

FRANÇAIS

Aspects fascinants du gravage des joints de grains 1059 E. Rabkin, L. Klinger

Cet article est consacré à une étude par microscopie à force atomique de la topographie des sillons de gravage thermique dans un composé NiAl riche en Ni. Les auteurs montrent comment ces sillons sont modifiés par le glissement intergranulaire et la striation de la surface des joints. Ils développent une théorie quantitative du gravage des joints de grains qui prend en compte ces complications. Les études par AFM du gravage des joints constituent un moyen à fort potentiel pour l'analyse de l'évolution de la microstructure.

Retombées des calculs de structure électronique pour l'étude de la diffusion dans les métaux 1065 F. Willaime

Les progrès dans les calculs de structure électronique et de la performance des ordinateurs permettent maintenant de calculer ab initio les propriétés structurales des matériaux, par exemple les paramètres liés à la présence de défauts dans les métaux de transition. Les valeurs d'enthalpie de formation et de migration des lacunes calculées dans ce cadre coïncident avec les valeurs expérimentales à moins de 10 % près. On peut en déduire des valeurs fiables des coefficients d'autodiffusion dans le cas du mécanisme lacunaire. Cette approche éclaire d'un jour nouveau ce que l'on appelle l'anomalie d'autodiffusion dans les métaux de structure cubique centrée.

Modélisation stochastique des structures granulaires dendritiques 1073 Ch.-A. Gandin

Au cours des cinq dernières années, un modèle cellulaire tridimensionnel d'éléments finis a été développé pour prévoir les macrostructures de solidification. Cet article présente brièvement l'algorithme de croissance du modèle. Son application à la prévision de la structure de grains obtenue dans différents procédés de coulée est ensuite décrite : solidification dirigée d'une aube de turbine en moulage à la cire perdue, coulée continue de barreaux cylindriques, coulée entre cylindres de bandes minces.

Évaluation de l'endommagement du matériau des composants primaires des centrales électriques au moyen d'éprouvettes de dimensions réduites 1079 E. Lucon

Cet article présente différentes techniques expérimentales qui ont été mises au point et validées pour l'étude de l'état mécanique de composants primaires des centrales après exposition aux conditions de service. Il s'agit en particulier d'évaluer l'évolution de la ténacité. Ces techniques font appel à l'utilisation d'éprouvettes de dimensions réduites, voire de micro-éprouvettes, et peuvent se substituer aux méthodes classiques décrites dans les normes d'essais couramment utilisés.

Étude de la formation de la peau en coulée continue sans solidification au ménisque. II. Mécanismes de formation des marques 1093

P. Berthod, G. Lesoult

Pour identifier l'origine des marques de surface en coulée continue sans solidification au ménisque, un travail expérimental a été mené avec deux maquettes de simulation utilisant l'une des alliages métalliques, l'autre des alliages transparents. Après avoir exposé dans un article antérieur les résultats de l'observation de divers échantillons réalisés, nous présentons ici les résultats de l'observation directe des phénomènes. L'ensemble de ces données permet de proposer un premier modèle microscopique pour la formation des marques.

Conduite avancée du procédé de compactage isostatique à chaud. Application au compactage de poudre d'Astroloy 1109

C. Rizkallah, J.P. Fondère, H.F. Raynaud, A. Vignes

La conduite classique d'une opération de compactage isostatique à chaud (CIC) consiste à contrôler et asservir les paramètres opératoires (T et P) à un cycle prédéterminé. Si, par suite de variations des caractéristiques de la poudre d'un lot à l'autre, le cycle opératoire appliqué ne permet pas l'obtention des caractéristiques requises de la pièce (densité, taille de grain) aucune correction n'est possible. Une conduite avancée permettant de corriger éventuellement le cycle opératoire, avant la fin du cycle prévu, présente donc un grand intérêt. Elle nécessite une mesure en ligne de la, ou des, caractéristiques visées de la pièce et une identification en ligne d'un modèle d'évolution de ces caractéristiques. À cette fin, un dilatomètre a été construit et implanté dans l'enceinte de CIC, le modèle d'Ashby a été validé et la possibilité d'une identification en ligne a été démontrée. La conduite avancée d'une opération de CIC est réalisée en deux étapes : une identification en ligne du modèle pendant un palier prédéterminé du cycle opératoire ; la planification d'un nouveau palier de T et P permettant d'atteindre l'objectif visé.

Comportement de l'arc électrique dans le procédé de refusion à l'arc sous vide (VAR) 1129

P. Chapelle, J.P. Bellot, A. Jardy, T. Czerwiec, X. Robbe, B. Champin, D. Ablitzer

L'instrumentation d'un four de refusion à l'arc sous vide (procédé VAR) d'une unité industrielle a permis pour la première fois de visualiser l'arc électrique pendant la refusion d'un alliage de zirconium. Ce dispositif, incluant des observations par vidéo rapide synchronisées avec l'enregistrement à haute fréquence de la tension d'arc, a été utilisé pour étudier le comportement de l'arc électrique et les mécanismes de transfert du métal liquide au lingot. Des résultats sont donnés pour des densités de courant de l'ordre de 10 à 20 A / cm² et des longueurs d'arc inférieures à 6 cm.

Simulation numérique du traitement thermique de bainitisation des vilebrequins en acier 1139

M. Courteaux, A. Marchal, D. Rezel

PSA, leader dans la fabrication des moteurs Diesel, veut augmenter sa productivité dans la réalisation des vilebrequins en acier forgés tout en assurant une parfaite maîtrise de leur qualité. Ainsi PSA a mis en œuvre tous les acteurs industriels afin de mener à bien

cette mission. Des études métallurgiques poussées et la simulation numérique, réalisées en interne, ont permis d'appréhender les transformations de structure. La démonstration est faite que la simulation numérique permet de dégager des tendances tout en modifiant divers paramètres sans construire des prototypes coûteux et longs à réaliser.

Première étude paléométallurgique des armes en fer du Puy d'Issolud (Lot) 1147
G. Renoux, J.-M. Pailler, F. Dabosi

Un très important mobilier de pointes de flèches et de traits de catapulte a été exhumé au Puy d'Issolud, site probable de la bataille d'*Uxellodunum* livrée par César en 51 av. J.-C. Seule une étude typologique lui a, jusqu'alors, été consacrée. Sont ici présentés les premiers résultats de l'examen microstructural et analytique (MO, MEB, EDX, RX, microdureté HV) de quelques armes de ces types, choisies pour leur intérêt archéologique. L'observation est conduite conjointement sur le métal (il s'agit d'alliages Fe-C allant d'un fer assez pur à un acier de type eutectoïde), les couches de corrosion et les deux types de scories résiduelles identifiées (de réduction directe et de forgeage). Ceci permet d'explicitier les aspects techniques de la réalisation de ces armes à l'époque romaine.

ENGLISH

The fascination of the grain boundary grooves 1059
E. Rabkin, L. Klingner

The topography of grain boundary thermal grooves in the Ni-rich NiAl is studied by the atomic force microscopy. It is demonstrated how the processes of grain boundary sliding and surface faceting modify the shape of the grooves. The quantitative theory of grain boundary grooving that takes into account the above complications is developed. The great potential of grooving studies for the analysis of microstructure evolution is emphasized.

Impact of electronic structure calculations on the study of diffusion in metals 1065
F. Willaime

Developments in electronic structure calculations and computer performances have made it possible to perform ab-initio calculations of structural properties of materials, like defect parameters in transition metals. The values of vacancy formation and migration enthalpies calculated in this context agree with experimental data within less than 10 %. Reliable self-diffusion coefficients for the vacancy mechanism can be deduced. This approach sheds new light on the so-called self-diffusion anomaly in body centred cubic metals.

Stochastic modelling of dendritic grain structures 1073
Ch.-A. Gandin

A three-dimensional cellular automaton-finite element model has been developed over the past five years for the prediction of macrostructures formed in casting. The present article briefly summarizes the growth algorithm of the model. Applications are then given for the prediction of the grain structure formed in a directionally solidified turbine blade produced by investment casting, a continuously cast cylinder and a near-net shape steel sheet obtained by twin-roll casting.

Material damage evaluation and residual life assessment of primary power plant components for long-term operation using specimens of non-standard dimensions 1079
E. Lucon

This paper addresses several experimental techniques, which have been developed and validated with the aim of assessing the mechanical conditions of service-exposed primary plant components, particularly from the point of view of fracture toughness. Such techniques are based on the use of specimens of small or even miniaturized size, as an alternative to the "conventional" methodologies described by commonly used test standards.

Study of the formation of the skin in meniscus free continuous casting. II. Mechanisms of formation of marks 1093
P. Berthod, G. Lesoult

In order to find the origin of the surface marks in meniscus free continuous casting, an experimental work has been carried out with two different experimental devices using metallic alloys and transparent organic compounds respectively. In a first companion paper, we showed the results of the observation of the samples obtained with the two devices. Here, we present the results of the direct observation of the solidification phenomena. These results permit us to propose a microscopic model of the formation of the marks.

Advanced process control of hot isostatic pressing. Application to Astroloy HIP 1109
C. Rizkallah, J.P. Fondère, H.F. Raynaud, A. Vignes

For a HIP operation, conventional control of the process variables (T, P) is the current mode used. The process variables follow a prespecified trajectory (schedule) assumed to lead to the final quality of product. A second mode is advanced control, where on-line measurements of a product state variable enable to monitor the evolution of the product variables and if necessary to compute corrections to the schedule in order to obtain the desired quality of the final product. HIP advanced process control requires continuous monitoring of the sample density during all stages of the process and the on-line identification a process model. To this end, a dilatometer has been built for in situ monitoring densification during a HIP operation, the Ashby process model has been validated and on-line identification has been demonstrated. It is shown that advanced process control of a HIP operation can be performed in two steps : on-line identification of the process model and subsequent process path replanning. The first step can only be performed during the process variables plateau of the preset temperature-pressure cycle, and process path replanning consists of a new temperature-pressure plateau.

Behaviour of the electric arc in the VAR process 1129
P. Chapelle, J.P. Bellot, A. Jardy, T. Czerwicz,
X. Robbe, B. Champin, D. Ablitzer

The instrumentation of an industrial vacuum arc refining furnace (VAR process) has allowed for the first time to visualize the electric arc during the remelting of a zirconium alloy. This device, recording fast video observations in synchronization with the high frequency voltage changes of the arc, has been applied to the study of the behaviour of the arc and of the transfer mechanisms of the liquid metal to the ingot. Results are given for current densities of about 10 to 20 A/cm² and arc lengths smaller than 6 cm.

Bainitization heat treatment for steel crankshafts using finite element analysis 1139
M. Courteaux, A. Marchal, D. Rezel

PSA., leader in the fabrication of Diesel engines, aims at increasing its productivity for the manufacture of forged steel crankshafts and controlling perfectly their quality. All industrial partners of PSA are contributing to the achievement of this goal. Detailed metallurgical studies and numerical simulation have been used internally to describe the microstructural transformations involved. It has been shown that numerical simulation allows to identify trends for the effect of the modification of various parameters without the need for expensive and time-consuming prototype studies.

First paleometallurgical study of iron weapons of "Puy d'Issolud (Lot, France)" 1147
G. Renoux, J.-M. Pailler, F. Dabosi

A very great number of arrowheads and arrows of catapult were excavated from "Le Puy d'Issolud", probable site of the fight of *Uxellodunum*, given by Caesar, in 51 B.C. Till now, only a typological study was devoted to them. Here are gathered the first data about microstructure and local analysis (OM, SEM, EDXS, XR, microhardness HV) of weapons selected for their archaeological value. In the same time were made : examination of metal (Fe-C alloys, between pure enough iron and quasi-eutectoid steel), of corrosion layers and of the two types of residual slags, produced during direct reduction or forging. This contributes to reach a better approach of treatments and forging practice, during the Roman period.

ESPAÑOL

Aspectos fascinantes del grabado de las juntas de grano 1059
E. Rabkin, L. Klinger

Este artículo está consagrado a un estudio por microscopía de fuerza atómica de la topografía de los surcos de grabado térmico en un compuesto NiAl rico en Ni. Los autores muestran como estos surcos se modifican por el deslizamiento intergranular y la estriación de la superficie de las juntas. Se desarrolla una teoría cuantitativa del grabado de las juntas de grano que tiene en cuenta estas complicaciones. Los estudios por AFM del grabado de las juntas constituyen un medio de fuerte potencial para el análisis de la evolución de la microestructura.

Efectos de los cálculos de estructura electrónica para el estudio de la difusión en los metales 1065
F. Willaime

Los progresos en los cálculos de estructura electrónica y del comportamiento de los ordenadores permiten calcular ahora las propiedades estructurales de los metales, por ejemplo los parámetros ligados a la presencia de defectos en los metales de transición. Los valores de entalpía de formación y de migración en lagunas calculadas en este cuadro coinciden con los valores experimentales a menos de 10 % aproximadamente. Se pueden deducir valores fiables de los coeficientes de autodifusión en el caso del mecanismo lagunario. Esta aproximación alumbró un nuevo día en lo que se llama la anomalía de autodifusión en los metales de estructura cúbica centrada.

Modelización de estructuras granulares dendríticas 1073
Ch.-A. Gandin

Durante los cinco últimos años, un modelo celular tridimensional de elementos finitos ha sido desarrollado para prever las macroestructuras de solidificación. Este artículo presenta brevemente el algoritmo de crecimiento del modelo. Su aplicación a la previsión de la estructura de granos obtenida en diferentes procedimientos de colada se describe a continuación : solidificación dirigida de un álabe de turbina con moldeado a la cera perdida, colada continua de barras cilíndricas, colada entre cilindros de bandas delgadas.

Evaluación de los daños del material de los componentes primarios de las centrales eléctricas por medio de probetas de dimensiones reducidas 1079
E. Lucon

Este artículo presenta diferentes técnicas experimentales que han sido puestas a punto y validadas para el estudio del estado mecánico de componentes primarios de las centrales después de exposición a las condiciones de servicio. Se trata en particular de evaluar la evolución de la tenacidad. Estas técnicas recuerdan la utilización de probetas de dimensiones reducidas, y aún de microprobetas, pudiendo sustituir a los métodos clásicos descritos en las normas de ensayos corrientemente utilizadas.

Estudio de la formación de piel en colada continua sin solidificación en el menisco. II. Mecanismos de formación de las marcas 1093
P. Berthod, G. Lesoult

Para identificar el origen de las marcas de superficie en colada continua sin solidificación en el menisco, se ha realizado un trabajo experimental con dos maquetas de simulación utilizando una de las aleaciones metálicas la otra las aleaciones transparentes. Después de haber expuesto en un artículo anterior los resultados de la observación de diversas muestras realizadas, se presentan aquí los resultados de la observación directa de los fenómenos. El conjunto de estos datos permite proponer un primer modelo microscópico para la formación de marcas.

Conducción avanzada del procedimiento de compactado isostático en caliente. Aplicación al compactado de polvo de Astroloy 1109
C. Rizkallah, J.P. Fondère, H.F. Raynaud, A. Vignes

La conducción clásica de una operación de compactado isostático en caliente (CIC) consiste en controlar y sojuzgar los parámetros operatorios (T y P) a un ciclo predefinido. Si como continuación de las variaciones de las características del polvo de un lote a otro, el ciclo operatorio aplicado no permite la obtención de las características requeridas de la pieza (densidad, talla de grano) ninguna corrección es posible. Una conducción avanzada permitiendo corregir eventualmente el ciclo operatorio, antes del final del ciclo previsto, presenta un gran interés. Necesita una medida en línea de la o de las características visadas de la pieza y una identificación en línea de un modelo de evolución de estas características. Con este fin, un dilatómetro ha sido construido y implantado en el ámbito de CIC, el modelo de Ashby ha sido validado y la posibilidad de una identificación en línea ha sido demostrada. La conducción avanzada de una operación de CIC se realiza en dos etapas : una de identificación en línea del modelo durante un palier predefinido del ciclo operatorio ; la planificación de un nuevo palier de T y P permitiendo alcanzar el objetivo visado.

Comportamiento del arco eléctrico en el procedimiento de refusión al arco bajo vacío (VAR) 1129

P. Chapelle, J.P. Bellot, A. Jardy, T. Czerwicz,
X. Robbe, B. Champin, D. Ablitzer

La instrumentación de un horno de refusión al arco bajo vacío (procedencia VAR) de una unidad industrial ha permitido por primera vez visualizar el arco eléctrico durante la refusión de una aleación de circonio. Este dispositivo, incluyendo las observaciones por video rápido sincronizado con el registro de alta frecuencia de la tensión de arco, ha sido utilizado para estudiar el comportamiento del arco eléctrico y los mecanismos de transferencia del metal líquido al lingote. Los resultados son datos para las densidades de corriente del orden de 10 a 20 A/cm² y longitudes de arco inferiores a 6 cm.

Simulación numérica del tratamiento térmico de bainitización de los berbiquis en acero 1139

M. Courteaux, A. Marchal, D. Rezel

PSA, líderes en la fabricación de motores diesel, quiere aumentar su productividad en la realización de berbiquis en acero forjado asegurándose un perfecto control de su calidad. Así PSA ha puesto en obra todos los medios industriales con el fin de conducir al éxito esta misión. Los estudios metalúrgicos utilizados y la simulación numérica, han permitido conocer las transformaciones de estructura. La demostración está hecha para que la simulación numérica permita despejar las tendencias modificando los parámetros sin construir prototipos costosos y lentos a realizar.

Primer estudio paleometalúrgico de las armas en hierro del « Puy d'Issolud » 1147

G. Renoux, J.-M. Pailler, F. Dabosi

Un importante mobiliario de puntas de flecha y de tiro de catapulta ha sido exhumado en el « Puy d'Issolud », lugar probable de la batalla de *Uxellodunum* librada por Cesar en el 51 antes de J.-C. Sólo un estudio tipológico, hasta ahora le ha sido dedicado. Están aquí presentes los primeros resultados del examen microestructural y analítico (MO, MEB, EDX, RX, microdureza HV) de algunas armas de estos tipos, elegidas por su interés arqueológico. La observación está conducida conjuntamente sobre el metal (se trata de aleaciones Fe-C desde un hierro bastante puro a un acero de tipo eutectoide), las capas de corrosión y los dos tipos de escorias residuales identificadas (de reducción directa y de forja). Esto permite explicar los aspectos técnicos de la realización de estas armas en la época romana.

DEUTSCH

Interessante Aspekte zum Gravieren der Korngrenzen 1059

E. Rabkin, L. Klingner

Diese Untersuchung widmet sich der Untersuchung der Topografie der Furchen des thermischen Gravierens einer nickelreichen NiAl-Legierung mittels der AFM Mikroskopie. Die Verfasser zeigen, wie diese Furchen durch die interkristalline Gleitung und die Facettenbildung der Korngrenzen verändert werden. Sie entwickeln eine quantitative Theorie für das Gravieren der Korngrenzen, die diese Komplikationen berücksichtigt. Die Untersuchungen des Gravierens der Korngrenzen mittels der AFM stellt ein Mittel mit grossem Potential bei der Analyse der Gefügeentwicklung dar.

Beitrag der Berechnungen der elektronischen Struktur zur Untersuchung der Diffusion in Metallen 1065

F. Willaime

Die Fortschritte bei der Berechnung der Elektronischen Struktur und der Rechnerleistung ermöglichen jetzt die Gefügeeigenschaften der Werkstoffe von Entstehung an zu berechnen, zum Beispiel die Parameter, die mit der Anwesenheit von Fehlern in den Übergangsmetallen zusammenhängen. Die Werte für die Bildungsenthalpie und die Leerstellenwanderung, die in diesem Zusammenhang berechnet wurden stimmen mit den Versuchswerten auf weniger als 10 % überein. Daraus lassen sich zuverlässige Werte der Selbstdiffusionskoeffizienten im Fall des Leerstellen-Mechanismus ableiten. Diese Näherung erlaubt einen neuen Zugang zu was man als die Anomalie der Selbstdiffusion in kubisch raumzentrierten Metallen bezeichnet.

Stochastische Modellierung von dendritischen Kornstrukturen 1073

Ch.-A. Gandin

Im Verlauf der letzten fünf Jahre wurde ein zellenartiges, dreidimensionales Modell aus finiten Elementen entwickelt, um die Makrostrukturen der Erstarrung vorherzusagen. Dieser Bericht stellt kurz den Wachstumsalgorithmus des Modells dar. Seine Anwendung für die Vorhersage der Gefügestruktur, wie sie bei verschiedenen Giessverfahren erhalten wird, wird nachfolgend beschrieben : gerichtete Erstarrung einer Feinguss- Turbinenschaufel, kontinuierlich gegossene zylindrische Stäbe, zwischen Walzen gegossenes Dünnband.

Abschätzung der Werkstoffschädigung von Primärkomponenten elektrischer Zentralen mit Hilfe von Proben reduzierter Abmessungen 1079

E. Lucon

Dieser Bericht stellt verschiedene Versuchstechniken vor, die für die Untersuchung des mechanischen Zustandes der Primärkomponenten von Zentralen entwickelt und bestätigt wurden, nachdem sie den Betriebsbedingungen ausgesetzt waren. Insbesondere handelt es sich um die Bestimmung des Zähigkeitsverlaufs. Diese Techniken verlangen den Einsatz von Proben mit reduzierten Abmessungen, fast Mikroproben, an Stelle der üblichen Proben die in den Versuchsnormen vorgeschrieben sind.

Untersuchung der Bildung der Haut beim kontinuierlichen Giessen ohne Erstarrung im Gießspiegel. II. Mechanismus der Entstehung der Hubmarken 1093

P. Berthod, G. Lesoult

Um den Ursprung der Oberflächenmarken beim kontinuierlichen Giessen ohne Erstarrung im Gießspiegel zu ermitteln wurde eine experimentelle Untersuchung mit zwei Simulationsmodellen durchgeführt, davon eine mit Metalllegierungen, die andere mit transparenten Legierungen. Nachdem in einem früheren Bericht die Beobachtungsergebnisse an verschiedenen Proben dargelegt wurden, werden hier die Ergebnisse der direkten Beobachtung der Vorgänge vorgestellt. Die Gesamtheit dieser Daten erlaubt ein erstes mikroskopisches Modell über die Entstehung der Marken vorzuschlagen.

Fortgeschrittene Steuerung der isostatischen Warmverdichtung. Anwendung bei der Verdichtung von Astroloy-Pulver

1109

C. Rizkallah, J.P. Fondère, H.F. Raynaud, A. Vignes

Die klassische Steuerung einer isostatischen Verdichtungsoperation (CIC) besteht darin, die Betriebsparameter (T und P) zu kontrollieren und nach einem vorherbestimmten Zyklus zu regeln. Wenn als Folge von Veränderungen der Pulvereigenschaften von einer Charge zur anderen mit dem angewendeten Betriebsablauf die geforderten Eigenschaften des Teils (Dichte, Korngrösse) nicht erreicht werden, ist eine Korrektur nicht mehr möglich. Eine fortgeschrittene Regelung, mit der evt. der Betriebszyklus vor Ende des vorgesehenen Ablaufs korrigiert werden kann, ist daher von grossem Interesse. Sie erfordert eine on line Messung des oder der angestrebten Kennwerte des Teils und eine on line identifizierung des Modells für den Verlauf dieser Kennwerte. Zu diesem Zweck wurde ein Dilatometer entwickelt und in der Umgebung der CIC implantiert ; das Modell von Ashby wurde validiert und die Möglichkeit einer on line Identifizierung aufgezeigt. Die fortgeschrittene Steuerung einer Operation des CIC wurde in zwei Phasen realisiert : einer on line identifizierung des Modells während einer vorherbestimmten Stufe des Betriebszyklus ; der Planung einer neuen Stufe für T und P, die es erlaubt das angestrebte Ziel zu erreichen.

Verhalten des elektrischen Lichtbogens im Vakuum-Umschmelzprozess (VAR)

1129

P. Chapelle, J.P. Bellot, A. Jardy, T. Czerwiec,
X. Robbe, B. Champin, D. Ablitzer.

Die Instrumentierung eines Vakuum-Lichtbogenumschmelzofens (VAR-Prozess) einer industriellen Anlage ermöglichte zum ersten Mal den Lichtbogen während des Umschmelzens einer Zirkon-Legierung zu visualisieren. Diese Einrichtung, einschliesslich der Beobachtung mit einem schnellen Videosystem mit einem hochfrequenten Registriersystem, das mit der Lichtbogenspannung synchronisiert ist, wird für die Untersuchung des Lichtbogenverhaltens und der Vorgänge bei der Übertragung des flüssigen Metalls in der Kokille verwendet. Es werden die Ergebnisse für Stromdichten in der Grössenordnung von 10 bis 20 A/cm² und Lichtbogenlängen unter 6 cm angegeben.

Numerische Simulation der Wärmebehandlung in der Zwischenstufe von Kurbelwellen aus Stahl

1139

M. Courteaux, A. Marchal, D. Rezel

PSA, führender Hersteller von Dieselmotoren ist bestrabt seine Produktivität bei der Herstellung von Kurbelwellen aus geschmiedetem Stahl zu erhöhen, unter zuverlässiger Beherrschung der Qualität. So hat PSA alle industriell Beteiligten aufgeboten, diese Aufgabe zu einem guten Ende zu führen. Weitgehende intern durchgeführte metallurgische Untersuchungen sowie die numerische Simulation erlaubten die Gefügeumwandlungen zu verstehen. Es konnte der Nachweis erbracht werden, dass die numerische Simulation erlaubt die Tendenzen herauszuarbeiten, durch Veränderung verschiedener Parameter, ohne kostspielige und langwierige Prototypen konstruieren zu müssen.

Erste paläometallurgische Untersuchung von Waffen aus Eisen von « Puy d'Issolud (Lot) »

1147

G. Renoux, J.-M. Pailler, F. Dabosi

Ein sehr bedeutender Fund von Pfeilspitzen und Katapultgeschossen wurde bei « Puy d'Issolud » ausgegraben, wahrscheinlicher Ort der Schlacht von *Uxellodunum*, die von Cäsar im Jahre 51 vor Christus geschlagen wurde. Bisher wurde dem Fundort nur eine typologische Untersuchung gewidmet. Hier werden erste Ergebnisse von Gefüge- und analytischen (OM, RGM, EDX, RX, Mikrohärtigkeit HV) Untersuchungen einiger Waffen dieses Typs vorgelegt, die nach archäologischem Interesse ausgewählt wurden. Die Untersuchung betraf gleichzeitig das Metall (es handelt sich um Fe-C-Legierungen, ausgehend von einem ziemlich reinem Eisen bis zu einer eutektoiden Zusammensetzung), die Korrosionsschichten und zwei Arten identifizierter Restschlacken (von der direkten Reduktion oder vom Schmieden). Dies ermöglicht die technischen Aspekte der Herstellung dieser Waffen aus der Römerzeit gut zu erklären.