق المشتت وكيف يمكن حسابه نظريا ؟ وضح ذلك بالمعادلة.

الفصل الثاني

تدريبات عملية في تشكيل الأطيان الخزفية

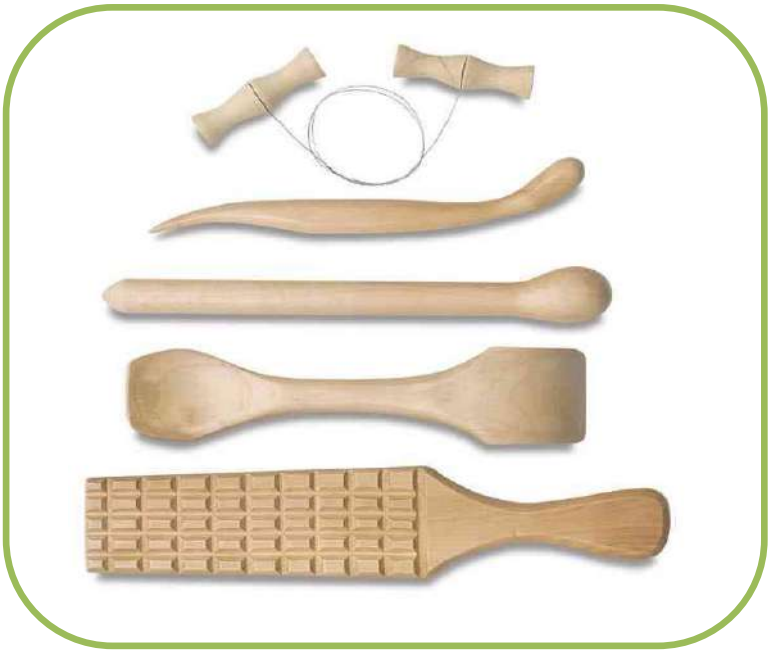
أدوات العمل المستخدمة في تشكيل الأجسام الخزفية الطينية :

أدوات العمل الخشبية القياسية :



شكل رقم (3)

وهي عبارة عن أدوات مصنوعة من الخشب بأشكال بحسب نوع الاستخدام ،وهي تستعمل في أظهار النقوش والتفاصيل الدقيقة في العمل قبل الجفاف لمادة التشكيل (الطين) أي أنه الجسم الطيني في حالة طرية . وهنالك أشكال خشبية أخرى ولها أستخدامات أخرى .



شكل رقم (4)

يمكن استخدام مادة الخيزران في تصنيع الأدوات كما في الشكل (2) أدوات رقم 1,2,3,4 فهي مصنوعة من الخيزران وتستعمل للحفر وإضافة النقوش على الجسم الطيني .

شكل (5)

شكل (6)

أدوات العمل المعدنية :

وهي أدوات مصنوعة من معادن غير قابلة للصدأ وتكون الأداة الواحدة ذات رأسين مختلفين ,تكون الرؤوس إما مسنة أو حادة بحسب نوع الاستخدام ,فهي إما تستعمل للحفر أو للنقش على الاجسام الطينية الرطبة الصلبة وهذه الاشكال هي :

شكل (7)

شكل (8)

يمكن استخدام الأدوات المعدنية للحفر والنقش وتعديل القوالب الجبسية .

أدوات التشـذيب :

وهي أدوات مصنوعة من عصا خشبية وحلق سلكي من طرفي العصا ,وتكون الحلقات السلكية إما ذات مقطع دائري أو شريطي ولكل واحدة إستخداماتها .

استخدامات أدوات التشذيب :

1- حذف الأجزاء البارزة والعالية من على سطح الجسم الطيني .
2- إبراز النقوش على سطح الجسم الطيني .
3- تعديل سطح الجسم الطيني .

شكل (9)

شكل (10)

الاسطوانات الخشبية (ألشيبك) :

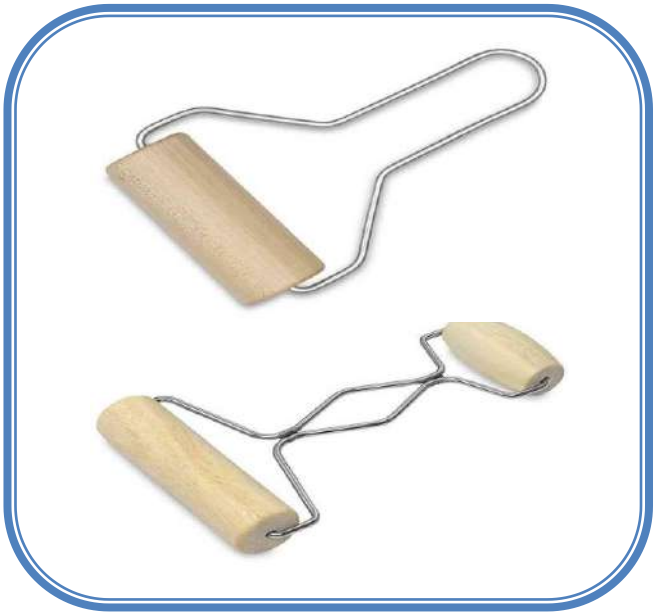
وهي عبارة عن قطعة من الخشب الاملس والمستوي تستعمل هذه الاسطوانة في تعديل سطح الطينة المراد العمل بها أو لتشكيل الواح طينية .

لكن تصنيع أنواع مختلفة الغاية منها إظهار ملمس مختلف لإبراز شكل التصميم الزخرفي كما في الشكل (11) و (12)

شكل (11)

شكل (12)

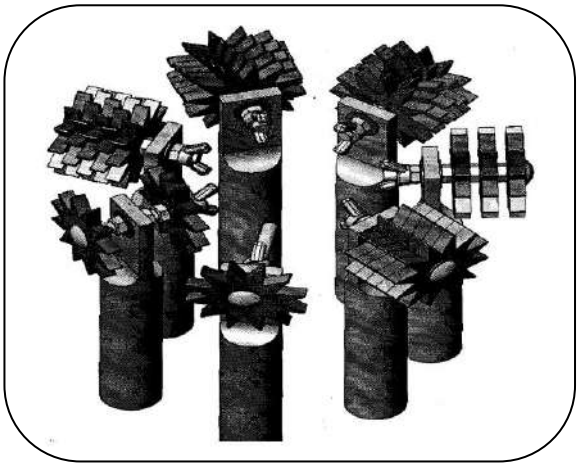
كما إنه يمكن استخدام أنواع أخرى من الاسطوانات ,وهي مستوحاة من أثار العراق القديم في صناعة الأختام ويمكن حفر الاسطوانة بالشكل المراد تنفيذه، كما في الشكل (13) .

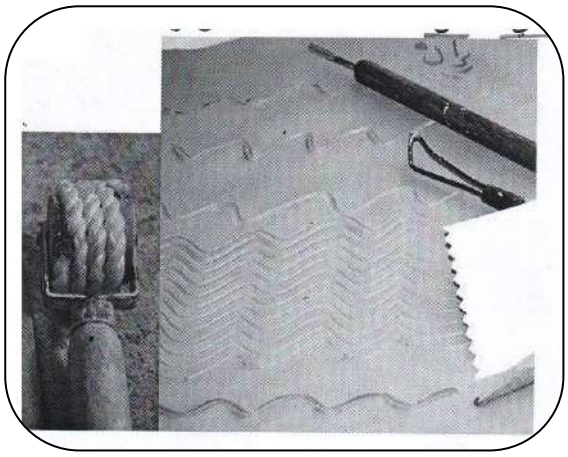


شكل (13)

الملمس :

هو اثر لاداة مرت على سطح العمل الطيني ,ويمكن إحداث هذا الاثر بوساطة أية مادة إن كانت مخصصة للملمس أو لا . كما في الشكل (14) .

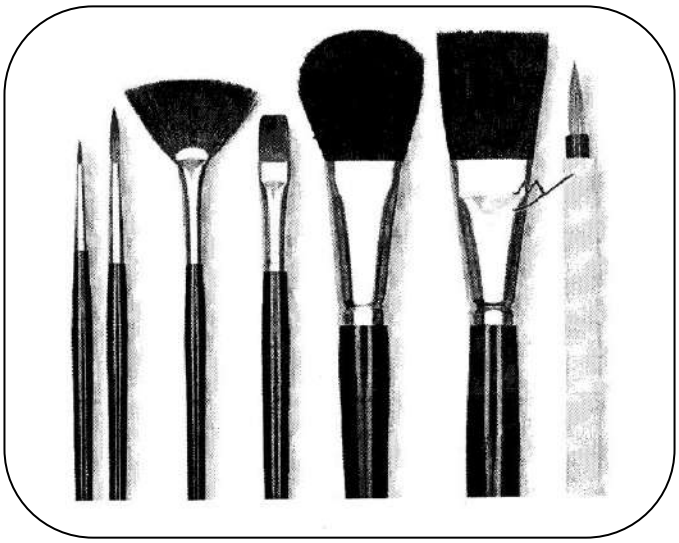




شكل (14)

فرشات التزجيج :

وهي فرشات مصنوعة من مواد طبيعية 100% أي من أنواع من الحيوانات مثل الخيول والخنزير ....الخ . ولكل نوع من الفرشاة استخداماتها الخاصة ,فمنها تستخدم للكتابة تحت طبقة التزجيج أو خارجه,ومنها تستخدم لرسم أشكال معينة أيضا، كما في الشكل (15) .



شكل (15)

أدوات العمل على العجلة الميكانيكية :

وهي أدوات أشبه بالادوات السابقة الذكر لكن فيها بعض الاشياء الضرورية والمهمة لهذا العمل . كما في الشكل (16) .

شكل (16)

الفصل الثالث

تدريبات عملية في تشكيل الخزف

تشكيل الأوعية بطريقة قرص الطين (Pinch pot construction):

يمكن بوساطة قرص الطين صنع أشياء مثل الحيوانات أوالطاسة وتُعدُّ هذه الطريقة أساسية يمكن من خلالها التعرف على طبيعة الطين وامكانية تشكيله كذلك معرفة إمكانية حني الطين وهل يجف بسرعة ؟

ولعمل طاسة يمكن إجراء الخطوات الاتية :

1- خذ كرة من الطين وادفع الابهام نحو المركز ويقرص على جدران القطعة . انظر الشكل (17) .

الشكل (17)

2- اللف حول جدران القطعة مع القرص هذا يساعد على بقاء سمك الجدران بمستوى واحد .

انظر الشكل (18) .

الشكل (18)

3- تسطيح القاعدة ويتم بملامسة القاع بلطف لتكوين سطح مستوي أو بقعة مستوية اسفل القطعة .
انظر الشكل (19) .

الشكل (19)

طريقة تركيب الحبال الطينية الملفوفة Coil construction :

تستخدم في هذه الطريقة حبال طينية تلف وتتجمع لتشكيل جسم خزفي . وتتضمن صنع الحبال وضغطها مع بعضها البعض للحصول على نمط معين للجسم الخزفي .

وتشمل الخطوات الاتية :

1- لف الحبال بشكل حلزوني : حيث تلف بشكل دائري، انظر الشكل (20) .

الشكل (20)

2- صنع النموذج : ويشمل نمط الجسم الخزفي ويتم بتسطير الحلزونات الملفوفة الواحدة بجوار الاخرى ويحدها زوج من الحبال ليكون الجزء العلوي وأخر يمثل الجزء السفلي انظر الشكل (21) .

الشكل (21)

3- ملء الفجوات :يتم بضغط كرات طينية في جميع الفجوات ولفسحات الفاصلة بين الحبال الحلزونية المرتبة . انظر الشكل (22) .

الشكل (23)

4- القشط والصقل : يتم قشط وصقل جميع الحبال الحلزونية مع بعضها البعض .ولا خوف على شكل الحلزوني لانه سيظهر في الجانب الأخر ولا يتأثر بهذه العمليات، انظر الشكل (24).

الشكل (24)

5- تعديل الحافات : بعد اجراء عمليات القشط والصقل , نحتاج لتعديل الحافات وتتم بحصر القطعة بين مسطرتين وبالاتجاهين المتقابلين للحافات، انظر الشكل (25) .

الشكل (25)

6- الرفع بعناية : ترفع شريحة الحبال الحلزونية المرصوصة بعناية لكي لا تؤثر في انتظام الشكل . انظر الشكل (26) .

الشكل (26)

7- صنع القعر : يمكن قطع شريحة طينية تمثل قاع العمل باستعمال كأس يأخذ شكل الشريحة المقطوعة. انظر الشكل (27) .

الشكل (27)

8- حني الشريحة الحلزونية وربطها مع القاع : وتتم بلف الكتلة المحلزنة بعناية حول شريحة القاع انظر الشكل (28 A ,B) .

الشكل (28 - A)

الشكل (28 - B)

9- صقل القاع : ويتم بقلب القطعة وإجراء القشط والصقل ، وبعد تغطيس الإصبع بالماء من أفضل طرق الصقل المستخدمة . انظر الشكل (29)

الشكل (29)

10- وضع اللمسات الأخيرة : يتم على مسافة الشريحة المحلزنة باستخدام قلم الرصاص يتم تحديد مناطق الحلزون لإظهارها بشكل واضح، انظر الشكل (30) .

الشكل (30)

11- اللمسات الأخيرة على الحافة العليا : تصقل الحافة العليا ببطء لكي تكون جاهزة للتجفيف ببطء، ومن المهم إجراء التجفيف ببطء لان الأخاديد من الحلزونات سوف تتشقق إذا حدث التجفيف بسرعة. انظر الشكل (31) .

الشكل (31)

تشكيل حاوية صغيرة بطريقة الحبال الملفوفة :

في هذه الطريقة سيتم تجميع حبال طينية لتشكيل قطع من القماريات وهي من ابسط الطرق المستخدمة لتصنيع الأجسام الحلزونية . وتتضمن المراحل الاتية :

1- لف الحبال : يتم بعصر الطين بين اليدين بطريقة التدوير وقد لا نحصل على انتظام تام ومستدير بالضغط من اليدين والأصابع، انظر الشكل (32) .

الشكل (32)

لذلك يفضل تسوية الحبال بالنش على منضدة بالضغط والدحرجة ذهابا وإيابا، انظر الشكل (33) .

الشكل (33)

2- تحديد السمك الملائم : يتم الحصول على أفضل سمك مثل حجم قلم الرصاص ثم ترص هذه الحبال الواحدة على الأخرى، انظر الشكل (34) .

الشكل (34)

3- التعديل من الداخل : باستعمال أحد الاصابع و بالدفع بقوة من داخل القطعة يتم قشط الحبال من الداخل من خلال الضغط على الحبل العلوي والى الاسفل، انظر الشكل (35) .

الشكل (35)

4- الصقل من الداخل : عند الصقل من الداخل تلف اليد الاخرى على القطعة ومن الخارج لكي لا يتم إتلاف العمل . انظر الشكل (36) .

الشكل (36)

5- تسوية القمة : لتسوية السطح العلوي يتم بلف القطعة بلطف وتنقر قليلا على المنضدة لجعل السطح العلوي مستويا . انظر الشكل (37) .

الشكل (37)

6- التجفيف البطء :بعد الانتهاء من تشكيل القطعة تترك لتجف ببطء حيث تعد الأخاديد نقاط ضعف فعند تجفيفها بسرعة فأنها ستؤدي الى تصدع القطعة . انظر الشكل (38) .

الشكل (38)

التشكيل بطريقة بناء الالواح (Slab construction) :

يتم في هذه الطرقة وضع الواح طينية مع بعضها البعض لصنع قطعة فخارية . و هذا البناء قد يستغرق وقتا كافيا لانجازه ويجب عدم التسرع للحصول على نتائج أفضل . ويتم بالمراحل الاتية :

1- نشر الكتلة الطينية (فرش العجينة) : تبدأ بعملية فرش الطين على شكل سطح مستوٍ . ويفضل وضع قطعة من القماش تحت الطين لمنع الالتصاق بسطح الطاولة ثم يتم تسوية الطين براحة اليد كاملة، انظر الشكل (39) .

الشكل (39)

2- قلب الطين : لإجراء عملية قلب الطين فأنه يُحمل بوضع الشريحة بين اليدين وترفع من أحد الأطراف لمنع عملية تمزق الطين أثناء القلب، انظر الشكل (40) .

الشكل (40)

3- درفلة الطين : تستخدم أسطوانة خشبية (شيبك) لبسط الكتلة الطينية للحصول على مستو ولضمان استواء السطح يفضل دحرجة الاسطوانة على سطرين تقعان في الجوانب وبينها الكتلة الطينية . انظر الشكل (41) .

الشكل (41)

4- تقطيع الشرائح : تستخدم مسطرة لقطع الشريحة على شكل حافات مستقيمة . ولجعل زوايا الشريحة 90° ضع الشريحة على ورقة مخطط عليها زوايا 90°، انظر الشكل (42) .

الشكل (42)

5- تقوية الشرائح الطينية : بعد تقطيع الشرائح وضبط الزوايا تترك الشرائح لتكتسب صلابة الجلد قد يصل الزمن الى أكثر من ساعة لإتمام هذه العملية، انظر الشكل (43) .

الشكل (43)

6- تخديش أو حز الحافات : بعد إتمام وصول الشرائح الى صلابة الجلد تستخدم ابرة أو قلم رصاص منبل لخدش حافات الشرائح الطينية لكي يمكن ربط الحافات مع بعضها البعض ويجب أن تكون هذه الخدوش على شكل شبكة متقاطعة، انظر الشكل (44) .

الشكل (44)

7- وضع لزق على الحافات : تخفف كمية من الطين بإضافة الماء حتى تصل الى لزوجة اللبن وتوضع على المناطق التي خُدش . انظر الشكل (45) .

الشكل (45)

8- وضع اللزق : يضيف بعض الخزافون الخل الابيض بدل الزلـق . ومـع ذلك يستخدم الزلـق الطينـي مع مراعات عدم ظهور الشقوق على الزلق بعد الجفاف . انظر الشكل (46) .

الشكل (46)

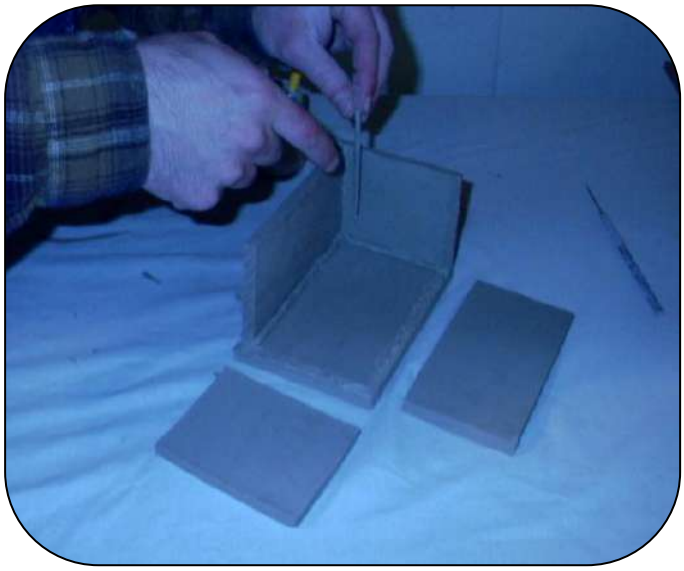
9- ربط الفخار : يتم بوضع حافات الشرائح مع بعضها البعض ويتم ربط الشرائح مـع بعضـها الـبعض بحيث تستند الواحدة على الأخرى لكي تكون هنـاك تقويـة ولإسناد للشرائح بعضـها مـع الـبعض الأخر. انظر الشكل (47) .

الشكل (47)

10- للحصول ربط جيد : من خلال التجربة ستحصل على ربط وملمس جيد ، ويمكن معرفة الربط الجيد اذا ما تم إدخال الزلق الطيني بين السطحين حيث يعمل على ربط اللوحين مع بعضهما . انظر الشكل (48) .

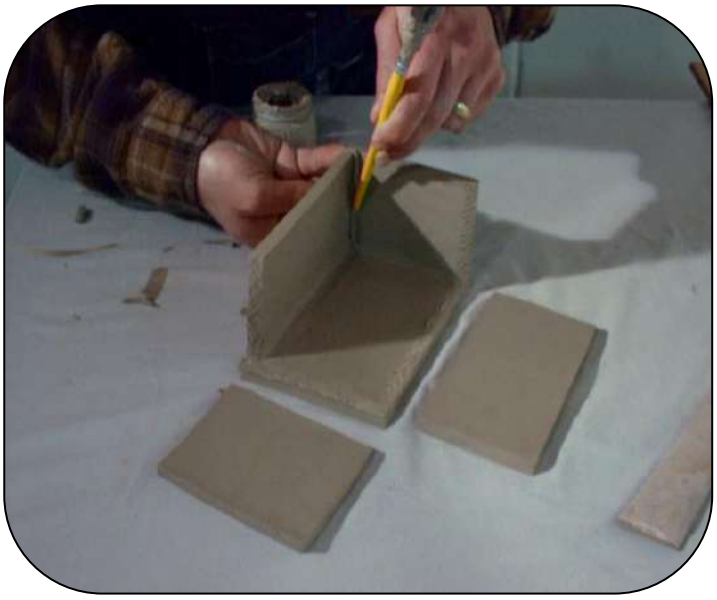
الشكل (48)

11-إضافة سلك بين الالواح ومن الداخل : تهدف هذه العملية لجعل الجسم مناسق بشكل اقوى من خلال وضع سلك في الزوايا من الداخل ويضغط السلك الى داخل الزاوية بلطف ويجب الحذر من انفصال الالواح . انظر الشكل (49) .



الشكل (49)

12-صقل السلك من الخارج : يتم باستعمال الفرشاة ومن نهايتها العليا ويصقل السلك باستخدام الزلق أيضا ,ويتم إسناد الزوايا باستعمال اليد الثانية لكي لا يحصل انفصال، انظر الشكل (50) .



الشكل (50)

13- اللمسات النهائية للزوايا : تستعمل فرشاة رطبة لتنعيم كل الزوايا من الخارج وكذلك يتم إخفاء جميع مناطق الربط . انظر الشكل (51) .

الشكل (51)

14-التلامسات النهائية من الحافات العليا : لتنعيم السطح خارج الحافات العليا استعمل منشفة ورقية رطبة ومررها على طول الحافات من الأسفل والأعلى ,هذا سيعمل ايضا على تدوير الحافات وعدم جعلها حادة . انظر الشكل (52) .

الشكل (52)

15-قياس الابعاد : اذا كان المطلوب تصميم غطاء فإنه يجب قياس طول وعرض الحاوية المصنعة من الالواح وتسجل القياسات مع مراعاة أن هناك انكماشا سيحصل في الأبعاد بعد التجفيف .
انظر الشكل (53) .

الشكل (53)

16-اللمسات الاخيرة وصنع المقابض : يمكن استبدال الغطاء بصنع مقابض من الجوانب وتكون هذه المقابض في مناطق مركزية وسيتم لاحقا شرح كيفية صنع ربط المقابض . انظر الشكل (54).

الشكل (54)

بعد إكمال القطعة الخزفية سنحتاج الى تجفيفها ومن المهم جدا التجفيف ببطء وانتظام ,حيث تميل المقابض الى الجفاف اسرع من بقية القطعة وهذا قد يؤدي الى التصدع كذلك اذا تم التجفيف بسرعة قد يؤدي الى تصدع القطعة أو تشويهها , ويمكن جعل عملية التجفيف اكثر انتظاما من خلال تغطية القطعة بصحيفة هذه ستجعل خروج الرطوبة ببطء مع الحفاظ على المظهر الخارجي للقطعة .

التشكيل على الدولاب Throwing on the wheel :

المرحلة الأولى / مركزة الكتلة الطينية Centering the clay :

تعتبر مرحلة مركزة الطين من أهم خطوات تشكيل الفخاريات ,فأذا لم تتم عملية تمركز الكتلة الطينية هذا سيؤدي الى عدم استقرار الكتلة الطينية وستبقى في صراع مع الكتلة الطينية طيلة مدة التشكيل , ولكي تتم عملية مركزة الكتلة الطينية يجب استعمال جسمك بالكامل , وكذلك يجب الجلوس بشكل مريح حتى يكون الضغط بالضد من أفخاذ الرجل وتتم هذه المرحلة بالخطوات الآتية :

1- صنع الكتلة الطينية في مركز قرص الدولاب بطريقة رمي الكتلة الطينية لجعلها تلتصق بالقرص ويعتمد الالتصاق على نجاح طريقة الرمي، انظر الشكل (55) .

الشكل (55)

2- ضغط الكتلة الطينية بلطف على شكل مخروط وذلك بركة الدولاب ببطء بالضغط على العجينة الى مركز الدولاب، انظر الشكل (56) .

الشكل (56)

3- استعمل جسمك بالكامل لدفع الكتلة الطينية الى المركز ,وجعل الدولاب يتحرك بسرعة تتراوح ما بين المعتدلة الى السريعة مع تبليل اليدين والكتلة الطينية ثم أبدا بتسليط القوة على الطين باتجاه المركز (ملاحظة المرفق الايسر يضغط على الفخذ والجسم بالكامل يستخدم لدفع الطين) انظر الشكل (57) .

الشكل (57)

4- دفع الطين الى الاسفل ,استخدم اليد اليسرى كحوجه (guide) واضغط على الطينة براحة اليد اليمنى الى الاسفل، انظر الشكل (58) .

الشكل (58)

5- رفع الطين الى الاعلى ,استعمل كلتا اليدين وجسمك لمنع حركة الذراعين مع الطين ,اضغط الطين بالاتجاهين لدفع الكتلة الطينية الى الاعلى، انظر الشكل (59) .

الشكل (59)

6- بعد عملية المركزة ستكون الكتلة الطينية جاهزة للفتح ويمكن الانتقال الى المرحلة الثانية. انظر الشكل (60) .

الشكل (60)

المرحلة الثانية / فتح القطعة Opening up the Piece :

يمكن ان تكون مرحلة فتح القطعة الطينية من المركز اكثر صعوبة , يجب التدريب على بقاء اليدين ملامستين للقطعة وبعكسه فان التجويف في المركز سوف تبدا بالتحلل والتحايل على الرم من ظهور الجانب الخارجي وكأنه باقي متمركز . وتتم هذه المرحلة بالخطوات الأتية :

1- استعمال الإبهام للبدا بعملية الفتح ، وذلك بضغط الابهام والاستمرار بعملية الضغط .كذلك اضغط على ذراعك باتجاه جنبك لبقاء الذراع مستندة ولتستمر عملية حمل الابهام بشكل مستقر . ويجب الانتباه الى ترك طين كافٍ في قاع القطعة، انظر الشكل (61).

الشكل (61)

2- أستعمال كلتا اليدين لتوسيع عملية الفتح ، وفي حالة تجمع الماء في داخل التجويف استخدم أسفنجة لازالة هذا الماء الفائض، انظر الشكل (62) .

الشكل (62)

3- السيطرة على الابعاد : وتتم بواسطة عملية سحب الطين من القاع الذي يضل ان يكون بسمك ¼ أنج والجدران بسمك ¾ أنج، انظر الشكل (63) . تمثل مقطع لرؤية عملية السحب .

الشكل (63)

4- وضع اليدين : هذه العملية تهدف لسحب الجدران الى الاعلى ،لاحظ انه يجب ان يكون الابهام والاصابع اليسرى في الارتفاع نفسه مع بعضهم البعض ، وتكون اليد اليمنى مغلقة حول الابهام الايسر لكي تساعد حمله بشكل منتظم، انظر الشكل (64) .

الشكل (64)

المرحلة الثالثة :

وتبدا بعملية سحب الجدران وفتح القطعة وهذا لن يكون صعبا اذا ما تمت عملية مركزة القطعة بشكل جيد وتبدا سرعة دوران الدولاب من البطيئة الى مابين المتوسطة والسريعة وقد تتم عملية سحب الجدران تتم بتكرار اثنين أو ثلاثة تأثيرات من اليدين ويجب عدم اجراء السحب بتأثير واحد فقط . وتتم هذه المرحلة بالخطوات الاتية :

1- السحب الاولي للجدران : وتتم بعصر الطين وسحبه (حركة متجمعة) وتعتمد سرعة السحب على سرعة دوران الدولاب فكلما كانت العجلة أسرع تمت العملية بشكل أسرع ولكن يفضل أن تكون سرعة الدولاب في البداية بطيئة ويبدأ التسريع عندما يمس الشخص براحة الحركة وانتقال الطين الى الاعلى، انظر الشكل (65) .

الشكل (65)

2- السحب الثانوي : تكرر عملية السحب مرة ثانية للحصول على السمك المطلوب (عادة سمك ¼ أنج)، انظر الشكل (66) .

الشكل (66)

3- تنحيف (تشذيب) القاعدة :تمم باستخدام أداة خشبية خاصة يتم بوساطتها الوصول الى القعر المطلوب، انظر الشكل (67) .

الشكل (67)

4- قطع الحافة العليا : تستخدم لهذا الغرض أبرة لجعل القمة معتدلة، انظر الشكل (68) .

الشكل (68)

5- تشكيل القطعة والتضييق : تتم بتسليط ضغط خارجي يتم بوساطتها تضييق افتتاح القطعة انظر الصورتين (69 , 70) .

الشكل (69)

الشكل (70)

6- تشكيل القطعة والتوسيع : تتم بوضع الاصابع داخل القطعة وتضغط بلطف الى الخارج لتوسيع القطعة (ويجب الحذر من سقوط القطعة اذا كانت السرعة عالية للدولاب مع السحب الزائد) انظر الشكل (71) .

الشكل (71)

7- الانهاء وفصل القاعدة : لفصل القاعدة يستخدم سلك معدني أو خيط صيد السمك،عملية الفصل هذه تتم بعد الانتهاء من العمليات السابقة مباشرة وذلك للسماح للقاعدة بأن تنكمش بالمعدل نفسه مع الجدران ومنع عملية التصدع التي قد تحدث نتيجة التصاق القاعدة بالدولاب . انظر الشكل (72).

الشكل (72)

المرحلة الرابعة / التشذيب والتزيين على الدولاب :

يقصد بالتشذيب إزالة طبقة خفيفة من قاعدة القطعة الطينية .يفضل أن تتم عملية التشذيب عندما تصبح القطعة في مرحلة صلابة الجلد .وتشمل عملية التشذيب نهايات القطعة بالاضافة الى الحصول على السمك المناسب للقطعة وتشمل مرحلة التشذيب الخطوات الاتية :

1- البدء بلف القطعة الى الاعلى : حيث يتم تشذيب قاعدة القطعة أثناء عملية اللف ويجب الانتباه الى عدم الضغط بشدة لكي لا يحدث انبعاج في القاعدة، انظر الشكل (73) .

الشكل (73)

2- مركزة القطعة : حيث تتم عملية تدوير الدولاب لضبط موقع القطعة في الوسط ويتم تعديل موقع القطعة لكي تكون في المركز . انظر الشكل (74) .

الشكل (74)

3- تثبيت القطعة في مركز قرص الدولاب : يتم بضغط كرات طينية حول فتحة القطعة للتثبيت في المركز لاجراء عملية التشذيب، انظر الشكل (75) .

الشكل (75)

4- عمل حلقة لتكون قاعدة للقطعة : تتم بعملية تدوير الدولاب وحفر خطين على القاعدة لتكوين حلقة إسناد للقعر . انظر الشكل (76) .

الشكل (76)

5- تشذيب القعر (القاعدة) : يكون التشذيب من داخل وخارج القاعدة . انظر الشكل (78) .

الشكل (78)

6- صقل منطقة التشذيب : تستخدم قطعة من الإسفنج والإصبع لإجراء عملية صقل المنطقة المشذبة انظر الشكل (79) .

الشكل (79)

7- النهايات الدقيقة : اذاكان للقطعة مقبض أو أي شئ يعيق القدرة على قلب العمل استخدم حامل على شكل سارية لرفع القطعة من الداخل . انظر الشكل (80) .

الشكل (80)

تصنيع وربط المقابض :

تعد المقابض بالاضافة الى وظيفتها الأساسية رفع القطعة صارت أيضا تمثل مظهر مهم للقطعة، ويجب ان يرتبط المقبض بقوة مع القطعة ويأخذ مكانا يمثل مركز كتلة القطعة لكي تكون له القدرة على رفع القطعة الخزفية ، وقد يضاف الى وزن القطعة وزن المحتويات داخل القطعة مثل الماء داخل الإبريق اذن يجب ان تكون للإبريق القدرة على رفع القطعة مع المحتويات .

وتتم عملية تصنيع المقابض بالخطوات الاتية :

1- البدء بكرة طينية : حيث يتم ربت الطين على شكل جزرة، انظر الشكل (81) .

الشكل (81)

2- سحب الطين طوليا : يتم بتبليل الطين باليد والبدء بسحب الطين الى شكل مقبض طويل بالتمسيد بلطف .لايتم سحب الطول مرة واحدة وأنما بعدة مرات قد تصل الى أكثر من 50 سحبة كل سحبة سوف تجعل المقبض أكثر طولا، انظر الشكل (82) .

الشكل (82)

3- تقوية المقبض : بعد تشكيل المقبض بالحجم الصحيح ، يتم وضعه على حافة منضدة وتركه يتقوى لكي يحافظ على شكله المنحني المرفوع . انظر الشكل (83) .

الشكل (83)

4- ربط المقبض : بعد تجهيز كلتا القطعتين (القطعة الخزفية والمقبض) يتم ربطها بحيث تكون صلادتها بصلادة الجلد حينها يكون الربط ناجحا . انظر الشكل (84) .

الشكل (84)

5- خدش القطعة (القدح مثلا) من المكان الذي يحدث فيه الربط مع القبض : حيث يتم باستعمال أداة إبرية حادة يتم الخدش في منطقة الربط . انظر الشكل (85) .

الشكل (85)

6- ضغط فتحة المقبض في موقع الخدش : يفضل أيضا خدش المقبض وضغطه في موقع الاتصال مع القطعة . وأيضا من المستحسن وضع زلق طيني على كلا القطعتين قبل ضغطهما بعض الخزافين يستعمل مادة الخل الأبيض على مناطق الارتباط . انظر الشكل (86) .

الشكل (86)

7- تكرار الربط من الجهة السفلى (القاع) : بالاسلوب نفسه المستخدم في الفقرة 6 يتم ربط المقبض من الاسفل، فعندما يربط المقبض لتنعيم مساحة التلامس باستعمال اصبع مبلل . انظر الشكل (87).

الشكل (87)