

Technologie Sun Coke - Qualité du coke et impact environnemental 233

D.N. Walker Sr, M.P. Barkdoll

La technique de cokéfaction avec récupération de chaleur de Sun Coke Company, développée au cours des quarante années écoulées, est prête à devenir la technologie de référence pour la couverture des besoins à venir. Une base de données détaillée sur les mélanges testés et les qualités de coke obtenues sera présentée. Du point de vue de l'environnement, des données détaillées d'émissions ont été rassemblées et seront comparées aux émissions de traitements de gaz classiques.

Développements en cours et derniers résultats dans le domaine de la cokerie 243

H. Toll, R. Worberg

L'industrie de la cokéfaction a connu d'importants développements technologiques durant la dernière décennie avec une forte évolution des dimensions des fours. Dans le même temps, les émissions des batteries et des installations de traitement du gaz ont été réduites aux niveaux les plus faibles jamais atteints. On attend de la combustion du gaz brut chaud avec production d'électricité une amélioration du rendement énergétique et de la protection de l'environnement pour les batteries de fours à coke classiques. Le concept de cokerie avec combustion directe du gaz brut permet de supprimer entièrement le traitement du gaz et de produire uniquement du coke et de l'énergie. Parallèlement à ces résultats obtenus avec les batteries de fours à coke classiques, la technologie des fours sans récupération a aussi rencontré un accueil favorable. D'autres améliorations du rendement des installations et de la qualité du coke sont obtenues avec le pilonnage du charbon, qui est maintenant développé également pour les fours sans récupération..

Mesures de déformations de paroi de four à coke 251

E. Petit, J.-P. Gaillet, N. Bastian, J.-L. Karst

Le Centre de Pyrolyse de Marienau a développé un capteur mécanique de mesure de la déformation des parois de four à coke. Ce capteur, utilisé à la cokerie de Dunkerque dans les conditions normales d'exploitation, a mis en évidence des déformations réversibles de 1 à 1,5 mm au moment de la jonction des phases plastiques au centre du four. Des mélanges spéciaux, riches en charbon gras, ont été enfournés dans plusieurs fours de la cokerie de Drocourt. Dans ces conditions particulières, le CPM a observé les mêmes phénomènes qu'à Dunkerque, mais aussi des déformations réversibles de piedroit aussitôt après l'enfournement des fours.

Les émissions de gaz à effet de serre de la sidérurgie - Les voies d'une gestion responsable et durable des émissions 261

J.-P. Birat

Les émissions de gaz à effet de serre de la sidérurgie ont déjà été largement décrites sous l'aspect des procédés d'élaboration de l'acier, et l'effet potentiel des technologies de substitution a été évalué y compris pour les concepts les plus radicalement innovants, objets de nécessaires développements à long terme. Pour

progresser, il faut réaliser l'analyse à une échelle plus large que celle de la seule aciérie. En aval, les laitiers peuvent être utilisés par l'industrie du ciment en substitution à des ressources naturelles, le gaz de haut-fourneau dans des centrales de production d'électricité adaptées et le gaz de cokerie pour la production d'hydrogène, source d'énergie future pour les automobiles. En amont, il semble logique d'utiliser des minerais et des sources d'énergie secondaires en remplacement du charbon ou du gaz naturel. De plus le recyclage durable, c'est-à-dire répété indéfiniment, réduit radicalement les émissions.

Technologies pour réduire les charges environnementales. Évolutions européennes 271

K. Buttiens, Y. de Lassat de Pressigny, B. de Quièrecourt

La sidérurgie européenne s'est fortement impliquée dans la réduction de l'impact de ses activités sur l'environnement. Elle consacre de 5 à 15 % de ses investissements dans le domaine des procédés à la protection de l'environnement. Ces efforts bénéficient du soutien du progrès technologique dans le domaine de l'élaboration de l'acier et de la croissance du recyclage au four électrique. Des évolutions sont encore nécessaires en ce qui concerne l'agglomération et la diminution des déchets. Enfin, il faudra dans le futur reconsidérer les procédés de réduction des minerais pour réduire les émissions de CO₂.

Evolution de la production de fonte au haut-fourneau en Allemagne 281

K.H. Grosspietsch, H.B. Lungen

La sidérurgie en Allemagne a une longue tradition qui s'étend des usines construites près des mines de charbon et des mines de fer dans la seconde moitié du 19^e siècle aux six sites de production sidérurgiques actuels. Cet article décrit les cinq étapes d'évolution de la technologie du haut-fourneau depuis 1945. On rappelle donc, en particulier, la diminution de la consommation de réducteur obtenue grâce à différentes mesures comme l'amélioration du chargement, l'injection de réducteurs ainsi que divers développements technologiques de l'usine à fonte. Pendant cette période, les aspects économiques du procédé d'élaboration de la fonte au haut-fourneau ont fortement progressé.

Expérience d'utilisation d'agents réducteurs de substitution au haut-fourneau 289

J. Buchwalder, T. Fuchs, J. Hunger, T. Siepert

Cet article présente l'expérience acquise depuis 1993 par EKO Stahl dans le domaine de l'injection aux tuyères du haut-fourneau de déchets plastiques et de graisses animales comme agents réducteurs de substitution. On décrit les équipements spécifiques qui ont été conçus et mis en service pour la manutention, le stockage et l'injection de ces matières aux tuyères. Les conditions qui permettent d'atteindre un fonctionnement stable et les effets globaux sur la marche du haut-fourneau sont présentés.

Le procédé COREX® - Résultats et perfectionnements récents 297

A. Eberle, D. Siuka, C. Böhm, W. Schiffer

Les résultats obtenus avec les installations COREX® actuellement en service montrent que ce procédé peut constituer une vraie solution de rechange pour le haut-fourneau classique. L'expérience acquise

conduit à perfectionner de manière continue le procédé (recyclage de déchets sidérurgiques et enfouissement d'autres matières), à améliorer la conception des équipements et à permettre de réduire les coûts d'investissement et d'augmenter la rentabilité.

Outil visuel de maintenance prédictive fondé sur des techniques de projection SOM 307

I. Díaz Blanco, A.A. Cuadrado Vega, A. Diez González, L. Rodríguez Loredó, F. Obeso Carrera, J.A. Rodríguez

Cet article présente un système portable de maintenance conditionnelle dénommé MAPREX, développé en partenariat entre l'Université d'Oviedo et la société Aceralia dans le cadre d'un projet de recherche financé par le Programme de RDT « Acier » de la CECA. Le système intègre de puissantes techniques de surveillance et d'affichage de données, fondées sur l'algorithme SOM (Self Organizing Map). Dans cet article, les auteurs décrivent en détail l'architecture du système et ses performances, ainsi que les techniques de visualisation utilisées ; ils incluent également un exemple montrant les données réelles saisies sur un moteur à courant continu de 6000 kW, installé dans un train à larges bandes à chaud.

Régulation de la rugosité sur laminoir skin pass en ligne 317

T. Massart, B. Lejeune, D. Malaise, L. Broussard

La rugosité est un paramètre essentiel pour la galvanisation des tôles pour automobiles. SEGAL a développé en commun avec ALSTOM et DMO un dispositif de mesure qui permet d'enregistrer le coefficient de rugosité Ra en chaque point de la tôle et en continu. La nouvelle instrumentation a été installée sur la ligne de galvanisation de SEGAL. Deux têtes de mesure WINDIS équipées de dispositifs de positionnement ont été installées de part et d'autre de la tôle, après le skin pass, ce qui permet de mesurer la rugosité en continu. Le système ALSTOM de mesure de la rugosité comporte un contrôleur ALSTOM HPC relié à WINDIS et à un ordinateur PC. Le dispositif de mesure de la rugosité WINDIS est en service depuis quelques mois et les résultats obtenus sont en bon accord avec ceux des mesures réalisées en laboratoire sur des prélèvements.

Modélisation des caractéristiques mécaniques des aciers inoxydables austénitiques traités sur la ligne LC2i d'Ugine&ALZ Isbergues 325

J.-D. Mithieux, C. Bruyère, J.-H. Schmitt, O. Bouaziz

Dans le cadre du projet « Évaluation prédictive des capacités », les équipes de recherche ARCELOR Innovation développent des modèles de prévision des caractéristiques mécaniques pour les aciers inoxydables austénitiques traités sur la ligne LC2i d'Ugine&ALZ Isbergues. Deux démarches sont suivies en parallèle : l'établissement de modèles statistiques par analyse de bases de données industrielles, et la construction de modèles à base physique décrivant la recristallisation lors du recuit et le comportement mécanique du produit fini intégrant les mécanismes de maillage et de transformation martensitique induite. Ce travail permet la prévision de la limite d'élasticité et de la résistance à la traction le long d'une bobine laminée à froid et recuite.

FB 21 - La dernière génération de soudeuses par étincelage 333

D. Decrequey, D. Bouquegneau, P. Gobez

En partenariat avec les exploitants, VAI Clecim a mis au point une machine de rabotage des bandes par étincelage, qui permet de souder même les nuances les plus récentes (dual phase, TRIP) avec les exigences qui leur sont propres. Cette soudeuse est déjà installée dans plusieurs usines de laminage et donne d'excellents résultats.

ENGLISH

Sun Coke Company's heat recovery cokemaking technology. High coke quality and low environmental impact 233

D.N. Walker Sr, M.P. Barkdoll

Sun Coke Company's heat recovery cokemaking technology has been developed over the past 40 years, and is now poised to become the dominant technology to meet future global cokemaking needs. An extensive data base regarding coal blends tested and resultant coke quality will be presented. On the environmental front, extensive air emission data has been collected and will be compared to by-product coke plant air emission data.

The current development and latest achievements in coke-making technology 243

H. Toll, R. Worberg

The coke making industry has seen substantial technological development over the last decade. Conventional coke ovens (slot type ovens) with raw gas recovery have reached dimensions of more than 8 m height and 90 m³ useful oven volume, boosting the capacity of a single battery to 1.3 Mt/y and the production of a single coke plant with one operating team to 2.6 Mt/y. At the same time, the emissions from batteries and gas treatment facilities have been reduced to the lowest amounts ever. A further increase in energy efficiency and environmental protection for conventional coke batteries is expected from the combustion of the hot raw gas with subsequent generation of electricity. The concept of a coke plant with direct combustion of the raw gas would omit the entire gas treatment plant and produce only coke and power. Aside from these achievements with conventional coke oven batteries, the non-recovery technology has also found acceptance. Coke plants of this type are in operation in the USA, Australia and India. One plant in the USA is a heat-recovery coke plant that produces power from the waste gas. Further improvements in plant efficiency and coke quality are achieved with stamping of the coal charge, which is now developed for non-recovery ovens, too.

Measurements of coke oven wall deflections 251

E. Petit, J.-P. Gaillet, N. Bastian, J.-L. Karst

CPM developed a mechanical sensor to measure coke oven wall deflections. This sensor was used in Dunkirk coke plant under normal operating conditions and showed reversible deflections between 1 and 1.5 mm when plastic layers meet at the oven centre. Special blends, with a high content of low volatile coals, were charged in several ovens of the Drocourt coke plant. In those conditions, CPM noticed the same phenomena as in Dunkirk plant but also reversible wall deflections just after charging.

Greenhouse gas emissions of the steel industry - Avenues open for a responsible and sustainable management of emissions 261

J.-P. Birat

The greenhouse gas emissions of a steel mill have already been described rather extensively from a process metallurgy point-of-view and the potential impact of alternative technologies has been estimated, especially by taking into account innovative concepts that still need long term development. To progress further, it is necessary to carry out the analysis at a broader scale than the steel mill itself. Downstream, it is possible to utilize slag in the cement industry to replace natural resources, blast furnace gases in an

energy optimized power plant and coke oven gas to produce hydrogen to be used as a fuel to power fuel cell driven electrical automobiles. Upstream, it also makes sense to use secondary raw materials and secondary energy sources instead of coal or natural gas. Moreover, sustainable recycling, i.e. carried out an indefinite number of times, reduces emissions drastically.

Technologies to reduce environmental burdens. Evolutions in Europe 271
[K. Buttiens, Y. de Lassat de Pressigny, B. de Quièvrecourt](#)

The steel industry in Europe has demonstrated a major commitment to reduce the environmental burden of its activities. The investments in environmental protection can be estimated between 5 and 15 % of the total capital expenditures to improve the individual operations. These efforts are strengthened by the technological evolution of the steel making sector and by an increase of the recycling route. The new development of viable techniques is still required to further reduce the emissions to the air, mainly from sinter plants and to decrease the amount of waste. Finally, it will become necessary in the future to fundamentally rethink the use of reducing agents to reduce the CO₂ emissions.

Technical and economic evolution of ironmaking in Germany over the last 50 years 281
[K.H. Grosspietsch, H.B. Lüngen](#)

Ironmaking in Germany has a long tradition, from the factories constructed near the coal mines and the iron ore mines in the second half of the 19th century to the remaining six active locations of integrated iron and steelworks today. This paper describes the main five periods of blast furnace technology and operation mode developments from 1945 on. This includes the decrease of reductant consumption achieved by several measures like improvement of the charge materials (iron ore burden and coke), the injection of auxiliary reducing agents and the main plant technology improvements. This demonstrates that during this period of time the blast furnace process has gained considerable economical ground.

Experience with using alternative reducing agents at blast furnace 289
[J. Buchwalder, T. Fuchs, J. Hunger, T. Siepert](#)

This paper presents the experience that EKO Stahl has gained with the blast furnace injection of plastics and animal fats as alternative reducing agents since 1993. The specific pieces of equipment that have been designed and implemented for handling, storing and injecting these substances into the blast furnace tuyeres are described. The parameters that allow line stability and the overall effects on blast furnace operation are reported.

Current status of COREX® technology and recent developments 297
[A. Eberle, D. Siuka, C. Böhm, W. Schiffer](#)

The results achieved with the COREX® plants presently in operation show that this technology is a true alternative to the conventional blast furnace. With the experience gained from these plants, continuing developments have been made for the COREX® process itself (recycling of steel plant wastes and use of other raw materials), for the equipment design and in the area of investment costs and profitability.

Visual predictive maintenance tool based on SOM projection techniques 307
[I. Díaz Blanco, A.A. Cuadrado Vega, A. Diez González, L. Rodríguez Loredo, F. Obeso Carrera, J.A. Rodríguez](#)

This paper presents a portable condition monitoring system named MAPREX which was developed as result of the cooperation between the University of Oviedo and Aceralia inside of a research project funded by the ECSC - Steel RTD Program. The system integrates powerful monitoring and data visualization techniques based on the Self Organizing Map (SOM) algorithm. In this paper is described in detail the system architecture and performances, visualization techniques implemented and an example displaying real data from a 6,000 kW DC motor of a hot strip mill rolling stand.

Roughness control of an on-line skin pass mill 317
[T. Massart, B. Lejeune, D. Malaise, L. Broussard](#)

Roughness is a fundamental requirement when it comes to galvanizing sheet metal for making cars. Segal worked with Alstom and DMO to develop a measuring apparatus that makes it possible to monitor the Ra roughness factor at every point and throughout the process. The new system has been installed on the Segal galvanizing line. Two measuring heads (WINDIS) with travelling system have been installed, one on each side, after the skin-pass allowing a continuous measurement of the roughness. Alstom roughness control system is composed of an Alstom HPC controller linked to Windis and PC computer. The roughness measurement system has been in operation for a few months and the results show a very satisfactory correlation of Windis measurements with the manual measurements carried out in the laboratory.

Modelling of the mechanical properties of austenitic stainless steel coils processed on the Ugine&ALZ integrated cold rolling line LC2i 325
[J.D. Mithieux, C. Bruyère, J.H. Schmitt, O. Bouaziz](#)

As a part of the Arcelor project concerning the prediction of the capability (« Évaluation Prévisionnelle des Capabilités » project), models are developed to predict the mechanical properties of austenitic stainless steel coils processed on the Ugine&ALZ integrated cold rolling line LC2i. Two approaches are used : statistical models resulting from an analysis of industrial databases, and physical based modelling accounting for the recrystallization mechanism during the final annealing to estimate the mechanical behaviour of the final product, including twinning and martensite induced transformation mechanisms. The work leads to the prediction of the yield stress and the tensile strength along the cold-rolled and annealed coil; the calculated mechanical values are in good agreement with the measurement on samples taken from coils of AISI 304 grade (UGINOX 18-9 E).

FB 21 – The last generation of flash-butt-welders 333
[D. Decrequy, D. Bouquegneau, P. Gobez](#)

VAI Clecim and their customer partners have developed a new strip welder, adapted to the flash-butt-welding of even the newer types of steel (dual phase, TRIP) with their specific requirements. This welding machine is already in use at several steel rolling plants and gives best results.

Die Technologie von Sun Coke. Koksqualität und Umwelteinwirkung 233

D.N. Walker Sr, M.P. Darkdoll

Die von Sun Coke Company im Verlauf der vergangenen vierzig Jahre entwickelte Technik der Verkokung mit Wärmerückgewinnung kann in der Zukunft zur Referenztechnologie für die Abdeckung zukünftiger Bedürfnisse werden. Eine Datenbasis der getesteten Mischungen und der erzielten Koksqualitäten wird dargelegt. Im Hinblick auf die Umwelt wurden detaillierte Emissionsdaten gesammelt und mit den Emissionen klassischer Kokereigasbehandlungsanlagen verglichen.

Laufende Entwicklungen und neue Ergebnisse aus dem Kokereibereich 243

H. Toll, R. Worberg

Die Verkokungsindustrie hat bedeutende technologische Entwicklungen im Verlauf der letzten Dekade erfahren, bei einer starken Erhöhung der Ofenabmessungen. Zur gleichen Zeit wurden die Emissionen der Koksboxen und Gasbehandlungsanlagen auf das niedrigste, jemals erreichte Niveau abgesenkt. Von der Verbrennung des ungereinigten Gases mit der Erzeugung von Strom wird eine Verbesserung der energetischen Bilanz und des Umweltschutzes bei den klassischen Koksofenboxen erwartet. Das Konzept einer Kokerei mit direkter Verbrennung des ungereinigten Gases ermöglicht die Gasbehandlung vollständig wegzulassen und nur Koks und Energie zu erzeugen. Parallel zu diesen, mit klassischen Koksofenboxen erhaltenen Ergebnissen, ist die Ofentechnologie ohne Rückgewinnung auch auf eine wohlwollende Akzeptanz gestossen. Andere Verbesserungen wie des Wirkungsgrades der Anlagen und der Koksqualität werden mit dem Stampfen der Kohle erreicht, das jetzt gleichermaßen für Öfen ohne Rückgewinnung entwickelt wird.

Messungen der Wandverformung des Koksofens 251

E. Petit, J.-P. Gaillet, N. Bastian, J.-L. Karst

Das Zentrum für Pyrolyse von Marienau (CPM) entwickelte einen mechanischen Messwertgeber für die Verformung der Koksofenwand. Dieser Aufnehmer, der in der Kokerei von Dunkerque unter normalen Betriebsbedingungen verwendet wird, wies reversible Verformungen von 1 bis 1,5 mm, zum Zeitpunkt der Vereinigung der plastischen Phasen in der Ofenmitte, nach. Spezielle Mischungen von Fettkohle wurden in mehreren Öfen der Kokerei von Drocourt eingesetzt. Unter diesen besonderen Bedingungen beobachtete das CPM dieselben Erscheinungen wie in Dunkerque, aber auch reversible Verformungen des Pfeilers kurz nach der Beschickung der Öfen.

Die Gasemissionen mit Treibhauseffekt in der Eisenhüttenindustrie. Die Wege zu einer verantwortlichen und nachhaltigen Emissionswirtschaft 261

J.-P. Birat

Der bremsende Druck der Gasemissionen auf die Eisenhüttenindustrie wurde schon reichlich im Hinblick auf die Verfahren der Stahlherstellung beschrieben und die potentielle Wirkung von Ersatztechnologien abgeschätzt, darunter die radikalsten innovativen Konzepte, Objekte notwendiger, langfristiger Entwicklungen. Um voranzukommen muss die Untersuchung in einem grösseren Maßstab als nur dem des Stahlwerks allein durchgeführt werden. Im Bereich der Beiprodukte könnten Schlacken der

Zementindustrie als Ersatz für die natürlichen Ressourcen genutzt werden, das Hochofengas in den Zentralen für die Erzeugung von Strom und das Kokereigas für die Erzeugung von Wasserstoff, einer Energiequelle der Zukunft für Automobile. Im Bereich der Herstellungsverfahren wäre es logisch die Erze und sekundären Quellen an Energie zu nutzen, um Kohle oder Naturgas zu ersetzen. Ausserdem reduziert die nachhaltige Rückführung, d.h. unbegrenzt wiederholbar, radikal die Emissionen.

Technologien für die Reduzierung der Umweltbelastungen. Europäische Entwicklungen 271

K. Buttiers, Y. de Lassat de Pressigny, B. de Quièrecourt

Die europäische Eisenhüttenindustrie hat sich aufgrund ihrer Tätigkeiten stark mit der Reduzierung der Einwirkungen auf die Umwelt beschäftigt. 5 bis 15 % ihrer Investitionen verwendet sie für Verfahren im Bereich Umweltschutz. Diese Anstrengungen werden durch die technologischen Fortschritte im Bereich der Stahlherstellung und der zunehmenden Rückführung am Elektroofen begünstigt. Weitere Entwicklungen sind noch notwendig auf dem Gebiet der Sinteranlagen und der Verringerung von Abfällen. Schliesslich sind zukünftig die Reduktionsverfahren für Erze neu zu überlegen, um die CO₂-Emissionen zu verringern.

Weiterentwicklung der Erzeugung von Roheisen im Hochofen in Deutschland 281

K.N. Grosspietsch, H.B. Lungen

Die Eisenhüttenindustrie in Deutschland hat eine lange Tradition, die sich von den Werken, die in der Nähe von Kohlegruben und Eisenerzbergwerken in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts erbaut wurden, bis auf die heute sechs bestehenden Gebiete der Eisenerzeugung erstreckt. Dieser Bericht beschreibt die fünf Entwicklungsabschnitte der Hochofen-Technologie seit 1945. So wird insbesondere an die erreichte Senkung des Verbrauchs von Reduktionsmittel aufgrund verschiedener Massnahmen, wie der Verbesserung der Beschickung, das Einblasen von Reduktionsmittel sowie an die verschiedenen technologischen Entwicklungen an der Schmelzanlage erinnert. Während dieser Periode sind die wirtschaftlichen Aspekte des Herstellungsprozesses von Roheisen im Hochofen stark vorangekommen.

Versuche der Verwendung alternativer Reduktionsmittel im Hochofen 289

J. Buchwalder, T. Fuchs, J. Hunger, T. Siepert

Dieser Bericht legt die seit 1993 bei EKO Stahl gemachten Erfahrungen auf dem Gebiet des Einblasens von plastischen Abfällen und tierischen Fetten als Ersatz für Reduktionsmittel durch die Blasformen des Hochofens dar. Die spezifischen Einrichtungen, die für die Handhabung, Lagerung und das Einblasen dieser Stoffe durch die Blasformen entwickelt wurden, werden beschrieben. Die Bedingungen mit denen sich eine stabile Betriebsweise erreichen lässt sowie die globalen Auswirkungen auf die Hochofenführung werden dargestellt.

COREX® – neueste Ergebnisse und Weiterentwicklungen . 297

A. Eberle, D. Siuka, C. Böhm, W. Schiffer

Die von den bestehenden COREX®-Anlagen im Betrieb erreichten Leistungen haben bewiesen, dass diese Technologie eine echte Alternative zum konventionellen Hochofen darstellt. Die mittlerweile gewonnenen Erfahrungen haben laufende Verbesserungen bei Technologie (z.B. Einsatz von Hüttenwerksabfällen und Recyclingstoffen), Design des Equipments, Investitionskosten und Wirtschaftlichkeit möglich gemacht.

Visuelles Instrument für den vorbeugenden Unterhalt auf der Basis der SOM-Projektionstechniken 307

I. Diaz Bianco, A.A. Cuadrado Vega, A. Diez Gonzáles, L. Rodriguez Loredo, F. Obeso Carrera, J.A. Rodriguez

Dieser Bericht stellt ein tragbares System zur Erfassung des Unterhaltszustandes, MAPREX benannt, vor, das in Partnerschaft zwischen der Universität Oviedo und der Firma Aceralia im Rahmen eines Forschungsprojektes, finanziert mit dem Programm RDT « Stahl » der EGKS, entwickelt wurde. Das System integriert leistungsfähige Techniken der Überwachung und Datendarstellung, die auf dem SOM-Algorithmus (Self Organizing Map) basieren. In diesem Bericht beschreiben die Verfasser im Detail die Architektur des Systems und seine Leistungsfähigkeit, sowie die Techniken der verwendeten Datendarstellung ; ebenso fügen sie als Beispiel die reellen Daten eines Gleichstrom- Motors von 6 000 kW an, der in einer Warmbreitband-Strasse eingebaut ist.

On-line Regelung der Rauheit beim Nachwalzen 317

T. Massart, B. Lejeune, D. Malaise, L. Broussard

Die Rauheit ist ein wesentlicher Parameter bei der Verzinkung von Automobilblechen. SEGAL entwickelte gemeinsam mit Alstom und DMO eine Messvorrichtung, die es ermöglicht, an jedem Punkt des Bleches den Rauheitskoeffizienten Ra kontinuierlich zu messen. Das neue Gerät wurde in der Verzinkungslinie von SEGAL installiert. Zwei mit Positionierungsvorrichtungen ausgerüstete WINDIS Messköpfe wurden beiderseits des Blechs, nach dem Nachwalzgerüst, installiert, wodurch die kontinuierliche Messung der Rauheit ermöglicht wurde. Das ALSTOM System zur Messung der Rauheit umfasst ein Steuergerät ALSTOM HPC, das mit WINDIS und einem PC verbunden ist. Die Messvorrichtung WINDIS für die Rauheit ist seit einigen Monaten in Betrieb und die erhaltenen Ergebnisse sind in guter Übereinstimmung mit Messungen, die im Labor und bei Probenentnahmen durchgeführt wurden.

Modellierung der mechanischen Eigenschaften nichtrostender austenitischer Stähle, die in der Linie LC2i von Ugine&ALZ Isbergues behandelt wurden 325

J.-D. Mithieux, C. Bruyère, J.-H. Schmitt, O. Bouaziz

Im Rahmen des Projektes « Vorhersagebestimmung der Leistungsfähigkeit » entwickelten die Forschungsgruppen von ARCELOR Innovation Vorhersagemodelle für die mechanischen Eigenschaften von nichtrostenden austenitischen Stählen, die auf der Linie LC2i von Ugine&ALZ behandelt werden. Zwei Wege wurden parallel verfolgt : die Aufstellung statistischer Modelle durch die grundlegende Analyse der Betriebsdaten, sowie die Aufstellung von Modellen auf physikalischer Basis, die die Rekristallisation während des Glühens und das mechanische Verhalten des Endprodukts, unter Einbezug der Mechanismen von Zwillingsbildung und Induzierter Martensitumwandlung, beschreiben. Diese Arbeit ermöglicht die Vorhersage der Dehngrenze und der Zugfestigkeit über die Länge einer kaltgewalzten und geglühten Rolle.

FB21 - die neueste Generation von Abbrenn-Stumpfschweißmaschinen 333

D. Decrey, D. Bouquegneau, P. Gobeze

VAI Clecim hat in Partnerschaft mit Kunden eine Abbrenn Stumpfschweißmaschine entwickelt, die auch den mit dem Schweißen von neuesten Stahlqualitäten (z.B. dual phase, TRIP) verbundenen Anforderungen gerecht wird. Diese Schweißmaschine ist bereits in mehreren Stahlwerken installiert und bringt beste Ergebnisse.

ESPAÑOL

Tecnología « Sun Coke » - Calidad del coque e impacto ambiental 233

D.N. Walker Sr, M.P. Barkdoll

La técnica de coquización con recuperación de calor de Sun Coke Company, desarrollada durante cuarenta años, está lista para ser la tecnología de referencia para la cobertura de las necesidades del porvenir. Será presentada una base de datos detallada sobre las mezclas ensayadas y las calidades del coque obtenidas. Desde el punto de vista del medio ambiente, se han reunido los datos detallados de emisiones y serán comparados con las emisiones de tratamientos de gas clásicos.

Desarrollos en curso y primeros resultados en el campo del coque 243

H. Toll, R. Worberg

La industria del coque ha conocido importantes desarrollos tecnológicos durante el primero decenio con una fuerte evolución de las dimensiones de los hornos. Al mismo tiempo, las emisiones de las baterías y las instalaciones de tratamiento del gas han sido reducidas a los niveles más débiles jamás alcanzados. Se espera de la combustión del gas bruto caliente con producción de electricidad una mejora del rendimiento energético y de la protección del medio ambiente para las baterías de hornos de coque clásicas. El concepto de coquería con combustión directa del gas bruto permite suprimir enteramente el tratamiento del gas y producir únicamente coque y energía. Paralelamente a estos resultados obtenidos con las baterías de hornos de coque clásicas, la tecnología de los hornos sin recuperación ha encontrado también un acuerdo favorable. Otras mejoras del rendimiento de las instalaciones y de la calidad del coque se obtienen con el apisonado del carbón, que se desarrolla ahora igualmente por los hornos sin recuperación.

Medidas de deformaciones de pared de horno de coque .. 251

E. Petit, J.-P. Gaillet, N. Bastian, J.-L. Karst

El Centro de Pirólisis de Marienau ha desarrollado un captador mecánico de medida de la deformación de las paredes del horno de coque. Este captador, utilizado en la coquería de Dunquerque en las condiciones normales de explotación, ha puesto en evidencia las deformaciones reversibles de 1 a 1,5 mm en el momento de la unión de las fases plásticas en el centro del horno. Las mezclas especiales, ricas en carbón graso, han sido enhornadas en varios hornos de la coquería de Drocourt. En estas condiciones particulares, el CPM ha observado los mismos fenómenos que en Dunquerque, pero también las deformaciones reversibles de pilares al instante después del enhornamiento de los hornos.

Las emisiones de gas como efecto invernadero de la siderurgia. Vías de una gestión responsable y duradera de las emisiones 261

J.-P. Birat

Las emisiones de gas como efecto invernadero de la siderurgia han sido ya ampliamente descritas bajo el aspecto de los procedimientos de elaboración del acero, y el efecto potencial de las tecnologías de sustitución y comprendido para los conceptos más radicalmente innovadores, objeto de necesarios desarrollos a largo plazo. Para progresar, hace falta realizar el análisis a una escala más amplia que la de una sola acería. Más abajo aval, las escorias

pueden ser utilizadas por la industria del cemento en sustitución de los recursos naturales, el gas del alto horno en las centrales de producción de electricidad adaptadas y el gas de coquería para la producción de hidrógeno, fuente de energía futura para los automóviles. Más arriba, parece lógico utilizar los minerales y las fuentes de energía secundarias como remplazamiento del carbón y del gas natural. El reciclado durable, es decir repetido indefinidamente, reduce radicalmente las emisiones.

Tecnologías para reducir las cargas medio ambientales. Evoluciones europeas 271
[K. Buttiens, Y. de Lassat de Pressigny, B. de Quièvecourt](#)

La siderurgia europea está fuertemente implicada en la reducción del impacto de sus actividades sobre el medio ambiente. Ella dedica del 5 al 15 % de sus inversiones en el campo de los procedimientos de protección del medio ambiente. Estos esfuerzos benefician el sostenimiento del progreso tecnológico en el dominio de elaboración del acero y del crecimiento del reciclado en el horno eléctrico. Las evoluciones son todavía necesarias en lo que concierne a la aglomeración y la disminución de desechos. Finalmente, será menester en el futuro reconsiderar los procedimientos de reducción de los minerales para disminuir las emisiones de CO₂.

Evolución de la producción de fundición en el horno alto en Alemania 281
[K.H. Grosspietsch, H.S. Lungen](#)

La siderurgia en Alemania tiene una larga tradición que se extiende de las fábricas construidas cerca de las minas de carbón y de hierro en la segunda mitad del siglo XIX a los seis lugares de producción siderúrgica actuales. Este artículo describe las cinco etapas de evolución de la tecnología del horno alto después de 1945. Se recuerda en particular la disminución del consumo de reductor obtenida gracias a diferentes medidas como la mejora de la carga, la inyección de reductores así como diversos desarrollos tecnológicos de la fábrica de fundición. Durante este periodo, los aspectos económicos del procedimiento de elaboración de la fundición en el alto horno han tenido un importante progreso.

Experiencia de utilización de agentes reductores de sustitución en el alto horno 289
[J. Buchwalder, T. Fuchs, J. Hunger, T. Siepert](#)

Este artículo presenta la experiencia adquirida después de 1993 por EKO Stahl en el campo de la inyección de las toberas en el alto horno de desechos plásticos y de grasas animales como agentes reductores de sustitución. Se describen los equipos específicos concebidos y puestos en servicio para la manutención, el almacenamiento y la inyección de estos materiales en las toberas. Se presentan las condiciones que permiten alcanzar un funcionamiento estable y los efectos globales sobre la marcha del alto horno.

El procedimiento COREX® - Resultados y perfeccionamientos recientes 297
[A. Eberle, D. Siuka, C. Böhm, W. Schiffer](#)

Los resultados obtenidos con las instalaciones COREX® actualmente en servicio muestran que este procedimiento puede constituir una verdadera solución de recambio para el alto horno clásico. La experiencia adquirida conduce a perfeccionar de manera continua el procedimiento (reciclado de desechos siderúrgicos y enhornamiento de otras materias), para mejorar la concepción de los equipamientos y para permitir reducir los costos de inversión y aumentar la rentabilidad.

Útil visual de mantenimiento predictivo basado en técnicas de proyección SOM 307
[I. Díaz Blanco, A.A. Cuadrado Vega, A. Diez González, L. Rodríguez Loredó, F. Obeso Carrera, J.A. Rodríguez](#)

Este artículo presenta un sistema portable de mantenimiento condicional denominado MAPREX, desarrollado en colaboración entre la Universidad de Oviedo y la sociedad Aceralia en el marco de un proyecto de investigación financiado por el programa RDT « Acero » de la CECA. El sistema integra potentes técnicas de vigilancia y de exposición de datos, fundadas en el algoritmo SOM (« Self Organizing Map »). En este artículo, los autores describen con detalle la arquitectura del sistema y su comportamiento, así como las técnicas de visualización utilizadas ; incluyen igualmente un ejemplo mostrando los datos reales sobre un motor de corriente continua de 6 000 kW, instalado en un tren de bandas anchas en caliente.

Regulación de la rugosidad en laminador skin pass en línea 317
[T. Massart, B. Lejeune, D. Malaise, L. Broussard](#)

La rugosidad es un parámetro esencial para la galvanización de chapas para automóviles. SEGAL ha desarrollado en común con ALSTOM y DMO un dispositivo de medida que permite registrar el coeficiente de rugosidad Ra en cada punto de la chapa y en continuo. La nueva instrumentación ha sido instalada en la línea de galvanización de SEGAL. Dos cabezas de medida WINDIS equipadas de dispositivos de posicionamiento han sido instaladas de uno y otro lado de la chapa, después del skin pass, lo que permite medir la rugosidad en continuo. El sistema ALSTOM de medida de la rugosidad comporta un controlador ALSTOM RPC ligado a WINDIS y a un ordenador PC. El dispositivo de medida de la rugosidad WINDIS está en servicio desde hace unos meses y los resultados obtenidos están de acuerdo con los de las medidas realizadas en el laboratorio sobre muestras tomadas.

Modelización de las características mecánicas de los aceros inoxidables austeníticos tratados sobre la línea LC2i de Ugine&ALZ Isbergues 325
[J.-D. Mithieux, C. Bruyère, J.-H. Schmitt, O. Bouaziz](#)

En el marco del proyecto « Évaluation prédictive des capacités » los equipos de investigación ARCELOR Innovación desarrollan los modelos de previsión de características mecánicas para los aceros inoxidables austeníticos tratados sobre la línea LC2i de Ugine&ALZ Isbergues. Dos gestiones son seguidas en paralelo : el establecimiento de modelos estadísticos por análisis de bases de datos industriales, y la construcción de modelos de base física describiendo la recristalización a partir del recocido y el comportamiento mecánico del producto acabado integrando los mecanismos de maclado y de transformación martensítica inducida. Este trabajo permite la previsión del límite de elasticidad y de la resistencia a la tracción a lo largo de una bobina laminada en frío y recocida.

FB 21 - La última generación de soldadoras por centelleo 333
[D. Decrey, D. Bouquegneau, P. Gobeze](#)

En colaboración con los explotadores, VAI Clecim ha puesto a punto una máquina de unión de bandas por centelleo, que permite soldar los tipos más recientes (fase dual, TRIP) con las exigencias que le son propias. Esta soldadora está ya instalada en varias fábricas de laminado con excelentes resultados.