

FRANÇAIS

Méthodes électrochimiques classiques de caractérisation : présentation et recommandations pour l'analyse de la corrosion des métaux 689
B. Normand, C. Cabrillac, J. Crousier, J.-J. Rameau

Les méthodes électrochimiques sont couramment utilisées pour évaluer le comportement vis-à-vis de la corrosion des métaux. Leur apparente facilité d'accès peut conduire à la mise en œuvre de protocoles conduisant à des interprétations erronées sur la sensibilité des matériaux vis-à-vis de la corrosion. Cet article propose donc un certain nombre de recommandations sur les méthodes électrochimiques classiquement utilisées pour caractériser, comparer et contrôler les métaux. Il ne présente pas les fondements de la thermodynamique et de la cinétique électrochimique, il se veut l'énoncé de mises en garde à destination des non initiés. La présentation des méthodes est l'occasion de faire le point sur les critères électrochimiques qu'elles sont susceptibles de mesurer et, sur la base de courbes schématiques, de rappeler quelques éléments d'analyse.

Les essais de suivi de la corrosion à haute température ... 701
G. Moulin, M. Lambertin

La corrosion à haute température se traduit par un ensemble complexe de phénomènes : formation d'une couche superficielle ou de produits volatils avec variation de la masse et des dimensions des pièces, développement de contraintes mécaniques, variations de structure et/ou de composition du substrat ou des produits, ... Les méthodes de suivi sont destinées à enregistrer l'évolution de ces divers paramètres. Dans la suite seront décrites et discutées quelques unes des méthodes les plus fréquemment employées.

Les essais de corrosion. L'essai de brouillard salin : vers de nouvelles spécifications 709
J.-M. Vosgien

Malgré ses insuffisances, l'essai de brouillard salin est universellement utilisé pour caractériser la résistance à la corrosion des revêtements à base de zinc. Un groupe de travail a cherché à améliorer la fiabilité de cet essai et a élaboré une nouvelle méthode d'étalonnage des enceintes. Les travaux ont abouti à la définition d'une nouvelle méthode de travail, actuellement adoptée en France pour contrôler les produits revêtus destinés à l'industrie automobile.

Corrodabilité des revêtements métalliques : méthodes indirectes de caractérisation 723
B. Normand, M. Wéry, J.-C. Catonné, J. Pagetti

Des revêtements sont couramment utilisés pour améliorer la durabilité des pièces. Pour comprendre la protection contre la corrosion que procurent ces revêtements, il est nécessaire de connaître les facteurs qui conditionnent leur comportement dans un environnement agressif. Ces facteurs étant identifiés et caractérisés au moyen de critères, les différentes méthodes disponibles pour déterminer ces critères sont passées en revue. Il s'agit de méthodes indirectes puisqu'elles ne concernent ni des mesures de vitesse de corrosion, ni l'étude des mécanismes. Elles se rapportent à la morphologie, la composition, la structure cristallographique et aux propriétés mécaniques du revêtement.

Mise en œuvre de moyens mécaniques utilisés en essais de corrosion sous contrainte et fatigue-corrosion 735
Y. Couétard, M. Touzet, M. Puiggali

L'expérience acquise au laboratoire dans la mise en œuvre d'essais mécaniques spécifiques à l'étude des phénomènes de corrosion sous contraintes (CSC) ou fatigue-corrosion (FC) est présentée au travers de deux exemples précis : 1) la conception de bancs d'essais de traction lente et de fatigue à basses fréquences nécessitant des vitesses de déplacement constantes de l'ordre du $\mu\text{m/h}$; 2) la réalisation d'essais de traction sur des éprouvettes courbes, forme imposée par la prise en compte des effets des hétérogénéités de la microstructure du matériau dans le cas de l'étude de la fissuration observée sur des pipelines enterrés.

La corrosion dans le domaine des ouvrages d'art 743
A. Raharinaivo, G. Grimaldi, V. Pollet, P. Brevet, D. Siegert

Parmi les ouvrages de génie civil, ce sont les structures en béton armé et les câbles qui sont traités dans cet article. Les essais de corrosion sont utilisés pour choisir les nuances d'aciers qui résistent le mieux à la corrosion. De plus, les techniques électrochimiques, telles que les mesures de potentiel d'électrode et de résistance de polarisation, sont appliquées sur des structures en service pour caractériser l'état des armatures dans le béton.

La paléocorrosion, une empreinte du passé 751
V. Costa, D. David, Ph. Dillmann, L. Robbiola

La paléocorrosion, domaine nouveau en science des matériaux, se réfère à la compréhension des processus de dégradation des matériaux métalliques « anciens ». Les objectifs sont de décrypter les informations techniques, ethnologiques ou simplement historiques inhérentes à ceux-ci. Il s'agit de permettre leur lecture, mais aussi d'évaluer leur état de dégradation, afin d'assurer leur pérennité. La compréhension des structures et des processus d'altération nécessite des caractérisations physico-chimiques, analytiques, structurales et fonctionnelles, souvent très poussées, selon une démarche bien spécifique. Les principales méthodes d'étude adaptées à ces problèmes sont présentées et illustrées à partir d'exemples caractéristiques de matériaux métalliques archéologiques.

Influence de Cd, Sn et Ge sur la phase de pré-précipitation des solutions solides Al-Zn-Mg-Cd(Sn) et Cu-Be-Cd(Ge) 761
N. Bouzroua, K. Tirsatine, M. Kadi-Hanif

L'influence de Cd, Sn et Ge sur la cinétique de formation des zones de Guinier-Preston (GP) a été étudiée dans des solutions solides Al-Zn-Mg-Cd(Sn) et Cu-Be-Cd(Ge), en déterminant la fraction volumique des zones formées par une méthode fondée sur des mesures de microdureté. La présence de Cd et Sn sous forme de traces entraîne, respectivement, un retard et une suppression des zones GP dans AlZnMg, alors que dans CuBe, une concentration de 0,3 % Cd accélère la formation des zones tandis que 0,3 % Ge n'a aucun effet.

Recristallisation dynamique : concepts classiques et nouveaux aspects 767
F. Montheillet

Les recristallisations dynamiques continue (RDC) et discontinue (RDD) dans le domaine de déformation à chaud sont comparées à partir de courbes contrainte-déformation et d'imagerie EBSD. Les mêmes mécanismes élémentaires opèrent dans les deux cas, mais avec des cinétiques différentes, conduisant à des textures et microstructures distinctes. De plus, une transition entre RDC et RDD peut se produire dans les métaux à haute énergie de défaut d'empilement de très haute pureté.

Transformation de la cristobalite dans deux matériaux réfractaires à 45 et 42 % d'alumine 777
A. Bouyoucef, S. Hamamda

Un matériau de kaolin naturel, à 45 % d'alumine et contenant moins de 1 % en poids d'impuretés d'oxydes métalliques, a subi des traitements thermiques à différentes températures comprises entre 1000 et 1450°C. Le développement de la cristobalite est étudié par diffraction des RX, à partir de l'élargissement de la raie {101}. Les tailles apparentes des grains de cristobalite, mesurées à partir des largeurs intégrales de la raie, varient avec les traitements thermiques. Cependant, le taux de concentration apparente de la cristobalite reste constant. Ces résultats sont comparés avec ceux obtenus avec un matériau de chamotte, à 42 % d'alumine et contenant entre 3 et 4 % d'impuretés. Les tailles apparentes des grains de la cristobalite y sont nanométriques et la concentration apparente y est plus faible. Enfin, le coefficient de dilatation thermique $\alpha(T)$ du premier matériau est comparativement plus élevé, lors de la transformation $\alpha \rightarrow \beta$ de la cristobalite, que celui du matériau de chamotte.

ENGLISH

Classical electrochemical characterization methods : description and recommendations for the analysis of metal corrosion 689
B. Normand, C. Cabrillac, J. Crousier, J.-J. Rameau

Electrochemical methods are currently used to characterize the corrosion properties of metals. However, because of the easy use of these methods, the interpretation of the results could be sometimes difficult or wrong in terms of the metal corrosivity. This paper presents some precautions concerning the use of electrochemical methods devoted to characterize, to compare and to control metals. The discussion about these methods is a good way to establish the electrochemical criteria that they can produce.

High temperature corrosion study : experimental techniques 701
G. Moulin, M. Lambertin

Various phenomena occur during the high temperature corrosion of materials : the formation of a scale or of volatile products, the change of the weight and of the size of the samples, the development of mechanical stresses, the variation of the structure and/or the composition of the substrate or of the corrosion products, ... Specific experimental methods are devoted to the recording of the variations of these different parameters. In this paper some of the most frequently used methods will be described and discussed.

Corrosion test methods. The salt spray test : towards new specifications 709
J.-M. Vosgien

In spite of its shortcomings, the salt spray test is universally used to characterize the corrosion resistance of zinc based coatings. A working group has tried to improve its reliability by the introduction of a new calibration method of the equipment. The outcome of the work is the definition of a new testing procedure, presently adopted in France for the control of coated products delivered to the automobile industry.

Corrosion susceptibility of metallic coatings : indirect methods of characterization 723
B. Normand, M. Wéry, J.-C. Catonné, J. Pagetti

Coatings are widely applied to improve the durability of components. In order to understand how corrosion protection is obtained, the behaviour of coatings in aggressive environments must be characterized. Factors responsible for an increase of the susceptibility to corrosion are identified and methods available to characterize these factors are reviewed. These are indirect methods as they do not concern the measurement of corrosion rates, nor the study of corrosion mechanisms. They deal with morphology, composition, crystallographic structure and mechanical properties of the coating.

Development of mechanical tests for stress corrosion and fatigue corrosion studies 735
Y. Couétard, M. Touzet, M. Puiggali

Two specific examples are presented to describe the experience gained in the use of mechanical tests for the study of stress corrosion cracking and corrosion-fatigue : 1) the design of tension test platforms and low-frequency fatigue machines, having cross-head displacement rates of the order of 1 $\mu\text{m/h}$; 2) the use of curved tension test pieces to take into account heterogeneities of the material microstructure, in the case of cracking phenomena in buried pipelines.

Corrosion in civil engineering structures 743
A. Raharinaivo, G. Grimaldi, V. Pollet, P. Brevet, D. Siegert,

The civil engineering structures considered in this paper are reinforced concrete structures and cables. Corrosion tests are used to select the steel grades having the best corrosion resistance. Furthermore, electrochemical techniques, like the measurement of the electrode potential and of the polarization resistance, are applied to structures in service to characterize the condition of the reinforcing elements in the concrete.

Paleocorrosion, an imprint of the past 751
V. Costa, D. David, Ph. Dillmann, L. Robbiola

Paleocorrosion, a new domain in science of materials, refers to the understanding of the processes of degradation of the «ancient» metal materials. Objectives are to decipher technical, ethnological or simply historic information inherent in them. It is not only a question of allowing their reading, but also to estimate their state of degradation to ensure their durability. The understanding of the deteriorated structures requires physical chemical characterizations (analytical, structural or even functional), often with a high level of performance, according to a very particular approach. The main methods of investigation to study these problems are presented and illustrated with some specific archaeological samples.

Influence of Cd, Sn and Ge on the pre-precipitation phase of the Al-Zn-Mg-Cd(Sn) and Cu-Be-Cd(Ge) solid solutions 761
N. Bouzroua, K. Tirsatine, M. Kadi-Hanifi

The influence of Cd, Sn and Ge on the kinetics of the Guinier-Preston (GP) zones formation has been studied for the Al-7 %Zn-3 % Mg-0,05 % Cd(0,05 %Sn) and Cu-2 % Be-0,3 %Cd(0,3 % Ge) solid solutions. The volumic fraction of the formed GP zones is determined by a method based on microhardness measurements. Traces addition of Cd and Sn cause, respectively, a delay in the GP zones formation and an elimination of these zones, in Al-Zn-Mg-Cd(Sn). For the Cu-Be-Cd(Ge) alloys, the added Cd atoms accelerate the GP zones formation, while Ge atoms at a concentration of 0.3 % have no influence.

Dynamic recrystallization : classical concepts and new aspects 767
F. Montheillet

Continuous (CDRX) and discontinuous (DDRX) dynamic recrystallizations in the hot working range are compared on the basis of large strain flow curves and EBSD measurements. The same basic mechanisms occur in the two cases, but with different kinetics leading to distinct textures and microstructures. Furthermore, a transition from CDRX to DDRX may occur in high stacking fault energy metals at very high levels of purity.

Cristobalite transformation in two refractory materials with 45 and 42 % alumina 777
A. Bouyoucef, S. Hamamda

A natural kaolin material, which contains 45 wt % of alumina and less than 1 wt % of metal oxide impurities, has been submitted to thermal treatments in the temperature range 1 000-1 450°C. The cristobalite development is studied by X-ray diffraction, using the broadening of line {101}. The apparent grain sizes of cristobalite, measured by the integral width of the line, change as a function of thermal treatment. Nevertheless, the apparent total content of the cristobalite remains constant. In the case of a chamotte material, which contains 42 wt % alumina and 3 to 4 wt % of metal oxide impurities, the apparent cristobalite grain sizes are of order of magnitude of the nanometer and the total apparent content is slightly lower. Finally, the thermal expansion coefficient, α (T), of the first material is higher, during the cristobalite transformation $\alpha \rightarrow \beta$, than that of the chamotte material.

ESPAÑOL

Métodos electroquímicos clásicos de caracterización : presentación y recomendaciones para el análisis de la corrosión de los metales 689
B. Normand, C. Cabrillac, J. Crousier, J.-J. Rameau

Los métodos electroquímicos son utilizados corrientemente para evaluar el comportamiento respecto a la corrosión de los metales. Su aparente facilidad de acceso puede conducir a la puesta en obra de protocolos conduciendo a interpretaciones erróneas sobre la sensibilidad de los materiales respecto de la corrosión. Este artículo propone un cierto número de recomendaciones sobre los métodos electroquímicos clásicamente utilizados para caracterizar, comparar y controlar los metales. No presenta los fundamentos de la termodinámica y de la cinética electroquímica, se facilitan enunciados en atención a los no iniciados. La presentación de los métodos es la ocasión de profundizar sobre los criterios electroquímicos que ellos son susceptibles de medir y, sobre la base de curvas esquemáticas, recordar algunos elementos de análisis.

Los ensayos de seguimiento de la corrosión a elevada temperatura 701
G. Moulin, M. Lambertin

La corrosión a elevada temperatura se traduce por un conjunto de complejo de fenómenos : formación de una capa superficial o de productos volátiles con variación de la masa y de las dimensiones de las piezas, desarrollo de tensiones mecánicas, variaciones de estructura y/o de composición del sustrato o de los productos, . . . Los métodos de seguimiento son destinados a registrar la evolución de estos diversos parámetros. Proximamente serán descritos y discutidos algunos de los más frecuentemente empleados.

Los ensayos de corrosión. Ensayo de niebla salina : hacia nuevas especificaciones 709
J.-M. Vosgien

A pesar de sus insuficiencias, el ensayo de niebla salina es universalmente utilizado para caracterizar la resistencia a la corrosión de los revestimientos a base de cinc. Un grupo de trabajo ha tratado de mejorar la fiabilidad de este ensayo y ha elaborado un nuevo método de calibrado. Los trabajos han conducido a la definición de un nuevo método de trabajo, actualmente adoptado en Francia para controlar los productos revestidos destinados a la industria del automóvil.

Corrosividad de los revestimientos metálicos : métodos indirectos de caracterización 723
B. Normand, M. Wéry, J.-C. Catonné, J. Pagetti

Revestimientos son utilizados corrientemente para mejorar la durabilidad de las piezas. Para comprender la protección contra la corrosión que ejercen estos revestimientos, es necesario conocer los factores que condicionan su comportamiento en un medio agresivo. Estos factores están identificados y caracterizados por medio de criterios, se pasa revista a los diferentes medios disponibles para determinar estos criterios. Se trata de métodos indirectos ya que ellos no conciernen ni a medidas de velocidad de corrosión, ni al estudio de los mecanismos. Ellos acuden a la morfología, la composición, la estructura cristalográfica y a las propiedades mecánicas de revestimiento.

Puesta en obra de medios mecánicos utilizados en ensayos de corrosión bajo tensión y fatiga-corrosión 735
Y. Couétard, M. Touzet, M. Puiggali

La experiencia adquirida en el laboratorio en la puesta en obra de ensayos mecánicos específicos en el estudio de los fenómenos de corrosión bajo tensión (CSC) o fatiga-corrosión (FC) se presenta a través de dos ejemplos precisos : 1) la concepción de bancos de ensayo de tracción lenta y de fatiga a bajas frecuencias necesitan velocidades de desplazamiento constante del orden de $\mu\text{m/h}$; 2) la realización de los ensayos de tracción sobre probetas curvas, forma impuesta por tomar en cuenta los efectos de las heterogeneidades de la microestructura del material en el caso del estudio de la fisuración observada sobre tuberías enterradas.

La corrosión en el dominio de las obras de arte 743
A. Raharinaivo, G. Grimaldi, V. Pollet, P. Brevet, D. Siegert

Entre las obras de ingeniería civil, son las estructuras de hormigón armado y los cables los que son tratados en este artículo. Los ensayos de corrosión son utilizados para elegir los tipos de aceros que resisten mejor a la corrosión. Además, las técnicas electroquímicas, tales como las medidas de potencial de electrodo y de resistencia de polarización, son aplicadas sobre estructuras en servicio para caracterizar el estado de las armaduras en el hormigón.

La paleocorrosión, una impronta del pasado 751
V. Costa, D. David, Ph. Dillmann, L. Robbiola

La paleocorrosión, nuevo dominio en la ciencia de los materiales se refiere a la comprensión de los procesos de degradación de los materiales metálicos « antiguos ». Los objetivos son los de describir las informaciones técnicas, etnológicas o simplemente históricas inherentes a ellos. Se trata de permitir su lectura, pero también de evaluar su estado de degradación, con el fin de asegurar su longevidad.. La comprensión de las estructuras y de los procesos de alteración necesita de las caracterizaciones fisico-químicas, analíticas, estructurales y funcionales, según una marcha bien específica. Los principales métodos de estudio adaptados a estos problemas son presentados y ilustrados a partir de ejemplos característicos de materiales metálicos arqueológicos.

Influencia del Cd, Sn y Ge sobre la fase de pre-precipitación de las soluciones sólidas Al-Zn-Mg-Cd(Sn) y Cu-Be-Cd(Ge) .. 761
N. Bouzroua, K. Tirsatine, M. Kadi-Hanifi

La influencia de Cd, Sn y Ge sobre la cinética de formación de las zonas de Guinier-Preston (GP) ha sido estudiadas en las soluciones sólidas Al-Zn-Mg-Cd(Sn) y Cu-Be-Cd(Ge), determinando la fracción de volumen de las zonas formadas por un método fundado en las medidas de microdureza. La presencia de Cd y Sn en forma de trazas da lugar, respectivamente, a un retardo y una supresión de las zonas GP en AlZnMg, mientras que en CuBe, una concentración de 0,3 % Cd acelera la formación de las zonas mientras que un 0,3 % Ge no tiene ningún efecto.

Recristalización dinámica : conceptos clásicos y nuevos aspectos 767
F. Montheillet

La recristalización dinámica continua (RDC) y discontinua (RDD) en el dominio de deformación en caliente son comparados a partir de curvas tensión - deformación y de imagen EBSD. Los mismos mecanismos elementales operan en los dos casos, pero con cinéticas diferentes, conducen a texturas y microestructuras distintas. Además, una transición entre RDC y RDD se puede producir en los metales con alta energía de defecto de apilamiento de muy elevada pureza.

Transformación de la cristobalita en dos materiales refractarios con 45 y 42 % de alúmina 777
A. Bouyoucef, S. Hamamda

Un material de caolín natural, con 45 % de alúmina y conteniendo menos de 1 % en peso de impurezas de óxidos metálicos, ha sufrido tratamientos térmicos a diferentes temperaturas comprendidas entre 1 000 y 1 450°C. El desarrollo de la cristalogénesis de la cristobalita se estudia por la difracción de los RX, a partir del alargamiento de la raya (101). Las tallas aparentes de los granos de cristobalita, medidos a partir de los largos integrales de la raya, varían con los tratamientos térmicos. Sin embargo la tasa de concentración aparente de la cristobalita permanece constante. Estos resultados se comparan con los obtenidos con un material con 42 % de alúmina y conteniendo entre 3 y 4 % de impurezas. Los tamaños aparentes de los granos de la cristobalita son nanométricos y la concentración aparente es más débil. Finalmente, el coeficiente de dilatación térmico $\alpha(T)$ del primer material es comparativamente más elevado, a partir de la transformación $\alpha \rightarrow \beta$ de la cristobalita, que el del otro material.

DEUTSCH

Klassische elektrochemische Methoden zur Ermittlung von Kennwerten : Darlegung und Empfehlungen für die Untersuchung der Korrosion von Metallen 689
B. Normand, C. Cabrillac, J. Crousier, J.-J.Rameau

Die elektrochemischen Methoden werden häufig zur Beurteilung des Korrosionsverhaltens von Metallen angewendet. Ihr offenkundig leichter Zugang kann zur Erstellung von Protokollen führen, die zu falschen Schlüssen bezüglich der Korrosionsempfindlichkeit des Werkstoffs führen können. Dieser Bericht gibt daher eine bestimmte Anzahl von Empfehlungen zu den klassischen elektrochemischen Methoden, die für die Beschreibung, den Vergleich und die Prüfung von Metallen angewendet werden. Er macht keine Angaben zu den Grundlagen der Thermodynamik und der elektrochemischen Kinetik, sondern will die Aufmerksamkeit auf nicht beabsichtigte Aussagen lenken. Die Darlegung der Verfahren bietet die Gelegenheit zu den elektrochemischen Kriterien, die sich zum Messen eignen, Stellung zu nehmen und sich auf der Basis schematischer Kurven einige Untersuchungselemente in Erinnerung zu rufen.

Versuche zur Überwachung der Hochtemperaturkorrosion 701
G. Moulin, M. Lambertin

Die Korrosion bei hoher Temperatur äussert sich als ein komplexes Ganzes von Erscheinungen: Entstehung einer Oberflächenschicht oder von flüchtigen Produkten mit einer Veränderung von Masse und Abmessungen der Teile, Entwicklung von mechanischen Spannungen, von Veränderungen des Gefüges und/oder der Zusammensetzung des Trägerwerkstoffs oder der Produkte. Die Methoden der Überwachung sollen den Verlauf dieser verschiedenen Parameter aufnehmen. Nachfolgend werden einige der am häufigsten angewandten Methoden beschrieben und erörtert.

Die Korrosionsversuche. Der Salzsprühversuch : zu neuen Spezifikationen 709
J.-M. Vosgien

Trotz seiner Unzulänglichkeiten wird der Salzsprühversuch überall angewendet, um die Korrosionsbeständigkeit von verzinkten Werkstoffen zu beschreiben. Eine Arbeitsgruppe suchte die Zuverlässigkeit dieser Untersuchung zu verbessern und erarbeitete eine neue Methode zur Eichung der Versuchszellen. Die Arbeiten haben zur Definition einer neuen Arbeitsmethode geführt, die gegenwärtig in Frankreich für beschichtete Produkte, die für die Automobilindustrie bestimmt sind, angenommen wird.

Korrodierbarkeit metallischer Beschichtungen: indirekte Methoden der Beschreibung 723
B. Normand, M. Wéry, J.-C. Catonné, J. Pagetti

Beschichtungen werden überall angewendet, um die Haltbarkeit von Teilen zu verbessern. Um die schützende Wirkung dieser Beschichtungen gegen die Korrosion zu verstehen muss man die Faktoren kennen, die ihr Verhalten in aggressiver Umgebung bestimmen. Nachdem diese Faktoren identifiziert und mittels Kriterien beschrieben sind, werden die verfügbaren Methoden zur Bestimmung dieser Kriterien überprüft. Dabei handelt es sich um indirekte Methoden, da sie weder die Messung der Korrosionsgeschwindigkeit, noch die Untersuchung der Vorgänge, in Betracht nehmen. Sie betreffen die Morphologie, die Zusammensetzung, die kristallografische Struktur und die mechanischen Eigenschaften der Beschichtung.

Einsatz mechanischer Prüfverfahren für die Untersuchung von Spannungsrisskorrosion und Ermüdungskorrosion 735
Y. Couétard, M. Touzet, M. Puiggali

Die im Labor gemachten Erfahrungen bei der Durchführung spezifischer mechanischer Versuche zur Untersuchung der Erscheinungen der Korrosion unter Spannung (CSC) oder Ermüdung (FC) werden an zwei Beispielen genau dargelegt : 1) das Konzept von Versuchsvorrichtungen für langsamen Zug und für Ermüdung bei niedrigen Frequenzen, die konstante Bewegungsgeschwindigkeiten in der Größenordnung vom $\mu\text{m/h}$ erfordern ; 2) die Durchführung des Zugversuchs mit gebogenen Proben, einer Form, die sich aus der Berücksichtigung der Effekte der Heterogenität des Werkstoffgefüges bei der Untersuchung der Rissbildung an unterirdisch verlegten pipelines ergibt.

Die Korrosion auf dem Gebiet der Ingenieurbauwerke 743
A. Raharinaivo, G. Grimaldi, V. Pallet, P. Brevet, D. Siegert

Von den Bauwerken der Ingenieurkunst werden in diesem Bericht die betonarmierten Bauten und die Kabel behandelt. Die Korrosionsversuche werden zur Auswahl der Stahlsorten durchgeführt, die am besten der Korrosion widerstehen. Weiterhin werden elektrochemische Methoden, wie die Messung des Elektrodenpotentials und des Polarisationswiderstandes für im Betrieb befindliche Bauten angewendet, um den Zustand der Armierung im Beton zu beschreiben.

Die Paläokorrosion, ein Abdruck der Vergangenheit 751
V. Costa, D. David, Ph. Dillmann, L. Robbiola

Die Paläokorrosion, ein neues Gebiet der Werkstoffwissenschaft, beschäftigt sich damit, die Abbauprozesse von metallischen Werkstoffen der früheren Zeiten zu verstehen. Das Ziel ist die Entschlüsselung technischer, ethnologischer oder einfach historischer inhärenter Informationen. Es handelt sich darum sie zu verstehen, aber auch den Zustand der Schädigung abschätzen zu können, um ihren Fortbestand zu sichern. Das Verständnis ihrer Beschaffenheit und der Veränderungsprozesse erfordert physikalisch-chemische, analytische, gefügemässige und funktionelle, oft tiefgehende Beschreibungen nach einem sehr spezifizierten Vorgehen. Die wichtigsten Methoden, die für solche Untersuchungen geeignet sind, werden ausgehend von charakteristischen Beispielen metallischer archäologischer Werkstoffe dargelegt und veranschaulicht.

Einfluss von Cd, Sn und Ge auf die Phase der Ausscheidung fester Lösungen von Al-Zn-Mg-Cd(Sn) und Cu-Be-Cd(Ge) 761
N. Bouzroua, K. Tirsatine, M. Kadi-Hanifi

Der Einfluss von Cd, Sn und Ge auf die Bildungskinetik von Guinier-Preston-Zonen wurde in festen Lösungen von Al-Zn-Mg-Cd(Sn) und Cu-Be-Cd(Ge) untersucht, wobei der Volumenanteil der entstandenen Zonen nach einer Methode, die auf Messungen der Mikrohärtigkeit basiert, bestimmt wurde. Die Anwesenheit von Cd und Sn in Form von Spuren zieht jeweils eine Verzögerung und Unterdrückung der GP-Zonen in Al Zn Mg nach sich, während in Cu Be eine Konzentration von 0,3 % Cd die Bildung der Zonen beschleunigt, während 0,3 % Ge keine Wirkung zeigt.

Dynamische Rekristallisation : klassische Konzepte und neue Aspekte 767
F. Montheillet

Die dynamische kontinuierliche (RDC) und diskontinuierliche (RDD) Rekristallisation im Bereich der Warmverformung werden ausgehend von Spannungs-Verformungskurven und EBSD-Diagrammen verglichen. In beiden Fällen laufen dieselben Elementarvorgänge ab, aber mit verschiedenen Kinetiken, die zu unterschiedlichen Texturen und Gefügen führen. Im Weiteren kann ein Übergang zwischen RDC und RDD in Metallen mit hoher Stapelfehlerenergie und sehr hoher Reinheit stattfinden.

Umwandlung von Kristobalith in zwei feuerbeständigen Materialien mit 45 und 42 % Aluminiumoxid 777
A. Bouyoucef, S. Hamamda

Eine natürliche Porzellanerde mit 45 % Aluminiumoxid und weniger als 1 Gewichtsprozent metalloxidischer Verunreinigungen wurde thermischen Behandlungen bei verschiedenen Temperaturen zwischen 1 000 und 1 450°C unterworfen. Die Entwicklung der Kristallbildung von Kristobalith wurde mittels der Röntgenstrahlbeugung, ausgehend von der Verbreiterung der {101} Linie, untersucht. Die scheinbaren Abmessungen der Kristobalithkörner, bestimmt aus den integrierten Breiten der Linie, variieren mit den thermischen Behandlungen. Dagegen bleibt der scheinbare Konzentrationsgrad von Kristobalith konstant. Diese Ergebnisse werden mit denen eines Schamott-Materials mit 42 % Aluminium, das Verunreinigungen zwischen 3 und 4 % enthält, verglichen. Die sichtbaren Abmessungen der Kristobalithkörner liegen im Nanometer Bereich und die scheinbare Konzentration dabei ist geringer. Schlussendlich ist der thermische Ausdehnungskoeffizient $\alpha(T)$ des ersten Materials während der $\alpha \rightarrow \beta$ Umwandlung des Kristobaliths vergleichsweise grösser als der des Schamott-Materials.