

FRANÇAIS

**Utilisation de répartiteurs froids à la coulée continue de CST** ..... 955

K. Beraldo Andrade, D.B. Moreira, J. Chiabi Duarte,  
M.F. Matos, Z.D. Nascimento

La Compagnie Sidérurgique de Tubarão (CST) a continuellement amélioré son procédé de fabrication de manière à atteindre et maintenir un niveau de production de brames de 5 Mt/an. La technique de démarrage de la coulée avec un répartiteur « froid » est l'une des actions majeures qui a permis d'atteindre cet objectif. Cet exposé décrit les étapes qui ont permis de mettre en œuvre cette pratique à CST, en suivant une méthode déjà éprouvée dans d'autres usines du groupe ARCELOR. Grâce à cette technique, il est non seulement possible de réduire le temps de préparation de la machine de coulée continue mais aussi de diminuer la consommation de gaz et le niveau de bruit sur le plancher de coulée, améliorant ainsi les conditions de travail des opérateurs.

**Optimisation des réfractaires de poches à acier en vue de l'augmentation de leur capacité** ..... 961

D. Verrelle, P. Boulanger, S. Peruzzi

La volonté d'augmenter la capacité de production de l'usine de Dunkerque a conduit l'aciérie à modifier les réfractaires de façon à répondre à ces nouvelles conditions. Le défi est de produire 6,7 Mt de fonte par an avec les trois hauts-fourneaux de Dunkerque et, après la réfection du haut-fourneau n° 3 prévue en 2004, 6,9 Mt de fonte et 6,7 Mt de brames. L'un des principaux enjeux est l'augmentation de capacité des poches à acier de 240 à 270 t et, dans le même temps, une amélioration de la fiabilité. Pour toutes ces raisons, le travail de conception des nouvelles poches est réellement complexe et différents essais sont en cours sur la conception des parois, les fonds monolithiques, les blocages de hauts de poche, et les réparations.

**Des solutions techniques de pointe pour l'amélioration du profil et de la planéité des bandes laminées à chaud** ..... 977

D. Auzinger, G. Gjumlija, T. Nijhuis, A. Seilinger,  
M. Widder, G. Posch, L. Peer

Avec les techniques innovantes présentées par VAI (VOEST-ALPINE Industrieanlagenbau, Autriche), des résultats nettement améliorés peuvent être obtenus pour le profil et la planéité des bandes laminées à chaud. Les solutions proposées concernent d'une part la conception des cages et des cylindres et d'autre part des modèles de calcul ultra-modernes pour la régulation des paramètres importants.

**Amélioration de la planéité au train de laminage à froid d'EKO Stahl** ..... 987

M. Jelali, A. Wolff, H. Kipper, M. Schiller

L'efficacité des systèmes automatiques de contrôle de la planéité en laminage à froid dépend en premier lieu de la performance des modèles de prédiction et du choix des structures optimales de régulation. Le BFI et EKO Stahl ont développé de nouvelles stratégies de réglage de la planéité. Elles permettent l'adaptation en

ligne des actionneurs aux variations de profil d'entrée et à toute nouvelle condition dans l'emprise, le but final étant d'installer un système de réglage de planéité complètement intégré pour toutes les cages du train de laminage. L'objet de cet article est de présenter les principes, les avantages et les résultats de ce travail.

**Productivité du décapage** ..... 993

F. Kop, R. Nicolle, C. Allely

Situé entre l'usine à froid et l'usine à chaud, le décapage est un point clé de la filière de production. L'évolution des carnets, en particulier le développement des nouvelles nuances d'aciers et les évolutions des conditions de laminage se traduisent par des enjeux en termes de productivité et de qualité de surface. Les connaissances de la réaction de décapage ainsi que du fonctionnement du réacteur ont été intégrées dans un simulateur qui permet de quantifier les gains de productivité accessibles.

**Expulsion : l'oubliée du soudage par points** ..... 1003

T. Dupuy

Bien que souvent négligé et malgré ses conséquences réputées néfastes, le phénomène d'expulsion est très répandu dans la pratique du soudage par points. Son étude expérimentale permet ici de mieux le cerner et de mettre en évidence l'importance du diamètre d'expulsion. Mais du travail reste à faire pour parvenir à mieux comprendre ce phénomène, les mécanismes de son déclenchement et ses conséquences.

**Le soudage au laser des aciers à très haute résistance** ..... 1015

G. Restrepo Garcés, P. Verrier, O. Glaise, S. Boidin

Les aciers à très haute résistance prennent chaque jour plus d'importance dans le marché de l'industrie automobile. Grâce à leur bon comportement mécanique, ils permettent d'alléger les véhicules. Cependant, la mise en œuvre de certains aciers THR peut être pénalisée par leur forte trempabilité. La soudabilité laser de différents aciers Arcelor à très haute résistance est présentée. Des solutions opératoires permettant d'améliorer la soudabilité, avec notamment le recours à des préchauffages ou des traitements thermiques après soudage, sont également proposées.

**Évaluation des contraintes internes dans les tôles fortes par ultrasons** ..... 1023

T. Jacquot, M. Nogues, U. Hofmann

Les plaques de très forte épaisseur (100 - 300 mm) doivent présenter une bonne stabilité géométrique lors des opérations de mise en forme par l'utilisateur final. Cette stabilité est conditionnée par l'état de contraintes internes hérité du processus de fabrication. Cet état de contraintes est évalué par une technique de contrôle ultrasonore : la biréfringence acoustique. Les premiers tests effectués sur des tôles représentatives ont permis de définir les conditions de mesure les plus appropriées et d'identifier les gradients de contraintes à l'origine des défauts de forme. Cette méthode a ensuite été appliquée avec succès sur des plaques industrielles.

**Implementation of a cold tundish at the CST continuous casting plant ..... 955**

K. Beraldo Andrade, D.B. Moreira, J. Chiabi Duarte, M.F. Matos, Z.D. Nascimento

Companhia Siderúrgica de Tubarão (CST) has continually been carrying out process improvements in order to increase and maintain the slab production to 5 Mt/year. The technology that makes it possible to start the continuous casting using a tundish at cold temperature is one of the developments that will help CST to meet that goal. This paper describes the implementation of the cold tundish at CST, using the approach already adopted at other plants of the Arcelor Group. Through the implementation of the cold tundish process it was possible to reduce not only the time for setting-up the continuous casting machine, but also the gas consumption and the noise at the casting platform, thus improving the operators environment.

**Optimization of steel ladle refractories with a view to increasing ladle capacity ..... 961**

D. Verrelle, P. Boulanger, S. Peruzzi

The wish to increase the production capacity of the Dunkirk plant has led the steel shop to modify the refractories in order to respond better to these new conditions. The first target is to produce 6.7 Mt of hot metal per year on the three blast furnaces of Dunkirk, and the second, after the relining of blast furnace No. 3 planned in 2004, to produce 6.9 Mt of hot metal, in order to cast more slabs (6.7 Mt of steel). One of the main challenges is to increase the capacity of the steel ladles from 240 to 270 t and, at the same time, to improve reliability. For all these reasons, work for the design of new ladles is really complex and different trials are on the way on wall structure, monolithic bottoms, lip ring, and repairs.

**Application of advanced technology packages for improved strip profile and flatness in hot-strip-mills ..... 977**

D. Auzinger, G. Gjumlija, T. Nijhuis, A. Seilinger, M. Widder, G. Posch, L. Peer

The innovative technological solutions by VAI (VOEST-ALPINE Industrieanlagenbau, Austria), which are presented, allow to obtain substantially improved results for profile and flatness of hot rolled strip. These solutions concern, on the one hand, the design of rolling stands and rolls and, on the other hand, highly modern numerical models for the control of the important parameters.

**Improved flatness in EKO's tandem cold mill ..... 987**

M. Jelali, A. Wolff, H. Kipper, M. Schiller

The efficiency of automatic flatness control systems in tandem cold mills is mainly based on the accuracy of the prediction models and on the selection of optimum control concepts. BFI, together with EKO Stahl, has recently developed and partly applied advanced flatness control strategies (providing online-adaptation of actuator action to thickness profile information and in-gap process condition towards a fully integrated flatness control of all stands) that are superior to conventional techniques and lead to significant improvements in strip flatness. The present article aims to demonstrate the principles, advantages and results of this work.

**Pickling productivity ..... 993**

F. Kop, R. Nicolle, C. Allely

At the interface between the hot strip mill and the cold plant, the pickling plant is becoming a key point in the production line. The development of new grades and the constant evolution of the order book (warm coiling, direct production of thin gauge strips...), most often have productivity and surface quality stakes. All our pickling know-how (kinetics and reactor) has been integrated into a pickling simulation model that makes it possible to assess the potential productivity gains.

**Expulsion : the ignored feature in resistance spot welding ..... 1003**

T. Dupuy

Though it is usually neglected, and in spite of its detrimental effects, the expulsion phenomenon is very commonly observed in spot welding practice. Here, it is better emphasized through an experimental study, which brings to light the importance of the expulsion diameter. But some work has still to be done in order to better understand this phenomenon, its triggering mechanisms and its consequences.

**Laser welding of ultra high strength steels ..... 1015**

G. Restrepo Garcés, P. Verrier, O. Glaise, S. Boidin

Due to their outstanding properties, high strength steels (HSS) are ever more required by the automotive industry. Indeed, high strength steels make it possible to reduce the overall weight of the vehicles. However, manufacturing of industrial parts may be hindered by the higher hardenability of these steels. The laser weldability of different HSS joints and the beneficial effects of on-line pre- and post-heat treatments on the mechanical properties of the welds are presented.

**Residual stress analysis on heavy plates by ultrasonic testing ..... 1023**

T. Jacquot, M. Nogues, U. Hofmann

The heavy steel plates (100 - 300 mm) require a good geometric stability during the manufacturing operations by end users. This stability depends on the residual stress state inherited from the manufacturing process. This residual stress state is assessed by an ultrasonic testing method : the acoustical birefringence. The first tests carried out on representative heavy plates allowed to define the most suitable measurement configurations and to identify the residual stress states that could generate shape defects. Then, this method was applied to industrial heavy plates with success.

**Verwendung kalter Verteiler bei der Strangiessanlage von CST ..... 955**

K. Beraldo Andrade, D.H. Moreira, J. Chiabi Duarte, M.F. Matos, Z.D. Nascimento

Die Companhia Siderúrgica de Tubarão (CST) verbesserte ständig ihren Herstellungsprozess so, um ein Produktionsniveau an Brammen von 5 Mt/J zu erreichen und aufrechtzuerhalten. Die Technik des Anfahrens der Giessanlage mit einem « kalten » Verteiler ist eine der Hauptmassnahmen, mit der dieses Ziel erreicht werden konnte. Der Bericht beschreibt die Etappen, die es ermöglichten, diese Praxis bei CST einsetzen zu können, wobei man eine bereits in anderen Werken der Arcelor erprobte Methode verfolgte. Aufgrund dieser Technik ist es nicht nur möglich die Vorbereitungszeiten der Strangiessmaschine zu reduzieren, sondern auch den Gasverbrauch und das Geräuschniveau auf der Giessbühne zu verringern, und damit die Arbeitsbedingungen der Bedienungsleute zu verbessern.

**Optimierung der feuerfesten Auskleidung von Stahlpfannen im Hinblick auf eine Kapazitätserhöhung ..... 961**

D. Verrelle, P. Boulanger, S. Peruzzi

Die Absicht die Produktionskapazität im Werk Dunkerque zu erhöhen veranlasste das Stahlwerk die Feuerfestmassen so zu modifizieren, dass sie diesen neuen Bedingungen genügen. Die Forderung war 6,7 Mt Roheisen pro Jahr mit den drei Hochöfen von Dunkerque herzustellen und nach dem Umbau des Hochofens Nr. 3, geplant für 2004, 6,9 Mt Roheisen und 6,7 Mt Brammen pro Jahr. Eine der Hauptaufgaben ist die Erhöhung der Kapazität der Stahlpfannen von 240 t auf 270 t bei gleichzeitiger Erhöhung der Zuverlässigkeit. Aus allen diesen Gründen ist die Konzeption für die neuen Pfannen tatsächlich komplex, und verschiedene Untersuchungen über das Konzept der Wände, der monolithischen Böden, der Verriegelungen am oberen Teil der Pfannen und der Wiederinstandsetzungen sind im Gange.

**Technologische Lösungen der Spitzenklasse für die Verbesserung von Profil und Planheit warmgewalzter Bänder.. ..... 977**

D. Auzinger, G. Gjumlija, T. Nijhuis, A. Seilinger, M. Widder, G. Posch, L. Peer

Mit den vorgestellten innovativen technologischen Lösungen von VAI (VOEST-ALPINE Industrieanlagenbau, Österreich) können deutlich verbesserte Ergebnisse in Bezug auf Profil und Planheit von warmgewalzten Bändern erzielt werden. Diese Lösungen betreffen einerseits das Design von Gerüsten und Walzen und andererseits hochmoderne Rechenmodelle für die Regelung wichtiger Parameter.

**Verbesserung der Planheit in der Kaltwalzstrasse von EKO Stahl ..... 987**

M. Jelali, A. Wolff, H. Kipper, M. Schiller

Die Wirksamkeit selbsttätiger Überwachungssysteme für die Planheit beim Kaltwalzen hängt in erster Linie von der Leistungsfähigkeit der Vorhersagemodelle und der Wahl der optimalen Regelungsstrukturen ab. Das BFI und EKO Stahl entwickelten neue Strategien für die Regelung der Planheit. Sie ermöglichen die Regelglieder in der Linie an das Vorprofil und an jede neue Bedingung im Walzspalt anzupassen, wobei das Endziel ein integriertes Regelsystem für die Planheit ist, das vollständig in

alle Gerüste der Walzstrasse installiert ist. Ziel dieses Berichtes ist die Prinzipien, die Vorteile und die Ergebnisse dieser Arbeit darzulegen.

**Wirtschaftlichkeit des Beizens ..... 993**

F. Kop, R. Nicolle, C. Allely

Angeordnet zwischen Warmwalzwerk und Kaltwalzwerk ist die Beizelei eine Schlüsselstelle in der Produktionskette. Die Entwicklung der Lieferprogramme, insbesondere die Entwicklung neuer Stahlsorten und die Weiterentwicklungen der Walzbedingungen, äussern sich in neue Anforderungen für Produktivität und Oberflächenqualität. Die Kenntnisse über den Beizvorgang sowie die Arbeitsweise des Reaktors wurden in einen Simulator integriert, der es erlaubt die erzielbaren Produktivitätsgewinne zu quantifizieren.

**Ausstossen : ein wenig geachteter Vorgang beim Punktschweissen ..... 1003**

T. Dupuy

Obwohl oft vernachlässigt und unbeachtet seiner als nachteilig angesehenen Konsequenzen, ist das Phänomen des Ausstossens in der Praxis des Punktschweissens weitverbreitet. Die experimentelle Untersuchung dieses Vorganges erlaubt es besser abzugrenzen welchen Wert und welche Bedeutung der Ausstossdurchmesser des Punktes hat. Aber es bleibt noch verschiedenes zu tun, um diese Erscheinung, die Mechanismen seiner Auslösung und seiner Folgen besser zu verstehen.

**Das Laser-Schweissen von hochfesten Stählen ..... 1015**

G. Restrepo Garcés, P. Verrier, O. Glaise, S. Boidin

Die Stähle sehr hoher Festigkeit (THR) gewinnen auf dem Markt der Automobilindustrie jeden Tag mehr an Bedeutung. Dank ihres guten mechanischen Verhaltens ermöglichen sie das Gewicht der Automobile zu verringern. Dennoch kann der Einsatz bestimmter THR-Stähle durch ihre hohe Aufhärbarkeit beeinträchtigt werden. Die Laser-Schweisbarkeit verschiedener sehr hochfester Stähle von Arcelor wird dargelegt. Betriebliche Lösungen ermöglichen die Schweisbarkeit zu verbessern, wobei insbesondere die Anwendung von Vorwärmen oder von Wärmebehandlungen nach dem Schweißen vorgeschlagen wird.

**Beurteilung von Eigenspannungen in Grobblechen mittels Ultraschall ..... 1023**

T. Jacquot, M. Nogues, U. Hofmann

Die Platten sehr grosser Dicke (100-300 mm) müssen eine gute geometrische Stabilität im Verlauf von Formgebungsverfahren durch den Endverbraucher aufweisen. Diese Stabilität ist durch den vom Herstellungsprozess herrührenden Eigenspannungszustand bedingt. Dieser Spannungszustand wird nach einer Technik der Ultraschallprüfung bestimmt : der akustischen Doppelbrechung. Die ersten an repräsentativen Blechen durchgeführten Versuche erlaubten die geeignetsten Messbedingungen zu definieren und die Spannungsgradienten, die am Ursprung von Formfehlern sind, zu identifizieren. Dieses Verfahren wurde anschliessend mit Erfolg an industriellen Platten angewendet.

**Utilización de distribuidores fríos en la colada continua de CST ..... 955**

K. Beraldo Andrade, D. B. Moreira, J. Chiabi Duarte, M. F. Matos, Z. D. Nascimento

La Companhia Siderúrgica de Tubarao (CST) ha mejorado continuamente su procedimiento de fabricación con objeto de alcanzar y mantener un nivel de producción de desbastes planos de 5 Mt/año. La técnica de arranque de la colada continua con un distribuidor « frío » es una de las acciones mayores que ha permitido alcanzar a este objetivo. Esta exposición describe las etapas que han permitido poner en obra esta práctica en CST, siguiendo un método ya probado en otras fábricas del grupo Arcelor. Gracias a esta técnica, es no sólo posible de acortar el tiempo de preparación de la máquina de colada continua, sino también de disminuir el consumo de gas y el nivel de ruido en la plataforma de colada continua, así mejorando las condiciones de trabajo de los operadores.

**Optimización de los refractorios de cucharas de acero con vistas al aumento de su capacidad ..... 961**

D. Verrelle, P. Boulanger, S. Peruzzi

La voluntad de aumentar la capacidad de producción de la fábrica de Dunquerque ha conducido la aciera a modificar los refractorios para satisfacer estas nuevas condiciones. El desafío es producir 6,7 Mt de arrabio per año con los tres altos hornos de Dunquerque y después el revestimiento nuevo del alto horno número 3 previsto en 2004, 6,4 Mt de arrabio y 6,7 Mt de desbastes planos. Una de las principales posturas es el aumento de capacidad de las cucharas de acero desde 240 hasta 270 t, y, a la vez, un mejoramiento de la fiabilidad. Por todas estas razones, el trabajo de diseño de las nuevas cucharas es realmente complejo y diferentes ensayos son pendientes en el diseño de las paredes, los fondos monolíticos, los anillos del tope y las reparaciones.

**Soluciones técnicas de punta para la mejora del perfil y la planeidad de las bandas laminadas en caliente ..... 977**

D. Auzinger, G. Gjumlija, T. Nijhuis, A. Seilinger, M. Widder, G. Posch, L. Peer

Con las técnicas innovadoras presentadas por VAI (VOEST-ALPINE Industrieanlagenbau, Austria), resultados claramente mejorados pueden obtenerse para el perfil y la planeidad de las bandas laminadas en caliente. Las soluciones propuestas conciernen de una parte a la concepción de las cajas y los cilindros y de otra parte a los modelos de cálculo ultra-modernos para la regulación de los parámetros importantes.

**Mejora en la planeidad en el tren de laminado en frío de EKO Stahl ..... 987**

M. Jelali, A. Wolff, H. Kipper, M. Schiller

La eficacia de los sistemas automáticos de control de la planeidad en la laminación en frío dependen en primer lugar del comportamiento de los modelos de predicción y de la elección de las estructuras óptimas de regulación. El BFI y EKO Stahl han desarrollado nuevas estrategias de regulación de la planeidad. Ellas permiten la adaptación en línea de los accionadores a las variaciones del perfil de entrada y a toda nueva condición en la luz entre los cilindros, la meta final es instalar un sistema de regulación

de la planeidad completamente integrado para todas las cajas del tren de laminado. El objeto de este artículo es el de presentar los principios, las ventajas y los resultados de este trabajo.

**Productividad del decapado ..... 993**

F. Kop, R. Nicolle, C. Allely

Situado entre la fábrica en frío y la fábrica en caliente, el decapado es un punto clave en la cadena de producción. La evolución de los carnés, en particular el desarrollo de nuevos tipos de aceros y la evolución de las condiciones de laminado se traducen en apuestas en términos de productividad y de calidad de la superficie. Los conocimientos de la reacción de decapado así como del funcionamiento del reactor han sido integrados en un modelo de simulación que permite de cuantificar la ganancia de productividad asequible.

**Expulsión : la omitida en la soldadura por puntos ..... 1003**

T. Dupuy

Aunque frecuentemente olvidado y a pesar de sus consecuencias reconocidas como nefastas, el fenómeno de expulsión está muy extendido en la práctica de la soldadura por puntos. Su estudio experimental permite aquí circunscribir mejor y poner en evidencia la importancia del diámetro de expulsión. Pero falta trabajo por hacer para llegar a comprender mejor este fenómeno, los mecanismos de su comienzo y sus consecuencias.

**La soldadura laser de los aceros de muy alta resistencia ..... 1015**

G. Restrepo Garcés, P. Verrier, O. Glaise, S. Boidin

Los aceros de muy alta resistencia toman cada día una mayor importancia en el mercado de la industria del automóvil. Gracias a su buen comportamiento mecánico, permiten aligerar los vehículos. Sin embargo, la utilización de ciertos aceros THR puede estar penalizada por su fuerte templabilidad. Se presenta la soldabilidad laser de diferentes aceros Arcelor con una resistencia muy alta. Se proponen soluciones operatorias que permiten mejorar la soldabilidad, especialmente recursos de precalentamiento o de tratamientos térmicos después de la soldadura.

**Evaluación de tensiones internas por ultrasonidos en chapas gruesas ..... 1023**

T. Jacquot, M. Nogues, U. Hofmann

Las placas de muy fuerte espesor (100-300 mm) deben presentar una buena estabilidad geométrica de acuerdo con las operaciones de conformación para el utilizador final. Esta estabilidad está condicionada por el estado de tensiones internas heredado del proceso de fabricación. Este estado tensional está evaluado por una técnica de control ultrasonora: la « birrefringencia » acústica. Los primeros ensayos efectuados sobre chapas representativas han permitido definir las condiciones más apropiadas de medida y de identificar los gradientes de tensiones en el origen de los defectos de forma. Este método ha sido aplicado con éxito sobre placas industriales.