

FRANÇAIS

Production industrielle d'acier à grain ultra-fin au train à bandes 271
R. Kurahashi, K. Hakomori, I. Chikushi, T. Morimoto,
J. Yanagimoto, S. Takaoka

À partir de la modélisation de l'évolution de la microstructure, les auteurs ont défini un schéma de laminage approprié pour obtenir des aciers à grain ultra-fin (2 à 5 µm). Ce schéma de laminage prévoit de fortes réductions dans les dernières cages du finisseur et un refroidissement très efficace en fin de laminage. La mise en œuvre de ce schéma de laminage sur un train à bandes classique se heurte à plusieurs difficultés liées en particulier à l'augmentation de l'effort et du couple de laminage, au contrôle du profil et du bombé, à la vitesse des loopers, à l'usure des cylindres, au glissement et à la puissance de refroidissement. La construction du nouveau train à bandes de Nakayama a pris en compte l'ensemble de ces problèmes en mettant en œuvre un ensemble de nouvelles technologies : l'entraînement du seul cylindre inférieur et un cylindre supérieur de diamètre réduit, avec une technologie CVC adaptée ; un refroidissement par rideau d'eau ; des loopers hydrauliques à faible inertie ; des nouveaux cylindres en acier rapide et des lubrifiants solides.

Contrôle du bombé au train à bandes de Fos-sur-Mer 285
F. Tissot, O. Baulaigue, H. Teyssier, J. Lyvynec, T. Lavaure,
R. Lasserre, J. Rochette, J.-P. Chazal, J. Souchon,
S. Maillard, V. Philippaux

Entre février 2001 et juillet 2002, le train à chaud d'Arcelor à Fos-sur-Mer a été modernisé. Des actionneurs de cambrage positif/négatif (± 200 tonnes par côté) ont été implantés sur les quatre premières cages du train finisseur. Cet investissement a permis d'augmenter encore la maîtrise des caractéristiques géométriques des bandes (bombé, épaisseur) ainsi que d'améliorer la fiabilité et la productivité du train de Fos.

Nouveau diagnostic en ligne des défauts d'épaisseur du fer-blanc 289
J.-L. Rendueles, J.-A. Gonzalez, R. González, G. Vecino,
A. Diez, J.-M. Enguita, C. Fraga

Un nouvel outil de pilotage en ligne a été développé pour aider les lamineurs à obtenir une qualité d'épaisseur qui réponde aux exigences croissantes pour le DWI. Cet outil permet d'analyser les causes des défauts d'épaisseur générés par le TAB ou par le tandem.

Calibrage des planeuses multi-rouleaux par la méthode des barres instrumentées 301
O. Madelaine-Dupuich, C. Hoff, F. Tondo, F. Wallendorff

Les barres instrumentées développées et brevetées par Arcelor Research permettent un calibrage précis des actionneurs (entrefer, déhanchement, basculement et contre-appuis) des planeuses. La procédure de calibrage ne nécessite qu'un temps d'arrêt de la ligne d'une trentaine de minutes si aucune intervention mécanique majeure n'est nécessaire. Le dispositif garantit la pérennité des préréglages et de la planeuse.

Teneur en Al de la couche de composé intermétallique et de la couche de zinc des tôles galvanisées 307
M. Dubois

Les revêtements de trente-quatre tôles galvanisées, prélevées sur quatre lignes industrielles de galvanisation, ont été analysés par ICP après des attaques chimiques sélectives. La pertinence et l'efficacité des méthodes classiques d'analyse chimique mises en œuvre ont été confirmées. La teneur en Al en solution dans la couche de Zn est toujours inférieure à la teneur en Al en solution dans le bain. Ceci est interprété par un mécanisme de diffusion après essorage. La teneur en Al impliquée dans la réaction Fe-Zn-Al est toujours inférieure à la teneur en Al de la couche de composé intermétallique du produit final. La différence dépend de l'épaisseur de la tôle qui détermine le temps de refroidissement.

Les enjeux du développement durable pour les tôles revêtues 315
D. Quantin, J.-L. Thirion, J.-J. Aernout

Les prochaines normes européennes concerneront en particulier la durée de vie des produits et les questions de Santé-Sécurité-Environnement. Elles prévoiront aussi l'instauration de nouvelles écotaxes. Anticiper ces exigences renforcerait la compétitivité et l'image de l'acier. L'article présente les objectifs des tôles revêtues, à la fois en matière de process et de produit. Les nouveaux développements de surfaces à hautes performances sont mis en évidence.

Le « slag splashing » à l'aciérie de Fos : un nouveau cadencement des convertisseurs et résultats 323
T. Benoit, R. Comparini, M. Coste, C. Calvo,
R. Cadet, J.-C. Huber

Le « slag splashing » est un procédé d'entretien des convertisseurs démarré à l'aciérie de Fos en décembre 2003. La projection systématique de laitier sur les parois du convertisseur après la coulée en poche par l'injection d'azote par la lance de soufflage permet une protection du réfractaire. L'objectif de ce projet est de rendre les deux convertisseurs indépendants du point de vue de la gestion du réfractaire et d'atteindre une durée de vie du revêtement réfractaire de 5 000 coulées.

Innovations technologiques pour la production d'aciers inoxydables à Outokumpu Stainless Tornio 329
J. Spiess, H. Lempradi, G. Staudinger, P. Zipp

L'augmentation de la demande mondiale d'acier inoxydable a amené Avesta Polarit Tornio, devenu Outokumpu Stainless Tornio, à augmenter sa capacité de production annuelle de brames de 650 000 à 1,65 million de tonnes. Afin de pouvoir fournir 1 million de tonnes supplémentaires de brames, une nouvelle aciérie a démarré avec succès en septembre 2002. La filière d'élaboration comprend un four électrique de 140 MVA, un AOD de 150 tonnes, un four poche à deux cuves et une coulée continue parmi les plus modernes au monde. Les principales nouveautés technologiques et les résultats opérationnels sont présentés.

- Development of industrial production of ultrafine grained steel in tandem hot strip mill** 271
 R. Kurahashi, K. Hakomori, I. Chikushi, T. Morimoto,
 J. Yanagimoto, S. Takaoka

Based on a model of microstructure evolution, an appropriate rolling schedule has been worked out to produce ultrafine grained steel (2 to 5 μm) on the hot strip mill. This rolling schedule is characterized by a large reduction in the finishers followed by strong cooling. Implementing such a rolling schedule on a conventional HSM raises major problems: increased rolling torque and force, lowered crown and shape control, disturbed looper control, accelerated roll damage, increased slip between strip and roll, insufficient cooling efficiency. These problems have been solved on the new Nakayama HSM by introducing innovative processes such as: single roll drive with different diameter and a new CVC, curtain wall cooling in the finisher, low inertia hydraulic looper, new high-speed steel rolls with solid lubrication.

- Crown control on the hot strip mill of Fos-sur-Mer** 285
 F. Tissot, O. Baulaigue, H. Teyssier, J. Lyvynec, T. Lavaure,
 R. Lasserre J. Rochette, J.-P. Chazal, J. Souchon,
 S. Maillard, V. Philippaux

The hot strip mill of Arcelor in Fos has been revamped between February 2001 and July 2002. Positive/negative (± 200 tons per side) bending actuators were installed on the four first stands of the finisher. This investment made it possible to further improve the geometry of the products (crown and thickness control), as well as the reliability and productivity of the HSM.

- New tool for on-line diagnosis of thickness quality defects in tinplate** 289
 J.-L. Rendueles, J.-A. Gonzalez, R. González, G. Vecino,
 A. Diez, J.-M. Enguita, C. Fraga

A new on-line guidance tool has been implemented to help the mill operator with the achievement of a thickness performance that meets the ever more stringent requirements for DWI material. The tool makes it possible to analyse the causes of thickness defects that are originated by the HSM or by the tandem mill.

- Calibration of multi-roller leveller by instrumented bars method** 301
 O. Madelaine-Dupuich, C. Hoff, F. Tondo, F. Wallendorff

The instrumented bars designed and patented by Arcelor Research enable precise calibration of the actuators (roll-gap, transversal and longitudinal tilting and back-up rolls) of levellers. The calibration procedure requires to stop the cut-to-length line for 30 minutes to calibrate the leveller, if no major mechanical operation is necessary. The measurement device will guarantee the pre-setting validity and the longevity of the leveller.

- Al content in intermetallic and free zinc on industrial galvanizing sheets** 307
 M. Dubois

The coating of thirty-four industrial galvanized samples from four different lines have been characterized by selective stripping and ICP analysis. It is shown that this analytical procedure gives consistent results. The free Al in the coating is always lower than the

effective Al in the pot. This is explained by its diffusion after wiping. The Al picked up in the pot is then always lower than the Al tied up on a solidified and cold product. The difference depends on the sheet thickness which affects the cooling time.

- Sustainable development challenges for coated steel sheets** 315
 D. Quantin, J.-L. Thirion, J.-J. Aernout

EU regulations to be proclaimed will insist on product life cycle, Health-Safety-Environment issues and they will further enforce new ecotaxes. Anticipating these demands would afford Steel a competitive advantage and would further improve its image. The objectives of coated steel products, both in terms of process and properties are presented. The new developments of high performance steel surfaces are highlighted.

- Slag splashing at the Fos steelplant: new converters scheduling and results** 323
 T. Benoit, R. Comparini, M. Coste, C. Calvo,
 R. Cadet, J.-C. Huber

Slag splashing is a way of maintaining converters lining, started at the Fos steel plant in December 2003. Systematic slag splashing on converters lining, by nitrogen injection with the top lance, after tapping, protects refractory. The aim of the project is to disconnect the two converters, from the refractory point of view, and to reach a refractory lining lifetime of 5,000 heats.

- Technological challenges in stainless steel production at Outokumpu Stainless Tornio** 329
 J. Spiess, H. Lempradi, G. Staudinger, P. Zipp

Led by increasing stainless steel demands worldwide, Avesta Polarit Tornio, now Outokumpu Stainless Tornio, decided to extend its slab production capacity from 650,000 to 1.65 million tons per year of cast products. To supply 1.0 million tons of additional slabs, a complete new steel plant was successfully started up in September 2002. The process route includes a 140 MVA electric arc furnace, a 150 tons AOD, a twin ladle furnace and the world most advanced continuous casting machine. Technological highlights together with operational results are presented.

- Industrielle Herstellung von ultrafeinkörnigem Stahl auf Bandstrassen** 271
 R. Kurahashi, K. Hakomori, I. Chikushi, T. Morimoto,
 J. Yanagimoto, S. Takaoka

Ausgehend von der Modellierung der Gefügeentwicklung haben die Verfasser ein geeignetes Walzschema definiert, um ultrafeinkörnige Stähle (2 bis 5 μm) zu erhalten. Dieses Walzschema sieht für die letzten Fertigerüste starke Reduktionen und am Ende des Walzens eine wirksame Abkühlung vor. Die Einführung dieses Walzschemas auf einer klassischen Bandstrasse stößt auf mehrere Schwierigkeiten, die insbesondere mit der Erhöhung der Kraft und des Walzmoments, mit der Kontrolle des Profils und der Bombierung, mit der Geschwindigkeit der Looper, mit dem Walzenverschleiss, dem Schlupf und der Abkühlungsleistung zusammenhängen. Beim Bau der neuen Bandstrasse von Nakayama wurden alle diese Probleme berücksichtigt, indem neue Technologien gesamtheitlich eingesetzt

wurden : Der Antrieb der einzigen Unterwalze und eine Oberwalze mit reduziertem Durchmesser, mit einer angepassten CVC Technologie ; eine Abkühlung mittels Wasservorhang ; hydraulische Looper geringer Trägheit ; neue Walzen aus Schnellarbeitsstahl und feste Schmierstoffe.

Kontrolle der Bombierung auf der Bandstrasse von Fos-sur-Mer 285

F. Tissot, O. Baulaigue, H. Teyssier, J. Lyvynec, T. Lavaure, R. Lasserre, J. Rochette, J.-P. Chazal, J. Souchon, S. Maillard, V. Philippaux

Zwischen Februar 2001 und Juli 2002 wurde die Warmbandstrasse von Arcelor in Fos-sur-Mer modernisiert. Antriebe für positive/negative Bombierung (± 200 Tonnen pro Seite) wurden in die ersten vier Gerüste der Fertigstrasse eingesetzt. Diese Investition ermöglichte die geometrischen Eigenschaften der Bänder (Bombierung, Dicke) noch zu verbessern sowie die Zuverlässigkeit und Produktivität der Strasse von Fos zu erhöhen.

Neue Bestimmung von Dickenfehlern bei Weissband in der Linie 289

J.-L. Rendueles, J.-A. Gonzáles, R. Gonzáles, G. Vecino, A. Diez, J.-M. Enguita, C. Fraga

Ein neues Werkzeug zur Vorsteuerung in der Linie wurde entwickelt, um die Walzwerke zu unterstützen eine Dickenqualität zu erreichen, als Antwort auf die steigenden Anforderungen für das DWI. Dieses Gerät ermöglicht die Ursachen von Dickenfehlern zu analysieren, die durch die Warmband- oder Tandemstrasse.

Kalibrierung von Mehrrollen- Richtmaschinen nach dem Verfahren des instrumentierten Gestänges 301

O. Madelaine-Dupuich, C. Hoff, F. Tondo, F. Wallendorff

Das von Arcelor Research entwickelte und patentierte instrumentierte Gestänge ermöglicht eine präzise Kalibrierung der Richtrollen (Rollabstand, Schlenkern, Kippen und Gegenlager). Das Kalibrierungsverfahren benötigt eine Stillstanddauer der Linie von etwa dreissig Minuten, wenn kein grösserer mechanischer Eingriff erforderlich ist. Die Vorrichtung gewährleistet die Weiterführung der Voreinstellungen und der Richtmaschine.

Al- Gehalt in der Schicht der intermetallischen Verbindung und der Zn- Schicht von verzinkten Blechen 307

M. Dubois

Die Beschichtungen von vierunddreissig verzinkten Blechen, als Proben aus vier industriellen Verzinkungslinien entnommen, wurden mittels ICP nach selektiven Ätzungen untersucht. Die Eignung und die Wirksamkeit der eingesetzten klassischen Methoden der chemischen Analyse wurden bestätigt. Der in der Zn- Schicht in Lösung befindliche AlGehalt ist immer niedriger als der im Bad gelöste Al- Gehalt. Dies wird durch einen Diffusionsmechanismus nach dem Abstreifen erklärt. Der an der Reaktion Fe-Zn-Al beteiligte Al- Gehalt ist immer niedriger als der Al- Gehalt in der Schicht der intermetallischen Verbindung des Endproduktes. Der Unterschied hängt von der Blechdicke ab, die die Abkühlungszeit bestimmt.

Der Einsatz einer nachhaltigen Entwicklung für beschichtete Bleche 315

D. Quantin, J.-L. Thirion, J.-J. Aemout

Die kommenden europäischen Normen betreffen insbesondere die Lebensdauer der Produkte und die Fragen Gesundheit-Sicherheit-

Umwelt. Sie werden auch die Einführung neuer ökologischer Steuern vorsehen. Die Voraussetzung dieser Anforderungen wird die Wettbewerbsfähigkeit und das Ansehen von Stahl verstärken. Der Bericht legt die Ziele für beschichtete Bleche dar, sowohl für den Prozess als auch für das Produkt. Die neuen Entwicklungen von hochleistungsfähigen Oberflächen werden anschaulich gemacht.

Das « slag splashing » im Stahlwerk von Fos : Eine neue Wechselfolge der Konverter und Ergebnisse 323

T. Benoit, R. Comparini, M. Coste, C. Calvo, R. Cadet, J.-C. Huber

Das « slag splashing » ist ein Unterhaltsprozess für Konverter, der im Dezember 2003 im Stahlwerk von Fos eingeführt wurde. Der systematische Schlackenauswurf auf die Konverterwände nach dem Abstich durch das Blasen von Stickstoff durch die Lanze ermöglicht einen Schutz der Verschleißstoffe. Es ist das Ziel dieses Projekts zwei Konverter unabhängig von der Materialwirtschaft für Verschleißstoffe zu machen und eine Lebensdauer der feuerfesten Auskleidung von 5 000 Abgüssen zu erreichen.

Technologische Innovationen für die Herstellung nichtrostender Stähle bei Outokumpu Stainless Tornio 329

J. Spiess, H. Lempradi, G. Staudinger, P. Zipp

Die weltweit zunehmende Nachfrage nach nichtrostendem Stahl hat Avesta Polarit Tornio, jetzt Outokumpu Stainless Tornio dazugeführt, seine jährliche Produktionskapazität an Brammen von 650 000 auf 1,65 Millionen Tonnen zu steigern. Um 1 Million Tonnen Brammen zusätzlich liefern zu können wurde im September 2002 ein neues Stahlwerk mit Erfolg angefahren. Das Herstellungswerk umfasst einen Elektroofen von 140 MVA, einen AOD von 150 Tonnen, einen Pfannenofen mit zwei Gefässen und eine der weltweit modernsten Stranggiessanlagen. Die wesentlichen technologischen Neuheiten und die Betriebsergebnisse werden dargelegt.

ESPAÑOL

Producción industrial de acero de grano ultra fino en el tren de bandas 271

R. Kurahashi, K. Hakomori, I. Chikushi, T. Morimoto, J. Yanagimoto, S. Takaoka

A partir de la modelización de la evolución de la microestructura, los autores han definido un esquema de laminado apropiado para obtener aceros de grano ultrafino (2 a 5 μm). Este esquema de laminado preve fuertes reducciones en las últimas cajas del acabado y un enfriamiento muy eficaz al final del laminado. La puesta en obra de este esquema de laminado sobre un tren de bandas clásico se encuentra con varias dificultades ligadas en particular al aumento del esfuerzo y del par de laminado, al control del perfil y del combado, a la velocidad de las loopers, al desgaste de los cilindros, al deslizamiento y a la potencia de enfriamiento. La construcción del nuevo tren a bandas de Nakayama ha tenido en cuenta el conjunto de estos problemas situando en obra un conjunto de nuevas tecnologías : el accionamiento del sólo cilindro inferior y un cilindro superior de diámetro reducido, con una tecnología CVC adaptada ; un enfriamiento por cortina de agua ; los loopers hidráulicos con pequeña inercia ; los nuevos cilindros de acero rápido y de lubricantes sólidos.

Control del bombeado en el tren de bandas de Fos-sur-Mer 285

F. Tissot, O. Baulaigue, H. Teyssier, J. Lyvynec, T. Lavaure,
R. Lasserre, J. Rochette, J.-P. Chazal, J. Souchon,
S. Maillard, V. Philippaux

Entre febrero 2001 y julio 2002, el tren en caliente de Arcelor en Fos-sur-Mer ha sido modernizado. Los accionadores de arqueo positivo/negativo (± 200 toneladas por costado) han sido implantadas sobre las cuatro primeras cajas del tren de acabado. Esta inversión ha permitido aumentar aún más el dominio de las características geométricas de las bandas (bombeado, espesor) así como mejorar la fiabilidad y la productividad del tren de Fos.

Nuevo diagnóstico en línea de los defectos de espesor del hierro blanco 289

J.-L. Rendueles, J.-A. Gonzalez, R. González, G. Vecino,
A. Diez, J.-M. Enguita, C. Fraga

Un nuevo útil de pilotaje en línea ha sido desarrollado para ayudar a las laminadoras a obtener una calidad de espesor que responda a las exigencias crecientes por la DWI. Este útil permite analizar las causas de los defectos de espesor generados por el TAB o por el tandem.

Calibrado de los aplanadores multi-rodillos por el método de barras instrumentadas 301

O. Madelaine-Dupuich, C. Hoff, F. Tondo, F. Wallendorff

Las barras instrumentadas desarrolladas y patentadas por Arcelor Research permiten un calibrado preciso de los accionadores (entrehierro, dislocaciones, basculamiento y contra-apoyos) de las aplanadoras. El procedimiento de calibrado no necesita más que un tiempo de parada de la línea de una treintena de minutos sin que ninguna intervención mecánica mayor sea necesaria. El dispositivo garantiza la perennidad de las preregulaciones y de la planeidad.

Contenido en Al de la capa de compuesto intermetálico y de la capa de cinc de las chapas galvanizadas 307

M. Dubois

Los revestimientos de treinta y cuatro chapas galvanizadas, sacados de cuatro líneas industriales de galvanización, han sido analizados por ICP después de ataques químicos selectivos. La oportunidad y la eficacia de los métodos clásicos de análisis químico puestos en obra han sido confirmados. El contenido en Al en solución en la capa de cinc es siempre inferior al contenido de Al en solución en el baño. Esto se interpreta por un mecanismo de difusión después de enjugado. El contenido de Al implicado en la reacción Fe-Zn-Al es siempre inferior al contenido en Al de la capa de compuesto intermetálico del producto final. La diferencia depende del espesor de la chapa que determina el tiempo de enfriamiento.

Los riesgos del desarrollo durable para las chapas revestidas 315

D. Quantin, J.-L. Thirion, J.-J. Aernout

Las próximas normas europeas concernirán en particular a la duración de los productos y a las cuestiones de Salud- Seguridad-Medio ambiente. Ellas tendrán en cuenta también la instauración de las nuevas Ecotasas. Anticipar estas exigencias reforzará la competitividad y la imagen del Acero. El artículo presenta los objetivos de las chapas revestidas, a la vez proceso y producto. Se pone en evidencia los nuevos desarrollos de superficie de comportamiento elevado.

El « slag splashing » en la acería de Fos : una nueva cadencia de los convertidores y resultados 323

T. Benoit, R. Comparini, M. Coste, C. Calvo,
R. Cadet, J.-C. Huber

El « slag splashing » es un procedimiento de mantenimiento de los convertidores iniciado en la acería de Fos en diciembre 2003. La proyección sistemática de escoria sobre las paredes del convertidor después de la colada en cuchara por la inyección por la lanza de insuflado permite una protección del refractario. El objetivo de este proyecto es hacer los dos convertidores independientes desde el punto de vista de la gestión del refractario y alcanzar una duración del revestimiento refractario de 5 000 coladas.

Innovaciones tecnológicas para la producción de aceros inoxidables en Outokumpu Stainless Tornio 329

J. Spiess, H. Lempradi, G. Staudinger, P. Zipp

El aumento de la demanda mundial de acero inoxidable ha conducido a Avesta Polarit Tornio, en la actualidad Outokumpu Stainless Tornio, a aumentar su capacidad de producción anual de lingotes de 650 000 a 1,65 millones de toneladas. Con el fin de poder suministrar 1 millón de toneladas suplementarias de lingotes, una nueva acería ha arrancado con éxito en septiembre de 2002. La elaboración comprende un horno eléctrico de 140 MVA, un AOD de 150 t, un horno cuchara con dos cubas, y una colada continua entre las más modernas del mundo. Las principales novedades tecnológicas se presentan junto con los resultados operacionales.