وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
كلية الرافدين الجامعة
قسم هندسةالتبريد والتكييف

قسم هندسة التكييف والتبريد
المرحلة الاولى
مواد هندسية
الجزء الرابع
"الخزف والسيراميك واللدائن"

اعداد
د.ماهر فارس

الخزف:

يشمل المواد اللاعضوية اللامعدنية والمتشكلة بفعل الحرارة. أهم التطبيقات القديمة هي المواد الغضارية وأعمال الجص والفخار والقرميد والآجر المستخدم في البناء، لا ننسى أيضاً المواد الزجاجية والإسمنت. تندرج حميع المواد ذات الأصل أو الطبيعة الغضارية(الطين) أو الترابية أو الكلسية ضمن المواد الخزفية. يختلف **الخزف** عن المواد الخزفية الهندسية حيث يعدّ الخزف من المواد الخزفية التقليدية.

الخزف هو زينة مصنوعة من المواد غير العضوية، غير المعدنية، صلبة وهشة (بعد أن يوضع بالنار) ،مرن جدا في وضعه الطبيعي، يُنتج بها العديد من الأشياء مثل الأواني الفخارية والتماثيل الزخرفية. كما أنها تستخدم في الطلاءات المقاومة للحرارة العالية ولذلك لخصائصه الكيميائية والفيزيائية وارتفاع درجة انصهاره. عادة لون الخزف أبيض، يمكن مزجه بمواد مختلفة وملونة. الفخاريات عادة ما تتألف من مواد مختلفة : الطين، والفلسبار، رمل، أكسيد الحديد والألومنيا والكوارتز. **الخزف** هو الطين المزجج والمفخور. يرجع تاريخ الخزف إلى أقدم العصور.في الوقت الحاضر أصبح الخزف من أحد الفنون التشكيلية. وأما الاسم الآخر لهذا الخزف (خزف) وهو فن إسلامي قديم وأما بالغة السنسكريتية فاسمه (كيراموس). فن الخزف من أقدم الحرف والفنون في تاريخ البشرية ولم يعرف حتى الآن أين بدأ أو متى ولكنه وليد الحاجة والصدفة معا فمياه الأمطار والأرض الترابية التي تتحول إلى طين بفعل المطر ثم تطبع عليها بصمة الأرجل والخطوات شكلت تقعرات امتلأت بالمياه فعرف منها الإنسان كيف يحفظ سوائله

في عصر الزراعة احتاج لأشياء يحفظ فيها الحبوب خاصة بعد أن جفت الطينة ثم عرف النار وقام بتسوية الأشكال التي صنعها من الطين لتصبح أكثر صلابة ولا تنهار بفعل المياه والسوائل ثم عرف أن الرمال تنصهر بفعل النار وتتحول إلى زجاج فكانت الطبقة الزجاجية التي تسد المسام في الأواني الفخارية وتزيد الفخار صلابة وأصبح عنده نوعين من المنتج الطيني الفخار المسامي والخزف المطلي بطلاء زجاجي شفاف وأحيانا ملون وتطور من أدوات نفعية إلى فنون وعرف أيضا باسم الخزف بعد تزجيجه بالطلاءات الزجاجية واسم خزف اسم إغريقي مأخوذ من كلمة كيراميكوس أي صانع الفخار وأعظم ما أنتج في فنون الفخار والخزف هو ما أنتجته الحضارة الإسلامية لتعدد البلدان التي ضمتها هذه الحضارة وتنوع الأساليب والتقنيات التي عرفها صانعو الفخار في ظل الإمبراطورية الإسلامية. تسمى أيضاً بالمواد المتصلدة حرارياً أو المواد الغضارية. الأجنبية. ceramicيعود الاختلاف في التسمية إلى الترجمة المصطلحة لكلمة

هذه المواد هي عبارة عن أكاسيد لمعادن، وتعتبر المواد الزجاجية حالة خاصة من المواد الخزفية.

أنواع المواد الخزفية:

يغطي مفهوم المواد الخزفية طيفاً واسعاً من المواد. حديثاً تم الاصطلاح على تقسيمها إلى قسمين أساسيين: المواد الخزفية التقليدية

والمواد الخزفية المتقدمة. تبعاً للتصنيف العلمي فإن المواد الخزفية تنقسم إلى:

- المواد الإنشائية: كالقرميد
- مواد العزل الحراري
- البورسلان: بأنواعه
- المواد التقنية: ولها تسميات عدة منها الخزف الهندسي والخزف الصناعي والخزف المتقدم.

تنقسم هذه المواد بدورها إلى :

- الأكاسيد المعدنية: كالألومينا والزيركونيا
- الأكاسيد اللامعدنية: :الكربيدات والنترات والسيليكات وأكاسيد البور

خصائص الخزف:

الخصائص الحرارية:

مقاومته لانتقال الحرارة (عزل حراري عالي)، لذا يُستخدم الخزف في مجالات حرارية عديدة وبشكل خاص كعازل حرارة

الخصائص الميكانيكية

ضعيف تحت تأثير قوة شد، يقاوم تأثير قوة قص إذا تواجدت. تصنف المواد السيراميكية على أنها ذات روابط تشاركية أو تشاردية وعلى أنها ذات بنية بلورية أو هلامية. تعتبر الخصائص الميكانيكية ضعيفة نسبيًا مقارنة بالفلزات مثلًا.

الخصائص الكهربائية:

تزداد أهمية الخواص الكهربائية لهذه المواد في التطبيقات التي تعتمد على مقياس ذرات من رتبة الميكرو أو النانو (تقنية نانوية).

الخصائص الكميائية

مقاومته للتآكل عالية.

تصنيع الخزف:

يمكن تصنيع المواد الخزفية عبر طرق متنوعة، بعض هذه الطرق معروف منذ الحضارات القديمة. يعدّ مفهوم التصليد الحراري من المفاهيم العامة لدى الحديث عن تقنيات الإنتاج. الهدف الطبيعي هو إنتاج، من مادة البدء الأولية، منتَج في الحالة الصلبة بالشكل المرغوب، كالأغشية (الطبقات الرقيقة) أو الألياف أو البنى أحادية البلورة، وبالبنية المجهرية المرغوبة. حسب التصنيف المذكور في المرجع 1 يتم تصنيف تقنيات تصنيع المواد الخزفية إلى:

- التفاعلات في الطور الغازي : وتنقسم بدورها إلى
  - ترسيب الأبخرة بطريقة كيميائية
  - أكسدة المعادن الموجهة
- التفاعلات الرابطة أو تفاعلات التشكيل
- الطرق التي تعتمد مواد في الحالة السائلة تشكل منها مواد أخرى :
  - عمليات الصل-جل
- الانحلال الحراري للمواد البوليميرية
- التصنيع بالاعتماد على المساحيق: بالاعتماد على عمليات الصهر داخل قالب للمواد الأولية

مواد النانو:

إن تقنية النانو قد أحدثت ثورة هائلة في مجال الصناعة. إن إمكانية الحصول على مساحيق للمواد مع جزيئات لا يتجاوز قطرها مرتبة الميكرون قد مكن العالم الصناعي من تطوير مواد أو بنى جديدة تجمع بين الخصائص المرغوبة والإنجاز المطلوب منها.

تطبيقات أخرى للخزف:

- أدوات القطع (التشغيل) الميكانيكي المستخدمة في آلات الخراطة والثقب والتفريز
- ألبسة رواد الفضاء , عزل وتبطين هيكل الطائرات والسيارات

الخزف: هو عبارة عن مادة يدخل في تركيبه الحجر والخزف وبعض المواد الأخرى بنسب محددة ومعينة، تجعله ملائم للاستخدام بديلا عن البلاط الرخامي، لذا يستخدم بكثرة في الحمامات والمطابخ، ويصلح للتركيب في جميع مرافق المنزل.

يتكون الخزف بشكل أساسي من:

مادة الكاولين: مادة لدنة تمثل النسبة الكبرى من الـ خزف التي قد تصل حتى 60% وتعد من المواد اللدنة.

الكوارتز أوالحجر الكلسي: وهي عبارة عن مواد صلبة تعطي القساوة والمتانة وتصل نسبتها حوالي 40%.

البورسلان:

هو عبارة عن نوع من أنواع البلاط تم تحضيره من خلط ثلاث عناصر رئيسية وهي :

الكاولين والكوارتز الحجري والفلدسبار،

حيث يتميز عن الخزف بنسبة المواد وبعض الخصائص الأخرى

السيراميك اسم مأخوذ من كلمة كيراميكوس وهي كلمة إغريقية معناها صانع الفخّار، ويُعرف أيضاً باسم "الخزّف" وتعتبر صناعة السيراميك فنّاً من الفنون الإسلامية القديمة التشكيليّة ومن أقدم الحرّف في تاريخ البشرّية، بحيث يتكون من عنصرين أو أكثر على الأقل، وتكون بعض هذه العناصر غير عضوية وبعضها غير معدنية، وتحتوي على روابطٍ أيونية وتساهميّة معرضة لمصدرٍ حراريّ، ويُعرف بأنّه مادة معقدة وصعبة، وعادةً يكون لون الخزف أبيض ويمكن إضافة بعض الألوان إليه.

صناعة السيراميك:

تحضّير المواد الأوليّة: يتمّ فيها تجهيز الخلطة الطينيّة والتي تتكوّن من الغضاريات وهي سيلكات ألومينيوم مائية ومن الفلدسبارات، وهي من المعادن الناتجة عن عملية التحلل الكيميائيّ للجرانيت، ومن الرمل السيلكاتي والرمل الكلسي، ثمّ يتمّ طحن جميع المواد في مطاحنٍ ضخمة، وينتج عن عملية الطحن مخلوط يدعى المرو، له كثافة ولزوجة وراسب بكميات معينة. ضخ المرو إلى المذرر: والمذرر عبارة عن جسم مخروطيّ الشكل بداخله تيار هوائيّ ساخن تصل درجة حرارته لأكثر من 500 درجة مئوية ويمكن تشبيهها بعمل نافورة الماء، وبفعل تأثير الحرارة تجف الرطوبة الخاصّة بالمرو منتجةً بودرة تتراوح رطوبتها ما بين 4 إلى 6 %.

التشّكيل: يتمّ فيها التشكيل عن طريق الصّب والكبس للبودرة الناتجّة من المخلوط السابق، ووضعها في قوالب متعددة الأشكال.

التجفيف والحرّق: تجفيف القوالب وحرقها في مجففات خاصّة.

التلوين والتزييّن: اختيار طلاء مناسب للقالب وطباعة الأشكال عليه بواسطة الطابعات الليزرية الخاصة.

الحرق النهائي: يوضع القالب في أفران درجة حرارتها تناسب القطعة لمدّة 45 دقيقة.

الفرز: بعد إكمال الحرق النهائيّ تمر القطعة لفحص جودتها، وإذا كانت تحتوي على عيوب فيتمّ إصلاحها بمعاجين خاصّة وإدخالها الفرن لحرقها.

التعبئة والتغليف: تعبئة المنتج وتغليفه، ثمّ بيعه واستخدامه.

أنواع السيراميك:

يصنف السيراميك إلى نوعين:

السيراميك التقليديّ: وهو النوع الذي يختص بمنتجات السيراميك التي تحتوي على نسبة من الطين تتراوح ما بين 20 إلى 100 بالمئة، ويطلق عليه عدة مصطلحات ومنها الأواني الخزفيّة، والخزف الحجريّ، والخزف الصينيّ وغيرها.

السيراميك الهندسيّ: وهو النّوع الذي طوّر جوانب الضعف في السيراميك التقليديّ ومنها إخفاء الشقوق والمسامات ويُطلق عليه مصطلح السيراميك المتقدّم.

مميزات وعيوب السيراميك:

مميزاته:

تنوّع تصميماته وألوانه الجذابة. توفير فرص عمل للشباب. تنظيفه بشكل سهل وباستخدام الطرق العادية المعتادة، حيث لا يحتاج إلى مختصين لذلك. لا يحتاج إلى صيانة دائمة. يقاوم درجات الحرارة العالية لذلك يُستخدم في الطبخ. يغطي مساحات أرضية وجداريّة كبيرة كالمستخدمة في مناطق الحمامات والمغاسل.

عيوبه:

التكلفة العالية لبعض الأنواع. كثرة استخدام قطع السيراميك وخاصّة المستخدمة في الطبخ، وهذا سيفقدها القدرة على عدم التصاق الأكل. تداخل الألوان الكثيرة في بعض الأحيان يُفقده جماله ويزعج العيّن.

(البوليمر):

هو مركب ذو وزن جزيئي مرتفع مكون من وحدات جزئية مكررة. قد تكون هذه المواد عضوية)

أو عضوية معدنية، وقد تكون طبيعية أو اصطناعية في أصلها أو غير عضوية

أصبحت البوليمرات تلعب دوراً أساسياً وكلّياً في استخدامات الحياة اليومية وذلك بسبب خواصها الفريدة

القطاعات الصناعية اليومية، مثل المواد اللاصقة، البناء، والورق، والملابس، والألياف، واللدائن، والسيراميك، والخرسانة، والبلورات .والمقاوم الضوئي، ومواد التكسية السائلة

وهي مهمة في التغذية، والهندسة الميكانيكية، .كما أن البوليمرات متواجدة في معظم مكونات التربة، والنباتات، والكائنات الحية

وبنية الكائنات الطب، والحواسيب، واستكشاف الفضاء، والصحة، والبيئة

تستخدم كلمة **بلاستيك** أو **لدائن** استخدامًا خاطئًا للدلالة على البوليمرات، في حين أن البوليمرات تضم أصنافًا ضخمة من المواد التركيبية . تشمل **البوليمرات الطبيعية غير العضوية:**.والطبيعية المتباينة في الخواص.

.سيليكات الألومنيوم، والميكا، والمرو، والتالك) الألماس، والجرافيت، والرمل، والأسبستوس، والعقيق، والصوان، والفلسبار وتشمل **البوليمرات التركيبية** .مثل النشا، والسليولوز، والحموض الأمينية، والبروتينات تشمل **البوليمرات الطبيعية العضوية** عديد السكاريد لدرجات الحرارة العالية، والعديد من الزجاجيات. وتمثل **غير العضوية** نتريد البورون، والخرسانة، والعديد من الموصلات الفائقة وتوفر البوليمرات التركيبية في استخدام الطاقة عند .أو عديد السيلوكسين **البوليمرات التركيبية العضوية المعدنية** مركبات السيلوكسين مقارنتها مع المعادن. فخفة وزنها تقلل من استهلاك الوقود في العربات والطائرات. وهي تفوق معظم المعادن بالنسبة إلى نسبة قوتها إلى وزنها. وقد طورت البوليمرات فامتلكت خواص جيدة وأصبحت اقتصادية التصنيع. كما أمكن استخدامها للأغراض الهندسية، فأصبحنا .نستخدم المسننات، والمدحرجات، والهياكل المصنعة من البوليمرات.

تلعب قوى التجاذب بين سلاسل البوليمر دورًا كبيرًا في تحديد خواص البوليمر. ولأن سلاسل البوليمر طويلة للغاية، فإن قوى التجاذب بين الجزيئات تكون أكبر من القوى بين الجزيئات العادية. كما أن السلاسل الطويلة تكون غير متبلورة (طريقة توجهها عشوائية). ويمكن تصور شكل البوليمرات كما لو كانت خيوطا طويلة وكثيرة ومتشابكة، وكلما زاد التشابك، زادت صعوبة فصل أحد خيوطها. وهذه القوى بين الجزيئات تؤدي إلى قوى شد عالية، كما ترفع من درجات حرارة الذوبان.

البوليمرات التي تحتوى على مجموعات الأميد يمكن أن تكون روابط هيدروجينية مع السلاسل المجاورة، في أحد السلاسل تنجذب بشدة إلى ذرات الأكسجين في C=Oمجموعات الموجودة في سلسلة أخرى. وهذه الروابط الهيدروجينية تؤدى إلى: مثلا، زيادة قوة الشد ودرجة الذوبان للكيفلر. البولي إستر يوجد بينها ترابط ثنائي القطب-ثنائي القطب بين ذرات الأكسجين في ذرات الهيدروجين الموجبة في مجموعات N-Hالموجودة في سلسلة أخرى. وهذه الروابط الهيدروجينية تؤدى إلى: مثلا، زيادة قوة الشد ودرجة الذوبان للكيفلر. البولي إستر يوجد بينها ترابط ثنائي القطب-ثنائي القطب بين ذرات الأكسجين في الترابط ثنائي القطب ليس بقوة الرابطة .H-Cوذرات الهيدروجين في مجموعات C=Oمجموعات الهيدروجينية، ولذا فإن درجة حرارة الذوبان وقوة الشد للبولي إثيلين تكون أقل من الكفلر، ولكن البولي استرات يكون لها مرونة أعلى.

البولي إثيلين بصفة عامة ليس له ثنائية قطبية دائمة. قوى التجاذب بين سلاسل البولي إثيلين تنتج من قوى فان دير فالس الضعيفة. كما لو كانت الجزيئات محاطة بسحابة من الإلكترونات السالبة. وعند اقتراب سلسلتان من البوليمر من بعضهما البعض، تقوم السحابة الإلكترونية في كل منهما بدفع الأخرى. وهذا يؤدى لتقليل الكثافة الإلكترونية على جانب واحد من سلسلة البوليمر، مما يؤدي لتكون شحنة موجبة صغيرة على هذا الجانب. وهذه الشحنة كافية لجذب سلسلة البوليمر الأخرى. قوى فان دير فالس ضعيفة للغاية، ولذلك، يذوب البولي إثيلين في درجات حرارة منخفضة

خواص البوليمرات:

توجد عدة تقنيات معملية تستخدم لتحديد خواص البوليمر،

مثل تبعثر الأشعة السينية بزاوية كبيرة، وتبعثر الأشعة السينية بزاوية صغيرة، وتشتت النيوترون بزاوية في تحديد عدد صغيرة، وتستخدم لتحديد التركيب البلوري للبوليمر. وتستخدم تقنية الاستشراب بعبور الهلام مطيافية الأشعة تحت الحمراء وتشتت متعدد متوسط الوزن الجزيئي، والوزن المتوسط الوزن الجزيئي يستخدم لتحديد التركيب. الخواص الحرارية مثل درجة حرارة التحول باستخدام تحويل فورييه الانحلال الحراري .يمكن تحديدها باستخدام مسعر المسح التباييني، وتحليل ميكانيكي تحريكي الزجاجي المتبوع بتحليل للمكونات الصغيرة يعتبر تقنية أخرى لتحديد التركيب المحتمل للبوليمر.

البوليمر المعروف باسم مادة البوليمر يستخدم في صنع الاوراق النقدية في أستراليا

فكرة عن البوليمرات:

بدأت اللدائن من الطبيعة، مثل الصمغ العربي والمطاط الطبيعي. وفي القرن 19، بدأ العلماء محاولة تقليد الطبيعة. وفي القرن العشرين عندما زادت الحاجة للمطاط في الحرب العالمية الثانية، استطاع العلماء الألمان إنتاج المطاط الصناعي؛ وهو يعطى نفس مواصفات المطاط الطبيعي ونفس التركيب الكيميائي تقريباً. البوليميرات هي مركبات كيميائية تمتاز بطول السلسلة، ولكن طول السلسلة المسبب لكبر الوزن الجزيئي للمركب ناتج عن تكرار وحدات متشابهة بنفس الترتيب على طول السلسلة. وبالتالي يسمى المركب بوليمر. وقد تكون الوحدة الأساسية المكونة للبوليمر مكونة من مادة واحدة أو أكثر. وتسمى الوحدة المتكررة من البوليمر مع نفسها تحت ظروف معينة Aباسم مونومر أي وحدة وحيدة. فمثلاً يمكن أن تتفاعل المادة ومن هذه الأمثلة البولي إيثلين المستخدم في صناعة الأكياس A + A = A-Aوتعطي البوليمر البلاستيكية وخلافه، والناتج من تفاعل الإيثلين مع نفسه تحت ظروف الضغط العالي والحرارة nالعالية في وجود عامل حفاز للتفاعل وهو غالباً من المعادن ويكون التفاعل كالتالي:

$$CH_2=CH_2 \rightarrow (CH_2-CH_2)_n$$

ويكون الوزن الجزيئي للإيثلين 28 ولكن بتفاعل آلاف الجزيئيات معاً ينتج مركب قد يصل وزنه الجزيئي للملايين.

البوليمرات وتلوث البيئة:

أضحت البوليمرات من المواد ذات الأهمية الكبيرة للحياة العصرية لتنوع الأغراض التي تستخدم فيها ولصلاحيتها لهذه الأغراض، ولما يصاحب صنعها من إمكانيات التصرّف في البناء ليوافق الناتج وظيفة معينة. لكن هذه المواد غريبة عن البيئة الطبيعية، ولذلك لا تتعرض للخسف الحيوي، وإذا انتقلت إلى البيئة تبقى فيها، صورة من صور التلوث التي تتفاقم آثارها يوماً بعد يوم. تسهم البوليمرات في تشويه الطبيعة نتيجة تراكم النفايات، وقد تكون مرتعاً لنمو الحشرات والقوارض. وقد انتشرت نفاياتها في البحار والمحيطات، ونقلتها حركة المياه إلى المناطق النائية، وأصبحت خطراً يهدد الأسماك. تبقى مشكلة التخلص من هذه المواد قائمة، إذ أن حرقها يؤدي إلى تلوث الهواء، عدا عن أن هذه العملية لا تكون مكتملة وفعاليتها غير تامة. فالإطارات المطاطية مثلاً تحترق مطلقة دخاناً كثيفاً وروائح كريهة. أما بولي كلوريد ڤاينيل فينطلق منه غاز كلوريد الهيدروجين الضار.

سؤال الاسبوع

عرف 1. الخزف 2. السيراميك 3.اللدائن
وماهي انواع الخزف وماهي خصائصها؟
تمر صناعة السيراميك بعدة مراحل اشرحها باختصار؟ موضحا انواعه ومميزاته وعيوبه.