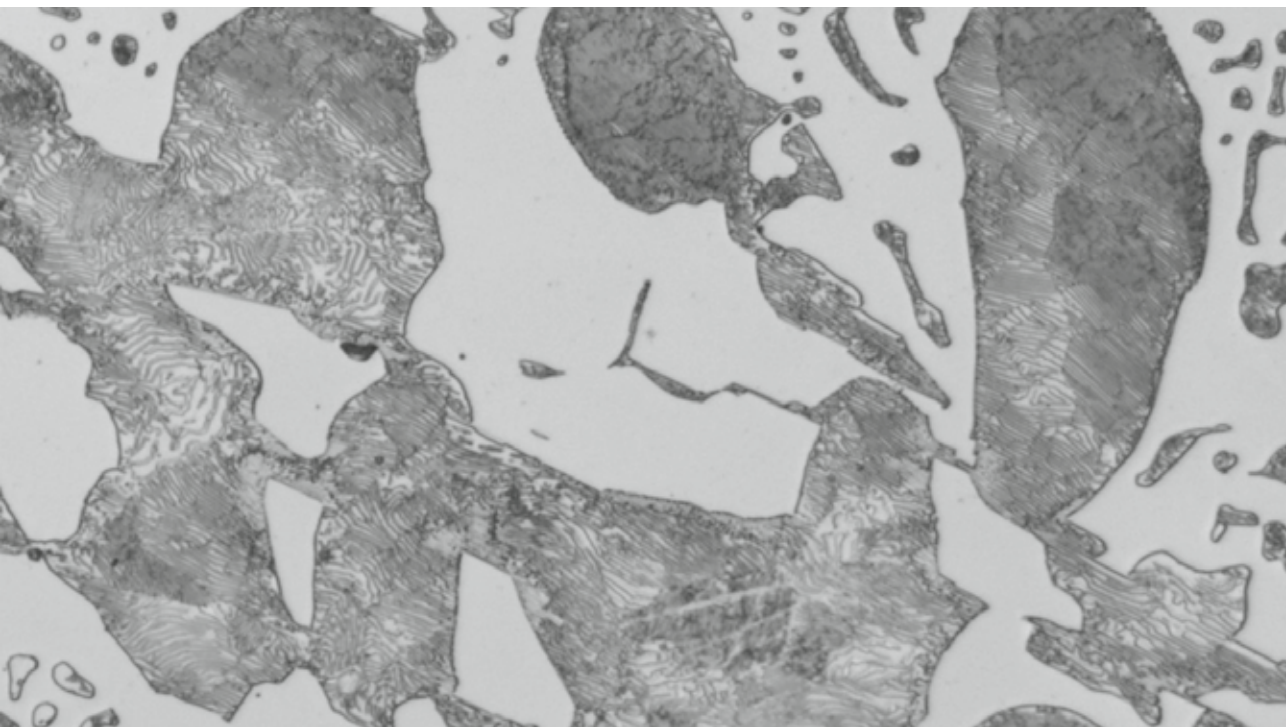


Glosario de ciencia e tecnoloxía dos materiais



Iria Feijoo Vázquez
Silvia Gómez Barreiro
Raquel Pérez Orozco
M.^a Carme Pérez Pérez

Edición

Área de Normalización Lingüística
Universidade de Vigo

Imaxe de portada

Área de Ciencia de Materiais e Enxeñaría Metalúrxica
Universidade de Vigo

Maquetación e impresión

MURIEL SPG, servizos de produción gráfica

ISBN (libro impreso)

978-84-1188-112-8

Depósito legal

VG 317-2026

- © Área de Normalización Lingüística, 2026
- © Escola de Enxeñaría de Minas e Enerxía, 2026
- © Os autores/as

Sen o permiso escrito da Área de Normalización Lingüística e a Escola de Enxeñaría de Minas e Enerxía da Universidade de Vigo, queda prohibida a reprodución ou a transmisión total e parcial deste libro a través de ningún procedemento electrónico ou mecánico, incluídos a fotocopia, a gravación magnética ou calquera almacenamento de información e sistema de recuperación.

UniversidadeVigo



XUNTA
DE GALICIA

Glosario de ciencia e tecnoloxía dos materiais

Autores

Iria Feijoo Vázquez
Silvia Gómez Barreiro
Raquel Pérez Orozco
M.^a Carme Pérez Pérez

	Prefacio	7
1	Introdución á ciencia e á enxeñaría dos materiais	9
2	Estruturas cristalinas. Redes	11
3	Imperfeccións cristalinas e difusión	15
4	Ensaio e propiedades mecánicas	19
5	Mecanismos de deformación	23
6	Solidificación e transformacións en estado sólido	27
7	Materiais metálicos	31
8	Materiais cerámicos	35
9	Materiais poliméricos	39
10	Materiais compostos	47

Prefacio

7

Este glosario xorde coa finalidade de servir como ferramenta de apoio ao estudante preuniversitario que se inicia no ámbito da ciencia e da tecnoloxía de materiais, especialmente en titulacións de enxeñaría. Ao longo do proceso de aprendizaxe desta disciplina é habitual atoparse cunha terminoloxía específica, ampla e en moitos casos nova, que pode dificultar a comprensión dos conceptos fundamentais e a súa correcta aplicación no estudo dos materiais.

A motivación desta recompilación reside na necesidade de ofrecer un recurso claro, ordenado e accesible que facilite a familiarización cos termos máis relevantes da disciplina. Procúrase, deste xeito, favorecer unha aprendizaxe máis autónoma e progresiva, permitíndolle ao alumnado reforzar os coñecementos adquiridos nas sesións docentes e consolidar unha base conceptual sólida que facilite o avance en contidos de maior complexidade.

Este material non pretende substituír os manuais, apuntamentos ou outros recursos docentes principais, senón complementalos mediante definicións concisas e rigorosas que axuden a aclarar conceptos clave, establecer relacións entre eles e mellorar a comprensión global da materia. Así mesmo, busca contribuír a unha mellor organización do estudo, servindo como documento de consulta rápida e de apoio ao repaso.

Este glosario foi elaborado por persoal docente e investigador da Escola de Enxeñaría de Minas e Enerxía e, en particular, polo profesorado da Área de Ciencia de Materiais e Enxeñaría Metalúrxica implicado na comisión de normalización lingüística da escola, con motivo das Letras Galegas 2026. Esta iniciativa nace tamén da convicción firme deste colectivo de que a lingua galega é plenamente válida para a transmisión e a construción do coñecemento científico e técnico, e de que pode e debe empregarse con naturalidade no ensino destas disciplinas. O traballo foi elaborado con moito coidado e agarimo, coa vontade de contribuír á normalización e á promoción do uso do galego no ámbito científico-técnico, reforzando a súa presenza como vehículo adecuado e habitual de expresión do coñecemento especializado.

Trátase, ademais, dun recurso vivo e susceptible de ser ampliado e actualizado de forma continua en función das necesidades docentes, da evolución dos contidos e das achegas que poidan xurdir no contexto académico. Deste modo, aspírase a que o glosario medre co tempo e se converta nunha ferramenta cada vez máis completa e útil para o alumnado e o profesorado.

Vigo, abril de 2026

Tema 1

Introdución á ciencia e á enxeñaría dos materiais

9

Ciencia dos materiais

Disciplina científica que estuda a relación entre a composición, estrutura interna, procesamento e propiedades dos materiais. Analiza como a estrutura a diferentes escalas (atómica, microscópica e macroscópica) determina o comportamento dos materiais. Constitúe a base teórica para o desenvolvemento e a mellora de novos materiais.

Deseño de materiais

Proceso de selección de materiais para cumprir requisitos funcionais, mecánicos, térmicos, económicos e ambientais nun produto ou estrutura. Ten en conta propiedades, procesamento, vida útil e reciclabilidade. É unha etapa clave no desenvolvemento de produtos de enxeñaría.

Enxeñaría dos materiais

Rama aplicada da ciencia dos materiais centrada no deseño, procesamento, selección e utilización de materiais para aplicacións tecnolóxicas concretas. Ten como obxectivo optimizar propiedades e rendemento segundo as condicións de servizo, custo e sustentabilidade.

Estrutura atómica

Organización dos átomos ou ións que pode ser ordenada (cristais) ou non (amorfos). A unión dos átomos inclúe enlaces de primeira orde (covalente, metálico, iónico) ou de segunda orde (as máis importantes: forzas de Van der Waals ou ponte de hidróxeno).

Estrutura macroscópica

Aspecto visible a simple vista do material, incluíndo forma, defectos globais e heteroxeneidades. Inflúe no comportamento estrutural e na aplicación final.

Estrutura microscópica

Organización interna visible ao microscopio, como grans, fases, dislocacións e defectos. Determina propiedades mecánicas e comportamento fronte á deformación. Escala μm - mm .

Estrutura subatómica

Nivel estrutural que describe a disposición das partículas subatómicas como electróns, protóns e neutróns no átomo. Determina propiedades electrónicas, eléctricas e magnéticas dos materiais e no xeito de unirse os átomos entre si (enlace químico).

Materiais cerámicos

Materiais inorgánicos de carácter non metálico con enlaces iónicos ou covalentes. Caracterízanse pola alta dureza, resistencia térmica e química, e comportamento fráxil. Inclúen cerámicas tradicionais, técnicas e vidros.

Materiais compostos

Material formado pola combinación de dous ou máis materiais distintos, con propiedades complementarias, que permanecen fisicamente diferenciados. Normalmente consta dunha matriz e unha fase dispersa ou reforzo. O obxectivo é mellorar propiedades mecánicas, térmicas ou funcionais fronte aos materiais individuais.

Materiais metálicos

Materiais caracterizados pola presenza de enlaces metálicos. Teñen boa condutividade eléctrica e térmica. Presentan alta ductilidade e facilidade de conformación. Inclúen aceiros, fundicións férreas e aliaxes non férreas.

Materiais poliméricos

Materiais formados por macromoléculas orgánicas, formadas por monómeros unidos entre si por enlaces covalentes. Presentan baixa densidade, boa resistencia química e propiedades mecánicas dependentes da temperatura. Inclúen termoplásticos, termoestables e elastómeros.

Material de enxeñaría

Material seleccionado e procesado especificamente para aplicacións técnicas, estruturais ou funcionais. Debe cumprir requisitos de propiedades, fiabilidade, custo e dispoñibilidade. Inclúe metais, cerámicos, polímeros e materiais compostos.

Propiedade

Característica dun material que describe a súa resposta a estímulos externos. Segundo a natureza do estímulo, pode ser unha propiedade mecánica, térmica, eléctrica, óptica, química ou magnética. Exprésase mediante magnitudes medibles como módulo de elasticidade (GPa), resistencia (MPa) ou condutividade ($\text{W/m}\cdot\text{K}$).

Tema 2

Estruturas cristalinas. Redes

11

Alotropía

Capacidade dalgúns elementos químicos de adoptar distintas estruturas cristalinas segundo a temperatura e a presión. Exemplo: o ferro presenta estruturas BCC e FCC. A alotropía inflúe nas propiedades mecánicas e térmicas. Se é un composto químico denomínase polimorfismo.

Cela unitaria

Volume mínimo da rede cristalina que, repetido por translación no espazo, reproduce completamente a estrutura do cristal. Caracterízase pola súa xeometría e polos parámetros de rede que definen o tamaño e a forma da cela.

Cristal covalente

Cristal no que os átomos están unidos mediante enlaces covalentes direccionais. Presenta alta dureza e estabilidade térmica, pero baixa condutividade eléctrica e escasa capacidade de deformación plástica.

Cristal iónico

Cristal formado por ións de signo oposto unidos por forzas electrostáticas. Caracterízase por unha elevada enerxía de enlace, alta dureza e punto de fusión, pero baixa ductilidade. Isto fai que sexa frecuente a fractura fráxil.

Cristal metálico

Tipo de cristal no que os átomos están unidos mediante un enlace metálico, caracterizado por electróns deslocalizados. Este tipo de estrutura facilita a deformación plástica e confírelles aos metais alta condutividade eléctrica e térmica.

Difracción de raios X

Técnica experimental utilizada para determinar a estrutura cristalina dos materiais mediante a análise da interacción construtiva dos raios X cos planos atómicos do cristal. Permite identificar fases, parámetros de rede e defectos estruturais.

Direccións cristalográficas

Liñas definidas dentro da rede cristalina que indican orientacións específicas entre átomos. Exprésanse mediante índices e son relevantes para o estudo da deformación plástica, difusión e crecemento cristalino.

Estado amorfo

Estado no que non existe ordenamento periódico a longo alcance dos átomos, aínda que existe unha orde de curto alcance.

Estado cristalino

Estado da materia no que os átomos, ións ou moléculas están ordenados de forma periódica e repetitiva no espazo tridimensional.

Estrutura BCC

Estrutura cúbica centrada no corpo. Estrutura cristalina na que os átomos ocupan os vértices do cubo e un átomo adicional sitúase no centro da cela unitaria. Ten menor factor de empaquetamento ca a FCC, o que inflúe na súa ductilidade.

Estrutura FCC

Estrutura cúbica centrada nas caras. Estrutura cristalina na que os átomos están situados nos vértices do cubo e no centro de cada cara. Presenta un alto factor de empaquetamento atómico, o que favorece unha elevada ductilidade e múltiples sistemas de esvaramento.

Estrutura HCP

Estrutura hexagonal compacta. Estrutura cristalina caracterizada por un empaquetamento compacto de átomos con simetría hexagonal. Ten menos sistemas de esvaramento activos ca a FCC, polo que adoita presentar menor ductilidade.

Factor de empaquetamento atómico

Fracción do volume da cela unitaria ocupada polos átomos. Indica a eficiencia do empaquetamento da estrutura cristalina e afecta a propiedades como densidade, ductilidade e resistencia mecánica.

Factor de empaquetamento lineal (FEL)

Fracción da lonxitude da dirección considerada ocupada polos átomos.

Factor de empaquetamento planar (FEP)

Fracción da superficie do plano ocupada polos átomos.

Índices de Miller

Sistema de notación que identifica planos cristalográficos mediante tres números enteiros. Os índices de Miller definen a orientación dos planos dentro da rede cristalina e son fundamentais para describir propiedades anisótropas e mecanismos de deformación.

Intersticio

Posición baleira entre os átomos na rede cristalina onde se pode situar un átomo pequeno. Inflúe na difusión e nas propiedades mecánicas.

Orde a longo e a curto alcance

A orde a curto alcance describe a organización local dos átomos, mentres que a orde a longo alcance implica repetición periódica no espazo. Os sólidos amorfos presentan só orde a curto alcance; os cristalinos, ambos os tipos.

Parámetro de rede

Magnitudes xeométricas que definen a cela unitaria dun cristal, incluíndo as lonxitudes das arestas (a , b , c) e os ángulos entre elas (α , β , γ). Determinan o tamaño e a forma da rede cristalina, e inflúen directamente nas propiedades do material.

Plano cristalográfico

Plano que pasa por puntos equivalentes da rede cristalina e que se repite periodicamente no cristal. A súa orientación inflúe nas propiedades mecánicas, especialmente nos mecanismos de esvaramento e fractura.

Rede cristalina

Arranxo tridimensional periódico de puntos que representa as posicións equivalentes dos átomos nun cristal. A rede define a simetría e a periodicidade da estrutura cristalina, independentemente da natureza química dos átomos asociados a cada punto.

Rede de Bravais

Conxunto de puntos distribuídos regularmente no espazo que describen a periodicidade dunha estrutura cristalina. Existen catorce redes de Bravais en tres dimensións. Constitúen a base para describir as estruturas cristalinas reais.

Sistema cristalino

Clasificación xeométrica das estruturas cristalinas segundo a simetría da cela unitaria. Existen sete sistemas cristalinos (cúbico, tetragonal, ortorrómbico, hexagonal, trigonal, monoclinico e triclinico). Define as relacións entre os parámetros de rede e inflúe nas propiedades do material.

Tema 3

Imperfeccións cristalinas e difusión

15

DEFECTOS

Autointersticial

Átomo do propio material situado nunha posición intersticial da rede cristalina. Produce grandes distorsións locais e ten unha enerxía de formación elevada, polo que é menos frecuente ca a vacante.

Defecto cristalino

Calquera desviación da orde perfecta da rede cristalina. Os defectos inflúen de maneira decisiva nas propiedades mecánicas, eléctricas, ópticas e de difusión dos materiais, e son fundamentais para comprender o comportamento real dos sólidos.

Defecto de Frenkel

Defecto puntual característico de cristais iónicos no que un ión abandona o seu nodo e ocupa unha posición intersticial, formando un par vacante-intersticial. Mantén a electroneutralidade do cristal. Afectan á condutividade iónica dos cristais iónicos.

Defecto de Schottky

Defecto puntual propio de cristais iónicos no que se forman simultaneamente vacantes catiónicas e aniónicas. Permite manter a electroneutralidade e inflúe na densidade e condutividade iónica.

Defecto lineal

Imperfección cristalina que se estende ao longo dunha liña dentro do cristal. O exemplo máis importante son as dislocacións, responsables da deformación plástica nos materiais metálicos.

Defecto puntual

Imperfección localizada nun punto da rede cristalina que afecta a un ou poucos átomos. Inclúe vacantes, átomos intersticiais e impurezas, e inflúe en propiedades como a difusión e a condutividade.

Defecto superficial

Imperfección bidimensional que separa rexións do cristal con distinta orientación ou estrutura. Inclúe límites de gran, superficies libres e límite de macla. Inflúen na resistencia mecánica.

Dislocación

Defecto lineal que representa unha discontinuidade na orde cristalina. O movemento das dislocacións baixo tensión explica a deformación plástica dos metais a tensións moito menores ca as teóricas. O seu movemento prodúcese por esva-ramento ao longo de planos cristalográficos específicos.

Dislocación de bordo

Tipo de dislocación asociada á presenza dun semiplano adicional de átomos na rede cristalina. O vector de Burgers é perpendicular á liña da dislocación.

Dislocación helicoidal

Dislocación na que os planos cristalinos forman unha hélice arredor da liña da dislocación. O vector de Burgers é paralelo á liña da dislocación, o que permite maior mobilidade.

Dislocación mixta

Dislocación que presenta simultaneamente compoñentes de bordo e helicoidal. É o tipo máis frecuente nos materiais reais e o seu comportamento depende da orientación local.

Fallo de apilamento

Defecto asociado a unha secuencia incorrecta de apilamento dos planos cristalinos. É frecuente en estruturas compactas e inflúe na mobilidade das dislocacións.

Impureza intersticial

Átomo alleo de pequeno tamaño que se sitúa nun intersticio da rede cristalina. Produce fortes distorsións locais e é especialmente relevante en aliaxes como os aceiros.

Impureza substitucional

Átomo aleo que substitúe un átomo do material base nun nodo da rede cristalina. Pode provocar distorsións da rede e modificar propiedades mecánicas, eléctricas e de difusión.

17

Límite de gran

Superficie que separa dous grans con distinta orientación cristalográfica nun material policristalino. Actúa como barreira ao movemento das dislocacións e afecta ás propiedades mecánicas.

Límite de macla

Defecto superficial no que unha parte do cristal adopta unha orientación de simetría especular respecto ao plano de macla. Pode contribuír á deformación plástica en certos materiais e determinadas condicións.

Vacante

Defecto puntual consistente na ausencia dun átomo nun nodo da rede cristalina. A súa concentración aumenta coa temperatura e facilita procesos como a difusión por vacantes e a deformación plástica.

Vector de Burgers

Vector que describe a magnitude e a dirección da distorsión producida por unha dislocación.

DIFUSIÓN

Difusión en estado sólido

Proceso polo cal os átomos se desprazan a través dun material sólido. En xeral, a forza impulsora é un gradiente de concentración. É un mecanismo termicamente activado, fundamental en tratamentos térmicos e transformacións de fase.

Coefficiente de difusión

Magnitude que mide a facilidade coa que os átomos se difunden nun material. Depende da temperatura, do tipo de átomo e da estrutura cristalina.

Difusión intersticial

Difusión na que os átomos pequenos se desprazan entre intersticios da rede cristalina. É máis rápida ca a difusión por vacantes e típica de elementos como H, C ou N.

18

Difusión por vacantes

Mecanismo de difusión no que os átomos se moven ocupando vacantes da rede cristalina. É o mecanismo dominante para átomos substitucionais en metais.

Enerxía de activación

Enerxía mínima necesaria para que un átomo se poida difundir dentro da rede cristalina.

Estado estacionario

Situación na que a concentración das especies difusoras en cada punto do material permanece constante co tempo, aínda que exista fluxo difusivo.

Estado non estacionario

Situación na que a concentración das especies difusoras cambia co tempo.

Fluxo difusivo

Cantidade de materia que atravesa unha superficie por unidade de tempo debido á difusión. Depende do gradiente de concentración e do coeficiente de difusión.

Primeira lei de Fick

Lei que describe a difusión en estado estacionario, establecendo que o fluxo difusivo é proporcional ao gradiente de concentración. Aplícase cando a concentración non varía co tempo.

Segunda lei de Fick

Lei que describe a difusión en estado non estacionario, cando a concentración varía co tempo. Permite calcular perfís de concentración en función do tempo e da posición. Trátase dunha ecuación diferencial de segunda orde, polo que a súa solución necesita de condicións de contorno en función do proceso que se estude.

Tema 4

Ensaio e propiedades mecánicas

19

Alargamento

Medida da deformación dun material sometido a tracción. Exprésase como incremento relativo de lonxitude respecto á inicial.

Coefficiente de Poisson (ν)

Relación entre a contracción lateral e o alongamento lonxitudinal dun material sometido a tensión uniaxial. Adimensional. Valores típicos: 0,2-0,35 nos metais.

Comportamento mecánico

É a resposta dun material cando é sometido a esforzos externos, como tracción, compresión, flexión ou torsión.

Deformación

Cambio relativo das dimensións dun material debido a unha carga aplicada. Adimensional ou expresada en %. Pode ser elástica, recuperable tras eliminar a carga, ou plástica, permanente. A deformación determina a ductilidade.

Deformación enxeñeril

Deformación calculada respecto á lonxitude inicial do material. Adimensional ou expresada en %. Empregada para ensaios normalizados, representa cambios relativos sen corrixir variacións reais de sección.

Deformación real

Deformación que considera cambios continuos na lonxitude da probeta de material durante o ensaio de tracción. Adimensional ou expresada en %.

Diagrama tensión-deformación

Gráfico que representa tensión, expresada en Pa ou MPa, fronte a deformación, expresada en %. Identifica rexión elástica e plástica, punto de fluencia, resistencia máxima e ruptura. Base para a análise de comportamento mecánico dun material.

Ductilidade

Capacidade dun material de deformarse plasticamente sen fractura. Medida mediante elongación (expresada en %) ou redución de área (expresada en %). A alta ductilidade permite a absorción de enerxía e procesos de conformación industrial.

Dureza

Propiedade que mide a resistencia á penetración dunha superficie dun material. Reflicte na resistencia ao desgaste dun material e de forma cualitativa pode asociarse á resistencia do material.

Dureza Brinell (HB)

Medida de dureza dunha superficie mediante un indentador de esfera de aceiro ou carburo de volframio baixo unha carga estándar. A dureza calcúlase como a forza aplicada dividida pola superficie da pegada, que dá como resultado HB. Unidade: N/mm^2 (implícita) ou sen dimensión.

Dureza Rockwell

Medida rápida de dureza mediante un indentador cónico ou de esfera. Baseada na profundidade de penetración do indentador a partir dunha profundidade de referencia (aplicación dunha precarga), que se relaciona coa área efectiva de contacto. Resultado: HR, sen necesidade de calcular a área da impresión directamente. Amplamente usada na industria para pezas metálicas.

Dureza Vickers (HV)

Medida de dureza que utiliza unha pirámide de diamante de base cadrada como indentador. A dureza calcúlase como a forza aplicada dividida pola superficie da pegada. Resultado: HV. Unidade: N/mm^2 ou adimensional, útil para materiais finos ou recubrimentos delgados.

Elasticidade

Capacidade dun material de recuperar a súa forma orixinal tras retirar a carga aplicada. Rexida pola lei de Hooke no réxime elástico. Magnitude asociada: módulo de Young (Pa ou GPa).

Ensaio de dureza

Proba que determina a resistencia dunha superficie a deformarse ou penetrarse mediante un indentador estándar. Unidades típicas para metais: HB (Brinell), HV (Vickers), HRC (Rockwell).

Ensaio de fatiga

Proba que determina a resistencia dun material a cargas cíclicas repetidas durante moito tempo. Unidade: Pa ou MPa; o número de ciclos ata a fractura indícase sen dimensións. Esencial para pezas sometidas a cargas alternas.

Ensaio de impacto

Proba que determina a enerxía absorbida por un material durante un impacto. Unidade: joules (J). Avalía a tenacidade e a resistencia á fractura.

Ensaio de tracción

Proba que aplica unha forza uniaxial a unha probeta para determinar propiedades mecánicas: límite elástico, resistencia e ductilidade. Permite elaborar diagramas tensión-deformación.

Fluencia

Deformación plástica dependente do tempo que se produce baixo unha carga constante, especialmente a altas temperaturas. É relevante en metais e polímeros.

Fráxil

Dise do material que presenta un comportamento mecánico caracterizado por fractura sen deformación plástica apreciable. Común en cerámicos e algúns polímeros a baixa temperatura.

Límite elástico

Máxima tensión á que un material pode ser sometido sen que se produza deformación plástica permanente. Unidade: Pa ou MPa. Determina a capacidade de traballo seguro de compoñentes estruturais. É esencial para seleccionar materiais.

Límite elástico convencional

Valor da tensión que produce unha deformación plástica permanente do 0,2 %. Úsase cando o límite elástico non é claramente definido, especialmente en materiais dúctiles. Unidade: Pa ou MPa.

Mecánica da fractura

Área que estuda o comportamento de fendas e defectos na propagación de fractura nos materiais. Inclúe parámetros como factor de intensidade de tensión e enerxía de fractura. Permite determinar a capacidade dun material para soportar esforzos en presenza de defectos.

Módulo de Young (E)

Medida da rixidez dun material en deformación elástica. É a relación entre tensión (Pa, MPa, GPa) e deformación (adimensional). Valores altos indican materiais ríxidos; baixos, materiais flexibles.

Resiliencia

Capacidade dun material de absorber enerxía elástica e cedela ao deixar de aplicar a forza (é dicir, sen deformarse de xeito permanente).

Resistencia á tracción ($\sigma_{\max}$)

Tensión máxima que un material pode soportar antes de romperse baixo tracción. Unidade: Pa ou MPa. Reflicte a máxima carga que un material pode soportar e é útil para seleccionar materiais.

Rixidez

Resistencia dun material á deformación elástica. Está relacionada co módulo elástico.

Tenacidade

Capacidade dun material de absorber enerxía antes de fracturarse. Combina resistencia e ductilidade; fundamental para materiais sometidos a impactos.

Tenacidade á fractura

Medida da capacidade de resistir á propagación dunha fenda baixo carga. Determina a seguridade estrutural fronte a defectos existentes.

Tensión (σ)

Forza aplicada por unidade de área sobre un material. Exprésase Pa ou MPa. Determina a resistencia do material a deformarse ou romperse e é fundamental en enxeñaría estrutural.

Tensión enxeñeril

Tensión calculada usando a sección inicial do material, sen ter en conta cambios de área durante a deformación. Unidade: Pa ou MPa.

Tensión real

Tensión calculada considerando a sección transversal real do material durante a tracción. Unidade: Pa ou MPa. É importante para determinar a carga real para conformar o material.

Tema 5

Mecanismos de deformación

23

Acritude

Porcentaxe de traballo en frío. Aumento da resistencia e descenso da ductilidade que acompañan a deformación en frío. Será tanto máis acusada canto maior sexa a deformación.

Creceamento de gran

Incremento do tamaño dos grans durante o recocemento prolongado a altas temperaturas. Aumenta a mobilidade das dislocacións pero reduce a resistencia mecánica (Lei de Hall-Petch). O control do tempo e da temperatura permite optimizar propiedades.

Deformación elástica

Cambio reversible nas dimensións dun material baixo unha carga. Ao eliminar a carga, o material retorna á súa forma orixinal. A relación entre tensión e deformación elástica descríbese polo módulo de Young (E , Pa ou GPa).

Deformación plástica

Cambio permanente na forma dun material cando a tensión supera o límite elástico. Non se recupera ao eliminar a carga. Este tipo de deformación implica movemento de dislocacións ao longo de planos e direccións cristalográficos preferentes, e permite procesos industriais como a laminación ou o estiramento de metais.

Endurecemento

Aumento da resistencia do material limitando a mobilidade das dislocacións (existencia de irregularidades na rede cristalina) e, en consecuencia, dificultando a deformación dos cristais.

Endurecemento por precipitación

Precipitados finos e uniformemente distribuídos dificultan o movemento das dislocacións.

Endurecemento por redución do tamaño de gran

O límite de gran actúa como barreira ao movemento das dislocacións.

24

Endurecemento por solución sólida

Os átomos de soluto introducen distorsións na rede do disolvente (dificultan o movemento das dislocacións).

Endurecemento por traballado en frío

O material é conformado a baixa temperatura respecto á súa temperatura de fusión. Xeralmente ten lugar unha redución da sección. A deformación plástica implica un aumento da resistencia do material por multiplicación das dislocacións.

Esvaramento

Escurregamento relativo dos planos atómicos nun cristal baixo unha tensión aplicada, que produce deformación plástica. O movemento realízase ao longo de planos de esvaramento e direccións cristalográficas específicas, determinadas pola estrutura. Inflúe na ductilidade e resistencia dos materiais metálicos.

Plano de esvaramento

Plano cristalográfico ao longo do cal os átomos poden deslizarse facilmente baixo tensión. A súa orientación afecta á deformación plástica. Un material con varios planos de esvaramento activos terá maior ductilidade.

Recocemento

Tratamento térmico postraballado en frío que permite recuperar as propiedades iniciais do material. Inclúe tres etapas: recuperación (redución de defectos de dislocación), recristalización (formación de grans novos libres de deformación) e crecemento de gran (incremento de tamaño dos grans). Mellora a ductilidade e diminúe a resistencia.

Recristalización

Formación de grans novos, libres de deformación, a partir de material deformado. O tamaño e o número de grans dependen da temperatura e do grao de deformación previo. A ductilidade aumenta e a dureza diminúe.

Recuperación

Primeira etapa do recocemento de recristalización. As dislocacións redistribúense e elimínanse tensións internas sen cambiar significativamente a microestrutura. Mellora a condución eléctrica e reduce as tensións residuais, pero non restaura completamente a ductilidade.

Sistema de esvaramento

Conxunto formado por un plano de esvaramento e unha dirección de esvaramento. Determina como e con que facilidade se produce a deformación plástica nun cristal. Materiais con máis sistemas de esvaramento deformaranse máis facilmente.

25

Traballo en quente

Proceso de conformación do metal a unha temperatura superior á de recristalización e inferior á de fusión. Durante a deformación plástica ocorren dous procesos antagónicos: acritude e abrandamento por recristalización ou recuperación.

Temperatura de recristalización

Temperatura por riba da cal ten lugar o proceso de recristalización.

Tema 6

Solidificación e transformacións en estado sólido

27

Aliaxe metálica

Material formado por dous ou máis elementos, e polo menos un deles é un metal. Este conxunto compórtase coma un metal. As súas propiedades dependen da composición, microestrutura e tratamentos térmicos.

Crecremento cristalino

Expansión dos núcleos sólidos ata formar grans completos. A velocidade de crecremento depende da temperatura, composición e difusión de átomos. Unidade: m/s ou $\mu\text{m/s}$.

Crecremento dendrítico

Tipo de crecremento cristalino caracterizado por ramificacións en forma de árbore. Determina microestruturas de aliaxes metálicas e propiedades mecánicas. Inflúe na segregación de elementos e porosidade.

Curva de arrefriamento

Gráfico que relaciona a temperatura e o tempo durante a solidificación. Permite controlar a microestrutura e a distribución de fases. Unidade de temperatura: $^{\circ}\text{C}$; de tempo: s, min ou h.

Diagrama de fases

Representación gráfica das fases presentes nun sistema en función da composición e temperatura. Inclúe liñas de *liquidus*, *solidus*, *solvus* e rexións de mestura de fases.

Liña *liquidus*

Liña do diagrama de fases que representa as temperaturas ás que o material inicia a solidificación en función da composición. Por enriba desta liña, o material atópase completamente en estado líquido.

Liña solidus

Liña do diagrama de fases que representa as temperaturas ás que o material completa a solidificación en función da composición. Por debaixo desta liña, o material atópase completamente en estado sólido.

Liña solvus

Liña do diagrama de fases que indica a temperatura á cal unha fase sólida única se separa en dúas fases sólidas distintas. Representa o límite de solubilidade en estado sólido entre dous compoñentes.

Microsegregación

Distribución non uniforme de elementos de aliaxe durante a solidificación, que xera pequenas variacións locais na composición química e propiedades.

Nucleación

Inicio do proceso de solidificación no que aparecen pequenos núcleos sólidos (xerme) nun líquido subarrefriamento. Pode ser homoxénea (no volume) ou heteroxénea (sobre impurezas ou paredes).

Nucleación heteroxénea

Formación de núcleos sólidos sobre superficies existentes ou impurezas. Requírese menor subarrefriamento ca na homoxénea. Facilita a solidificación rápida e controla o tamaño de gran.

Nucleación homoxénea

Formación de núcleos sólidos sen axuda de impurezas, só dentro do líquido subarrefriamento. Requírese maior subarrefriamento e a enerxía libre de formación de núcleo é alta.

Radio crítico

Tamaño mínimo que debe acadar un núcleo sólido para crecer en lugar de disolverse. Está determinado pola enerxía de superficie e polo subarrefriamento.

Reacción eutética

Transformación na que un líquido se converte en dúas fases sólidas distintas ao alcanzar unha temperatura constante, denominada temperatura eutética. No diagrama de fases binario represéntase por unha liña horizontal, chamada liña eutética. Durante a solidificación, o líquido forma unha microestrutura característica chamada microestrutura eutética, xeralmente laminar, onde ambas as fases están intercaladas.

Reacción eutectoide

Transformación na que unha fase sólida se converte en dúas fases sólidas a temperatura constante, denominada temperatura eutectoide.

Reacción peritética

Transformación na que un líquido e unha fase sólida reaccionan para formar unha nova fase sólida ao alcanzar unha temperatura constante, denominada temperatura peritética. A reacción peritética inflúe na microestrutura, tamaño de gran e propiedades mecánicas, e é importante no deseño e no procesamento de aliaxes metálicas.

Sistema isomorfo

Sistema binario no que os elementos son totalmente solubles no estado sólido e forman solucións sólidas continuas. As propiedades dependen da composición.

Solidificación

Proceso polo cal un líquido se converte en sólido ao arrefriarse abaixo do seu punto de fusión. Determina a microestrutura inicial do material, incluíndo tamaño de gran e distribución de fases. A velocidade de arrefriamento inflúe nas propiedades finais.

Solución sólida

Fase sólida na que un ou máis átomos se distribúen de forma uniforme dentro da rede cristalina doutro elemento. Pode ser substitucional ou intersticial.

Solución sólida intersticial

Solución sólida na que un átomo de soluto de pequeno tamaño ocupa os intersticios existentes entre os átomos do disolvente dentro da rede cristalina.

Solución sólida substitucional

Solución sólida na que un átomo ou ión do soluto substitúe os átomos do disolvente dentro da rede cristalina e ocupa a súa posición.

Subarrefriamento

Diferenza entre a temperatura á cal hai que arrefriar o metal líquido para que comece a solidificación e o seu punto de fusión teórico. Controla a taxa de nucleación e crecemento.

Transformación en estado sólido

Cambio de fase ou redistribución de solutos nun sólido sen pasar a líquido.

Tema 7

Materiais metálicos

31

Aceiro

Aliaxe férrea con contidos de carbono ($<2\%$). A microestrutura e as propiedades dependen da composición, tratamentos térmicos e proceso de solidificación.

Aliaxes de aluminio

Aliaxes onde o aluminio é o elemento principal, teñen boa relación resistencia/peso e utilízanse, entre outras, na industria do transporte. Inclúen, entre outras, Al-Cu, Al-Mg, Al-Si.

Aliaxes de cobre

Aliaxes onde o cobre é o elemento principal. Inclúen Cu-Zn, Cu-Sn, Cu-Ni. Presentan alta resistencia á corrosión.

Aliaxes de titanio

Aliaxes onde o titanio é o elemento principal. Lixeiras, resistentes á corrosión e altas temperaturas, utilizadas na industria aeroespacial e biomédica. Alta relación resistencia/peso e estabilidade térmica.

Aliaxes férreas

Materiais baseados no ferro que conteñen carbono e outros elementos de aliaxe. Inclúen aceiros e fundicións de ferro. As propiedades dependen do contido de carbono, microestrutura e tratamentos térmicos, influíndo en resistencia, ductilidade e dureza.

Austenita

Fase sólida do diagrama ferro-carbono estable a altas temperaturas. Estrutura cúbica centrada nas caras (FCC), con maior solubilidade de carbono ca a ferrita. Máis dúctil ca a ferrita e importante na formación de microestruturas posteriores.

Bainita

Microestrutura do aceiro formada pola transformación da austenita a temperaturas intermedias en condicións fóra do equilibrio. Combina resistencia e tenacidade.

Cementita (Fe_3C)

Composto intermetálico de ferro e carbono (6,67 % C) duro e fráxil que se forma en aceiros e fundicións. Está presente en microestruturas como a perlita ou directamente na cementita proeutectoide. Aumenta a dureza e a resistencia, pero reduce a ductilidade.

Diagrama estable Fe-C

Diagrama de fases ferro-carbono que considera o grafito como a fase estable do carbono. Describe o equilibrio termodinámico en fundicións.

Diagrama metaestable Fe-Fe₃C

Diagrama de fases do sistema ferro-carbono que mostra fases como ferrita, austenita, cementita e perlita en función da temperatura e composición. Axuda a predicir microestrutura e propiedades mecánicas dos aceiros.

Diagramas CCT

Diagrama de arrefriamento continuo que mostra a evolución das fases baixo arrefriamento non isotérmico. Permite predicir a microestrutura final e propiedades mecánicas.

Diagramas TTT

Diagramas isotérmicos de transformación que representan a velocidade de transformación das fases en función do tempo a temperatura constante. É útil para planificar tratamentos térmicos e predicir a microestrutura.

Elementos de aliaxe

Átomos engadidos a un metal puro para formar unha aliaxe (Cr, Ni, Mo, Mn etc.), que modifican propiedades mecánicas, térmicas e químicas.

Ferrita

Fase sólida do diagrama ferro-carbono composta principalmente por ferro con pequeno contido de carbono. Estrutura cúbica centrada no corpo (BCC), dúctil e relativamente branda.

Fundición branca

Fundición de ferro con predominio de cementita. Dura, fráxil e baixa maquinabilidade.

Fundición de ferro

Aliaxe de ferro con contido de carbono ($>2\%$). Pode ser branca, gris, dúctil ou maleable. A microestrutura determina dureza, resistencia e tenacidade. A fractura adoita ser máis fráxil ca nos aceiros.

Fundición dúctil

Fundición de ferro con grafito esférico ou nodular. Combina resistencia e ductilidade.

Fundición gris

Fundición de ferro con grafito laminar. A súa resistencia e alongamento son inferiores ás dos aceiros, boa absorción de vibracións e facilidade de mecanización.

Fundición maleable

Fundición branca tratada termicamente para transformar cementita en grafito nodular, e mellorar a ductilidade e a tenacidade.

Grafito

Forma alotrópica do carbono que se forma na solidificación das fundicións grises e dúctiles, e no tratamento para obter as fundicións maleables.

Ledeburita

Mestura eutéctica formada por austenita e cementita no sistema Fe-Fe₃C.

Martensita

Fase de inequilibrio, dura e fráxil formada por transformación sen difusión da austenita durante o tempero. Presenta unha estrutura tetragonal sobresaturada en carbono.

Normalizado

Tratamento térmico no campo austenítico seguido de arrefriamento ao aire. Consegue refinamento de grans, mellora a homoxeneidade e as propiedades mecánicas.

Perlita

Composto laminar formado por láminas alternas de ferrita e cementita. Resulta da transformación da austenita ao arrefriarse lentamente a 723 °C (reacción eutectoide). Presenta propiedades mecánicas intermedias entre as fases que a constitúen. Combina dureza e ductilidade.

Recocemento

Tratamento térmico a temperatura de recocemento seguido de arrefriamento lento. Alivia tensións internas, restaura ductilidade e reduce dureza.

34

Revenimento

Tratamento térmico do aceiro temperado realizado a temperatura inferior ao campo austenítico para aumentar a ductilidade e a tenacidade, mantendo parte da dureza.

Tempero

Tratamento térmico da austenita seguido de arrefriamento rápido (auga, aceite, aire). Aumenta a dureza e a resistencia, pero diminúe a ductilidade.

Tratamento térmico

Proceso que implica quentamento e arrefriamento controlado para modificar microestrutura e propiedades. Inclúe recocemento, normalizado, tempero e revenimento. Temperatura: °C; tempo: min ou h.

Tema 8

Materiais cerámicos

35

Abrasivo

Dise do material duro e resistente ao desgaste, usado para cortar, pulir ou desgastar outros materiais. Pode ser natural ou sintético. Exemplos: corindón, diamante ou carburo de silicio.

Cemento Portland

É un conglomerante hidráulico, é dicir, un material inorgánico finamente moído que, amasado con auga, forma unha pasta que fragua por medio de reaccións de hidratación e que, unha vez endurecido, conserva a súa resistencia e estabilidade. Obtense ao mesturar clínker, xeso e outras adicións segundo o uso final.

Cerámica de enxeñaría

Cerámicas deseñadas para funcións específicas: eléctricas, magnéticas ou mecánicas. Inclúen óxidos avanzados, nitruros e carburos. Destacan por dureza, estabilidade térmica e resistencia á corrosión.

Cerámica eléctrica

Cerámicas con propiedades dieléctricas ou semiconductoras, utilizadas en condensadores, illantes e sensores.

Cerámica tenaz

Cerámicas modificadas para aumentar tenacidade á fractura mediante microestruturas controladas ou inclusión de fibras. Melloran a resistencia ao choque e a propagación de fendas.

Cerámica tradicional

Materiais cerámicos obtidos a partir de minerais naturais (arxilas, sílex, feldespato). Inclúen louzas, porcelanas e ladrillos. Destacan por dureza, estabilidade térmica e resistencia química, pero baixa ductilidade.

Clínker

Produto intermedio obtido na fabricación do cemento Portland tras a calcinación ata a fusión parcial da mestura de calcaria e arxila en fornos rotatorios. Posteriormente, móese xunto con xeso para producir cemento.

Compactación uniaxial

Proceso de conformación no que un po cerámico seco é prensado nunha soa dirección mediante un molde ríxido. Permite obter pezas con boa precisión dimensional e alta densidade verde. É común na fabricación de baldosas e compoñentes simples.

Defecto de Griffith

Concepto da mecánica da fractura que explica a rotura fráxil dos materiais debido á presenza de microfendas. A resistencia real dun material é menor ca a teórica porque as fendas concentran tensións. A fractura prodúcese cando a enerxía liberada supera a enerxía superficial necesaria para crear novas superficies.

Estrutura cristalina cerámica

Organización tridimensional de átomos, ións ou moléculas en cerámicas cristalinas. Determina propiedades mecánicas, térmicas e eléctricas.

Formigón

Material composto formado por cemento, árido, auga e aditivos específicos. Presenta unha alta resistencia á compresión (MPa), pero baixa á tracción. As súas propiedades dependen da relación auga/cemento e curado.

Formigón armado

Formigón reforzado con barras ou mallas de aceiro (armaduras). A estrutura reforzada soporta maiores esforzos de tensión, compresión e flexión.

Hidroplasticidade

Propiedade das pastas cerámicas húmidas que lles permite deformarse plasticamente baixo esforzos moderados sen fracturarse, mantendo a forma adquirida tras retirar a carga. Depende do contido de auga, da natureza das arxilas e do tamaño de partícula. É esencial nos procesos de conformación de cerámicas tradicionais, como o moldeamento e a extrusión.

Laminación-flotación do vidro

Proceso industrial de fabricación de vidro plano. Na laminación, o vidro fundido pásase entre rolos de laminación; na flotación, o vidro flota sobre estaño fundido e obtéñense superficies moi planas.

Louzas e porcelanas

Cerámicas tradicionais de uso doméstico e sanitario. As louzas teñen maior porosidade e menor temperatura de cocción ca as porcelanas. As porcelanas son máis densas, resistentes e vitrificadas, cocidas a temperaturas superiores a 1300 °C.

Material cerámico

Material inorgánico, non metálico, formado por elementos metálicos ou non metálicos enlazados mediante enlaces iónicos ou covalentes. Destaca pola alta dureza, estabilidade térmica, resistencia á corrosión e baixa condutividade eléctrica.

Moldeamento en barbotina

Proceso de conformación cerámico no que se verte unha suspensión acuosa de po cerámico (barbotina) nun molde poroso, normalmente de xeso. A auga é absorbida polo molde e forma unha capa sólida adherida ás paredes. Tras alcanzar o espesor desexado, elimínase o exceso de barbotina. Se as pezas son sólidas non se elimina a barbotina.

Produtos estruturais arxilosos

Cerámicas tradicionais destinadas a aplicacións estruturais, como ladrillos, tellas e bloques. Están fabricadas a partir de arxilas moldeadas e cocidas. Presentan boa resistencia á compresión, pero baixa resistencia á tracción e flexión.

Refractario

Dise do material capaz de soportar altas temperaturas sen deformarse ou fundirse. Inclúe óxidos, carburos e silicatos resistentes a 1500-2000 °C. Utilízase en fornos, crisóis e revestimentos industriais.

Sinterización

Proceso térmico no que un compacto cerámico aumenta a súa densidade mediante difusión atómica, sen chegar á fusión. Produce redución de porosidade e mellora das propiedades mecánicas. Ten lugar a altas temperaturas, inferiores ao punto de fusión.

Vidro

Material cerámico amorfo obtido por arrefriamento dun fundido, sen orde cristalina. Caracterízase por transparencia, dureza moderada e boa resistencia química. Non presenta un punto de fusión definido, senón transición vítrea.

Vidro laminado

Vidro composto por dúas ou máis láminas unidas mediante unha capa intermedia polimérica. No caso de rotura, os fragmentos quedan adheridos á lámina intermedia, mellorando a seguridade. Úsase en automoción e construción.

Vidro recocido

Vidro arrefriado lentamente tras a conformación para eliminar tensións internas. Presenta menor resistencia mecánica ca o vidro temperado, pero maior estabilidade dimensional. É o vidro base para outros tratamentos.

Vidro temperado

Vidro sometido a un tratamento térmico seguido de arrefriamento rápido que xera tensións de compresión superficial e de tensión no interior. Isto aumenta significativamente a resistencia mecánica e o choque térmico. Ao romper, fragmentase en pequenos anacos pouco cortantes.

Vitrificación

Proceso no que unha cerámica adquire unha fase vítrea durante a cocción, reducindo a porosidade e aumentando a resistencia mecánica e a impermeabilidade. Prodúcese pola fusión parcial dos compoñentes fundentes.

Vitrocerámica

Material cerámico resultado da cristalización parcial e controlada dun vidro. Combina propiedades de cerámica cristalina (tenacidade, dureza) e vidro (estabilidade térmica e química).

Tema 9

Materiais poliméricos

39

Amorfo

Estado sólido no que non existe orde periódica a longo alcance (non hai rede cristalina), aínda que pode haber orde local a curto alcance. Nos polímeros amorfos non aparece unha temperatura de fusión definida (T_m); no canto diso obsérvase unha transición vítrea (T_g) e un abrandamento progresivo por riba dela. As propiedades mecánicas e reolóxicas dependen fortemente da temperatura e da escala temporal (frecuencia/tempo de carga).

Atáctico

Dise do polímero no que os grupos substituíntes se dispoñen de maneira aleatoria ao longo da cadea principal, sen orde espacial definida. A atacticidade adoita dificultar o empacotamento e, polo tanto, reduce a cristalinidade.

Caucho natural

Elastómero natural obtido do látex (principalmente cis-1,4-poliisopreno). Presenta alta elasticidade e boa resistencia á fatiga; a súa formulación final (con cargas, antioxidantes e, a miúdo, vulcanización) determina as prestacións. Usos típicos: pneumáticos, luvas, selos e amortecedores.

Caucho sintético

Elastómeros producidos industrialmente (por exemplo: SBR, BR, NBR, EPDM, CR), deseñados para mellorar propiedades específicas (resistencia ao desgaste, ao aceite/combustibles, á intemperie, á calor etc.). As propiedades dependen da microestrutura, do contido de comonomeros e do grao de reticulación.

Comportamento viscoelástico

Resposta mecánica na que coexisten compoñentes elásticas (deformación instantánea e reversible dependente da tensión aplicada) e viscosas (deformación permanente dependente da velocidade de aplicación da tensión). Maniféstase en fenómenos como fluencia (*creep*), relaxación de tensión e dependencia con frecuencia (DMA) e temperatura (superposición tempo-temperatura, cando aplica).

Copolímero

Polímero formado por dous ou máis monómeros distintos. Segundo a secuencia poden ser aleatorios, alternantes, en bloque ou en enxerto, permitindo axustar a temperatura de transición vítrea ou temperatura de fusión definida, compatibilidade, resistencia ao impacto, barreira etc.

Cristalinidade en polímeros

Presenza de rexións onde as cadeas se organizan con orde tridimensional (lamelas) dentro dunha matriz normalmente amorfa. A maior cristalinidade adoita aumentar rixidez, densidade, resistencia química e temperatura de servizo, e reducir transparencia e ductilidade (non é unha regra absoluta: depende da morfoloxía e da historia térmica).

Curado

Proceso químico irreversible (xeralmente en resinas termoestables) polo que se forman enlaces de reticulación entre cadeas/oligómeros, que xera unha rede tridimensional. Pode activarse por temperatura, radiación, humidade ou catalizadores/endurecedores. O avance do curado incrementa a viscosidade, conduce á xelificación (punto de xel) e, finalmente, aumenta o módulo da temperatura de transición vítrea e a estabilidade térmica.

Elastómero

Polímero capaz de soportar grandes deformacións reversibles (elasticidade entropía-dominante), normalmente cunha rede reticulada lixeiramente (química) ou con puntos de ancoraxe equivalentes. En servizo adoita estar por riba da súa temperatura de transición vítrea.

Elastómero termoplástico

Material que combina a elasticidade dos elastómeros coa procesabilidade dos termoplásticos. A «reticulación» é física (dominios duros/cristalinos ou microfases) e é reversible coa temperatura, polo que pode fundir, reprocesarse e reciclarse. Por exemplo: SBS/SEBS, TPV, TPU (nalgúns casos), TPO.

Estereoisómero

Isómero que ten a mesma conectividade atómica pero difire na disposición tridimensional (por exemplo: enantiómeros, diastereoisómeros; e, no contexto de polímeros, diferenzas cis/trans ou configuracións que afectan á tacticidade).

Extrusión de polímeros

Proceso continuo no que un polímero (normalmente fundido) é impulsado por un extrusor a través dunha fieira e obtense un perfil de sección constante (tubos,

perfis, láminas, recubrimientos). Inclúe plastificación, mestura/homoxeneización e, despois da feira, calibración e arrefriamento para fixar a forma.

Grao de cristalinidade

Fracción de material cristalino nun polímero semicristalino, expresada como % en masa ou en volume (segundo o método). Estímase por DSC (entalpía de fusión), densidade ou difracción de raios X, entre outros. Aumentar a cristalinidade adoita elevar a T_m , módulo e densidade, e reducir a elongación á rotura.

41

Grupo substituínte ou lateral

Átomo ou grupo unido á cadea principal e distinto do esqueleto da macromolécula. A súa química e tamaño condicionan a temperatura de transición vítrea, cristalinidade, polaridade, interaccións intermoleculares e procesabilidade. Ex.: $-CH_3$ en PP; $-Cl$ en PVC.

Inxección de polímeros

Proceso no que un termoplástico se plastifica nun cilindro e se inxecta a alta presión nun molde pechado. O material enche a cavidade, arrefría e solidifica, o que produce pezas complexas con boa reproducibilidade. Parámetros clave: temperatura do fundido e do molde, presión/velocidade de inxección, tempo de compactación e arrefriamento.

Isómero

Compostos coa mesma fórmula molecular pero distinta estrutura (conectividade) e, polo tanto, propiedades diferentes.

Isómero de posición

Isómero no que un substituínte/funcionalidade ocupa unha posición diferente no mesmo esqueleto carbonado (química orgánica).

Isómero xeométrico

Isomería debida á restrición de rotación (por exemplo: arredor dun dobre enlace $C = C$), que dá lugar a disposicións relativas diferentes dos substituíntes (cis/trans ou E/Z). Pode afectar fortemente á cristalización e ás propiedades (por exemplo: en dienos).

Isotáctico

Tacticidade na que os grupos substituíntes aparecen, idealmente, no mesmo lado da cadea (mesma configuración repetida). Favorece o empaquetamento regular e adoita incrementar a cristalinidade (por exemplo: PP isotáctico).

Microfisuración (*crazing*)

Mecanismo de deformación en moitos termoplásticos vítreos no que se forman zonas de **craze**: microcavidades e fibrilas orientadas que soportan carga baixo tracción. Pode incrementar a tenacidade aparente ao disipar enerxía, pero se as zonas se xuntan pode conducir á fractura. É típico en PS e PMMA, e pode aparecer tamén en PC dependendo de tensión triaxial, temperatura e estado de tensado.

Monómero

Molécula de baixa masa molecular capaz de reaccionar para formar un polímero. A súa estrutura controla a unidade repetitiva e condiciona a temperatura de transición vítrea ou temperatura de fusión definida, polaridade e reactividade. En moitas cinéticas, a concentración de monómero inflúe na velocidade de polimerización, xunto con iniciador/catalizador e temperatura.

Plástico

Material baseado principalmente en polímeros (con aditivos e, ás veces, cargas/fibras) que, durante o procesamento, pode conformarse por fluxo (fundido/solución) ou reacción (termoestables) para obter pezas útiles.

Plásticos estándar (*commodities*)

Familia de termoplásticos de alto volume e baixo custo relativo (por exemplo: PE, PP, PVC, PS), destinados a aplicacións xerais. En termos xerais, ofrecen boa relación custo/prestación, pero límites moderados en temperatura e cargas sostidas (depende do grao e formulación).

Plásticos de enxeñaría

Polímeros con mellores prestacións mecánicas e térmicas ca os **estándar** (por exemplo: PA, PC, POM, PET/PBT), empregados en aplicacións estruturais e funcionais. Teñen custo maior e volumes menores, con maior esixencia en deseño e procesamento.

Plásticos de enxeñaría avanzados

Polímeros deseñados para altas temperaturas, ambientes agresivos e prestacións superiores (por exemplo: PEEK, PPS, PEI, PSU/PES, LCP). Alto custo e aplicación en aeronáutica, electrónica, química, biomédica etc.

Poliamida (PA, nylon)

Termoplástico semicristalino con boa resistencia mecánica e ao desgaste. É higroscópico (absorbe auga), o que modifica o módulo, dimensións e tenacidade. Bo comportamento en engranaxes, pezas técnicas e fibras.

Policarbonato (PC)

Termoplástico amorfo con moi alta resistencia ao impacto e boa transparencia. Sensible a certos disolventes (fisuración por tensión/ESC) e coa temperatura de transición vítrea elevada. Emprégase para aplicacións en proteccións, carcasas, lentes e compoñentes ópticos (segundo o grao).

Policloruro de vinilo (PVC)

Termoplástico polar obtido do cloruro de vinilo. Pode ser ríxido (uPVC) ou plástificado (PVC-P) segundo os aditivos. Boa resistencia química e boas propiedades dieléctricas; uso amplo en tubaxes, perfís, cables e láminas. É autoextinguible.

Poliestireno (PS)

Termoplástico amorfo, ríxido e relativamente fráxil en condicións estándar; boa transparencia e procesabilidade. Variantes como HIPS (modificado con caucho) melloran o impacto. Usos: envases, pezas de consumo e illamento (EPS/XPS).

Polietileno (PE)

Termoplástico semicristalino derivado do etileno, con excelente resistencia química e boa procesabilidade. Diferénciase por densidade e ramificación (LDPE/LLDPE/HDPE), o que altera cristalinidade, módulo e barreira. Presenta unha temperatura de transición vítrea moi baixa, boa ductilidade e comportamento ao impacto (segundo o grao e a temperatura).

Polietileno tereftalato (PET)

Poliéster termoplástico semicristalino. Pode ser transparente cando está pouco cristalizado (por exemplo: botellas estiradas-sopradadas) e aumenta a opacidade ao cristalizar. Boa resistencia mecánica e boa barreira; uso en envases e fibras.

Polimerización

Reacción pola que os monómeros se transforman en macromoléculas. Pode ser por crecemento en cadea (adición radicalaria, iónica ou coordinación) ou por crecemento por etapas (policondensación ou poliadición). As condicións controlan conversión, distribución de masas moleculares e arquitectura.

Polímero

Material formado por macromoléculas constituídas pola repetición de unidades estruturais máis pequenas chamadas monómero. Os polímeros poden ser naturais ou sintéticos e caracterízanse pola baixa densidade, boa resistencia química e propiedades mecánicas moi dependentes da temperatura. As súas propiedades dependen da estrutura molecular, grao de polimerización e tipo de enlace.

Polipropileno (PP)

Termoplástico semicristalino do propileno. O PP isotático é o máis común: boa rixidez/peso, boa resistencia química e boa fatiga en bisagras vivas. Limitacións: impacto a baixa temperatura (mellorable con copolimerización/modificación) e sensibilidade UV sen estabilización.

Poliuretano (PU)

Familia de polímeros obtidos por reacción de isocianatos con poliois. Pode ser termoplástico ou termoestable e formar desde espumas (flexibles/ríxidas) ata elastómeros e adhesivos. As propiedades dependen da relación de segmentos brandos/duros e da densidade de enlaces uretano/urea.

Resina

Material polimérico en forma de materia prima apto para ser transformado por procesamento (termoplásticos) ou por reacción/curado (termoestables). En termoestables, «resina» adoita referirse ao sistema reactivo antes do curado.

Resina epoxi

Sistema termoestable baseado en grupos epoxi que cura con endurecedores (aminas, anhídridos etc.) e forma unha rede reticulada tridimensional ríxida. Destaca pola alta adhesión, boa resistencia química e estabilidade dimensional; amplamente usada en adhesivos, recubrimentos e compostos.

Reticulación

Formación de unións entre cadeas que crea unha rede tridimensional (xeralmente química). Reduce a mobilidade segmentaria e aumenta o módulo, incrementa a rixidez, resistencia térmica e estabilidade dimensional. É característica de elastómeros vulcanizados e termoestables; tamén pode existir unha reticulación por radiación.

Sindiotático

Tacticidade na que os grupos substituíntes se dispoñen de forma alternada a ambos os lados da cadea. Pode favorecer cristalinidade en certos polímeros (por exemplo: PP sindiotático, segundo a síntese).

Tacticidade

Propiedade estrutural dos polímeros que describe a disposición espacial dos grupos laterais (substituíntes) ao longo da cadea macromolecular. Pode ser isotáctica, sindiotáctica ou atáctica. A tacticidade determina o grao de orde do polímero e inflúe directamente na súa cristalinidade, na súa temperatura de

transición vítrea ou temperatura de fusión definida, nas súas propiedades mecánicas e procesabilidade.

Temperatura de transición vítrea (T_g)

Intervalo de temperatura no que a fase amorfa pasa dun estado vítreo (rígido) a un estado gomoso/viscoelástico (máis móbil). Está relacionado co movemento cooperativo das cadeas poliméricas. Non é unha transición de fase de primeira orde como a fusión; depende da frecuencia, historia térmica e plastificantes. Determinínase por DMA, DSC, dilatometría etc.

45

Temperatura de xelificación

A xelificación é o momento (punto de xel) no que aparece por primeira vez unha rede continua «infinita» durante o curado, e o sistema perde fluidez macroscópica. En rigor, o punto de xel defínese por conversión/tempo; para un programa térmico dado pode asociarse a unha temperatura de xelificación (a temperatura á que se alcanza ese punto baixo esas condicións). É clave en procesamento e reoloxía de termoestables.

Termoestable

Polímero que, tras o curado, forma unha rede reticulada tridimensional ríxida. Isto fai que non funda ao quentar (degrada antes de fluír). Alta estabilidade dimensional e térmica relativa. Por exemplo: epoxi, fenólicas, certas poliimidadas (segundo o sistema).

Termoplástico

Polímero con estrutura lineal ou lixeiramente ramificada. As cadeas están ligadas entre si por enlaces de segunda orde (Van der Waals ou pontes de hidróxeno), polo que pode fundir e solidificar reversiblemente (sen cambio químico principal), e permite o reprocesamento. Moitos son semicristalinos (con parte amorfa e parte cristalina). Por exemplo: PE, PP, PET, PA, PC.

Tema 10

Materiais compostos

47

Composto de matriz cerámica (CMC)

Compostos nos que a matriz é cerámica. Destacan pola resistencia a altas temperaturas e á corrosión. Úsanse en motores e sistemas térmicos.

Composto de matriz metálica (MMC)

Compostos nos que a matriz é metálica (Al, Mg, Ti). Ofrecen maior resistencia térmica e mecánica ca os PMC. Utilízanse en aplicacións estruturais e aeroespaciais.

Composto de matriz polimérica (PMC)

Materiais compostos nos que a matriz é un polímero termoplástico ou termoes-table. Presentan baixa densidade, boa resistencia específica e facilidade de fabricación. Empréganse en automoción, aeronáutica e deporte.

Composto laminar

Materiais formados por capas superpostas con distintas orientacións ou materiais. Permiten adaptar propiedades mecánicas segundo a dirección. Úsanse en estruturas lixeiras e paneis estruturais.

Fase dispersa

Fase dun material composto que está distribuída dentro da matriz continua. Pode presentarse en forma de fibras, partículas ou láminas e é a principal responsable da mellora das propiedades mecánicas do material. A súa forma, tamaño, orientación e fracción inflúen directamente no comportamento do composto.

Fibra

Reforzo alongado cunha elevada relación lonxitude/diámetro, que proporciona alta resistencia e rixidez ao composto. Pode ser longa ou curta. A orientación das fibras inflúe fortemente no comportamento mecánico.

Material composto

Material formado pola combinación de dous ou máis materiais distintos, con propiedades complementarias, que permanecen fisicamente diferenciados.

Normalmente consta dunha matriz e unha fase dispersa ou reforzo. O obxectivo é mellorar propiedades mecánicas, térmicas ou funcionais fronte aos materiais individuais.

48

Matriz

Fase continua do material composto que envolve e mantén unido o reforzo. Pode ser polimérica, metálica ou cerámica. A súa función é transferir cargas ao reforzo, protexelo do ambiente e dar forma ao compoñente.

Negro de carbono (negro de fume)

Material carbonoso finamente dividido obtido por combustión incompleta de hidrocarburos. Utilízase como carga reforzante en elastómeros, especialmente en pneumáticos, aumentando a resistencia mecánica ao desgaste e á radiación ultravioleta. Tamén se emprega como pigmento negro.

Panel sándwich

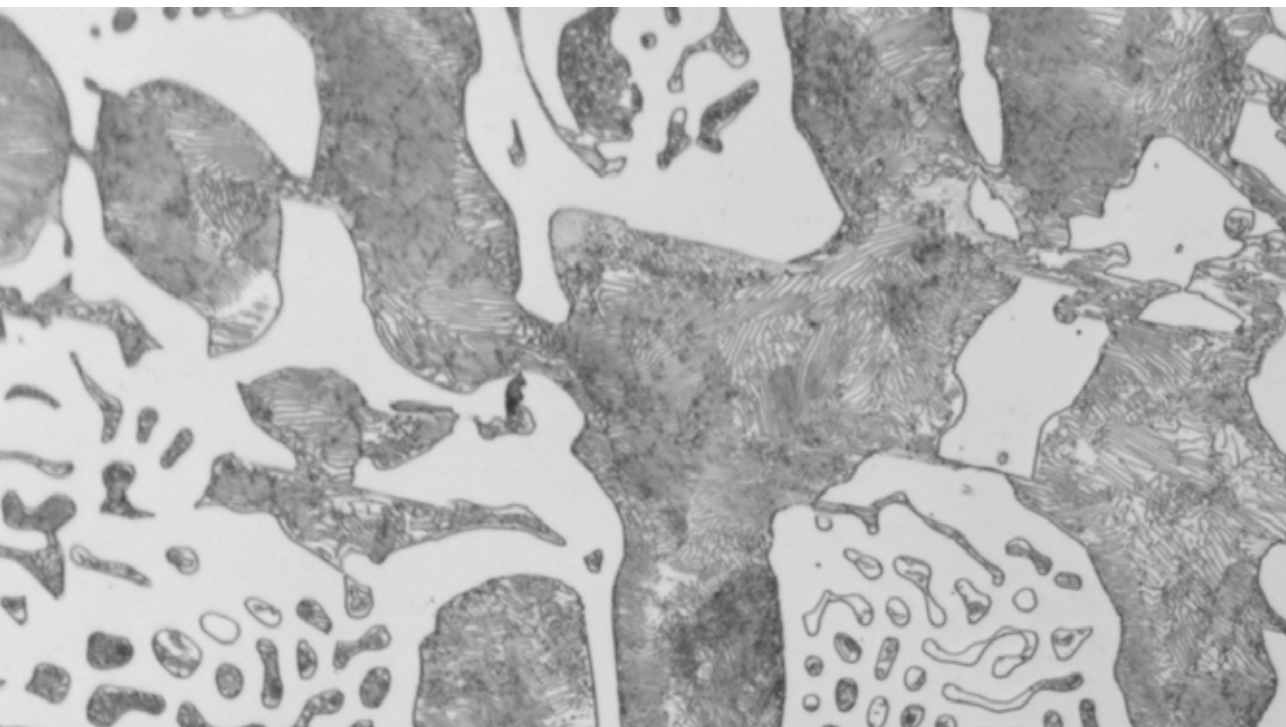
Composto laminar formado por dúas caras resistentes e un núcleo lixeiro. Alta rixidez con baixo peso. Úsase en construción e aeronáutica.

Preimpregnado (*Prepreg*)

Material semielaborado formado por fibras de reforzo impregnadas cunha resina polimérica parcialmente curada. Permite un bo control da cantidade de reforzo e da calidade do material final. Utilízase amplamente en materiais compostos estruturais. Debe almacenarse a baixas temperaturas para evitar o curado completo.

Reforzo

Fase encargada de soportar a maior parte das cargas mecánicas. Pode presentarse en forma de fibras, partículas ou láminas. Determina a resistencia e a rixidez do composto. Pode estar embebido en matriz polimérica, cerámica ou metálica.



Universidade de Vigo



XUNTA
DE GALICIA