

FRANÇAIS

**Caractérisation de la perméabilité de la partie basse du haut-fourneau ..... 521**

R. Negro, C. Petit, A. Urvoy, D. Sert, H. Pierret

La perméabilité du haut-fourneau, et en particulier celle de sa partie basse, conditionne fortement ses performances et sa durée de vie. Il est donc primordial d'être en mesure de la caractériser. Plusieurs méthodes ont déjà été utilisées comme les traçages radioactifs, les carottages et les prélèvements de liquides réalisés par la sonde de tuyère fixe implantée sur le HF1 de Sollac Fos. Les résultats de ces mesures ont pu être complétés par des analyses de gaz sur le rayon du fourneau et par des traçages de gaz à l'hélium également réalisés au moyen de la sonde de tuyère fixe. Cet article présente la synthèse et montre la cohérence de l'ensemble de ces mesures.

**Suivi de l'état du creuset et gestion des trous de coulée aux hauts-fourneaux ..... 533**

R.J. Nightingale, F.W.B.U. Tanzil, A.J.G. Beck, K. Price

L'état du massif de coke dans les parties basses du haut-fourneau conditionne le mode d'écoulement des matières liquides vers et à travers le creuset. Des méthodes d'évaluation de l'état de propreté de l'homme mort et de la proportion de vides dans le massif de coke au niveau des trous de coulée ont été mises au point. L'effet de ces paramètres sur la composition chimique de la fonte et la sollicitation thermique des réfractaires du creuset est discuté. L'article considère également des stratégies permettant d'optimiser le fonctionnement des trous de coulée grâce à des techniques de guide-opérateur qui font appel à des mesures en temps réel et à des modèles mathématiques de soutirage des liquides au moment de la coulée. Les pratiques recommandées pour le volume de masse de bouchage et les durées d'ouverture/fermeture des trous de coulée sont discutés.

**Le haut-fourneau entièrement automatisé - une utopie ? .. 541**

G. Brunnbauer, B. Rummer, J. Mauhart, H. Nograthig, F. Lasinger, H. Druckenthaner, B. Schürz, M. Schaler, A. Klinger, G. Pillmair

VOEST-ALPINE Industrieanlagenbau (VAI) et VOEST-ALPINE Stahl Linz (VASL) ont développé conjointement un système d'automatisation en boucle fermée pour la conduite des hauts-fourneaux. Ce système, dénommé VAiron, ne rend pas seulement l'exploitation du haut-fourneau totalement transparente, mais stabilise aussi sa marche et permet ainsi d'améliorer de manière sensible la régularité de la qualité de la fonte et de réduire les coûts. L'objectif final est de rendre le haut-fourneau entièrement automatique.

**Amélioration du procédé LD à l'aide de l'utilisation de mesures radar à l'aciérie de Dilling ..... 553**

R. Bruckhaus, V. Fiedler, V. Lachmund

Afin d'améliorer la régularité des données de process du convertisseur, un dispositif de mesure radar a été installé au niveau des deux convertisseurs de 185 t à l'aciérie de Dilling. Le niveau de

l'acier liquide dans le convertisseur est mesuré facilement à l'aide de l'unité radar pour chaque coulée. À l'aide de cette installation, la distance entre le nez de la lance soufflant de l'oxygène et la surface de l'acier peut être réglée suivant les conditions du procédé. Comme conséquence, des améliorations métallurgiques et technologiques ont été obtenues ; par exemple, la teneur en fer du laitier a été réduite et la consommation de chaux peut être réduite également. On observe même une usure plus uniforme du réfractaire, et la durée de vie des nez de lance est accrue.

**VAI-CON® Temp : le suivi en continu des températures à l'intérieur des réacteurs métallurgiques ..... 561**

N. Ramaseder, J. Heiss

VOEST-ALPINE Industrieanlagenbau (VAI) a mis au point le système VAI-CON® Temp qui permet de suivre en continu la température à l'intérieur des réacteurs métallurgiques. Ce système a été expérimenté sur différentes installations et a atteint un stade de développement industriel. Il peut équiper un grand nombre de réacteurs (depuis le four électrique à arc jusqu'au répartiteur de coulée continue) et, grâce à la précision des mesures effectuées, il permet une conduite des processus métallurgiques sensiblement meilleure qu'avec les systèmes de mesure classiques à fonctionnement discontinu.

**Étude théorique et expérimentale des jets d'oxygène supersoniques. Application industrielle au four électrique ..... 571**

B. Allemand, P. Bruchet, C. Champinot, S. Melen, F. Porzucek

La consommation d'oxygène au four électrique ne cesse de croître, ceci est en partie dû au développement de diverses technologies basées sur les lances supersoniques. Cet exposé décrit les caractéristiques des jets supersoniques et leur mise en place de manière industrielle. À partir d'études de mécanique des fluides, de modélisation numérique et de mesures en laboratoire, les paramètres physiques qui peuvent affecter la qualité du jet ont été réexaminés. La technologie d'injection Alarc Jet a été conçue pour apporter, en plus des brûleurs et des outils de post-combustion, la meilleure efficacité globale de l'injection d'O<sub>2</sub> au four électrique. L'application sur le FE de 160 t de SAM Neuves-Maisons est décrite ici.

**Techniques de mesure avancées pour la production de bandes à chaud ultra-minces ..... 589**

M. Degner, K.-E. Friedrich, H.W. Tamler, G. Thiemann, U. Müller

Dans la production de bandes à chaud ultra-minces, la mise au mille et le coût dépendent du respect des exigences accrues du client dans le domaine de la géométrie et des propriétés mécaniques. Pour la production, la mesure correcte des propriétés de la bande est nécessaire. Cet exposé présente les techniques avancées de mesure et de contrôle des paramètres de profil concernant l'épaisseur, la planéité, la qualité du bobinage, le profil de température, le fini de surface de bandes laminées à chaud ultra-minces.

**Caractérisation des tôles « galvannealed » ..... 599**  
G. Moréas, Y. Hardy

Afin d'améliorer le contrôle de la qualité du revêtement galvanneal, un capteur d'inspection de surface à fort grossissement a été développé au Centre de Recherches Métallurgiques, Belgique. Dans le procédé de « galvannealing », la densité de surface de la phase intermétallique  $\zeta$  est une caractéristique de la qualité du revêtement. Pour estimer cette densité, le système optique, placé à 20 mm de la surface du produit, acquiert des images sur lesquelles les cristaux  $\zeta$  sont clairement identifiés. Les images obtenues sont traitées pour en extraire l'information nécessaire au contrôle de paramètres de ligne, afin d'atteindre les caractéristiques requises pour le revêtement (pourcentage de fer, poudrage).

**Quantification des envols de poussières d'une usine intégrée ..... 607**  
N. Schofield, A.N. Haines, E. Vrins

Les émissions de poussières diffuses et éphémères issues des aires de stockage sont difficiles à quantifier compte tenu des dimensions des zones concernées et de la multiplicité des activités qui y contribuent. Dans le cadre d'une nouvelle approche, un réseau de surveillance continue a été utilisé sur une ligne complète de production, afin d'obtenir des données en temps réel sur la localisation des particules émises de diamètre inférieur à 10  $\mu\text{m}$ . Ces données ont été utilisées en combinaison avec une technique de modélisation de dispersion inversée pour quantifier les émissions de ce type de particules. Les résultats obtenus sont discutés et d'autres applications éventuelles de cette approche sont présentées.

**Les tôles fortes pour les ouvrages d'art ..... 613**  
R. Hubo, G. Garrigues, F. Schröter, J. Flahaut

Les progrès réalisés dans la construction des ponts et des ouvrages d'art proviennent, en partie, de la disponibilité d'aciers améliorés. De plus, les tôles fortes qui peuvent être livrées aujourd'hui dans une large gamme de dimensions et de nuances, permettent aux constructeurs de ponts la réalisation de constructions économiques tout en diminuant les coûts et les temps de fabrication, et en respectant les impératifs architecturaux comme l'esthétique et l'élégance d'un ouvrage d'art. Différents exemples seront présentés démontrant les possibilités impressionnantes des aciers modernes.

**ENGLISH**

**Characterization of the permeability of the blast furnace lower part ..... 521**  
P. Negro, C. Petit, A. Urvoy, D. Sert, H. Pierret

The permeability of the blast furnace and in particular of its lower part, conditions its performances and its campaign duration. It is therefore essential to be able to characterize it. Several methods have already been used as radioactive tracing, coke core boring and liquids sampling, achieved by the tuyere probe installed on the BF 1 of Sollac Fos. Results of these measurements can be completed by gas analyses on the blast furnace radius and by gas tracing using helium, also achieved with the tuyere probe. This article presents the synthesis and shows the consistency of these various measurements.

**Blast furnace hearth condition monitoring and taphole management techniques ..... 533**  
R.J. Nightingale, F.W.B.U. Tanzil, A.J.G. Beck, K. Price

The condition of the coke bed in the lower zones of the blast furnace determines the nature of liquids flow into and through the hearth. Methods for monitoring the condition of deadman cleanliness and coke bed voidage at the taphole level have been developed. Influences on metal chemistry and hearth refractory heat loads are discussed. This paper also discusses strategies for management of taphole performance by application of operator guidance techniques which employ real time data acquisition and the on-line application of mathematical models of liquids removal during casting. Recommendation strategies for installed clay volume and taphole opening/closure times are discussed.

**The fully automatic blast furnace : only a vision ? ..... 541**  
G. Brunnbauer, B. Rummer, J. Mauhart, H. Nograthnig, F. Lasinger, H. Druckenthaner, B. Schürz, M. Schaler, A. Klinger, G. Pillmair

A closed-loop blast furnace automation system was jointly developed by VOEST-ALPINE Industrieanlagenbau (VAI) and VOEST-ALPINE Stahl Linz (VASL). The system, with the tradename VAiron, makes not only the operation of the blast furnace entirely transparent, but stabilizes it also, and permits therefore significant improvements in the regularity of hot metal quality and substantial reductions in production costs. The final goal of the development is the « fully automatic blast furnace ».

**Improvement of the BOF process by use of a radar measurement at the Dillinger Hütte steelplant ..... 553**  
R. Bruckhaus, V. Fiedler, V. Lachmund

In order to achieve comparatively constant BOF process data, a radar measurement equipment was installed at the two 185-t vessels at the Dillinger Hütte steelplant. The level of liquid steel in the converter is easily measured for every heat with a radar unit. With this installation, the distance between the tip of the oxygen blowing lance and the steel surface can be adjusted in accordance to process conditions. As a result, metallurgical and technological improvements were achieved, e.g. the Fe-content of the slag was reduced and the lime consumption could be lowered as well. A more uniform lining wear can be observed and the life of lance tips is increased.

**VAI CON<sup>®</sup> Temp : continuous temperature monitoring in metallurgical vessels ..... 561**  
N. Ramaseder, J. Heiss

VOEST-ALPINE Industrieanlagenbau (VAI) has developed the VAI-CON<sup>®</sup> Temp system for the continuous temperature monitoring in metallurgical vessels. The system has been tested for a variety of installations and has reached industrial perfection. It has many potential applications (from the electric arc furnace to the continuous casting tundish) and, thanks to the highly accurate results it provides, it allows a substantially better process control than the conventional, discontinuous measuring systems.

**Theoretical and experimental study of supersonic oxygen jets. Industrial application in EAF ..... 571**  
B. Allemand, P. Bruchet, C. Champinot, S. Melen, F. Porzucek

Oxygen consumption in the EAF continues to increase, partly due to the development of various technologies based on supersonic lancing. This paper discusses the characteristics of supersonic jets

and their industrial implementation. Based on fluid mechanics, numeric modelling and laboratory measurements, physical parameters which can act on the quality of the jet are reviewed. Alarc Jet supersonic injection technology has been designed to provide, in addition to high-standard burners and postcombustion tools, the best global efficiency of oxygen in the EAF. Application to the 160-t furnace of SAM Neuves-Maisons is described.

**Advanced measuring techniques for the production of ultra-thin hot strip** ..... 589  
M. Degner, K.-E. Friedrich, H.W. Tamler, G. Thiemann, U. Müller

When producing ultra-thin hot strip, the yield and economy depend on achieving narrow geometrical and material properties fulfilling the increased customers demand. In production, the correct measurement of the strip properties is necessary. This paper gives advanced measuring and control techniques for the parameters concerning thickness profile, flatness profile, coil face profile, temperature profile, surface finish profile of ultra-thin hot rolled strip.

**Characterization of galvanized strip** ..... 599  
G. Moréas, Y. Hardy

With the aim of enhancing coating quality control during the galvannealing process, an on-line optical image acquisition sensor has been developed at « Centre de Recherches Métallurgiques », Belgium. In the galvannealing process, the  $\zeta$  phase surface density is a coating quality characteristic, and the on-line microscope, placed at 20 mm from the surface, grabs images on which  $\zeta$  crystals can be clearly identified. The resulting images are then processed, and the results of the analysis can be used to adjust the process parameters in order to reach the desired coating characteristics (iron content, powdering).

**The quantification of windblown dust emissions from an integrated steelworks site** ..... 607  
N. Schofield, A.N. Haines, E. Vrins

Fugitive dust emissions from open sources are difficult to quantify owing to the extended area covered by such sources and the range of activities that contribute to such emissions. In a novel approach, a network of continuous monitors was used to obtain real-time local PM<sub>10</sub> data on an integrated works and these data were used in conjunction with a reverse-dispersion modelling technique to quantify stockyard PM<sub>10</sub> emissions. The results obtained are discussed and other potential applications of this approach are outlined.

**Heavy plates for bridge construction** ..... 613  
R. Hubo, G. Garrigues, F. Schröter, J. Flahaut

Progress in bridge construction is partly due to the availability of improved steel products. In particular heavy plates, which can today be delivered in a wide range of dimensions and steel grades, enable bridge designers to achieve an efficient cost- and time-saving construction under simultaneous consideration of high architectural demands on aesthetics and elegance. Several examples will be presented which demonstrate the impressive opportunities of modern steel.

## DEUTSCH

**Beschreibung der Durchlässigkeit im unteren Teil des Hochofens** ..... 521  
R. Negro, C. Petit, A. Urvoy, D. Sert, H. Pierret

Die Durchlässigkeit des Hochofens und insbesondere die in seinem unteren Teil bestimmt ausgeprägt seine Leistungen und Lebensdauer. Es ist deshalb wichtig in der Lage zu sein, sie beschreiben zu können. Einige Methoden werden bereits angewendet, wie die mit radioaktiven Spurenelementen, die Bohrkementnahme und die Entnahme von Flüssigkeiten, die mit einer fest implantierten Sonde in der Düse des HF1 der Sollac Fos durchgeführt wird. Die Ergebnisse dieser Messungen konnten durch Gasanalysen über den Radius des Hochofens und durch die Spurensuche von Heliumgas, die ebenfalls mittels der festen Düsensonde durchgeführt wurde, ergänzt werden. Dieser Bericht gibt einen Gesamtüberblick und zeigt die Zusammenhänge zwischen all diesen Messungen.

**Überwachung des Ofenherdes und Führung der Abstichlöcher bei Hochöfen** ..... 533  
R.J. Nightingale, F.W.B.U. Tanzil, A.J.G. Beck, K. Price

Der Zustand der Koksmasse in den unteren Teilen des Hochofens bedingt die Art der Strömung der flüssigen Stoffe in Richtung zum und quer durch den Ofenherd. Verfahren zur Bestimmung des Reinheitszustandes des toten Mannes und des Ausmasses der Hohlräume in der Koksmasse auf der Höhe der Abstichlöcher wurden entwickelt. Die Auswirkung dieser Parameter auf die chemische Zusammensetzung des Roheisens und auf die thermische Beanspruchung der feuerfesten Massen des Ofenherdes wurde erörtert. Der Bericht stellt ebenfalls Betrachtungen über Strategien an, die es ermöglichen, den Betrieb der Abstichlöcher mittels den Techniken der Bedienungsführung, die Echtzeitmessungen und mathematische Modelle für die Entnahme der Flüssigkeiten zur Zeit des Abstichs verlangt, zu optimieren. Die empfohlenen Verfahren für das Volumen an Stopfenmasse und die Öffnungs / Verschlussdauer der Abstichlöcher werden erörtert.

**Der vollautomatische Hochofen - eine Utopie ?** ..... 541  
G. Brunnbauer, B. Rummer, J. Mauhart, H. Nograthig, F. Lasinger, H. Druckenthaner, B. Schürz, M. Schaler, A. Klinger, G. Pillmair

VOEST-ALPINE Industrieanlagenbau (VAI) und VOEST-ALPINE Stahl Linz (VASL) haben gemeinsam ein System mit geschlossener Schleife für die Automatisierung von Hochöfen entwickelt. Das System mit dem Markennamen VAiron macht den Betrieb des Hochofens nicht nur vollkommen transparent, sondern stabilisiert ihn auch und ermöglicht so deutliche Verbesserungen bei der Konstanz der Qualität des Roheisens und signifikante Einsparungen bei den Betriebskosten. Das Endziel der Entwicklung ist der « vollautomatische Hochofen ».

**Verbesserung des LD- Verfahrens durch die Anwendung von Radarmessungen im Stahlwerk von Dillingen** ..... 553  
R. Bruckhaus, V. Fiedler, V. Lachmund

Um die Regelmässigkeit der Prozessdaten des Konverters zu verbessern wurde eine Radar Messvorrichtung bei zwei 185 t-Konvertern der Dillinger-Stahlwerke installiert. Das Niveau des flüssigen Stahls im Konverter wird mit Hilfe einer Radarmesseinheit für jede Schmelze mühelos gemessen. Mit dieser Vorrichtung kann der Abstand zwischen der Spitze der Sauerstofflanze und der

Stahloberfläche entsprechend den Prozessbedingungen geregelt werden. Als Folge werden metallurgische und technologische Verbesserungen erzielt; zum Beispiel wurde der Eisengehalt der Schlacke reduziert und der Kalkverbrauch konnte ebenfalls verringert werden. Selbst ein gleichmässiger Verschleiss der feuerfesten Massen wurde beobachtet, und die Lebensdauer der Lanzenspitze erhöhte sich.

**VAI-CON® Temp für die kontinuierliche Temperaturmessung in metallurgischen Gefäßen** ..... 561  
N. Ramaseder, J. Heiss

VOEST-ALPINE Industrieanlagenbau (VAI) hat das System VAI-CON® Temp zur kontinuierlichen Temperaturmessung in metallurgischen Gefäßen entwickelt, an unterschiedlichen Aggregaten getestet und zur industriellen Reife geführt. Es ist vielseitig einsetzbar (vom Elektro-Lichtbogenofen bis zum Stranggußverteiler) und ermöglicht dank der Genauigkeit der gelieferten Meßdaten eine deutlich bessere Prozeßführung als die herkömmlichen diskontinuierlich arbeitenden Systeme.

**Theoretische und experimentelle Untersuchung supersonischer Sauerstoffstrahlen. Industrielle Anwendung im Elektroofen** ..... 571  
B. Allemand, P. Bruchet, C. Champinot, S. Melen, F. Porzucek

Der Sauerstoffverbrauch am Elektroofen nimmt weiter zu; wobei dies zum Teil auf der Entwicklung verschiedener Technologien, denen die supersonischen Lanzen zugrunde liegen, beruht. Dieser Bericht beschreibt die Besonderheiten supersonischer Strahlen und ihren industriellen Einsatz. Ausgehend von Untersuchungen der Strömungsmechanik, der numerischen Modellierung und von Laborversuchen wurden die physikalischen Parameter, die die Eigenschaften des Strahls beeinflussen können, neu untersucht. Die Alarc-Jet Einspritztechnologie wurde entwickelt um, zusätzlich zu Brennern und Ausrüstungen zur Nachverbrennung, zum besten Gesamtwirkungsgrad für das Einblasen von O<sub>2</sub> in den Elektroofen beizutragen. Der Einsatz am 160 t- Elektroofen von SAM Neuves-Maisons wird hier beschrieben.

**Fortgeschrittene Messtechniken für die Herstellung von ultra-dünnem Warmband** ..... 589  
M. Degner, K.-E. Friedrich, H.W. Tamlar, G. Thiemann, U. Müller

Bei der Herstellung ultra-dünner Warmbänder hängen der Verbrauch und die Kosten von den gestiegenen Kundenanforderungen im Bereich Geometrie und mechanische Eigenschaften ab. Für die Produktion ist die korrekte Messung der Eigenschaften des Bandes notwendig. Dieser Bericht stellt fortgeschrittene Techniken für die Messung und Überwachung von Profilparametern, wie Dicke, Planheit, Haspelqualität, Temperaturverlauf und Oberflächenzustand von ultra-dünnen warmgewalzten Bändern, vor.

**Charakterisierung von « galvannealed » Blechen** ..... 599  
G. Moréas, Y. Hardy

Um die Qualitätskontrolle der « galvannealed » Beschichtung zu verbessern wurde im « Centre de Recherches Métallurgiques », Belgien, ein Prüfgerät mit starker Vergrößerung für die Oberflächeninspektion entwickelt. Beim « galvannealing » Prozess ist die Oberflächendichte der intermetallischen ζ-Phase ein Merkmal für die Qualität der Beschichtung. Für die Bestimmung dieser Dichte liefert das optische System, das sich 20 mm über der Produktoberfläche befindet, Bilder, auf denen die ζ-Kristalle deutlich identifizierbar sind. Die erhaltenen Bilder werden bearbeitet, um aus ihnen die notwendige Information für die Überwachung der

Parameter der Linie zu ziehen und um letztendlich die Kennwerte zu erhalten, die für das Beschichten benötigt werden (Prozentsatz Eisen, Pulver Bildung beim Umformen).

**Quantifizierung der Staubauswürfe eines integrierten Hüttenwerks** ..... 607  
N. Schofield, A.N. Haines, E. Vrins

Die verstreuten und kurzzeitigen Staubemissionen, die von Lagerplätzen herrühren, sind schwierig zu quantifizieren aufgrund der Grössen der betroffenen Zonen und der Vielfalt der Tätigkeiten, die dazu beitragen. Im Rahmen einer neuen Näherung wurde ein kontinuierliches Überwachungsnetz über eine vollständige Produktionsstrecke gelegt, um Daten in Echtzeit über den Ort der Emission von Teilchen mit Durchmessern kleiner 10 µm zu erhalten. Diese Daten wurden in Verbindung mit einer Technik der Modellierung der inversen Dispersion verwendet, um die Emissionen dieser Art von Teilchen zu quantifizieren. Die erhaltenen Ergebnisse werden erörtert und andere mögliche Anwendungen dieser Näherung vorgestellt.

**Die Grobbleche für Ingenieurbauwerk** ..... 613  
R. Hubo, G. Garrigues, F. Schröter, J. Flahaut

Die Fortschritte, die bei der Konstruktion von Brücken und Kunstbauten realisiert wurden, rühren zum Teil von der Verfügbarkeit verbesserter Stähle her. Darüber hinaus ermöglichen die Grobbleche, die heute in einem weiten Bereich von Abmessungen und Sorten geliefert werden können, den Brückenkonstruktoren die Realisierung ökonomischer Konstruktionen, bei einer Verringerung der Kosten und Herstellungszeiten, und unter Berücksichtigung vor Architektenanforderungen, wie Ästhetik und Eleganz eines Bauwerks. Verschiedene Beispiele werden vorgestellt, die die beeindruckenden Möglichkeiten moderner Stähle zeigen.

## ESPAÑOL

**Caracterización de la permeabilidad de la parte baja del alto-horno** ..... 521  
R. Negro, C. Petit, A. Urvoy, D. Sert, H. Pierret

La permeabilidad del alto-horno, y en particular la de su parte baja, condiciona fuertemente su comportamiento y su duración. Es pues primordial estar en condiciones de la caracterizar. Varios métodos han sido ya utilizados como los trazados radioactivos, la extracción de muestras y las tomas de muestras líquidas realizadas por la sonda de tobera fija implantada en el AH1 de Sollac Fos. Los resultados de estas medidas han podido completarse con los análisis de gas en el radio del horno y por los trazados de gas al helio igualmente realizados por medio de la sonda de tobera fija. Este artículo presenta la síntesis y muestra la coherencia del conjunto de estas medidas.

**Seguimiento del estado del crisol y gestión de los orificios de colada en los altos-hornos** ..... 533  
R.J. Nightingale, F.W.B.U. Tanzil, A.J.G. Beck, K. Price

El estado masivo del coque en las partes bajas del alto-horno condiciona el procedimiento de colada de los materiales líquidos hacia y a través del crisol. Los métodos de evaluación del estado de limpieza del hombre muerto y la proporción de vacío en el masivo de coque al nivel de los orificios de colada han sido puestos a

punto. Se discute el efecto de estos parámetros sobre la composición química de la fundición y la sollicitación térmica de los refractarios del crisol. El artículo considera igualmente las estrategias que permiten optimizar el funcionamiento de los orificios de colada gracias a las técnicas de guía-operador que llaman a las medidas en tiempo real y a modelos matemáticos de trasiego de los líquidos en el momento de la colada. Se discuten las prácticas recomendadas para el volumen de masa de tapado y las duraciones de apertura/cierre de los orificios de colada.

**El alto-horno enteramente automatizado ¿ una utopia ? ... 541**  
G. Brunnbauer, B. Rummer, J. Mauhart, H. Nograthnig, F. Lasinger, H. Druckenthaner, B. Schürz, M. Schaler, A. Klinger, G. Pillmair

VOEST-ALPINE Industrieanlagenbau (VAI) y VOEST-ALPINE Stahl Linz (VASL) han desarrollado conjuntamente un sistema de automatización en bucle cerrado para la conducción de los altos-hornos. Este sistema, denominado VAiron, no alcanza solamente a la explotación del alto-horno totalmente transparente, sino que estabiliza también su marcha y permite así mejorar de manera sensible la regularidad de la calidad de la fundición y reducir los costos. El objetivo final es hacer el alto-horno enteramente automático.

**Mejora del procedimiento LD con la ayuda de la utilización de medidas radar en la acería de Dilling ..... 553**  
R. Bruckhaus, V. Fiedler, V. Lachmund

Con el fin de mejorar la regularidad de datos de procesos del convertidor, se ha instalado un dispositivo de medida radar al nivel de los dos convertidores de 185 t en la acería de Dilling. El nivel del acero líquido en el convertidor se mide fácilmente con la ayuda de la unidad radar para cada colada. Con la ayuda de esta instalación, la distancia entre la punta de la lanza insufladora del oxígeno y la superficie del acero puede ser regulada según las condiciones del procedimiento. Se han obtenido como consecuencia, de las mejoras metalúrgicas y tecnológicas ; por ejemplo, el contenido en hierro de la escoria se ha reducido y el consumo de cal puede ser igualmente disminuido. Se observa al mismo tiempo un desgaste más uniforme del refractario, elevándose la vida de la punta de la lanza.

**VAI-CON® Temp : el seguido en continuo de las temperaturas en el interior de los reactores metalúrgicos ..... 561**  
N. Ramaseder, J. Heiss

VOEST-ALPINE Industrieanlagenbau (VAI) ha puesto a punto el sistema VAI-CON® Temp que permite seguir en continuo la temperatura en el interior de los reactores metalúrgicos. Este sistema ha sido experimentado en diferentes instalaciones y ha alcanzado un estadio de desarrollo industrial. Puede equipar un gran número de reactores (desde el horno eléctrico a arco hasta el repartidor de colada continua) y, gracias a la precisión de las medidas efectuadas, permite una conducción de procesos metalúrgicos sensiblemente mejorada que con los sistemas de medida clásicos a funcionamiento continuo.

**Estudio teórico y experimental de chorros de oxígeno supersónicos. Aplicación industrial al horno eléctrico ..... 571**  
B. Allemand, P. Bruchet, C. Champinot, S. Melen, F. Porzucek

El consumo de oxígeno en el horno eléctrico no cesa de crecer, esto es en parte debido al desarrollo de diversas tecnologías basadas en las lanzas supersónicas. Esta exposición describe las características de los chorros supersónicos y su utilización de forma industrial. A partir de estudios de mecánica de fluidos, de modelización numérica y de medidas en laboratorio, se han reexa-

minado los parámetros físicos que pueden afectar a la calidad del chorro. La tecnología de inyección Alarc Jet se ha concebido para aportar, además quemadores y útiles de post-combustion, la mejor eficacia global de la inyección de O<sub>2</sub> en el horno eléctrico. Se describe aquí la aplicación sobre el HÉ de 160 t de SAM Neuves-Maisons.

**Técnicas de medida avanzadas para la producción de bandas ultra-finas en caliente ..... 589**  
M. Degner, K.-E. Friedrich, H.W. Tamler, G. Thiemann, U. Müller

En la producción de bandas en caliente ultra-finas, la puesta a mil y el costo dependen del respeto de las mayores exigencias del cliente en el dominio de la geometría y de las propiedades mecánicas. Para la producción, es necesaria la medida correcta de las propiedades de la banda. Esta exposición presenta las técnicas avanzadas de medida y de control de los parámetros de perfil que conciernen al espesor, la planeidad, la calidad del bobinado, el perfil de temperatura, y el acabado superficial de bandas laminadas en caliente ultra-finas.

**Caracterización de chapas « galvannealed » ..... 599**  
G. Moréas, Y. Hardy

Con el fin de mejorar el control de la calidad del revestimiento galvanneal, un captador de inspección de superficie ha sido desarrollado en el « Centre de Recherches Métallurgiques » de Bélgica. En el procedimiento de « galvannealing », la densidad de superficie de la fase intermetálica ζ es una caracterización de la calidad del revestimiento. Para estimar esta densidad, el sistema óptico, situado a 20 mm de la superficie del producto, adquiere imágenes sobre las cuales los cristales ζ son claramente identificados. Las imágenes obtenidas son tratadas para extraer la información necesaria al control de parámetros de línea, con el fin de alcanzar las características requeridas para el revestimiento (porcentaje de hierro, polvos).

**Cuantificación de los envíos de polvos de una fabrica integrada ..... 607**  
N. Schofield, A.N. Haines, E. Vrins

Las emisiones de polvos difusas salidas de los aires de almacenamiento son difíciles de cuantificar teniendo en cuenta las dimensiones de las zonas afectadas y de la multiplicidad de las actividades que contribuyen. En el marco de una nueva aproximación, una red de vigilancia continua se ha utilizado en una línea completa de producción, con el fin de obtener datos en tiempo real sobre la localización de partículas emitidas de diámetro inferior a 10 μm. Estos datos han sido utilizados en combinación con una técnica de modelización de dispersión inversa para cuantificar las emisiones de este tipo de partículas. Se discuten los resultados y se presentan otras aplicaciones eventuales de esta aproximación.

**Chapas gruesas para obras de arte ..... 613**  
R. Hubo, G. Garrigues, F. Schröter, J. Flahaut

Los progresos realizados en la construcción de puentes y obras de arte provienen, en parte, de la disponibilidad de aceros mejores. Además, las chapas gruesas que pueden suministrarse hoy en una gran gama de dimensiones y tipos, permitiendo a los constructores de puentes la realización de construcciones económicas disminuyendo los costos y los tiempos de fabricación, respetando los imperativos arquitectónicos como la estética y la elegancia de una obra de arte. Diferentes ejemplos serán presentados demostrando las impresionantes posibilidades de los aceros modernos.