الباب الثاني عشر

المواد الصناعية

obeikandl.com

obeikandl.com

اللدائن (البلاستيك)

اللدائن هي مواد صناعية مؤلفة من روابط عضوية (العنصر الأساسي مادة الكربون). يستخدم كمواد بدائية النفط، أو الغاز الطبيعي، أو الفحم. من خلال طرق مختلفة تبنى من الجزيئات البسيطة جزيئات ذات سلاسل طويلة (جزيئات ماكروية) ذات بنى مختلفة الأنواع. فحسب البنية يمكن التمييز بين ثلاثة أنواع من اللدائن: البلاستيك الصلب: Duroplaste، والبلاستيك الحراري: Thermoplaste، واللدائن المطاطية: Elastomere.

يذكر من أهم الخواص: الكثافة المنخفضة (٠,٩ - ٢,٠ كغ/دسم٣)، والقدرة المنخفضة لنقل الحرارة، والمقاومة الكيميائية الجيدة، وبأنها تبدي عازلية للكهرباء.

أنواع اللدائن ❶

يتألف البلاستيك الصلب من جزيئات مواد صناعية طويلة الخيوط متشابكة ذات نسيج ضيق «متلاصق» (الشكل ١أ). تستخدم كمواد بدائية صمغيات مكثفة من الأيبوكسيد، أو متعدد الأوريثان، أو البوليستر التي تتوفر عند الإنتاج شكل سائل أو حُبيبي. وتحت تأثير مُقسِّي و/أو من خلال الحرارة والضغط تترابط الجزيئات الكبيرة في عدة مواضع. عند التقسية تنشأ شبكة ضيقة النسيج (Duro = صلب). لا يلين البلاستيك الصلب بواسطة الحرارة، وإنما يتفكك بعد درجة حرارة معينة، وتنشأ منتجات صلبة طويلة العمر صافية أو مرتبطة مع مواد أخرى (ألياف زجاجية، أو ألياف كربونية). فمثلاً تُصنَّع القوارب والعلب وأجزاء هياكل السيارات من لدائن مقوّاة بألياف زجاجية (GFK). تُصنَّع الروابط الصلبة الخاصة التي تصل إلى صلابة الفولاذ من لدائن مقواة بالفحم (مثلاً ذراع توصيل المكبس في سيارات السباق؛ ← مواد الروابط الصناعية).

يتألف البلاستيك الحراري أيضاً من سلاسل جزيئات طويلة، لكنها لا ترتبط ولا تتشابك مع بعضها (الشكل ١ ب). تكون الجزيئات عند درجات الحرارة العادية

obeikandi.com

متراصة بقوة ويكون البلاستيك صلب. وفوق درجة حرارة محددة (مثلاً في البولي إيتيلين (PE) بعد ١١٥ درجة مئوية) تصبح المادة الصناعية عجينية قابلة للتشكيل، ومن ثم تتحول إلى سائل. يمكن تشكيل البلاستيك الحراري (Thermo = حرارة) على الساخن، وبالبثق، وباللحام، وبالضغط أو الكبس، وذلك حيثما تكون تكاليف تشغيله مناسبة. ولأن البلاستيك الحراري في الحقيقة يقدم ميزات للعديد من أغراض الاستخدام المتنوعة فإنه يشكل أغلب اللدائن المستخدمة.

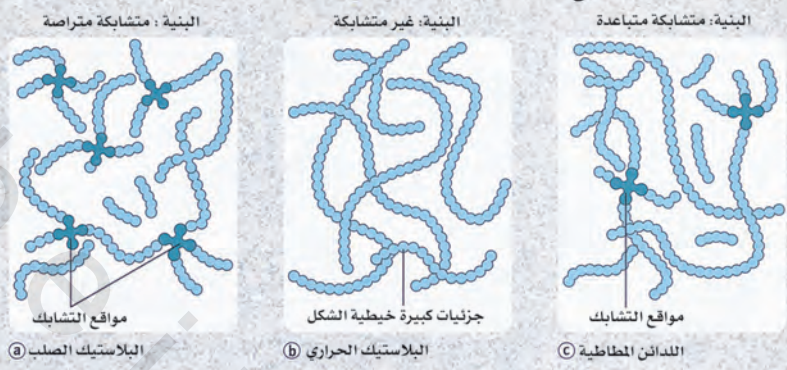
تتألف اللدائن المطاطية من جزيئات كبيرة (ماكروية) ملتفة ومتشابكة مع بعضها في مواضع قليلة (الشكل ١ ج). لهذا السبب تكون هذه المواد الصناعية (مثل مطاط الإستيرول، ومطاط الهيدروكربونات غير المشبعة والأكريل، ومطاط السيلكون) مرنة أو مطاطية بشكل غير عادي، حيث يمكن شد المادة بأكثر من طولها الأصلي بعدة مرات، ثم تعود إلى حجمها الأصلي من جديد. لا يتغير هذا السلوك المطاطي حتى عند التسخين، تُمزج العديد من الأجزاء المصنوعة من اللدائن بأجزاء مطاطية لجعلها أقل هشاشة (تقاوم الصدمات) (على سبيل المثال علبة الهاتف المصنوعة من البوليستيرول (PS) مع أجزاء من الهيدروكربونات الغير مشبعة).

طرق التشغيل ❷ ❸

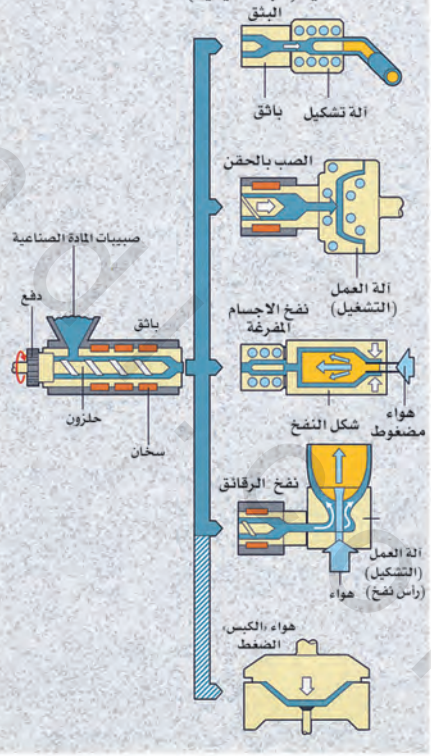
يُشغَّل البلاستيك الحراري بطرق فيزيائية بحتة (الشكل ٢). يُصنَّع الجزء المشكَّل (المنتج) فقط من خلال تشكيل وتقسية مسحوق أو حبيبات المواد الصناعية التي تمت إذابتها مسبقاً. تصهر الحبيبات أو المسحوق في آلة البثق (مكبس حلزوني لتشكيل البلاستيك الحراري) المزوَّد بمسخن قابل للتحكم. من خلال الدوران و/أو الحركة نحو الأمام لحلزون المكبس تقدم المادة الصناعية المصهورة بانتظام (بشكل مستمر) أو على دفعات (بشكل متقطع) إلى آلة التشكيل اللاحقة. أهم طرق التشغيل الأخرى هي البثق والصب بالحقن، ونفخ الأجسام المفرغة، ونفخ الرقائق والشفافيات، والكبس في عملية البثق Extrusion يُضغط مصهور المادة الصناعية بانتظام من خلال آلة تشكيل ذات فتحة مُشكِّلة (لإعطاء الشكل). تصنع بهذه

الطريقة على سبيل المثال الأنابيب والنماذج والقضبان (الشكل ٣). في الصب بالحقن يُحقن مصهور المادة الصناعية على شكل وجبات تحت ضغطٍ عالٍ من خلال نفاثة ضمن آلة تشكيل مغلقة تخدم في إعطاء الشكل. وفي نفخ الأجسام المفرغة أو التشكيل بالنفخ يتم نفخ قطعة بلاستيكية على شكل خرطوم تكون مقدمة مسبقاً من آلة بثق ضمن آلة التشكيل بمساعدة الهواء المضغوط حيث تضغط على الجدار الداخلي. ينشأ عن ذلك أجسام مفرغة كالقوارير أو «البدونات». تستخدم طرق نفخ الرقائق لإنتاج الرقائق الخرطومية التي يمكن تشغيلها لاحقاً إلى أكياس أو شفافيات، لذلك يُضغط مصهور المادة الصناعية بشكل مستمر من خلال نفاثة حلقية موجودة في آلة التشكيل. ينفخ الهواء المتدفق من آلة التشكيل الخرطوم الرقيق الجدران. في عملية الكبس «الضغط» يحقن مصهور المادة الصناعية في آلة الكبس على شكل وجبان ثم تُشكَّل تحت ضغطٍ عالٍ. تستخدم عملية التشكيل بالضغط في صناعة الأجزاء الكبيرة المساحة والتي تقوى غالباً بواسطة لبَّادة أو نسيج الفليس. إلى جانب هذه الطرق تعد الدرفلة (صناعة الشفافيات أو الرقائق من المواد البلاستيكية بواسطة البكرات) وتشكيل الرغوة (إدخال جزيئات الهواء «فقاعات الهواء» إلى المادة الصناعية) من الطرق ذات الأهمية الكبيرة.

❶ البنية الجزيئية لمختلف أنواع المواد الصناعية



❷ مخطط أساسي لمختلف طرق تشغيل المواد الصناعية (البلاستيكية)



❸ بثق القضبان البلاستيكية

اللدائن الحيوية «المواد الصناعية البيولوجية»

طالما أن العديد من المواد الصناعية لا يمكن التخلص منها إلا بمشاكل من خلال رميها في القمامة أو حرقها، تكتسب أهمية بازدياد ما تسمى المواد الصناعية الحيوية. يكمن خلف ذلك سببين: من جهة أولى تقع المواد الصناعية القابلة للتفكك الحيوي أو القابلة التحويل إلى نفايات حيوية تحت هذا المصطلح الكبير، وتقصد من جهة ثانية المواد المتعددة التي لا تصنع من منتجات النفط، وإنما على أساس الخامات المتجددة «المتزايدة «.

المادة الصناعية القابلة للتفكك الحيوي ❶ ❷ ❸

في التفكك الحيوي تُشطر سلاسل جزيئات هذه المواد الصناعية بواسطة البكتريا أو الفطور، أو الخمائر أو الحشائش المائية، وتحوَّل إلى غاز ثاني أكسيد الكربون، والماء والميتان ($CO2, H2O, CH4$). ينبغي ألا تزيد مدة هذه العمليات عن السنة. من أجل المنتجات التي تعد في الحقيقة قابلة للتحويل إلى نفايات عضوية يجب ألا يتجاوز زمن التفكك مدة التحول إلى نفايات عضوية، بالمعنى البعيد يعد التفكك الضوئي من خلال الضوء (الأشعة فوق البنفسجية) من التفكك العضوي. الشيء الحاسم من أجل الاستخدام هو ألا تحصل عملية التفكك أثناء الاستخدام الطبيعي ما لم يكن ذلك مقصوداً بالتحديد (الشكل ١).

أكثر المواد البدائية شهرة لإنتاج المواد الصناعية القابلة للتفكك حيوياً هي البولستر ذو السلاسل المفتوحة، والنشويات، والسيلولوز المكرر، حيث تشغَّل بالطرق التقليدية على سبيل المثال من خلال البثق، أو التشكيل بالنفخ، أو الصب بالحقن. يعد البثق من طرق الإنتاج النموذجية للبلاستيك الحراري، فضلاً عن ذلك تستخدم طريقة الصب في صناعة الشفافيات. في خواصها الميكانيكية تسمح المواد الصناعية القابلة للتفكك العضوي بمقارنتها مع المواد الصناعية التقليدية (الشكل ٢)، غير أنها تسمح بمرور بخار الماء نسبياً، إضافة لذلك فإن استقرارها الحراري

غير كاف في كل مكان. تحسِّن طرق معالجة السطوح الخارجية مثل تبخيرها بالألمنيوم أو بأكسيد السيليسيوم خواص النفوذية. أهم الاستخدامات هي التغليف بالإضافة إلى المجال الصحي والمجال الزراعي.

أحد الأشكال الخاصة للمواد الصناعية القابلة للتفكك حيوياً هي البوليستر على أساس حمض اللبن. تبدي اللدائن كهذه بالمقارنة مع اللدائن الأخرى القابلة للتفكك حيوياً التقبل القليل فقط للماء، وتسمح بتفككها بالماء، فضلاً عن ذلك فهي تبدي خواص ميكانيكية كالبلاستيك الحراري النموذجي، ولهذا فهي تسمح بتشكيلها بالطرق التقليدية. تستخدم تلك اللدائن في الطب: كمادة خياطة في خياطة الجروح، أو كمادة لتثبيت العظام بعد الكسور (مثل براغي، صفائح، مسامير).

المنتجات من المواد الخام المتنامية:

يقع تحت مصطلح «المواد الخام المتنامية» عدد كبير من المواد الخام الزراعية والحراجية التي لا تنتج ولا تستخدم فقط في مجال التغذية مثل السيلولوز أو ماءات الفحم ($C_6H_{10}O_5$) مثل النشاء أو السكل أو الزيت أو الدهن. تشكل المغلفات الصالحة للأكل المصنوعة من النشاء بديلاً عن المغلفات والأطباق التي تستخدم لمرة واحدة: الورق الصالح للأكل بدلاً من المواد البلاستيكية في الحلويات والمعجنات، وأكواب الشراب الملبسة من النشاء بدلاً من أكواب البوليستيرول، والصفحات «الزبادي» المصنوعة من زبادي البلاستيك أو الكرتون.

عند إنتاج الأواني من النشاء يمكن استخدام طرق مشابهة للطرق المتبعة في صناعة المنتجات البلاستيكية التقليدية. كما تسمح خواصها الميكانيكية والفيزيائية بشكل أساسي بمقارنتها مع تلك الخواص للمواد الصناعية التقليدية. ويمكن التخلص منها «إخلاؤها» بأساليب مختلفة: الحرق، أو تحويلها إلى نفايات عضوية، أو إلى غاز حيوي، وفي المستقبل إذا اقتضت الضرورة يمكن أن تستخدم كعلف للحيوانات.

تعرف خلات السيلولوز منذ أكثر من ٤٠ عاماً كأحد مواد البلاستيك الحراري. المادة البائية لخلات السيلولوز هي نفايات القطن، وهي عبارة عن نفايات الإنتاج التي تبقى من جوزة ثمر القطن بعد نزع خيوط القطن منها. ينتج عن السيلولوز المكتسب من نفايات القطن مادة صناعية صافية كالزجاج. تقدم أنواع الصنوبر المزروعة في أمريكا الشمالية وكندا سيلولوز صافي مشابه، وبذلك يمكن اعتبار خلات السيلولوز أحد أوائل المواد الصناعية المتنامية. تعد صناعة النظارات أكبر مستهلك لخلات السيلولوز: تصنع معظم الإطارات اللدائنية للنظارات من هذه المادة. ولأن خلات السلولوز لطيفة «صديقة» جداً للجلد فإنها تستخدم في صناعة الأمشاط أو بكلات زينة الشعر. كما أن الصفات الإيجابية الأخرى كالبريق العالي «اللمعان» والملمس المريح تطبع طيف الاستخدام الواسع لخلات السيلولوز: تصنع منه هذه المادة الخام المتنامية قبضات مفكات البراغي، وكذلك أغطية عبوات العطر، أو شفافيات تغليف الورود والأزهار، أو تجليد الكتب.

❶ أحواض زراعية قابلة للتفكك البيولوجي

يمكن زراعة النباتات في الأصيص، بعد أسابيع قليلة ، يختفي الأصيص

❷ مقارنة بين المواد الصناعية التقليدية والمواد الصناعية القابلة للتفكك البيولوجي

الخصائص				
		كوبوليستر *	كوبوليستر /نشاء نشاء كوبوليستر	PELD Lupolen 2410 F **
مقاومة التشقق	طولياً -längs (N/mm^2) عرضياً -quer (N/mm^2)	28,5 28,5	16,5 10,0	26,0 20,0
تمدد التشقق	طولياً -längs (%) عرضياً -quer (%)	535 815	790 650	250 600
نفوذية الأكسجين	(cm^3/m^2-d-bar)	1530	77	4200
نفوذية الماء	(g/m^2-d)	330	240	2,2

* مواد صناعية قابلة للتفكك بيولوجياً ** المواد الصناعية التقليدية

❸ تفكك شفافية تحتوي على سيللوز بواسطة البكتريا، بقايا الشفافية بعد 3، أو 7 أو 10 أيام

الخزفيات العالية الاستطاعة

يشمل الخزف جميع المواد غير المعدنية وغير العضوية. يتم تصنيعه بمزجه بمواد خام ذات شكل حُبيبي ناعم، وتشكله على شكل مجسمات عند درجة حرارة عالية «درجة حرارة الغرفة «، ثم حرقه (وتدعى كل هذه العملية في اللغة الاختصاصية التلبيد؛ الشكل ١). حالياً يتجه الاستخدام التقني بازدياد نحو ما يسمى بالخزفيات العالية الاستطاعة المطوّرة حديثاً (الشكل ٢)، حيث يمكن أن تحل محل مواد أخرى، أو تفتح باستخدامها مجالات تطبيقية جديدة تماماً.

خواص المواد الخزفية:

من الخواص الأساسية مقاومته للضغط، ونقطة الانصهار العالية، وكذلك ثباته الكيميائي. من سيئاته هشاشته العالية «قابليته للكسر « . تُحدد صفات أخرى مثل الناقلية الحرارية بشكل خاص من خلال البنية الهيكلية التي تتعلق بدورها بنوع التصنيع. تختلف المواد الخزفية عن المواد المعدنية بالمعاملات الحرارية للمقاومة الكهربائية: تتراجع ناقلية المعادن باستمرار عند ازدياد درجات الحرارة العالية، أما في الخزف فيحصل العكس.

أنواع المواد الخزفية:

حسب تركيبها الكيميائي يمكن التمييز بين ثلاثة مجموعات من المواد الخزفية: خزف الأكاسيد، وخزف السيليكات، وخزف من غير الأكاسيد. يتألف خزف الأكاسيد من الأكاسيد، أو مركبات الأكاسيد. الممثل النموذجي عنها أكسيد الألمنيوم (Al_2O_3)، أو أكسيد الزركونيوم (ZrO_2)، أو أكسيد المغنيزيوم (MgO) أو أكسيد البيريوم وكذلك أكسي التيتان (TiO_2). تكون مواد هذه المجموعة قاسية جداً، وتتحمل الضغط، ومقاومة كيميائياً، وعازلة كهربائياً.

يصنع خزف السيليكات غالباً من ثلاثة مواد أولية الكوارتز، والطين (الصلصال)، والحجارة الخفيفة البيضاء أو الحمراء (SiO_2, Al_2O_3, K_2O) التي تشكل مادة متعددة الأطوار أي مادة تركيبية.

يحدد جزء المادة الأساسية هل ستتكوَّن مادة حجرية، أم بورسلين تقني. في مزيج الأكاسيد يجب استخدام أكاسيد صافية قدر الإمكان. الصفات النموذجية للمواد الهشة هذه هي تحملها لتبدل درجات الحرارة وللمواد «العدوانية» كيميائياً.

المواد القاسية كالكربيدات والنتريك والبوريدات والسلفيدات هي مواد خزفية من غير الأكاسيد. من خلال الترابط الخاص لجزيئات تتميز بدرجة الإنصهار العالية ونموذج اللدونة العالية، والصلابة العالية، والقساوة العالية. معظم المواد هذه مقاوِمة كيميائية، وتبدي مقدرة كبيرة على النقل الحراري والكهربائي.

استخدام الخزف التقني ❸

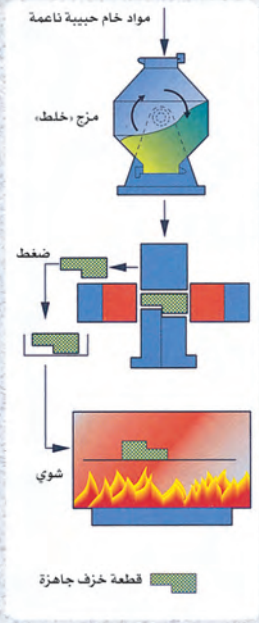
يعد حالياً أكسيد الألمنيوم بالنظر إلى أهمية التقنية كأهم خزف أكاسيد. من خلال تغيير محتوى الألمنيوم يمكن تغيير كلاً من مقاومة الضغط وكذلك أيضاً المقاومة الكهربائية النوعية، ودرجة حرارة الاستخدام العظمى. طبقاً لذلك يمكن أيضاً استخدام أكاسيد الألمنيوم حسب التركيب من أجل الأجزاء المجهزة كيميائياً وميكانيكياً، كما تستخدم كمادة عازلة أو في صناعة الأعضاء المزروعة طبياً. لذلك تستخدم حالياً أكاسيد الألمنيوم على سبيل المثال في صناعة شمعات الاشتعال ومسابير لامبدا وفي تلبيس المحفزات وكذلك أيضاً في إنتاج رؤوس مفصل عنق الفخذ مع الحوض، أو في استبدال العظام (الشكل ٣). في تقنيات القطع يستخدم أكسيد الألمنيوم مع إضافات معدنية (← المواد المركبة) كخزف للقص. تملك ماتسمى المعادن الخزفية هذه الخاصة الحسنة، بأن جزيئات المرحلة الخزفية لاتكبر ولاتذوب حتى الوصول إلى نقطة الانصهار كما هو الحال عند القطع في المعادن القاسية. منذ الثمانينات من القرن العشرين اكتشفت النواقل الفائقة (يسري فيها

تيار من دون ضياعات)، حيث تم التمكن من رفع درجة حرارتها الحرجة حالياً حتى ١٢٥ درجة كالفن (=-١٤٨ درجة مئوية).

توطَّد كربيد السيليسوم (SiC) بسبب قساوته العالية بالدرجة الأولى كمادة جلخ. ولأنه بالإضافة إلى ذلك ناقل جيدة للحرارة ومقاوم للتأكسد يمكّن باستخدامه في بناء العنفات من الوصول إلى المردود التروموديناميكي من خلال رفع درجة حرارة الدخل إلى العنفة. كما تُصنع من نتريد السيليسيوم (Si3N4) الصمامات ومقاعد الصمامات في محركات ديزل ومحركات أوتو (البنزين)، وكذلك في صناعة شفرات الإحكام في محركات المكبس الدوّار (⟵ محرك فانكل Wankel) لأنها بسبب الصلابة العالية لا تتآكل من خلال الاحتكاك. إضافة لذلك يعد نتريد السيليسيوم كمادة مستقبلية لإنتاج الأجزاء المتحركة في مجال هندسة الطاقة، لأنها قابلة للاستخدام حتى ١٤٠٠ درجة مئوية.

حصل نتريد الألمنيوم (AIN) كخزف على أهمية كبيرة في الإلكترونيات الدقيقة، لأنه يضم مقدرة عالية على العزل الكهربائي ومعدلات تمدد حراري قليلة. وبذلك يمكن الاستعاضة عن أكسيد البريليوم (BeO) المستخدم حتى الآن لأنه غير مأمون الجانب عند إنتاجه وعند التخلص منه بسبب تحريضه للأمراض.

❶ صناعة قطع الخزف



❷ مجالات استخدام وخصائص الخزف العالي الاستطاعة

الخزفيات	مجالات الاستخدام	الخصائص
الخزف الميكانيكي	أدوات مقص، جلخ، تنعيم قطع للمحركات والعنفات والآلات والصواريخ	الصلابة، الاهتراء الانزلاق
خزف المفاعلات	مواد عمل من أجل مسارع الجزئيات والمفاعلات الانشطارية، عناصر الوقود، قضبان وسيطة، مواد تغليف	مقاومة للاشعاع، والتآكل ودرجة الحرارة
الخزف الكهربائي والمغناطيسي	مواد أساس وطبقات متعددة في دارات التوصيل التكاملية والحساسات والمكثفات والمقاومات المتغيرة والمصافي الكهر إجهادية ومولدات الاهتزاز والمغانط	العازلية، نصف النقالية، المغناطيسية التوصيل الكهربائي
الخزف الكيميائي والخزف البيولوجي «الحيوي»	عدد الثقب لبعثات التثقيب الجيوحرارية، قطع في مفاعلات تمييع وتصعيد «1» الفحم	التخمل الامتصاص
الخزف البصري	بناء الأجهزة الكيميائية حواس للمحفزات للأسنان التعويضية الصناعية، المفاصل والعظام والعظيمات السمعية الصناعية الكابلات، انبوبات الاضاءة ديودات الإضاءة	الابتزاز التحفيز التآكل المحافظة على حُزم الأشعة نقل الضوء الاضاءة تحت تأثير الاشعاع (الإضاءة الباردة)
الخزف الحراري	الالكترودات المبادلات الحرارية أفران درجة الحرارة العالية القدور الحرارية «المفاعي» نفاثات الاحتراق، الأجزاء العازلة	النقل الحراري العزل (التخميد) الحراري

(1) التصعيد : هو تحويل الجسم الصلب إلى غاز مباشرة دون المرور بالحالة السائلة.

❸ قطع مختلفة من الخزف العالي الاستطاعة

استخدام من أجل بدائل العظام وكذلك في تقنيات الكومبيوتر والمحركات

الخزف العالي الاستطاعة

المواد التركيبية

تسمى المواد المؤلفة من مركبتين على الأقل متوضعتين بجانب بعضهما، أي غير منحلتين في بعضهما بالمواد التركيبية. تسمى المادة التي تضمن بقاء اتحاد التركيب بالطبقة النواة Matrix، وتسمى المادة التي ترفع الصلابة بمادة التقوية. يمكن صناعة المواد التركيبية من خلال الإشابة، أو بغمس ألياف مثلاً في مواد بلاستيكية، أو بتشريب الأجسام النفوذة، وإن ما يحدد صناعتها وخواصها هي تفاعلات الطبقة السطحية للسطوح المتجاورة، أي التفاعلات الكيميائية، والالتصاق، والانتشار ضمن المنطقة السطحية.

تستخدم المواد التركيبية هناك حيث يكون شكل خواص مواد العمل التقليدية غير قادر على تلبية المتطلبات. من خلال التركيب المناسب لمختلف المواد يمكن إنتاج مواد تركيبية تجمع الصفات الإيجابية للمواد المفردة، وتطغى قدر الإمكان على الصفات السلبية. وهكذا يمكن «تفصيل» مواد عمل من أجل احتياجات محددة، فعلى سبيل المثال مواد تكون مقاومة للشد ومع ذلك تكون خفيفة، أو أن تبدي مقاومة عالية للحرارة، أو صفات خاصة. حسب شكل المواد الموضوعة في التركيب يمكن التمييز بين مواد تركيبية ليفية (بالألياف)، ومواد تركيبية جزيئية (بالجزيئات)، ومواد تركيبية طبقية (بالطبقات) (الشكل ١).

المواد التركيبية الليفية ❷ ❸

في المواد التركيبية الليفية يمكن تركيب كل مجموعات المواد، أي المعادن والخزف واللدائن مع بعضها؛ ولكن يجب الأخذ بالحسبان أن أثر التقوية للألياف فقط في اتجاهها الطولي. من خلال كثافة وتوجيه الألياف يمكن ملائمة المواد والقطع مع مجال استخدامها، فمثلاً تستخدم اللدائن المقواة بألياف كربونية في طائرات النقل الكبيرة Airbus (الشكل ٢)، وكذلك أيضاً في الأجهزة الرياضية. وتكتسب أهمية متزايدة المواد التركيبية ذات الطبقة المركزية المعدنية (بالإنكليزية MMC: metal

matrix composites). كمادة تقوية تستخدم على الأغلب خلائط الألمنيوم أو المغنيزيوم لتخفيض الوزن، تكون مثل تلك القطع عالية الصلابة وصلدة، لكنها مع ذلك خفيفة جداً، وتستخدم في الصناعات الجوية والفضائية وفي تقنيات السيارات «على سبيل المثال أذرع التوصيل المكبسية، أو في أقراص الفرملة ﴿قيد التجربة﴾»، وكذلك في بناء الآلات حيث تستعمل عناصر متحركة عالية السرعة كالمحاور أو الأذرع الأتوماتيكية «الإنسان الآلي «. توجد إمكانيات استخدام أخرى للمواد التركيبية من المعادن الخفيفة ذات التقوية بالألمنيوم من أجل المواد الرياضية مثلاً في هياكل الدراجات الجبلية، أو في مضارب التنس والغولف. بالإضافة إلى مواد التقوية المعدنية فقد اكتسبت المواد التقوية الخزفية والزجاجية أو الخزفية الزجاجية شيئاً من الأهمية. البيتون المسلح هو مثال عن المواد التركيبية ذات التقوية الخزفية.

المواد التركيبية بالجزيئات:

تعد المعادن القاسية والمعادن الخزفية ممثلاً نموذجياً عن المواد التركيبية بالجزيئات: ففي المعادن القاسية يتعلق الأمر بمزيج أحادي الطور من جزء قليل من الطور المعدني (مثل الكوبالت، أو النيكل، أو الحديد) وجزء كبير حتى ٩٤٪ جزء حجمي من الطور الخزفي على الأغلب كربيدات المعادن الانتقالية (مثل كربيد التنغستين، أو كربيد التيتان). تملك المواد التركيبية بالجزيئات نقطة انصهار عالية وقساوة عالية. تستخدم آلات القطع من المعادن القاسية بالدرجة الأولى عندما تنتظر قوة تآكل عالية وحرارة كما الحال مثلاً في تقنيات القطع عند سرعات قطع عالية (درجة حرارة العمل حتى ٧٠٠ درجة مئوية)، أو في هندسة التشكيل كأدوات قطع من أجل التشكيل البلاستيكي. تتألف المعادن الخزفية من جزء كبير (حوالي ٨٠٪ جزء حجمي) من خزف الأكاسيد (← الخزفيات العالية الاستطاعة) ومن جزء قليل من الطور المعدني، وتستخدم في هندسة التشغيل كالمعادن القاسية، كما أنها تستخدم ايضاً كمواد عمل في المفاعلات الذرية، لأنه يمكن تركيب أنواع ذرات فعالة من وجهة نظر الفيزياء الذرية في الطور الخزفي للمعادن الخزفية.

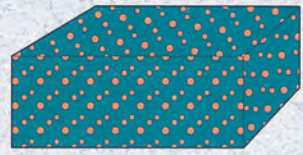
المواد التركيبية الطبقية:

من خلال تلبيس الطبقات السطحية يمكن صناعة المواد التركيبية الطبقية. بذلك يوضع في العادة على الطبقة السطحية لإحدى المواد طبقة شديدة الالتصاق من مادة ثانية. يمكن وضع هذه الطبقة من الحالة الغازية (كالتبخير)، أو في الحالة السائلة (كالتغطيس، أو التلبيس الكهرليتي)، أو من الحالة الصلبة (كالتصفيح) (← تلبيس الطبقات السطحية). تبقى خواص الطبقات الداخلية للمواد كما هي ولا تمس. من خلال التلبيس يمكن مثلاً الوصول إلى مقاومة كيميائية في الجو العدواني، أو صلابة عمل عالية، أو تغيير القدرة على الانعكاس، أو إعطاء لون. تعتبر المواد التركيبية المؤلفة من عدة صفائح مسطحة مع مادة رابطة من أشكال المواد التركيبية الطبقية. يترافق ضغط المواد التركيبية المؤلفة من عدة صفائح على الأغلب مع عملية التشكيل أو إعطاء الشكل.

obeikandl.com

❶ تقسيم مواد العمل التركيبية

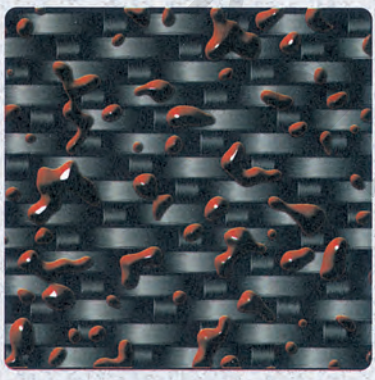
مواد عمل تركيبية بالألياف ⓐ



مواد عمل تركيبية بالجزئيات ⓑ

مواد عمل تركيبية طبقية (تلبيس السطح الخارجي) ⓒ

❷ مادة صناعية مقّواة بألياف كربونية (CFK)



تستخدم الأجزاء المصنوعة من المواد الصناعية المقواة بألياف كربونية في بناء الطائرات بعد درجة الحرارة 180 مْ وضغط 10 بار يصبح فلز الايبوكسيد سائل وينساب بين خيوط CFK هكذا تصنع من صفائح الانسجة الطرية نماذج وصفائح عالية الصلابة.

❸ دراجة نارية ذات هيكل من مادة عمل تركيبية بألياف

المصفوفة : بوليد 12
مادة التقوية: ألياف كربونية
الخصائص :
يبلغ وزن الهيكل
حوالي 1000 غ فقط
وله سلوك تخميد جيد
الأمر الذي يزيد كثيراً في الراحة أثناء القيادة

مواد العمل التركيبية