

FRANÇAIS

État de l'art de la réduction directe et de la fusion-réduction de minerai de fer 171
R. Steffen, H.-B. Lungen

Comparés au haut-fourneau, les procédés de réduction directe et de fusion-réduction ont l'avantage de ne pas dépendre du coke. Ils vont prendre de l'importance pour les mini-usines utilisant le four électrique. Les capacités mondiales de production de DRI ont fortement augmenté au cours des trois dernières décennies. La production de DRI a été de 45 millions de tonnes en 2002 et le taux d'utilisation des capacités installées a atteint 97 %. On prévoit une augmentation supplémentaire des capacités et des productions. Le seul procédé de fusion-réduction en marche industrielle est le Corex. Les quatre usines exploitées au monde ont produit, en 2002, 2,66 millions de tonnes de fonte.

Contrôle en ligne de la taille et de la géométrie du coke par analyse automatique 183
R.-M. Poultney, C. Hitchinson

Les méthodes de contrôle de la qualité du coke sont lentes et elles nécessitent de la main d'œuvre. Ceci nous a amenés à étudier des méthodes d'analyse automatique en ligne de la taille et de la forme du coke. Les variations de ces caractéristiques du coke modifient la perméabilité de la charge du haut-fourneau. On a donc évalué la possibilité de remplacer les essais de résistance à l'abrasion par le suivi des évolutions de taille et de forme entre les silos et le haut-fourneau. Les résultats confirment la possibilité d'évaluation en ligne de la qualité du coke, permettant ainsi de détecter et corriger les écarts éventuels.

Application du procédé HPS (« Hybrid Pelletized Sinter ») à l'Usine de Monlevade 189
W. Borges, C. Melo, R. Braga, E. Santos, C. Maria, O. Kojima, H. Sato

Belgo-Mineira, société du Groupe Arcelor, exploite dans son usine de Monlevade une chaîne d'agglomération de 120 m² et sa propre mine de fer (Andrade). Désirant accroître sa production d'aggloméré, fabriqué à 100 % à partir de son propre minerai, la société a choisi le procédé HPS (« Hybrid Pelletized Sinter ») développé par JFE (ex NKK) parmi diverses possibilités. Le procédé HPS a été démarré à l'usine de Monlevade en décembre 2002, et depuis janvier 2003 l'agglomération consomme 100 % de minerai d'Andrade. On a atteint l'objectif de productivité de l'agglomération (42 t/m²x24h) prévu au contrat.

L'homme-mort flotte-t-il ou non ? 195
O. Havelange, G. Danloy, C. Franssen

Le CRM a mis au point une technique pour mesurer la pression hydrostatique dans le creuset du haut-fourneau. Trois campagnes de mesures ont été réalisées au HF B de Arcelor Cockerill-Sambre. D'autre part, un modèle mathématique a été développé pour calculer les niveaux de liquide et la position de l'homme-mort en tenant compte des mouvements de ce dernier. Les résultats sont

cohérents avec les mesures de pression. L'utilisation du modèle et des mesures permettent d'estimer la perméabilité du creuset et de déterminer si l'homme-mort flotte ou non. Pour la plupart des coulées, il commence à flotter quelques minutes après le bouchage. Il y a une bonne corrélation entre la perméabilité du creuset et la qualité du coke employé durant les campagnes de mesures.

Durée de campagne et productivité du haut-fourneau 203
A. Shinotake, H. Ootsuka, N. Sasaki, M. Ichida

L'effet de la productivité du haut-fourneau sur l'érosion du mur de creuset et la durée de campagne a été étudié. D'abord, le flux de fer fondu dans le foyer a été déterminé à partir d'expériences sur des maquettes et d'un modèle de calcul. Ensuite, la répartition de température dans le mur de creuset a été calculée selon un modèle de transfert thermique ; l'érosion du mur et la formation de la couche solidifiée ont été évaluées. L'étude a mené à un modèle d'érosion pendant la campagne d'exploitation du haut-fourneau entre deux réfections. Ce modèle a été vérifié par des mesures d'érosion sur un four réel.

Marche à haute performance et à long terme des hauts-fourneaux de Kwangyang 211
J. Choi, K.-W. Han, B.-R. Cho

Kwangyang a exploité cinq hauts-fourneaux de grande capacité et le HF K-1 a été refait en mars 2002 après 15 ans de marche réussie. Pour assurer les stocks de fonte solide enfournés à l'aciérie pour compenser la diminution de la mise au mille de fonte liquide durant la réfection, on a augmenté la productivité des quatre autres hauts-fourneaux avant le début de la réfection du HF K-1. En particulier, pendant la période de marche à très haute productivité entre mars et juin, le HF K-3 a battu en mai les records Posco de productivité et de teneur en silicium malgré ses 13 ans d'âge et une consommation d'aggloméré irrégulier, conséquence de l'élargissement des chaînes d'agglomération n^{os} 1 et 3. Ces records sont de 2,76 t/jour·m³/VI pour la productivité et de 0,15 % pour la teneur en silicium de la fonte. Ces records remarquables résultent des connaissances avancées des hauts-fourneaux de Kwangyang et de développements tels que la fiabilité plus élevée des installations, la répartition optimale du vent chaud et de l'oxygène, la maîtrise très sophistiquée du chargement et des équipements spéciaux de criblage des matières premières.

Amélioration de la mise en œuvre des réfractaires pour l'optimisation des coûts d'exploitation des halles de coulée des hauts-fourneaux 219
M. Peters, P. Rütger, P. Schmöle

ThyssenKrupp Stahl utilise quatre hauts-fourneaux dont la production de fonte atteint 12 millions de tonnes par an au total. Afin de minimiser les coûts opératoires des halles de coulée et d'optimiser le rendement de coulée, des mesures ont été prises pour prolonger la durée de vie du garnissage réfractaire des rigoles. Des mesures techniques étendues ont été appliquées sur l'ensemble du domaine de la halle de coulée pour en obtenir la meilleure rentabilité possible. Ce rapport présente les conséquences pour les halles de coulée des grands hauts-fourneaux de Schwelgern.

Progrès récents de la modélisation des écoulements solides au haut-fourneau 225
S.-A. Zaïmi, D. Sert, J.-B. Guillot, H. Biauxser

Les écoulements solides dans le haut-fourneau sont modélisés aux éléments finis à l'aide d'une loi de comportement hypo-plastique, bien adaptée à la nature granulaire du matériau. Les paramètres de la loi de comportement sont déterminés par des essais simples de la mécanique des sols, essais tri-axiaux et oedométriques réalisés sur du coke et sur de l'aggloméré. Les champs de vitesses en régime permanent, de contraintes et de compacité sont obtenus par itérations successives du modèle. Les champs de vitesse donnent accès à la géométrie de l'homme-mort ainsi qu'à la cinétique de son remplacement. Les trajectoires de la charge et les temps de séjour sont aussi calculés. La connaissance des champs de contraintes permet de calculer les pressions qui s'exercent sur la charge et sur les parois. La connaissance du champ de compacité permet de déterminer le trajet des gaz. Le modèle d'écoulement des solides a été validé en 2D et en 3D sur des maquettes froides, sans qu'il soit nécessaire de procéder à un ajustement quelconque des paramètres. Le modèle constitue un outil essentiel pour évaluer les effets de la géométrie du haut-fourneau sur l'écoulement des solides, avec la possibilité d'une utilisation réciproque.

Extension de l'aciérie Ugine & ALZ Genk : réalisation et bilan après un an d'exploitation 233
J. Steins, S. Dimitrov, M. Hiebler, J. Krumenacker, M. Thalhammer, O. Schulz

Cet article décrit les équipements et systèmes conçus et fournis par VOEST-ALPINE Industrieanlagenbau (VAI) dans le cadre de l'extension de l'aciérie d'Ugine & ALZ de Genk (production d'aciers inoxydables). Les principaux résultats obtenus au cours de la première année de marche à pleine capacité de cette usine modernisée sont également présentés.

Développement d'un modèle d'intelligence artificielle pour le prééplage au skin-pass 243
J.-L. Rendueles, J.-A. Gonzalez, F.-J. De Cos, F. Ortega

L'objectif principal de cet article est de présenter un modèle fondé sur les techniques d'intelligence artificielle en vue d'optimiser le prééplage du skin-pass d'une ligne de galvanisation. Il s'agit de déterminer automatiquement, pour chaque nuance d'acier, les efforts et les tensions à appliquer en respectant les impositions en termes de rugosité. Le modèle permet également de prévoir la rugosité.

ENGLISH

State of the art technology of direct and smelting-reduction of iron ores 171
R. Steffen, H.-B. Lungen

The processes for direct and smelting-reduction of iron ores have, compared to the blast furnace, the advantage of being independent from coke. They will gain importance for mini mills based on the EAF steelmaking route. DRI capacity and production have steadily increased worldwide over the past three decades. DRI production in 2002 was 45 Mt and utilization of installed capacities reached 97 %. A further increase in capacity and production is expected. The only smelting-reduction process under industrial application is the Corex process. The four operated plants in the world have in 2002 produced 2.66 Mt hot metal.

Automatic size and shape analysis for on-line coke monitoring 183
R.-M. Poultney, C. Hitchinson

Since systems for examining coke quality are labour-intensive and time-consuming, automatic coke sizing and shaping equipment has been assessed. Variations in coke shape as well as size affect blast furnace permeability, so potential for replacing abrasion-resistance testing has been investigated by examination of size and shape changes between the oven wharf and the furnace. Results demonstrate the ability of on-line monitoring to facilitate coke quality assessment, permitting identification/correction of problems.

Application of the Hybrid Pelletized Sinter (HPS) process at Monlevade Works 189
W. Borges, C. Melo, R. Braga, E. Santos, C. Maria, O. Kojima, H. Sato

Belgo-Mineira, Arcelor Group, has at Monlevade Works one sinterplant with 120 m² of strand area and its own iron ore mine (Andrade mine). Aiming to increase sinter production combined with the use of 100 % of its own iron ore, the Hybrid Pelletized Sinter (HPS) process, developed by JFE (former NKK), was chosen among other alternatives. The HPS process started up at Monlevade Works in December 2002 and since January 2003 100 % of Andrade iron ore has been used at the sinterplant. The contractual sinterplant productivity target (42 t/m².24h) has been achieved.

The dead man, floating or not ? 195
O. Havelange, G. Danloy, C. Franssen

CRM has developed a technique to measure the hydrostatic pressure in the blast furnace hearth. Three measuring campaigns have been performed at Arcelor Cockerill-Sambre BF B. Complementarily, a mathematical model computing the liquid levels in the hearth and the position of the bottom of the dead man has been developed. It takes into account the movement of the dead man. Its results are consistent with the pressure measurements. The combined use of the model and the measurements allow estimating the coke bed voidage in the hearth and concluding if the dead man is floating or not. For most casts, it begins to float a few minutes after plugging. The estimated coke bed voidage is very well related to the quality of the coke used during the measuring campaigns.

Blast furnace campaign life relating to the productivity 203
A. Shinotake, H. Ootsuka, N. Sasaki, M. Ichida

The effect of blast furnace productivity on the erosion of the hearth wall and the campaign life was examined. First, the molten iron flow in the hearth was studied by a model experiment and an iron flow estimation model calculation. Next, the temperature distribution in the hearth wall was calculated by a heat transfer model, and the erosion of the wall and formation of the solidified layer were estimated. The study led to the erosion pattern during the blast furnace campaign life, which was verified by the actual furnace erosion pattern.

Long term high performance operation at Kwangyang blast furnaces 211
J. Choi, K.-W. Han, B.-R. Cho

Kwangyang has been operating five large size blast furnaces and K-1 BF was relined in March 2002 after finishing 15 years of operation successfully. To secure enough cast pig iron as one of countermeasures to a low HMR at the steelmaking process during the relining period, four other blast furnaces came to increase their

productivity in advance, before the start of the K-1 BF long stoppage. Particularly, during the ultra-high productivity operation period from March to June, K-3 BF marked a new POSCO productivity record and a new silicon record simultaneously on May in spite of unstable sinter consumption due to the width extension of No. 1 & No. 3 sintering strands and 13 years furnace life. It was 2.76 t/day·m³/IV in productivity and 0.15 % in silicon level in pig iron. These remarkable records were based on some advanced Kwangyang BF know-how and recent developments like higher facilities reliability, optimum allotment of hot blast and oxygen, high sophisticated burden distribution control and special screening equipment of raw materials.

Improvement of the refractory technology for optimized costs in the blast furnace cast house operation 219
[M. Peters, P. Rüther, P. Schmöle](#)

ThyssenKrupp Stahl operates four blast furnaces with a hot metal production of up to 12 million tons per year in total. To minimize the costs in the cast house operation and to optimize the tapping performance, measures were taken to prolong the lifetime of the refractory lining of the troughs by a supreme effort. Extensive technical measures in the total cast house area with the aim of best economical efficiency were taken. This report shows the effects for the cast houses of the big Schmelzern furnaces.

Recent advances in the modelling of solid flows in the blast furnace 225
[S.-A. Za  mi, D. Sert, J. -B. Guillot, H. Biaisser](#)

The solid flow inside a blast furnace is modelled using a stand-alone finite element program and a constitutive equation called hypo-plastic, in order to better simulate the granular material behaviour. The parameters of this constitutive equation are calibrated using data obtained from simple soil mechanics tests on coke and sinter materials, such as triaxial and oedometric devices. Steady velocity, stress and void fraction fields are obtained after several iterations of the code. Knowledge of the solids velocity field makes it possible to determine the dead man profile, as well as its renewal kinetics. Burden trajectories and time lines are also computed. Knowledge of the stress field makes it possible to compute pressures acting on the burden as well as on the walls. Finally, the knowledge of the void fraction field makes it possible to determine gas paths. The solid flow model was validated on 2D and 3D small-scale cold blast furnaces, but the simulations never required any tuning parameter. This code is in fact an invaluable tool to determine the effect of blast furnace profile on solid flow conditions, and vice versa.

Extension of the Ugine & ALZ steel plant at Genk : project review after one year of operation 233
[J. Steins, S. Dimitrov, M. Hiebler, J. Krumenacker, M. Thalhammer, O. Schulz](#)

This paper describes the equipments and systems, designed and supplied by VOEST-ALPINE Industrieanlagenbau (VAI), for the extension of the stainless steel production plant of Ugine & ALZ at Genk. The main results obtained during the first year of full operation of this modernized plant are presented.

Development of a skin pass preset model by using artificial intelligence methods 243
[J.-L. Rendueles, J.-A. Gonzalez, F.-J. De Cos, F. Ortega](#)

The main objective of this paper is to present a model based on advanced artificial intelligence techniques to determine the preset values of the roll forces to be applied on the temper mill of a

galvanizing line. This model will preset both the roll force needed for the required material and will also preset the necessary tension. The roughness is also foreseen by applying this method.

DEUTSCH

Stand der Technik der direkten Reduktion und der Schmelz-Reduktion von Eisenerz 171
[Steffen, H.-B. Längen](#)

Im Vergleich mit dem Hochofen haben die Verfahren der direkten Reduktion und der Schmelz-Reduktion den Vorteil nicht von Koks abhängig zu sein. Sie nehmen an Bedeutung für die Mini-Stahlwerke, die den Elektroofen verwenden, zu. Die weltweiten Kapazitäten der Herstellung von DRI haben im Verlauf der letzten drei Jahrzehnte stark zugenommen. Die Erzeugung von DRI lag im Jahr 2002 bei 45 Millionen Tonnen und die Auslastung der installierten Kapazitäten erreichte 97 %. Eine zusätzliche Erhöhung der Kapazitäten und der Erzeugung ist vorhersehbar. Der einzige industriell betriebene Prozess von Schmelz-Reduktion ist der Corex. Die vier weltweit betriebenen Werke haben in 2002 2,66 Millionen Tonnen Roheisen produziert.

Überwachung der Gr  sse und Geometrie des Kokes in der Linie durch automatische Prüfung 183
[R.-M. Poutney, C. Hitchinson](#)

Die Methoden der Qualitätskontrolle von Koks sind langsam und sie erfordern Handarbeit. Dies führte dazu automatische Prüfverfahren in der Linie für die Gr  sse und Form des Kokes zu untersuchen. Die Schwankungen dieser Kennwerte des Kokes verändern die Durchlässigkeit der Beschickung des Hochofens. Deshalb wurde die Möglichkeit untersucht, den Versuch der Abriebfestigkeit durch die Überwachung von Gr  sse und Form des Kokes zwischen Bunker und Hochofen zu ersetzen. Die Ergebnisse bestätigen die Möglichkeit die Qualität des Kokes in der Linie zu beurteilen, wie auch eventuelle Abweichungen aufzudecken und zu korrigieren.

Anwendung des HPS-Prozesses (« Hybrid Pelletized Sinter ») im Werk Monlevade 189
[W. Borges, C. Melo, R. Braga, E. Santos, C. Maria, O. Kojima, H. Sato](#)

Belgo-Mineira, Gesellschaft der Gruppe Arcelor, betreibt in ihrem Werk Monlevade eine Sinterstrecke von 120 m² und ein eigenes Eisenbergwerk (Andrade). Um ihre eigene Sintererzeugung, die zu 100 % aus eigenem Erz hergestellt wird zu erhöhen, wählte die Gesellschaft das HPS-Verfahren (« Hybrid Pelletized Sinter »), das von JFE (ehemals NKK) entwickelt wurde, unter verschiedenen Möglichkeiten aus. Das HPS-Verfahren wurde im Werk Monlevade im Dezember 2002 eingeführt und die Sinteranlage verbraucht seit Januar 2003 zu 100 % Erz von Andrade. Das im Vertrag vorgesehene Produktivit  tsziel der Sinteranlage (42t/m² x 24h) wurde erreicht.

Schwimmt der tote Mann ? 195
[O. Havelange, G. Danloy, C. Franssen](#)

Das CRM entwickelte eine Technik zur Messung des hydrostatischen Drucks im Hochofenerd. Drei Messkampagnen wurden am Hochofen B von Arcelor Cockerill Sambre durchgeführt. Auf der anderen Seite wurde ein mathematisches Modell entwickelt, um die Höhe der Schmelze und die Lage des toten Mannes zu

berechnen, unter Berücksichtigung seiner Bewegungen. Die Ergebnisse sind in Übereinstimmung mit den Messungen des Drucks. Die Anwendung des Modells und der Messungen erlaubt die Durchlässigkeit des Herdes zu beurteilen und zu bestimmen, ob der tote Mann schwimmt oder nicht. Bei den meisten Abstichen beginnt er nach dem Stopfen zu schwimmen. Es besteht ein guter Zusammenhang zwischen der Durchlässigkeit im Herd und der Qualität des verwendeten Kokes während den Messkampagnen.

Dauer der Ofenreise und Produktivität des Hochofens 203
A. Shinotake, H. Ootsuka, N. Sasaki, M. Ichida

Die Auswirkung der Produktivität des Hochofens auf die Erosion der Gestellwand und die Dauer der Kampagne wurde untersucht. Zuerst wurde der Fluss des geschmolzenen Eisens im Herd, ausgehend von den Erfahrungen mit Modellen und einem Rechenmodell, bestimmt. Danach wurde die Temperaturverteilung in der Wand des Gestells nach einem Modell für den Wärmeübergang berechnet; die Erosion der Wand und die Bildung der erstarrten Schicht wurden bestimmt. Die Untersuchung führte zu einem Erosionsmodell während der Dauer der Hochofenreise zwischen zwei Instandstellungen. Dieses Modell wurde durch Erosionsmessungen an einem realen Ofen überprüft.

Betrieb von Hochöfen mit hoher Leistung und auf lange Sicht bei Kwangyang 211
J. Choi, K.-W. Han, B.-R. Cho

Kwangyang betreibt fünf Hochöfen grosser Kapazität und der BFK-1 wurde im März 2002 nach 15 Jahren erfolgreichem Betrieb erneuert. Um die Vorräte an festem Roheisen für den Einsatz im Stahlwerk zu gewährleisten, als Kompensation für den verringerten Einsatz von flüssigem Roheisen während der Wiederherstellung, wurde die Produktivität der vier anderen Hochöfen vor Beginn der Erneuerung des BFK-1 erhöht. Insbesondere während der Betriebsperiode mit sehr hoher Produktivität zwischen März und Juni hat der BFK-3 im Mai die Posco Rekorde der Produktivität und des Siliziumgehaltes geschlagen, trotz seines Alters von 13 Jahren und einem regelwidrigem Sinterverbrauch, Folge der Verbreiterung der Sinterbänder Nr. 1 und 3. Diese Rekorde liegen bei 2,76 t/Tag m³/V für die Produktivität und bei 0,15% Siliziumgehalt für das Roheisen. Diese bemerkenswerten Rekorde ergeben sich aus den fortschrittlichen Kenntnissen der Hochöfner von Kwangyang und aus Entwicklungen wie der gesteigerten Zuverlässigkeit der Anlagen, der optimalen Windverteilung und des Sauerstoffs, der sehr ausgeklügelten Beherrschung der Begichtung und aus den Spezialeinrichtungen für die Siebung der Rohstoffe.

Verbesserung des Einsatzes von Feuerfeststoffen für die Optimierung der Betriebskosten der Giesshallen von Hochöfen 219
M. Peters, P. Rüther, P. Schmölle

Thyssen Krupp Stahl verwendet vier Hochöfen, deren Roheisenerzeugung insgesamt 12 Millionen Tonnen pro Jahr erreicht. Um die Betriebskosten der Giesshallen zu senken und die Leistung beim Giessen zu optimieren wurden Massnahmen getroffen, um die Lebensdauer der feuerfesten Zustellung der Rinnen zu verlängern. Umfangreiche technische Massnahmen wurden im gesamten Bereich der Giesshalle getroffen, um die bestmögliche Wirtschaftlichkeit zu erzielen. Dieser Bericht legt die erzielten Ergebnisse für die Giesshallen der Gross-Hochöfen von Schwelgern dar.

Neueste Fortschritte bei der Modellierung der Fließvorgänge fester Stoffe im Hochofen 225
S.-A. Zaïmi, D. Sert, J.-B. Guillot, H. Biauxser

Die Fließvorgänge fester Stoffe im Hochofen wurden mittels finiter Elemente mit Hilfe eines hypo-plastischen Verhaltensgesetzes, gut angepasst an die granulare Beschaffenheit des Materials, modelliert. Die Parameter des Verhaltensgesetzes wurden durch einfache Versuche der Bodenmechanik, dreiachsiale und ödometrische Versuche, bestimmt und mit Koks und Sinter durchgeführt. Die Felder von Geschwindigkeiten im Dauerzustand, von Beanspruchungen und von Verdichtungen wurden durch aufeinanderfolgende Iterationen des Modells erhalten. Die Geschwindigkeitsfelder liefern den Zugang zur Geometrie des toten Mannes wie auch zur Kinetik seiner Erneuerung. Die Wege der Beschickung und die Standzeiten wurden ebenfalls berechnet. Die Kenntnis der Beanspruchungsverteilung ermöglicht die Drücke zu berechnen, die auf die Beschickung und die Wände ausgeübt werden. Die Kenntnis der Packungsschichtverteilung erlaubt die Strömungswege des Gases zu bestimmen. Das Fließmodell der Feststoffe wurde durch zwei- und dreidimensionale Simulationen an kalten Modellen bestätigt, ohne dass es erforderlich war Anpassungen der Parameter vorzunehmen. Das Modell stellt ein wesentliches Werkzeug für die Beurteilung der Auswirkungen der Geometrie des Hochofens auf die Fließvorgänge der Feststoffe dar, mit der Möglichkeit auch einer umgekehrten Anwendung.

Das neue Rostfrei-Stahlwerk von Ugine & ALZ in Genk (Belgien) - Bilanz eines Projekts ein Jahr nach der Inbetriebnahme 233
J. Steins, S. Dimitrov, M. Hiebler, J. Krumenacker, M. Thalhammer, O. Schulz

Der Artikel stellt die Ausrüstungen und Systeme vor, die von VOEST-ALPINE Industrieanlagenbau (VAI) für die Erweiterung des Rostfrei-Stahlwerks von Ugine & ALZ in Genk (Belgien) projektiert und geliefert wurden, und präsentiert die wichtigsten Ergebnisse, die im ersten Jahr des Vollbetriebs des modernisierten Werks erzielt werden konnten.

Entwicklung eines Modells mit künstlicher Intelligenz für die Vorregelung der Nachwalzanlage 243
J.-L. Rendueles, J.-A. Gonzalez, F.-J. De Gos, F. Ortega

Das Hauptziel dieses Berichtes ist es ein Modell vorzustellen, das auf den Techniken der künstlichen Intelligenz basiert, mit der Absicht die Vorregelung der Nachwalzanlage in einer Verzinkungslinie zu optimieren. Es handelt sich darum, automatisch für jede Stahlsorte die aufzuwendenden Kräfte und Spannungen zu bestimmen, unter Berücksichtigung der Rauheitsanforderungen. Das Modell ermöglicht in gleicher Weise die Rauheit vorherzusehen.

ESPAÑOL

Estado del arte de la reducción directa y de la fusión-reducción de mineral de hierro 171
R. Steffen, H.-B. Lungen

Comparados en los hornos altos, los procedimientos de reducción directa y de fusión-reducción tienen la ventaja de no depender del coque. Ellos van a tomar importancia en las miniplantas utilizando el horno eléctrico. Las capacidades mundiales de producción de

DRI han aumentado fuertemente durante los tres últimos años. La producción de DRI ha sido de 45 millones de toneladas en el 2002 y la tasa de utilización de las capacidades instaladas ha alcanzado el 97 %. Se piensa en un aumento suplementario de las capacidades y de la producción. El sólo procedimiento de fusión-reducción en marcha industrial es el Corex. Las cuatro fábricas explotadas en el mundo han producido, en el 2002, 2,66 millones de toneladas de fundición.

Control en línea del tamaño y de la geometría del coque por análisis automático 183
 R.-M. Poulthney, C. Hitchinson

Los métodos de control de la calidad del coque son lentos y necesitan de mano de obra. Esto nos ha conducido a estudiar los métodos de análisis automático en línea del tamaño y de la forma del coque. Las variaciones de estas características del coque modifican la permeabilidad de la carga del alto horno. Se ha evaluado la posibilidad de remplazar los ensayos de resistencia a la abrasión por el seguimiento de las evoluciones del tamaño y de la forma entre los silos y el alto horno. Los resultados confirman la posibilidad de evaluación en línea de la calidad del coque, permitiendo así detectar y corregir las eventuales desviaciones.

Aplicación del procedimiento HPS (« Hybrid Peiletized Sinter ») en la fabrica de Monlevade 189
 W. Borges, C. Melo, R. Braga, E. Santos, C. Maria, O. Kojima, H. Sato

Belgo-Mineira, sociedad del grupo Arcelor, explota en su fábrica de Monlevade una cadena de aglomeración de 120 m² y su propia mina de hierro (Andrade). Deseando aumentar su producción de aglomerado, fabricado al 100 % a partir de su propio mineral, la sociedad ha elegido el procedimiento HPS (« Hybrid Pelletized Sinter ») desarrollado por JFE (ex NKK) entre diversas posibilidades. El procedimiento HPS se ha iniciado en la fábrica de Monlevade en diciembre del 2002, y después de enero del 2003 la aglomeración consume el 100 % del mineral de Andrade. Se ha alcanzado el objetivo de productividad de la aglomeración (42 t/m²x24h) previsto en el contrato.

El hombre-muerto flota o no ? 195
 O. Havelange, G. Danloy, C. Franssen

El CRM ha puesto a punto una técnica para medir la presión hidrostática en el crisol del alto-horno. Tres campañas de medida han sido realizadas en el HF B de Arcelor Cockerill-Sambre. Por otra parte, se ha desarrollado un modelo matemático para calcular los niveles de líquido y la posición del hombre-muerto teniendo en cuenta los movimientos de este último. Los resultados son coherentes con las medidas de presión. La utilización del modelo y de las medidas que permiten estimar la permeabilidad del crisol y de determinar si el hombre-muerto flota o no. Para la mayor parte de coladas, comienza a flotar algunos minutos después del taponamiento. Hay una buena correlación entre la permeabilidad del crisol y la calidad del coque empleado durante las campañas de medidas.

Duración de campaña y productividad del alto-horno 203
 A. Shinotake, H. Ootsuka, N. Sasaki, M. Ichida

Se ha estudiado el efecto de la productividad del alto-horno sobre la erosión del muro del crisol y la duración de la campaña. Primeramente, el flujo de hierro fundido en el crisol se ha determinado a partir de experiencias sobre modelos y de un

modelo de cálculo. A continuación, la repartición de temperatura en el muro del crisol ha sido calculada según un modelo de transferencia térmica ; se ha evaluado la erosión del muro y la formación de la capa solidificada. El estudio ha conducido a un modelo de erosión durante la campaña de explotación del alto-horno entre dos reparaciones. Este modelo ha sido verificado por medidas de erosión sobre un horno real.

Marcha con altos resultados y tiempos largos de los altos-hornos de Kwangyang 211
 J. Choi, K.-W. Han, B.-R. Cho

Kwangyang ha explotado cinco altos-hornos de gran capacidad y el AH K-1 ha sido rehecho en marzo del 2002 después de 15 años de marcha con éxito total. Para asegurar las provisiones de fundición sólida en hornos en la acería para compensar la disminución de rendimiento del arabio líquido durante la reparación, se ha aumentado la productividad de los cuatro otros altos-hornos antes del principio de la reparación del AH K-1. En particular, durante el periodo de marcha a muy elevada productividad entre marzo y junio, el AH K-3 ha batido en mayo los records Posco de productividad y de contenido en silicio a pesar de sus 13 años de edad y un consumo irregular de aglomerado consecuencia del alargamiento de las cadenas de aglomeración n° 1 y 3. Estos records son de 2,76 t/día-m²/VI para la productividad y de 0,15 % para el contenido en silicio de la fundición. Estos records remarcables resultan de los conocimientos avanzados de los técnicos en altos-hornos de y de desarrollos tales que la fiabilidad Kwangyang y de desarrollos tales como la fiabilidad mas elevada de las instalaciones, la repartición óptima del viento caliente y del oxígeno, el dominio muy sofisticado de la carga y los equipos especiales de cribado de las materias primas.

Mejora de la puesta en obra de los refractarios para la optimización de los costos de explotación de las naves de fundición de los altos-hornos 219
 M. Peters, P. Rütther, P. Schmöle

ThyssenKrupp Stahl utiliza cuatro altos-hornos cuya producción de fundición alcanza un total 12 millones de toneladas al año. Con el fin de minimizar los costos operatorios de las naves de colada y de optimizar el rendimiento de colada, las medidas han sido tomadas para prolongar la vida del revestido refractario de los canales. Medidas técnicas ampliadas han sido aplicadas sobre el conjunto del dominio de la nave de colada para obtener la mejor rentabilidad posible. Este informe presenta las consecuencias para las naves de colada de los grandes altos-hornos de Schweigern.

Progresos recientes de los flujos sólidos en el alto-horno 225
 S.-A. Zaïmi, D. Sert, J.-B. Guillot, H. Biauxser

Los flujos sólidos en el alto-horno están modelizados a los elementos finitos con la ayuda de una ley de comportamiento hipo-plástico, bien adaptada a la naturaleza granular del material. Los parámetros de la ley de comportamiento son determinados por ensayos simples de mecánica de suelos, ensayos tri-axiales y edométricos realizados sobre el coque y sobre el aglomerado. Los campos de velocidades en régimen permanente, de tensiones y de compacidad se obtienen por iteraciones sucesivas del modelo. Los campos de velocidad dan acceso a la geometría del hombre-muerto así como a la cinética de su reemplazamiento. Las trayectorias de la carga y los tiempos de permanencia son también calculados. El conocimiento de los campos de tensiones permite calcular las presiones que se ejercen sobre la carga y sobre las paredes. El conocimiento del campo de compacidad permite

determinar el trayecto del gas. El modelo de flujo de los sólidos ha sido validado en 2D y en 3D sobre maquetas frías, sin que sea necesario proceder a un ajuste cualesquiera de los parámetros. El modelo constituye un útil esencial para evaluar los efectos de la geometría del alto-horno sobre el flujo de sólidos, con la posibilidad de una utilización recíproca.

Extensión de la acería Ugine & ALZ Genk : realización y balance después de un año de explotación 233

J. Steins, S. Dimitrov, M. Hiebler, J. Krumenacker,
M. Thalhammer, O. Schulz

Este artículo describe los equipamientos y sistemas concebidos y suministrados por VOEST-ALPINE Industrieanlagenbau (VAI) en el marco de la extensión de la acería Ugine & ALZ de Genk (producción de aceros inoxidables). Se presentan igualmente los principales resultados obtenidos durante el primer año de marcha a plena capacidad de esta fábrica modernizada.

Desarrollo de un modelo de inteligencia artificial para la preregulación del skin-pass 243

J.-L. Rendueles, J.-A. Gonzalez, F.-J. De Cos, F. Ortega

El objetivo principal de este artículo es el de presentar un modelo basado en las técnicas de inteligencia artificial con vistas a optimizar la preregulación del skin-pass de una línea de galvanización. Se trata de determinar automáticamente, para cada tipo de acero, los esfuerzos y las tensiones a aplicar respetando las imposiciones en términos de rugosidad. El modelo permite igualmente prever la rugosidad.