

FRANÇAIS

Étude expérimentale du caractère tridimensionnel des fissures courtes de fatigue dans un alliage d'aluminium de moulage 623

J.-Y. Buffière

Le caractère tridimensionnel des fissures courtes de fatigue au sein d'un alliage d'aluminium de moulage est étudié expérimentalement grâce à des images obtenues par tomographie X à haute résolution. Les pores contenus dans cet alliage constituent le site privilégié d'amorçage des fissures de fatigue sans qu'une corrélation puisse être établie avec la taille tridimensionnelle du pore. L'interaction forte entre fissures de fatigue et joints de grains est clairement mise en évidence en surface ainsi qu'en volume lors d'observations 3D post mortem et in situ.

Étude de l'endommagement en volume de composites à matrice métallique en sollicitation monotone 637

E. Maire

Des matériaux composites modèles à matrice métallique sont fabriqués dans ce travail pour étudier de manière nouvelle l'amorçage de l'endommagement dans les matériaux hétérogènes. Il s'agit de matrices de titane renforcées par des cylindres de SiC ou de matrices d'aluminium contenant des billes de zircone/silice. Les modes d'endommagement de ces deux types de matériaux simples sont qualifiés puis quantifiés par observation 3D non destructive (en radiographie ou tomographie aux rayons X). Dans le cas des cylindres, la déformation à rupture ainsi que la contrainte de cisaillement à l'interface peuvent être directement mesurées. Ces mesures constituent l'une des premières tentatives de détermination directe de ces paramètres dans les matériaux hétérogènes. Dans les composites particuliers, la déformation à rupture est déterminée par un calcul d'éléments finis inverse qui valide notamment les critères de contrainte normale et d'énergie élastique stockée pour la rupture des sphères céramiques.

Évolution microstructurale d'un superalliage de fonderie à base de cobalt à haute température. Conséquences sur ses propriétés thermomécaniques 651

S. Michon, L. Aranda, P. Berthod, P. Steinmetz

L'exposition prolongée à haute température peut induire raréfaction et fragmentation pour les carbures de tantale qui renforcent certains superalliages à base de cobalt coulés. Les propriétés de dureté à l'ambiante, de dilatation thermique et de résistance à la traction à chaud ont été étudiées en fonction de l'avancement de ces phénomènes. Seuls le coefficient de dilatation thermique et le module d'élasticité sont vraiment sensibles à l'évolution des carbures de tantale.

Mise en évidence par frottement intérieur et par diffraction X d'une nouvelle phase tétragonale θ dans l'alliage Fe-31,5 % at. Al 663

M. Boufenghour, D. Hamana, N.Ya. Rokhmanov, V.M. Andronov

Par mesure du frottement intérieur, diffraction des rayons X et analyse dilatométrique des alliages contenant 25 et 31,5 % at. Al, on a montré pour la première fois que les deux pics de frottement intérieur, apparaissant lors du changement du type d'ordre à longue distance au cours de la précipitation à 300°C de la phase métastable B2

(FeAl), correspondent à l'apparition de deux phases : la phase d'équilibre Fe_3Al et une nouvelle phase intermédiaire tétragonale θ .

Amélioration de la prédiction de la durée de vie en fatigue de vis sur une large gamme de contraintes moyennes 671

A. Duval, P. Robinet, F. Trivaudey, P. Delobelle

À partir de calculs non-linéaires par éléments finis sur la base de lois de comportement et de rupture établies d'après des considérations expérimentales, l'étude de la redistribution des profils des composantes de la contrainte d'éprouvettes axisymétriques entaillées permet de proposer une méthode numérique simplifiée pour le dimensionnement des vis sur une large gamme de contraintes moyennes. On propose également une méthode simple pour construire les diagrammes de Haigh global et local sur éprouvette entaillée à partir de celui obtenu expérimentalement sur éprouvette lisse.

Effet du phosphore sur la formation des carbures de titane dans les aciers ferritiques à 17 % Cr stabilisés au titane ... 685

K. Kassis, J. Masmoudi, A.W. Kolsi, B. Dubois

Le piégeage du carbone par le titane dans les aciers inoxydables ferritiques à faibles teneurs en éléments interstitiels n'est pas indépendant des autres éléments non métalliques tels que le phosphore. La diminution de la teneur en phosphore dans ces aciers favorise la ségrégation du carbone aux joints de grains, ce qui empêche la formation des carbonitrides de titane. La formation de ces précipités dépend de la quantité de carbone restant dans la matrice après la ségrégation de cet élément aux joints de grains. Cette quantité pourrait être suffisante pour permettre la formation des composés Ti(C,N) en diminuant leur solubilité lorsque la température de revenu diminue.

Opération de trempe des alliages d'aluminium : mesure et simulation numérique 695

J. Gilles, B. Bourouga, A. Sorin

Le coefficient de transfert pièce-bain durant une opération de trempe est de première importance afin de simuler ce traitement thermique correctement. L'estimation expérimentale de ce coefficient nécessite de développer une instrumentation spécifique. La méthodologie expérimentale développée au laboratoire est présentée en détails. Les expériences réalisées sont ensuite simulées numériquement en utilisant le coefficient de transfert de chaleur estimé comme condition d'interface. Ainsi, par méthode comparative, il est possible de valider la méthodologie expérimentale développée et de s'assurer que les pièces utilisées sont représentatives.

Détermination de la loi de comportement d'un film mince de poly(fluorure de vinylidène) 705

T. Cheloufi, R. Djebaili, A. Gasmî

Des films minces de poly(fluorure de vinylidène) (PVDF) semi-cristallin sont soumis à des essais de traction en déformation plane dans la gamme de température (65 à 115°C) et à différentes vitesses d'allongement, en utilisant l'essai de traction à pilotage vidéométrique (vidéo traction) qui est capable de donner la contrainte vraie et la déformation vraie. Nous avons pu observer que sous de tels régimes de déformation, la striction est probablement orientée perpendiculairement à l'axe de tension, et se propage vers les extrémités de l'échantillon. Nous avons également suivi la cinétique de la propagation qui a été enregistrée durant les tests de traction. D'autre

part, nous avons montré, moyennant de simples hypothèses, que les équations plastiques essentielles du matériau peuvent être déterminées par cette méthode en termes de contrainte effective locale (σ_{eff}) en fonction de la déformation effective locale (ϵ_{eff}) pour chacune des températures utilisées. La diffraction des rayons X montre que la transition de phase II - I la plus stable apparaît lorsque l'éirement s'effectuera pour une température inférieure à 72°C et à la vitesse la plus lente.

Revêtement de surface fonctionnelle par faisceaux de haute énergie : optimisation des contraintes résiduelles 715
M.C. Sahour, M. Laracine, A.B. Vannes

Le comportement à l'endommagement des matériaux dépend fortement des contraintes résiduelles exercées en surface des dépôts réalisés sous faisceaux de haute énergie. Le but de ce travail est de montrer l'importance du rôle que peuvent jouer les paramètres intrinsèques et géométriques des systèmes revêtus sur les contraintes en surface du dépôt réalisé. Les résultats du modèle phénoménologique élaboré montrent que le niveau de ces contraintes dépend, en particulier, du rapport du module d'élasticité à celui du matériau déposé. Il est donc possible, à partir d'un choix judicieux de ce rapport, d'optimiser le niveau de ces contraintes.

Optimisation thermodynamique du système binaire (In,Sn) 723
K. El Aissaoui, N. Selhaoui, L. Bouriden, J. Hertz

En se fondant sur les propriétés thermodynamiques et les données du diagramme de phases relatives au système (In,Sn), une modélisation thermodynamique de ce système est établie en utilisant le programme de calcul « Thermo-Calc ». Les énergies de Gibbs des différentes phases de ce système sont exprimées par un développement de Redlich-Kister. Les paramètres d'optimisation sont déterminés ainsi que les propriétés thermodynamiques du système qui sont présentées avec une comparaison entre le calcul et les données expérimentales.

ENGLISH

Experimental study of the three-dimensional character of short fatigue cracks in a cast aluminium alloy 623
J.-Y. Buffière

Images obtained by high-resolution X-ray tomography are used to show experimentally the three-dimensional character of short fatigue cracks in a cast aluminium alloy. The pores present in this alloy are preferred initiation sites for fatigue cracks, but no correlation can be established with the three-dimensional size of the pores. A strong interaction between fatigue cracks and grain boundaries is clearly shown, both at the surface and in the bulk, using post mortem 3D observations as well as in situ observations.

Damage in the bulk of metal matrix composites during a monotonic loading 637
E. Maire

Model metal matrix composites are fabricated on purpose in this study in order to analyse damage initiation in heterogeneous metals. The materials consist in titanium matrices reinforced with SiC cylinders or aluminum matrices containing spherical zirconia/silica inclusions. The damage mechanisms of these materials are studied qualitatively and quantitatively using 3D non destructive imaging techniques (X-ray absorption radiography or tomography). In the case of the cylinders, the

strain to failure of the SiC fibres as well as the interface shear strength can be directly measured. These measurements are the first attempts of direct determination of such parameters in heterogeneous materials. In the particulate composites, the strain to failure of the particles is determined using an inverse finite element calculation which validates the normal stress and stored elastic energy criteria for the rupture of the ceramic spheres.

High temperature evolution of the microstructure of a cast cobalt base superalloy – Consequences on its thermo-mechanical properties 651
S. Michon, L. Aranda, P. Berthod, P. Steinmetz

The prolonged holding at high temperature of certain cast cobalt base superalloys may lead to rarefaction and fragmentation of the tantalum carbides which harden these alloys. Room temperature hardness, thermal dilatation and high temperature tensile strength have been studied in relation with these processes. Only the thermal dilatation coefficient and the modulus of elasticity are really affected by the evolution of the tantalum carbides.

Identification of a new tetragonal phase q in an Fe-31.5 at. % Al alloy, using internal friction and X-ray diffraction 663
M. Boufenghour, D. Hamana, N.Ya. Rokhmanov, V.M. Andronov

Fe-Al alloys containing 25 and 31.5 at. % Al have been studied by internal friction, X-ray diffraction and dilatometric analyses. These techniques show for the first time that two internal friction peaks appear during the change in long range order type which occurs during the precipitation at 300°C of the metastable phase B2(FeAl). These peaks correspond to the formation of two phases : the equilibrium phase Fe₃Al and a new intermediate tetragonal phase θ .

Improving the fatigue lifetime prediction of screws for a large range of mean stresses 671
A. Duval, P. Robinet, F. Trivaudey, P. Delobelle

From a Finite Element analysis, the stress distribution in the notch of axisymmetric and highly loaded notched samples has been calculated. The samples are shaped like a thread root. We propose a simplified method of sizing screws for a large range of mean stresses. So, a local Haigh's diagram at the thread root is built from the Haigh's diagram derived from smooth or notched samples.

Effect of phosphorus on the formation of titanium carbide in 17% Cr ferritic steels stabilized with titanium 685
K. Kassis, J. Masmoudi, A.W. Kolsi, B. Dubois

The trapping of carbon by titanium in ferritic stainless steels with low interstitial contents depends on the presence of other non metallic elements such as phosphorus. The decrease of phosphorus content in the steels promotes the segregation of carbon at the grain boundaries and prevents the formation of the titanium carbonitrides. In fact, the formation of these precipitates depends on the quantity of remaining carbon in the matrix after the segregation of this element at the grain boundaries. Thus, this quantity could be sufficient to allow the formation of Ti(C, N) compounds by reduction of their solubility as the tempering temperature is decreased.

Quenching operation of aluminum alloys : measurements and numerical simulations 695
J. Gilles, B. Bourouga, A. Sorin

The part-bath heat transfer coefficient during a quenching operation is particularly important in order to simulate the workpiece hardening. The estimation of this coefficient requires specific developments in

the field of instrumentation. This paper presents an experimental methodology which was developed within the laboratory. Experimental results are compared to numerical simulations using a heat transfer coefficient obtained from experimental estimation. This comparative approach allows to validate the experimental methodology and also to ensure that the tested pieces are representative.

Determination of the mechanical behaviour of a thin film of the poly(vinylidene fluoride) 705
[T. Cheloufi, R. Djebaili, A. Gasmî](#)

Poly(vinylidene fluoride) (PVDF) thin films were subjected to tensile tests in plane strain over the temperature range from 65 to 115°C. At different elongation velocities using video real stress and strain, it was observed that, under such strain regimes, the neck-in starts perpendicular to the tensile axis and propagates towards the sample ends. The propagation kinetics was carefully recorded during the tensile tests. It was shown with simple hypotheses, that essential plasticity equations of the material can be determined via this method in terms of local effective stress (σ_{eff}) as a function of local effective strain (ϵ_{eff}) for every investigated temperature. The X-rays diffraction shows that the stretching of the sample of PVDF at a temperature lower than 72°C causes the transition from phase II to phase I.

Coating of functional surfaces using high energy beams : optimization of residual stress 715
[M.C. Sahour, M. Laracine, A.B. Vannes](#)

The damage behaviour of materials depends strongly on the residual stresses generated inside the coatings realized under high energy beams. The purpose of the present work is to demonstrate the effect of intrinsic and geometrical parameters of the coated system on the stress level at the coating surface. The results of the elaborated phenomenological model show that the residual stress level depends, in particular, on the substrate and coating modulus ratio. It is then possible, based on the judicious choice of this ratio, to optimize the stress level.

Thermodynamic optimization of the (In,Sn) binary system 723
[K. El Aissaoui, N. Selhaoui, L. Bouirden, J. Hertz](#)

On the basis of thermodynamic properties and phase diagram data, the (In,Sn) binary system was thermodynamically modelled, using the "Thermo-Calc" program of calculation. The various phases in this system were modelled with the Redlich-Kister expression for the Gibbs energies. An optimized set of thermodynamic parameters was obtained. The thermodynamic properties of the (In,Sn) binary system and comparisons between calculation and experimental data are presented.

DEUTSCH

Experimentelle Untersuchung des dreidimensionalen Charakters kurzer Ermüdungsrisse in einer gegossenen Aluminium-Legierung 623
[J.-Y. Buffière](#)

Der dreidimensionale Charakter kurzer Ermüdungsrisse inmitten einer gegossenen Aluminium-Legierung wurde experimentell mit Hilfe von Aufnahmen untersucht, die mittels der Röntgen-Tomographie hoher Auflösung erhalten wurden. Die in dieser Legierung enthaltenen Poren bilden die bevorzugte Stelle der Ermüdungsrisseinleitung, ohne dass ein Zusammenhang mit der dreidimensio-

nalen Abmessung der Pore hergestellt werden konnte. Die starke Wechselwirkung zwischen den Ermüdungsrisse und den Korngrenzen ist auf der Oberfläche eindeutig nachweisbar wie auch im Volumen während der 3D-Beobachtungen, post mortem und in situ.

Untersuchung der Schädigung im Volumen von Verbundwerkstoffen mit metallischem Grundwerkstoff bei einförmiger Beanspruchung 637
[E. Maire](#)

Verbundwerkstoffe, mit metallischem Grundwerkstoff, wurden für diese Arbeit hergestellt, um auf eine neue Art und Weise die Schädigungseinleitung in heterogenen Werkstoffen zu untersuchen. Es handelt sich um Titan-Werkstoffe, verstärkt durch Zylinder aus SiC oder um Aluminium-Werkstoffe, die Kugeln aus Zirkon/Silizium-Dioxyd enthalten. Die Schädigungsweise dieser zwei Typen einfacher Werkstoffe wurde beurteilt und danach durch eine zerstörungsfreie 3D-Untersuchung (mittels Radiographie oder Röntgen-Tomographie) quantitativ ausgewertet. Im Fall der Zylinder konnten die Bruchverformung sowie die Scherspannung an der Zwischenfläche direkt gemessen werden. Diese Messungen stellen einen ersten Versuch zur direkten Bestimmung dieser Parameter in heterogenen Werkstoffen dar. In Teilchen-Verbundwerkstoffen wird die Verformung beim Bruch durch eine inverse Berechnung mittels finiten Elemente bestimmt, die insbesondere die Kriterien der Normalspannung und der gespeicherten elastischen Energie für den Bruch der keramischen Kugeln bestätigt.

Entwicklung der Mikrostruktur einer gegossenen Superlegierung auf Kobalt-Basis bei hoher Temperatur- Folgen für die thermomechanischen Eigenschaften 651
[S. Michon, L. Aranda, P. Berthod, P. Steinmetz](#)

Die verlängerte Beanspruchung bei hoher Temperatur kann bei Tantalcarbiden, die bestimmte gegossene Superlegierungen auf Kobalt-Basis verstärken, die Abnahme und Fragmentierung einleiten. Die Eigenschaften der Härte bei Raumtemperatur, der thermischen Dilatation und die Warmzugfestigkeit wurden in Abhängigkeit vom Fortschreiten dieser Erscheinungen untersucht. Nur der thermische Ausdehnungskoeffizient und der Elastizitätsmodul reagieren wirklich empfindlich auf die Veränderung der Tantalcarbide.

Nachweis einer neuen tetragonalen Phase θ in der Legierung Fe-31,5 at.% Al, mittels innerer Reibung und Röntgenstrahlbeugung 663
[M. Boufenghour, D. Hamana, N.Ya. Rokhmanov, V.M. Andronov](#)

Durch die Messung der inneren Reibung, Röntgenstrahlbeugung und dilatometrische Untersuchung von Legierungen mit 25 und 31,5 at% Al wurde zum ersten Mal gezeigt, dass die zwei Spitzen der inneren Reibung, die während des Wechsels des Typs von Fernordnung, während der Ausscheidung der metastabilen Phase B2 (FeAl) bei 300°C auftreten, dem Entstehen von zwei Phasen entspricht : die Gleichgewichtsphase Fe₃Al und eine neue tetragonale Zwischenphase θ .

Verbesserung der Vorhersage der Lebensdauer unter Ermüdung von Schrauben über einen breiten Bereich mittlerer Spannungen 671
[A. Duval, P. Robinet, F. Trivauday, P. Delobelle](#)

Ausgehend von nichtlinearen Berechnungen mittels F.E. auf der Basis der Gesetze für plastisches Verhalten und Bruch, aufgestellt nach experimentellen Betrachtungen, erlaubt die Untersuchung der Neuverteilung der Profile der Spannungsbestandteile für axisymmetrisch gekerbte Proben eine vereinfachte numerische Methode für

die Dimensionierung von Schrauben über einen breiten Bereich mittlerer Spannungen vorzuschlagen. Ebenso wurde eine einfache Methode für die Aufstellung von Diagrammen nach Haigh, gesamt und örtlich, für die gekerbte Probe vorgeschlagen, ausgehend von der experimentellen Bestimmung mittels der glatten Proben.

Wirkung von Phosphor auf die Bildung von Titankarbid in titanstabilisierten ferritischen Stählen mit 17 % Cr 685
K. Kassis, J. Masmoudi, A.W. Kolsi, B. Dubois

Das Einfangen von Kohlenstoff durch Titan in nichtrostenden ferritischen Stählen mit niedrigen Gehalten an Zwischengitterelementen ist nicht unabhängig von anderen nichtmetallischen Elementen wie dem Phosphor. Die Verringerung des Phosphorgehaltes in diesen Stählen begünstigt die Kohlenstoffseigerung an den Korngrenzen, was die Bildung von Karbonitriden des Titans behindert. Die Bildung dieser Ausscheidungen hängt von der Kohlenstoffmenge ab, die in der Grundmasse nach der Seigerung dieses Elements an den Korngrenzen verbleibt. Diese Menge könnte ausreichend sein, um die Bildung der Verbindungen Ti(C,N) zu ermöglichen, da sich ihre Löslichkeit verringert, wenn sich die Anlasstemperatur vermindert.

Härtungsvorgang bei Aluminium- Legierungen : Messung und numerische Simulation 695
J. Gilles, B. Bourouga, A. Sorin

Der Übergangskoeffizient Teil-Bad während einer Härtungsoperation ist von erster Bedeutung, um diese thermische Behandlung korrekt zu simulieren. Die experimentelle Bewertung dieses Koeffizienten erfordert die Entwicklung einer spezifischen instrumentellen Ausrüstung. Die im Labor entwickelte Versuchsmethodik wird im Detail dargelegt. Die durchgeführten Versuche wurden sodann numerisch simuliert, indem der geschätzte Wärmeübergangskoeffizient benutzt wurde für die Bewertung der Zwischenflächebedingung. So ist es mit einer vergleichenden Methode möglich die entwickelte Versuchsmethodik zu bestätigen und sicherzustellen, dass die verwendeten Teile repräsentativ sind.

Bestimmung des Verhaltensgesetzes eines Dünnsfilms aus Polyvinylidänfluorid 705
T. Cheloufi, R. Djebaili, A. Gasmî

Dünnsfilme aus halbkristallinem Polyvinylidänfluorid (PVDF) wurden Zugversuchen unter ebener Verformung im Temperaturbereich von 65 bis 115°C und verschiedenen Dehnungsgeschwindigkeiten unterworfen, wobei ein Zugversuch mit videometrischer Vorsteuerung (Videoziehen) angewendet wurde, der geeignet ist, die wirkliche Spannung und wirkliche Verformung anzugeben. Dabei konnte beobachtet werden, dass unter solchen Verformungszuständen die Einschnürung wahrscheinlich senkrecht zur Spannungsachse orientiert ist und sich in Richtung Probeenden ausbreitet. Ebenso wurde die Ausbreitungskinetik, die während der Zugversuche aufgezeichnet wurde, verfolgt. Andererseits wurde mit Hilfe einfacher Hypothesen gezeigt, dass die wesentlichen plastischen Gleichungen des Werkstoffs mit dieser Methode bestimmt werden können und durch eine Beziehung zwischen der lokalen Spannung (σ_{eff}) und der effektiven lokalen Verformung (ϵ_{eff}) für jede der angewandten Temperaturen beschrieben werden können. Die Röntgenstrahlbeugung zeigt, dass der Übergang von der Phase II zur stabilsten Phase I auftritt, wenn die Dehnung bei einer Temperatur unter 72°C abläuft und die Geschwindigkeit am langsamsten ist.

Funktionelle Oberflächenbeschichtung mittels hochenergetischer Strahlung : Optimierung der Eigenspannungen 715
M.C. Sahour, M. Laracine, A.B. Vannes

Das Schädigungsverhalten der Werkstoffe hängt stark von den in der Oberfläche der Beschichtungen ausgebildeten Eigenspannungen ab, die durch die Bestrahlung mit hoher Energie erzeugt wurden. Das Ziel dieser Arbeit ist die Bedeutung der Rolle zu zeigen, die die eigentlichen und geometrischen Parameter der beschichteten Systeme auf die Oberflächenspannungen in der realisierten Behandlung spielen können. Die entwickelten phänomenologischen Modellergebnisse zeigen, dass das Niveau dieser Spannungen besonders vom Verhältnis des Elastizitätsmoduls des Grundwerkstoffs zu dem des abgeschiedenen Werkstoffs abhängt. Es ist also möglich, ausgehend von der geeigneten Wahl dieses Verhältnisses das Niveau dieser Spannungen zu optimieren.

Thermodynamische Optimierung des binären Systems (In, Sn) 723
K. El Aissaoui, N. Selhaoui, L. Bouriden, J. Hertz

Unter Abstützung auf die thermodynamischen Eigenschaften und die Angaben des Zustandsschaubildes des Systems (In, Sn) wurde eine thermodynamische Modellierung dieses Systems unter Anwendung des Rechenprogramms « Thermo-Calc » erstellt. Die Gibbs'schen Energien der verschiedenen Phasen dieses Systems werden durch eine Entwicklung nach Redlich-Kister wiedergegeben. Die Parameter der Optimierung sowie die thermodynamischen Eigenschaften des Systems wurden bestimmt und in einem Vergleich von Berechnung und Versuchsdaten dargelegt.

ESPAÑOL

Estudio experimental de carácter tridimensional de las fisuras cortas de fatiga en una aleación de aluminio de moldeo ... 623
J.-Y. Buffière

El carácter tri-dimensional de las fisuras cortas de fatiga en el seno de una aleación de aluminio de moldeo se estudia experimentalmente gracias a las imágenes obtenidas por tomografía X de alta resolución. Los poros contenidos en esta aleación constituyen el lugar privilegiado de cebado de las fisuras de fatiga sin que una correlación pueda ser establecida con la talla tri-dimensional del poro. La fuerte interacción entre fisuras de fatiga y juntas de granos se pone claramente en evidencia en la superficie así como en volumen a partir de observaciones 3D.

Estudio del deterioro en volumen de composites con matriz metálica en sollicitación monotona 637
E. Maire

Los materiales composites modelados con matriz metálica son fabricados en este trabajo para estudiar de una manera nueva el cebado del deterioro en los materiales heterogéneos. Se trata de matrices de titanio reforzadas para cilindros de SiC o de matrices de aluminio conteniendo bolitas de zirconio/sílice. Los procedimientos de deterioro de estos dos tipos de materiales simples son calificados y cuantificados por observación 3D no destructiva (con radiografía o termografía de rayos X). En el caso de los cilindros, la deformación a ruptura así como la tensión de cizallamiento en la interfase pueden ser directamente medidos. Estas medidas constituyen una de las primeras tentativas de determinación directa de estos parámetros en los materiales heterogéneos. En los composites particulares la deformación a ruptura está determinada por un cálculo a elementos

finitos inverso al validado especialmente en criterios de tensión normal y de energía elástica almacenada para la ruptura de las esferas cerámicas.

Evolución microestructural de una superaleación de fundición a base de cobalto a elevada temperatura. Consecuencias sobre sus propiedades termomecánicas 651
S. Michon, L. Aranda, P. Berthod, P. Steinmetz

La exposición prolongada a alta temperatura puede inducir a enraecimiento y fragmentación para los carburos de tántalo que refuerzan ciertas superaleaciones coladas a base de cobalto. Las propiedades de dureza al ambiente, de dilatación térmica y de resistencia a la tracción en caliente han sido estudiadas en función del avance de estos fenómenos. Solos el coeficiente de dilatación térmica y el módulo de elasticidad son verdaderamente sensibles a la evolución de los carburos de tántalo.

Puesta en evidencia por frotamiento interior y por difracción X de una nueva fase tetragonal q en la aleación Fe-31,5 % at. Al 663
M. Boufenghour, D. Hamana, N.Ya. Rokhmanov, V.M. Andronov

Por medidas del frotamiento interior, difracción de rayos X y análisis dilatométrico de las aleaciones conteniendo 25 y 31,5 % at. Al, se ha mostrado por primera vez que los dos picos de frotamiento interior, aparecen a partir del cambio del tipo de orden a larga distancia durante la precipitación a 300°C de la fase metastable B2 (FeAl), correspondiendo a la aparición de dos fases : la fase de equilibrio Fe₃Al y una nueva fase intermedia tetragonal θ .

Mejora de la predicción de la vida en fatiga respecto a una amplia gama de tensiones medias 671
A. Duval, P. Robinet, F. Trivauday, P. Delobelle

A partir de cálculos no-lineales por metodo de elementos finitos sobre la base de leyes de comportamiento y de ruptura estables según las consideraciones experimentales, el estudio de la redistribución de los perfiles de los componentes de la tensión de las probetas axisimétricas entalladas permite proponer un método numérico simplificado para el dimensionamiento respecto de una amplia gama de tensiones medias. Se propone igualmente un método simple para construir los diagramas de Haigh global y local sobre probetas entalladas a partir de el obtenido experimentalmente sobre probetas lisas.

Efecto del fósforo sobre la formación de carburos de titanio en los aceros ferríticos con 17 % Cr estabilizados con titanio 685
K. Kassis, J. Masmoudi, A.W. Kolsi, B. Dubois

La captación del carbono por el titanio en los aceros inoxidables ferríticos con débiles contenidos en elementos intersticiales no es independiente de otros elementos no metálicos tales como el fósforo. La disminución del contenido en fósforo en este acero favorece la segregación del carbono en las juntas de grano, lo que impide la formación de los carbonitruros de titanio. La formación de estos precipitados depende de la cantidad de carbono que reste en la matriz después de la segregación de este elemento en las juntas de grano. Esta cantidad puede ser suficiente para permitir la formación de los compuestos Ti(C,N) disminuyendo su solubilidad cuando la temperatura de revenido disminuye.

Operación de temple de las aleaciones de aluminio : medida y simulación numérica 695
J. Gilles, B. Bourouga, A. Sorin

El coeficiente de transferencia pieza-baño durante una operación de temple es de gran importancia con el fin de simular este tratamiento térmico correctamente. La estimación experimental de este coeficiente necesita desarrollar una instrumentación específica. La metodología experimental desarrollada en el laboratorio se presenta con detalle. Las experiencias realizadas son seguidamente simuladas numéricamente utilizando el coeficiente de transferencia de calor estimado como condición de interfase. Así por método comparativo, es posible validar la metodología experimental desarrollada y asegurar que las piezas utilizadas sean representativas.

Determinación de la ley de comportamiento de una película delgada de poli(fluoruro de vinilideno) 705
T. Cheloufi, R. Djebaili, A. Gasmí

Las películas delgadas de poli(fluoruro de vinilideno) (PVDF) semicristalino son sometidas a ensayos de tracción en deformación plana en la gama de temperatura (65 a 115°C) y a diferentes velocidades de alargamiento. Utilizando el ensayo de tracción con pilotaje videométrico (video tracción) que es capaz de dar la tensión y deformación verdadera. Se ha podido observar que bajo tales regimenes de deformación, la estricción está probablemente orientada perpendicularmente al eje de tensión, y se propaga hacia las extremidades de la probeta. Se ha seguido igualmente la cinética de la propagación que ha sido registrada durante los ensayos de tracción. De otra parte, se ha mostrado, mediante simples hipótesis, que las ecuaciones plásticas esenciales del material pueden ser determinadas por este método en términos de tensión efectiva local (σ_{eff}) en función de la deformación efectiva local (ϵ_{eff}) para cada una de las temperaturas utilizadas. La difracción de rayos X muestra que la transición de fase II-I la mas estable aparece cuando el estiramiento se efectue a una temperatura inferior a 72°C y a la velocidad mas lenta.

Revestimientos de superficie funcionales por haces de alta energía : optimizacion de las tensiones residuales 715
M.C. Sahour, M. Laracine, A.B. Vannes

El comportamiento al deterioro de los materiales depende de forma importante de las tensiones residuales ejercidas en la superficie de los depósitos realizados bajo los haces de alta energía. El fin de este trabajo es mostrar la importancia del papel que pueden jugar los parámetros intrínsecos y geométricos de los sistemas revestidos sobre las tensiones superficiales del depósito realizado. Los resultados del modelo fenomenológico elaborado muestran que el nivel de estas tensiones depende, en particular, de la relación del módulo de elasticidad a la del material depositado. Es entonces posible, a partir de una elección juiciosa de esta relación, optimizar el nivel de estas tensiones.

Optimizacion termodinámica del sistema binario (In,Sn) ... 723
K. El Aissaoui, N. Selhaoui, L. Bouriden, J. Hertz

Basándose en las propiedades termodinámicas y los datos del diagrama de fases relativos al sistema (In,Sn), una modelización termodinámica de este sistema se establece utilizando el programa de cálculo « Thermo-Calc ». Las energías de Gibbs de las diferentes fases de este sistema se expresan por un desarrollo de Redlich-Kister. Los parámetros de optimización son determinados así como las propiedades termodinámicas del sistema que son presentadas con una comparación entre el cálculo y los datos experimentales.