

Le recyclage et les co-produits dans la sidérurgie 339
J.-P. Birat

Les différentes activités regroupées sous le terme générique de recyclage sont présentées avec une évaluation des bénéfices du recyclage en termes de ressources naturelles, d'économie d'énergie et de réduction des émissions de gaz à effet de serre. Ce texte analyse le recyclage de l'acier, le recyclage des co-produits et le recyclage des biens de consommation en fin de vie. On présente, en particulier, une évaluation à long terme de la réduction des gaz à effet de serre grâce au recyclage de l'acier. Le recyclage des co-produits constitue un enjeu majeur et des résultats satisfaisants ont été obtenus, par exemple en ce qui concerne le recyclage des laitiers de haut-fourneau dans les cimenteries. Ceci constitue un exemple de la valorisation multi-sectorielle des co-produits avec une forte contribution à la limitation des émissions de gaz à effet de serre. Le recyclage des éléments métalliques est moins avancé bien que des solutions satisfaisantes soient en cours de développement sur la base du four à sole tournante qui permet de séparer le fer sous forme de DRI et le zinc avec un niveau de concentration suffisant pour son utilisation directe par les producteurs de zinc. Les futures directives européennes concernant les biens de consommation prescriront un taux de recyclage élevé qui favorisera la conception métallique aux dépens de l'utilisation des matières plastiques peu recyclables. Le recyclage est un concept complexe, riche et fructueux qui est actuellement populaire et restera fort dans l'avenir. Il concerne l'économie de marché et l'administration, alors que les co-produits circulent entre les différents ateliers d'une entreprise ou entre les entreprises de différents secteurs d'activité. Le recyclage durable est un gisement majeur pour l'industrie sidérurgique qui, avec ses partenaires du cycle du fer, a toujours été un pionnier dans le monde du recyclage.

Four à sole tournante pour le recyclage des déchets d'usine et la fabrication de DRI 349
H. Ichikawa, H. Morishige

Dans le but de promouvoir une société sans rejets, le recyclage des poussières et des boues produites lors de l'élaboration de l'acier, permettant la récupération de métaux valorisables tels que le fer, le zinc, le nickel et le chrome, a attiré fortement l'attention des populations. La Division Usines et Installations de Nippon Steel a choisi la technologie du four à sole tournante « DryIron™ Process » de la société américaine Maumee Research & Engineering Inc. et a développé le processus pour recycler de manière efficace ces poussières et ces boues. En outre, DryIron™ Process peut aussi produire du DRI à partir de minerai de fer et de charbon non cokéifiable. Dans l'article, on décrit les caractéristiques du DryIron™ Process et de l'installation d'Hikari de Nippon Steel Corporation.

Modernisation du dépoussiérage primaire des convertisseurs de Sidmar 355
F. Haers, S. Kerkhofs, L. Pieters, F. Goeman,
J. Semeese, N. Stokhof

Un programme d'investissements de grande ampleur est en cours à l'aciérie de Sidmar. Un de ces investissements concerne la modernisation du dépoussiérage primaire des convertisseurs. Cette modification a deux objectifs : la réduction des poussières émises par les torchères et l'augmentation du débit d'oxygène pendant le soufflage. Cet article décrit l'installation existante et tous les détails de la modification, les résultats d'émissions et l'effet majeur sur le

temps de cycle du convertisseur qui est réduit de 31 à 28 min, permettant ainsi une augmentation significative de la capacité des convertisseurs en utilisant un convertisseur sur deux.

Compte rendu de la conférence « Steel gets together » 365
L. Roesch

Dans le cycle de conférences de VAI, l'édition de 2002 a été consacrée aux procédés d'élaboration de l'acier. La place d'honneur a été réservée au procédé LD dont on fête le cinquantenaire. Les techniques proposées par VAI pour la mise à niveau et l'automatisation des aciéries de conversion ont en particulier été illustrées par des applications récentes. Les grandes tendances d'évolution dans le domaine de l'élaboration des aciers inoxydables ont également été présentées, avec une description d'installations récemment mises en service.

L'élaboration des aciers inoxydables : tendances, développements et nouveaux projets 377
E. Fritz

Dans le contexte d'une baisse persistante des prix réels des aciers inoxydables, l'article fournit des pistes pour la réduction des coûts de production de ce type d'aciers. Il s'agit de la mise en œuvre de techniques innovantes, dont certaines sont déjà exploitées et dont d'autres sont encore en attente de validation à l'échelle industrielle. L'accent est mis sur des développements faits par Voest-Alpine Industrieanlagenbau (VAI).

Installation d'un deuxième dégazeur RH de 265 t à l'aciérie de Beckerwerth de ThyssenKrupp Stahl AG 387
R. Dittrich, D. Tembergen, H. Liebig

Une nouvelle installation de dégazage de type RH de 2,4 Mt/an de capacité a été mise en route dans cette aciérie en 2001. Elle permet de décarburer l'acier liquide jusqu'à des teneurs de 30 ppm C (nuances ULC) dans des temps de traitement très courts. Après une description des principales caractéristiques de ce RH, les premiers résultats métallurgiques obtenus avec cet outil sont présentés.

Brassage électromagnétique pour coulée continue. Partie I 395
S. Kunstreich

Les multiples versions du brassage électromagnétique en coulée continue sont décrites. Pour les produits longs, l'utilisation du brassage rotatif ou linéaire en lingotière, sous la lingotière, en refroidissement secondaire ou en refroidissement final paraît confuse, mais elle est clarifiée sur la base des types d'écoulement de l'acier liquide et des résultats métallurgiques. Aujourd'hui, le brassage en lingotière est l'application prédominante. Pour les brames, simple ou double brassage en refroidissement secondaire de type papillon et brassage rotatif en lingotière coexistent avec des objectifs métallurgiques différents. Plus récemment, l'évolution vers des hautes vitesses de coulée a donné naissance à un nouveau type de brassage en lingotière qui combine des fonctions d'accélération et de freinage. La tendance va vers des systèmes multi-modes.

Optimisation des tampons de coulée 409
F.N. Richard

L'optimisation en coulée continue de la qualité de l'acier est obtenue grâce au développement d'un nouveau type de quenouille, Argorod. Les principaux résultats présentés concernent l'étanchéité du joint :

le nouveau système Argorod de deuxième génération a une meilleure étanchéité, le montage est simplifié et fiabilisé ; l'optimisation du dispositif d'introduction de l'argon : tube calibré, ajustement plus précis du couple débit d'argon / contre-pression ; la finesse du contrôle du débit d'acier : choix de la forme du nez ; l'optimisation du rapport « résistance mécanique / poids de la quenouille » : gain de poids pour une résistance à la flexion maintenue ou accrue.

Impact d'une lubrification à l'huile sur le comportement du ménisque d'acier en lingotière de coulée continue 415
M. Roscini, C. Marchionni, J.-L. Curé, P. François, S. Lartiges

Si le laitier de lingotière de coulée continue a fait l'objet de nombreuses études pour en optimiser les propriétés, il n'en est pas de même pour les huiles de lubrification utilisées pour la coulée de ronds ou de billettes. Le potentiel de progrès pour l'amélioration non seulement de la qualité des produits coulés mais également des conditions opératoires reste donc important. Des caractérisations en laboratoire du comportement à haute température des huiles de lubrification ont ainsi été menées dans le cadre de cette étude. Par ailleurs, des visualisations par vidéo rapide du ménisque d'acier en lingotière lors de la coulée industrielle de billettes ont permis de mieux appréhender les interactions acier - lubrifiant. L'ensemble des résultats obtenus a permis de préciser des hypothèses de formation de la première peau d'acier en lingotière et de lubrification en présence d'huile et donc d'orienter la formulation de nouveaux lubrifiants mieux adaptés à la coulée continue.

Améliorations à la CST de la qualité des brames d'acier à ultra-bas carbone pour tôles automobile 423
C.B.C. Neto, V.G. Santana, C.A. Perim, G.I.S.L. Cardoso, F. Chatelain, P. Cecchini

Suite à l'installation du dégazage sous vide (RH-KTB) en 1998, la Companhia Siderúrgica de Tubarão (CST) a développé la production de brames pour produits à forte valeur ajoutée, tels les aciers à ultra-bas carbone (ULC) pour les applications dans l'industrie automobile. Pour atteindre cet objectif, il a été nécessaire de promouvoir un système d'assurance qualité qui prenne en compte toutes les étapes de l'élaboration de l'acier et de la coulée de brames de CST, ainsi que les étapes ultérieures de laminage et de finissage. Cet article décrit la méthode de développement des aciers ULC par CST en partenariat avec SOLLAC-Lorraine en soulignant l'apport fondamental des échanges réciproques d'informations techniques pour obtenir des progrès réguliers. Les résultats des inspections de surface sur le produit final sont directement reliés aux paramètres opératoires de l'élaboration de l'acier, y compris le process à l'aciérie et à la coulée continue, ainsi que le parachèvement des brames.

Progrès récents en matière de qualité pour les tôles d'acier destinées à la fabrication de tubes 000
J. Bauer, V. Schwinn, K.-H. Tacke

Les exigences de qualité que le producteur de tôles fortes a à respecter pour satisfaire le marché des tubes de transport de gaz sont passées en revue. Les techniques d'aciérie et de tôlerie qui permettent d'obtenir des produits de haute qualité sont présentées, ainsi que des actions au niveau de la composition chimique et du refroidissement accéléré ou intermédiaire. La régularité avec laquelle ces objectifs de qualité sont atteints est illustrée par les résultats obtenus lors de commandes récentes portant sur des tubes pour le transport de gaz acides, sur des aciers utilisables à basse température et sur des nuances à caractéristiques mécaniques de plus en plus élevées.

Amélioration des performances des boîtes alimentaires par la mise en œuvre d'acier à caractéristiques mécaniques et ductilité élevées 437
C. Fabiani, J.-F. Secondé, B. Weber

Les fonds des boîtes alimentaires sont soumis à des sollicitations en stérilisation toujours plus sévères du fait des réductions continues d'épaisseurs exigées par les fabricants d'emballages. Une modélisation par éléments finis appuyée par des essais montre que les performances physiques de fonds allégés sont sensiblement améliorées à condition de mettre en œuvre une géométrie adaptée et la nouvelle formule métallurgique, développée par Arcelor Packaging International, à caractéristiques mécaniques et ductilité élevées.

ENGLISH

Recycling and by-products in the steel industry 339
J.-P. Birat

The different activities described by the generic word recycling are presented along with an evaluation of the benefits of recycling in terms of natural resources or energy savings and reduction of Green House Gas emissions. A detailed analysis is presented of steel recycling, by-product recycling and end of life consumer goods recycling. The GHG emissions avoided thanks to sustainable steel recycling are evaluated in a long-term perspective. By-product recycling is also a major issue that has already been addressed with satisfactory results, as blast furnace slag valorization in the cement industry. This exemplifies the cross-business valorization of by-products with strong implications in terms of GHG emissions mitigation. Metal recovery is not yet as fully developed although a fairly satisfying solution is being implemented on the basis of the Rotary Hearth Furnace which separates iron from zinc with production of a DRI and concentration of zinc to a high enough level for direct use by zinc smelters. The future European regulations for consumer goods will require a high level of recyclability that will favour the design with metals instead of other materials such as plastics. Recycling is a complex, rich and fruitful concept that is popular today and will remain strong in the future. It functions both in the market economy and in the administrative world, with by-products moving around the various production shops within a business or between businesses of different crafts. Sustainable recycling is a significant and majority resource for the steel industry which, along with its partners in the recycling loop, has been a pioneer in the world of recycling.

Rotary hearth furnace process for steel mill waste recycling and direct reduced iron making 349
H. Ichikawa, H. Morishige

For the promotion of zero emission society, the recycling of dust and sludge produced in the steel making process, leading to the recovery of valuable metals like Iron, Zinc, Nickel and Chromium, has highly attracted public attention. The Plant and Machinery Division of Nippon Steel Corporation has introduced the basic technologies of the rotary hearth furnace, DryIron™ Process, from Maumee Research & Engineering Inc. in the United States, and developed the process in order to recycle such dust and sludge effectively. In addition, the DryIron™ Process can also produce direct reduced iron from virgin iron ore and non-coking coal. In this paper, the features of the DryIron™ Process and the machine outline in Hikari Works of Nippon Steel Corporation are described.

Modernization of the primary dedusting of the Sidmar BOFs 355

F. Haers, S. Kerkhofs, L. Pieters, F. Goeman,
J. Semeese, N. Stokhof

A major investment programme is going on in the Sidmar steel plant. This programme will be described briefly. One of the investments was the modernization of the primary dedusting system of both BOF. The reason for this modification is twofold : reduction of the emissions through the flare stack and increase of the oxygen flow rate. This paper describes the existing equipment and all modifications made, the emission results and the very large influence on the BOF cycle time (reduction from more than 31 to 28 min only) leading to an important capacity increase of the BOF using a 1 out of 2 vessel operation.

Conference report : "Steel gets together" 365
L. Roesch

In the series of conferences organized by VAI, the 2002 edition was devoted to steelmaking. The LD process was particularly at honour, at the occasion of its 50th anniversary. New developments at VAI in the area of upgrading and automation technologies for converter steelmaking were also presented, based on recent applications. Trends and developments in stainless steelmaking were finally reviewed and recently started-up plants were described.

Stainless steel production technology - Trends, developments and new projects 377
E. Fritz

Against the background of the several years lasting slump in the real price of stainless steels, different ways to reduce the production costs of these steels are analyzed. They consist in innovative technologies, some of which are already applied and others are still waiting for confirmation at the industrial scale. The emphasis is put on developments made by Voest-Alpine Industrieanlagenbau (VAI).

Installation of a second 265 t RH degasser at the Beeckerwerth steel plant of TKS..... 387
R. Dittrich, D. Tembergen, H. Liebig

A new RH vacuum degassing equipment with a capacity of 2.4 Mt/year has been started up in this steel plant in 2001. This unit allows to decarburize liquid steel to a level of 30 ppm C for the production of ULC-grades, with short treatment times. The main components and features of this RH degasser are described and first metallurgical results are presented.

Electromagnetic stirring for continuous casting 395
S. Kunstreich

The multiple versions of electromagnetic stirring in continuous casting are described. For long products, linear or rotational stirring appears confusing, but is clarified based on liquid steel flow pattern and metallurgical results. Rotational mould stirring is the predominant application in billet casting. For slabs, butterfly type single and double strand stirring and rotational mould stirring coexist with different metallurgical purposes. Also, the evolution to higher casting speeds has required a new type of mould stirring that combines accelerating and braking functions. The trend goes to multimode systems.

Optimization of casting stoppers 409
F.N. Richard

The development of a new type of stopper rod, Argorod, makes it possible to improve the steel quality during continuous casting. The

main results that have been obtained concern the tightness of the joint : the new Argorod system, of second generation, has a better tightness, the assembling operation is simplified and more reliable ; the optimization of the system for argon introduction : sized tube, more accurate adjustment of the couple argon flow rate / back pressure ; the accurate control of steel throughput : choice of the nozzle shape factor "material strength / stopper rod weight" : weight saving for the same or for a higher transverse strength.

Oil lubrication impact on the meniscus behaviour in the continuous casting mould 415
M. Roscini, C. Marchionni, J.-L. Curé, P. François, S. Lartiges

If continuous casting mould slag has been the subject of many studies, this is not true for lubricating oils. Actually, there is a significant potential for progress through formulating these lubricants in order to make the industrial process more reliable and to improve both the operating conditions and the product quality. Specific laboratory tests have been carried out in order to understand the oil behaviour at high temperature. The lubrication mechanism has been further studied with the help of high-speed visualization of the phenomena occurring at the meniscus level during the industrial continuous casting of bar products. The results make it possible to better understand the mechanisms of oil lubrication and to precise the mechanisms of the formation of the first solidified steel shell along with the formation of solidification marks and solidification hooks. This should open the way for the development of new lubricants.

Improvements in quality at CST for ultra-low carbon steel slabs applied in automotive sheets 423
C.B.C. Neto, V.G. Santana, C.A. Perim,
G.I.S.L. Cardoso, F. Chatelain, P. Cecchini

After the commissioning of its vacuum degasser (RH-KTB) in 1998, Companhia Siderúrgica de Tubarão (CST) started the development of slabs to be applied as high value added products, such as ultra-low carbon steel grades (ULC) for automotive applications. For this purpose, it was necessary to promote the development of a quality design system, encompassing all stages of steel manufacturing and slab casting at CST, as well as the steps of finishing rolling and coating. This paper describes the methodology for development of ULC steels at CST together with the company Sollac-Lorraine emphasizing the interchange of technical information aiming the continuous improvement. In this way, the results of the end product surface inspection are correlated with the technical parameters of steel production, including the quality events of steel refining and casting, as well as the slab conditioning.

Recent quality achievements on steel plate for line pipe ... 429
J. Bauer, V. Schwinn, K.-H. Tacke

From the viewpoint of a plate manufacturer, the status of steel plate quality for line pipe application is discussed. Technologies of the steel shop and the plate mill to create high class material are presented, as well as alloying and accelerated/intermediate cooling concepts. The levels of consistency that can be reached are illustrated on recent contracts. This includes sour gas resistant line pipe steels, applications for low temperatures and the extension of these features towards high strength grades.

Improvement of the physical performances of food cans by using a steel grade with high mechanical strength and high ductility 437
C. Fabiani, J.-F. Secondé, B. Weber

The ends of food cans are submitted to higher and higher loads due to the persistent thickness reduction required by the canmakers. A

finite element model supported by experimental tests shows that the physical performances of lightened food can ends are perceptibly improved by using an adapted design and the new steel grade, having increased mechanical properties and ductility, developed by Arcelor Packaging International.

DEUTSCH

Rückführung der Nebenprodukte in der Eisenhüttenindustrie 339 J.-P. Birat

Die verschiedenen Aktivitäten, die man unter dem Begriff Rückführung versteht, werden mit einer Nutzenabschätzung der Rückführung in Bezug auf die natürlichen Rohstoffe, die Energieeinsparung und der Reduktion der Emission von Gasen mit Treibhauseffekt, dargestellt. Dieser Bericht gibt eine Übersicht über die Rückführung von Stahl, die Rückführung von Nebenprodukten und die Rückführung von Verbrauchsgütern am Ende ihrer Lebenszeit. Insbesondere wird eine Langzeitbeurteilung über die Reduktion von Gasen mit Treibhauseffekt, welche die Rückführung von Stahl ermöglicht, vorgestellt, die von antreibender Wirkung auf die Rückführung von Stahl ist. Die Rückführung der Nebenprodukte ist ein Haupteinsatz und es wurden zufriedenstellende Ergebnisse erhalten, z.B. in Bezug auf die Rückführung der Hochofenschlacken in die Zementfabriken. Dies ist ein Beispiel für die Aufwertung von Nebenprodukten die eine Zusammenarbeit von mehreren Sektoren erfordert und dazu beiträgt die Emission von Gasen mit Treibhauseffekt einzuschränken. Die Rückführung der metallischen Elemente ist weit weniger fortgeschritten, obwohl sich ausreichende Lösungen auf der Basis des Drehherdofens in Entwicklung befinden, der es ermöglicht Eisen in Form von DRI und Zink mit ausreichender Konzentration, zur direkten Verwendung durch die Zinkhersteller, abzutrennen. Die zukünftigen europäischen Richtlinien betreffen die Verbrauchsgüter und schreiben eine höhere Stufe der Rückführung vor, die die Erzeugniskonzeption mit Metallen, auf Kosten der Verwendung der weniger rückführbaren plastischen Stoffe, vorzieht. Die Rückführung ist ein komplexes Konzept, ergiebig und nutzbringend, das zurzeit populär ist und es in Zukunft auch bleiben wird. Die Rückführung betrifft die Marktwirtschaft und die Verwaltung, sowohl wenn die Produkte in den verschiedenen Anlagen eines Unternehmens oder zwischen Unternehmen mit verschiedenen Tätigkeitsgebieten zirkulieren. Die nachhaltige Rückführung ist ein Hauptanliegen der Eisenhüttenindustrie, die mit ihren Partnern des Eisenkreislaufs, schon immer ein Pionier in der Welt der Rückführung war.

Drehherdofen für die Rückführung von Werksabfällen und die Fabrikation von DRI 349 H. Ichikawa, H. Morishige

Mit dem Ziel eine Gesellschaft ohne Abfälle zu fördern, findet die Rückführung von Stäuben und Schlämmen, die im Verlauf der Stahlherstellung anfallen und die Rückgewinnung wertvoller Metalle wie Eisen, Zink, Nickel und Chrom starke Beachtung durch die Bevölkerung. Die Abteilung « Werke und Einrichtungen » von Nippon Steel wählte die Technologie des Drehherdofens, den « Drylron™ Process » der amerikanischen Gesellschaft Maumee Research & Engineering Inc. aus, und erweiterte den Prozess, um auf wirksame Weise diese Stäube und Schlämme rückzuführen. Im weiteren kann nach dem Drylron™ Prozess auch DRI, ausgehend von Eisenerz und unverkockbarer Kohle, erzeugt werden. In dem Bericht werden die Besonderheiten des Drylron™ Prozesses und die Anlage von Hikari der Nippon Steel Corporation beschrieben.

Modernisierung der Grobentstaubung der Konverter von Sidmar 355 F. Haers, S. Kerkhofs, L. Pieters, F. Goeman, J. Semeese, N. Stokhof

Ein Investitionsprogramm grossen Umfangs ist im Stahlwerk von Sidmar im Gang. Ein Teil dieser Investitionen betrifft die Grobentstaubung der Konverter. Dieser Umbau hat zwei Ziele : die Verringerung der Stäube, die beim Abfackeln emittiert werden und die Erhöhung der Sauerstoffmenge während des Blasens. Dieser Bericht beschreibt die bestehende Anlage und alle Einzelheiten der Umänderung, die Ergebnisse der Emissionen und die wichtige Auswirkung auf den Blaszyklus, der von 31 auf 28 min reduziert wurde, wodurch eine deutliche Erhöhung der Kapazität der Konverter möglich wird, indem nur ein Konverter von Zweien verwendet wird.

Bericht über die Konferenz « Steel gets together » 365 L. Roesch

Im Zyklus der Konferenzen von VAI, war die des Jahres 2002 den Verfahren der Stahlherstellung gewidmet. Der Ehrenplatz war dem LD-Verfahren vorbehalten, das sein fünfzigstes Jahr feierte. Die von VAI vorgeschlagenen Techniken, im Bereich der Modernisierung und der Automatisierung der Blasstahlwerke werden insbesondere an den neuesten Anwendungen erläutert. Die grossen Entwicklungsrichtungen auf dem Gebiet der Herstellung nichtrostender Stähle werden ebenfalls dargestellt, mit einer Beschreibung der zuletzt in Betrieb gesetzten Anlagen.

Die Erzeugung von Rostfreistählen - Tendenzen, Entwicklungen und neue Projekte 377 E. Fritz

Vor dem Hintergrund des seit längerer Zeit anhaltenden realen Sinkens der Preise für Rostfreistähle werden Ansätze zur Senkung der Herstellungskosten durch den Einsatz innovativer Technologien skizziert, die zum einen Teil bereits realisiert wurden und zum anderen Teil noch auf ihre Bewährung in industriellen Maßstab warten. Der Schwerpunkt liegt dabei auf Entwicklungen von VOEST-ALPINE Industrieanlagenbau (VAI).

Aufstellung einer zweiten 265 t RH- Entgasungsanlage im Stahlwerk von Beeckerwerth der TK5 387 R. Dittrich, D. Tembergen, H Liebig

Eine neue Entgasungsanlage vom Typ RH mit einer Kapazität von 2,4 Mt/Jahr wurde 2001 in diesem Stahlwerk angefahren. Sie ermöglicht die Entkohlung des flüssigen Stahls bis zu Gehalten von 30 ppm C (ULC Sorten) in sehr kurzen Behandlungszeiten. Nach einer Beschreibung der wesentlichen Kennwerte dieser RH- Anlage werden erste erzielte metallurgische Ergebnisse in diesem Bericht vorgestellt.

Das elektromagnetische Rühren in der Stranggiessanlage. Teil I 395 S. Kunstreich

Die vielfältigen Versionen des elektromagnetischen Rührens beim Stranggiessen werden beschrieben. Bei den Langprodukten erscheint die Anwendung des rotierenden Rührens oder des linearen Rührens in der Stranggiesskokille, unter der Kokille, bei der Sekundärabkühlung oder bei der Endabkühlung verwirrend, aber es wird klarer, legt man die Fließvorgänge des flüssigen Stahls und die metallurgischen Ergebnisse zugrunde. Beim Giessen von Langproduktion wird heute vorwiegend das Rühren in der Kokille angewendet. Bei Brammen koexistiert das einfache oder doppelte

Rühren bei der Sekundärabkühlung für ein flügelartiges Fließen des Metalls, mit dem rotierenden Rühren in der Kokille, mit verschiedenen metallurgischen Zielen. Neuerdings ist durch die Entwicklung zu hohen Giessgeschwindigkeiten eine neue Art des Rührens in der Kokille entstanden, die die beschleunigende und abbremsende Funktionsweise kombiniert. Die Tendenz geht in Richtung von Systemen mit Mehrfachwirkungsweise.

Optimierung der Gießstopfen 409
F.N. Richard

Die Optimierung der Qualität beim Stranggiessen wurde durch die Entwicklung eines neuen Typs von Stopfenstange, Argorod, erreicht. Die dargelegten wesentlichen Ergebnisse betreffen die Dichtigkeit der Verbindung : das neue System Argorod der zweiten Generation hat eine bessere Dichtigkeit, die Montage ist vereinfacht und zuverlässiger gemacht worden ; die Optimierung der Vorrichtung für das Argon-Einblasen : kalibriertes Rohr, genauere Einstellung der Regelung Argonmenge/Gegendruck ; die Feinheit der Regelung des Stahldurchflusses : Wahl der Form des Rüssels ; die Optimierung des Verhältnisses « mechanische Festigkeit / Gewicht der Stopfenstange » : Gewichtsvorteil bei gleicher oder grösserer Biegefestigkeit.

Einfluss einer Ölschmierung auf das Verhalten des Stahlspiegels in der Stranggiesskokille 415
M. Roscini, C. Marchionni, J.-L. Curé, P. François, S. Lartiges

Während die Schlacke in der Stranggiesskokille Gegenstand zahlreicher Untersuchungen für die Optimierung der Eigenschaften war, so gilt dies nicht für die Schmieröle, die beim Giessen von Rundstahl oder Knüppeln verwendet werden. Das Potential für weiteren Fortschritt ist nicht nur bei der Verbesserung der Qualität der gegossenen Produkte sondern auch bei der Verbesserung der Betriebsbedingungen wichtig. Die Kennwerte aus dem Labor über das Verhalten der Schmieröle bei hoher Temperatur werden darum im Rahmen dieser Untersuchung angeführt. Im weiteren ermöglichte die Bildübertragung des Stahlspiegels in der Kokille mittels Hochgeschwindigkeitsvideo während des industriellen Giessens von Knüppeln die Wechselwirkungen zwischen Stahl und Schmiermittel besser zu verstehen. Die Gesamtheit der erhaltenen Ergebnisse erlaubte die Hypothesen über die Bildung der ersten Stahlhaut in der Kokille und der Schmierung bei Anwesenheit von Öl zu präzisieren, und so neue, besser für das Stranggiessen geeignete Schmiermittel zu formulieren.

Verbesserungen bei CST der Qualität von Stahlbrammen mit ultratiefem Kohlenstoffgehalt für Automobilbleche 423
C.B.C. Neto, V.G. Santana, C.A. Perim, GIS.L. Cardoso, F. Chatelain, P. Cecchini

Nach dem Einbau der Vakuum-Entgasungsanlage (RH-KTB) in 1998 erweiterte die Companhia Siderurgica de Tubarão (CST) die Herstellung von Brammen Produkte mit hohem Mehrwert, wie Stählen mit ultratiefem Kohlenstoffgehalt (ULC) für Anwendungen in der Automobil-Industrie. Um dieses Ziel zu erreichen war es notwendig ein Qualitätssicherungssystem voranzutreiben, das alle Stufen der Herstellung des Stahls und des Brammengiessens bei CST, sowie die späteren Stufen des Walzens und der Fertigstellung, berücksichtigt. Dieser Bericht beschreibt die Entwicklungsmethode der ULC-Stähle durch CST in Partnerschaft mit SOLLAC-Lorraine, wobei der grundlegende Beitrag des gegenseitigen Austauschs technischer Informationen, um regelmässige Fortschritte zu erzielen, unterstrichen wird. Die Ergebnisse der Oberflächenprüfungen am Endprodukt stehen in direktem Zusammenhang mit den Betriebsparametern der Stahlherstellung, einschliesslich des Stahlwerksprozesses und des kontinuierlichen Giessens, wie auch des Zurichtens der Brammen.

Neue Fortschritte hinsichtlich der Qualität von Stahlblechen für die Herstellung von Gasfernleitungen 429
J. Bauer, V. Schwinn, K.-H. Tacke

Übersicht über die Qualitätsanforderungen, die der Hersteller von Grobblechen zu beachten hat, um dem Markt von Rohren für Gasfernleitungen zu genügen. Die Verfahren des Stahlwerks und des Blechherstellers, die Produkte hoher Qualität ermöglichen, werden dargelegt, wie auch die Auswirkungen der chemischen Zusammensetzung und der beschleunigten Abkühlung oder der Zwischenabkühlung. Die Regelmässigkeit, mit der diese Qualitätsziele erreicht werden, veranschaulichen die Ergebnisse neuerer Bestellungen von Rohren für den Transport saurer Gase, von Stählen die bei tiefen Temperaturen einsetzbar sind und von Sorten mit immer höheren mechanischen Werten.

Verbesserung der Eigenschaften von Dosen für Lebensmittel durch den Einsatz von Stahl mit höheren mechanischen Werten und besserer Verformbarkeit 437
C. Fabiani, J.-F. Secondé, B. Weber

Die Böden von Lebensmitteldosen werden bei der Sterilisation immer höheren Beanspruchungen, wegen der von den Verpackungsherstellern kontinuierlich geforderten Verminderungen der Dicke, unterworfen. Eine Modellierung mittels finiter Elemente, unterstützt durch Versuche, zeigt, dass das physikalische Verhalten der leichteren Böden deutlich besser wird unter der Bedingung, dass eine geeignetere Geometrie und die von Arcelor Packaging International entwickelte neue metallurgische Zusammensetzung mit verbesserten mechanischen Eigenschaften und besserer Verformbarkeit eingesetzt wird.

ESPAÑOL

Reciclado de co-productos en la industria siderúrgica 339
J.-P. Birat

Las diferentes actividades europeas sobre el tema genérico del reciclado se presentan con una evaluación de los beneficios del reciclado en término de recursos naturales, de economía de energía y de reducción de emisiones de gas. Este texto analiza el reciclado del acero, el reciclado de los co-productos y el reciclado de los bienes de consumo en el final de la vida. Se presenta, en particular, una evaluación a largo plazo de la reducción del gas con efecto invernadero gracias al reciclado del acero. El reciclado de los co-productos constituye un riesgo mayor y se han obtenido resultados satisfactorios por ejemplo en lo que concierne al reciclado de las escorias de alto horno en las cementeras. Esto constituye un ejemplo de la valorización multisectorial de los coproductos con una fuerte contribución a la limitación de las emisiones de gas con efecto invernadero. El reciclado de los elementos metálicos están menos avanzados aunque soluciones satisfactorias estén en curso de desarrollarse sobre la base del horno con suelo giratorio que permite separar el hierro bajo la forma de DRI y el cinc con un nivel de concentración suficiente para su utilización directa para los productores de cinc. Las futuras directrices europeas concernientes a los planes de consumo presentarán una tasa de reciclado elevada que favorecerá la concepción metálica al consumo de materiales plásticos poco reciclables. El reciclado es un concepto complejo, rico y útil que es actualmente popular y permanecerá fuerte en el porvenir. Atañe a la economía de mercado y a la administración, ya que los coproductos circulan entre los diferentes talleres de una empresa o entre las empresas de diferentes sectores de actividad. El reciclado durable es un yacimiento mayor para la industria siderúrgica que con el ciclo del hierro ha sido siempre pionera en el mundo del reciclado.

Horno de suelo giratorio para el reciclado de desechos de fabrica y la fabricación de DRI 349
H. Ichikawa, H. Morishige

Con el fin de promover una sociedad sin desechos, el reciclado de polvos y lodos producidos a partir de la elaboración del acero, permitiendo la recuperación de metales valorizables tales como el hierro, cinc, níquel y cromo, ha llamado fuertemente la atención de las poblaciones. La división Fábricas e Instalaciones de Nippon Steel ha elegido la tecnología del horno de suelo giratorio « Drylon Process » de la sociedad americana Maumee Research & Engineering Inc. y ha desarrollado el proceso para reciclar de manera eficaz estos polvos y lodos. Por otro lado, Drylon Process puede también producir DRI a partir de mineral de hierro y de carbón no coqueable. En el artículo, se describe las características del Drylon Process y de la instalación de Hikari de Nippon Steel Corporation.

Modernización del despolvoramiento primario de los convertidores de Sidmar 355
F. Haers, S. Kerkhofs, L. Pieters, F. Goeman, J. Semeese, N. Stokhof

Un programa de inversión de gran amplitud está en curso en la acería de Sidmar. Una de estas inversiones concierne a la modernización del despolvoramiento primario de los convertidores. Esta modificación tiene dos objetivos : la reducción de los polvos emitidos por las antorchas y el aumento del consumo de oxígeno durante el insuflado. Este artículo describe la instalación existente y todos los detalles de la modificación, los resultados de emisiones y el efecto mayor sobre el tiempo de ciclo del convertidor que es reducido de 31 a 28 min, permitiendo así un significativo aumento de la capacidad de los convertidores utilizando un convertidor sobre dos.

Informe de la conferencia « Steel gets together » 365
L. Roesch

En el ciclo de conferencias de VAI, la edición de 2002 ha sido consagrada a los procedimientos de elaboración del acero. La plaza de honor ha sido reservada al procedimiento LD que ha cumplido el cincuentenario. Las técnicas propuestas por VAI para la puesta a nivel y la automatización de las acerías de conversión han sido en particular ilustradas por las recientes aplicaciones. Las grandes tendencias de evolución en el dominio de elaboración de los aceros inoxidables han sido igualmente presentadas, con una descripción de la instalación recientemente puesta en servicio.

La elaboración de los aceros inoxidables : tendencias, desarrollos y nuevos proyectos 377
E. Fritz

En el contexto de una baja persistente de los precios reales de los aceros inoxidables, el artículo facilita pistas para la reducción de costos de producción de este tipo de aceros. Se trata de la puesta en obra de técnicas innovadoras en las que algunas han sido ya explotadas y otras están todavía esperando la validación a escala industrial. El acento está puesto en los desarrollos realizados por Voest Alpine Industrienlagenbau (VAI).

Instalación de un segundo desgasificador RH de 265 t en la acería de Beeckerwerth de TKS 387
R. Dittrich, D. Tembergen, H. Liebig

Una nueva instalación de desgasificado del tipo RH de 2,4 Mt/año de capacidad ha sido puesta en marcha en esta acería en 2001. Permite decarburar el acero líquido hasta contenidos de 30 ppm C (tipos ULC)

en tiempos de tratamientos muy cortos. Después de una descripción de las principales características de este RH, los primeros resultados metalúrgicos obtenidos se presentan en este artículo.

Agitación electromagnética para colada continua - Parte I 395
S. Kunstreich

Se describen las múltiples versiones de agitación electromagnética en colada continua. Para los productos largos, la utilización de la agitación rotativa o lineal en lingotera, bajo la lingotera, en enfriamiento secundario o en enfriamiento final parece confusa, pero ella se clarifica sobre la base de los tipos de colada del acero líquido y de los resultados metalúrgicos. Hoy la agitación en lingotera es la aplicación predominante. Para los desbastes planos, simple o doble agitación en enfriamiento secundario de tipo mariposa y agitación rotativa en lingotera coexistente con objetivos metalúrgicos diferentes. Mas recientemente, la evolución hacia las altas velocidades de colada ha dado lugar a un nuevo tipo de agitación en lingotera que combina las funciones de aceleración y de frenado. La tendencia va hacia los sistemas multi-modos.

Optimización de los tapones de colada 409
F.N. Richard

La optimización en colada continua de la calidad del acero se obtiene gracias al desarrollo de un tipo de barra, « Argorod ». Los primeros resultados presentados conciernen a la estanqueidad de la junta : el nuevo sistema « Argorod » de segunda generación tiene una mejor estanqueidad, el montaje está simplificado y fiabilizado ; la optimización del dispositivo de introducción del argón : tubo calibrado con ajuste mas preciso del conjunto gasto de argón/ contra-presión ; la finura de control del gasto de acero : elección de la forma saliente ; optimización de la relación resistencia mecánica / peso de la barra : ganancia de peso para una resistencia a la flexión mantenida.

Impacto de una lubricación al aceite sobre el comportamiento del menisco de acero en lingotera de colada continua 415
M. Roscini, C. Marchionni, J.-L. Curé, P. François, S. Lartiges

Si la escoria de lingotera de colada continua ha sido el objeto de numerosos estudios para optimizar las propiedades, no ha sido lo mismo para los aceites de lubricación utilizados para las coladas de redondos o de palanquilla. El potencial de progreso para la mejora no solamente de la calidad de los productos colados sino también de las condiciones operatorias permanece pues importante. Las caracterizaciones en el laboratorio del comportamiento a alta temperatura de los aceites de lubricación han sido así conducidos en el marco de este estudio. Además, las visualizaciones por video rápido del menisco de acero en la lingotera a partir de la colada industrial de palanquilla han permitido conocer mejor las interacciones acero-lubricante. El conjunto de los resultados obtenidos ha permitido precisar las hipótesis de formación de la primera piel de acero en la lingotera y de lubricación en presencia de aceite y de orientar la formulación de nuevos lubricantes mejor adaptadas a la colada continua.

Mejoras a la CST de la calidad de los lingotes de acero a ultra-bajo carbono para chapas de automóvil 423
C.B.C. Neto, V.G. Santana, C.A. Perim, G.I.S.L. Cardoso, F. Chatelain, P. Cecchini

Como continuación a la instalación de desgasificado bajo vacío (RH-KTB) en 1998, la Compañía Siderúrgica de Tubarão (CST) ha desarrollado la producción de lingotes para productos con un fuerte valor añadido, tales como los aceros con un carbono ultra bajo (ULC)

para las aplicaciones en la industria del automóvil. Para alcanzar este objetivo, ha sido necesario promover un sistema de seguro de la calidad que tome en cuenta todas las etapas de elaboración del acero y de la colada de lingotes de CST, así como las etapas ulteriores de laminado y acabado. Este artículo describe el método de desarrollo de los aceros ULC en asociación con SOLLAC-Lorraine subrayando el aporte fundamental de los intercambios de información técnica para conseguir progresos regulares. Los resultados de las inspecciones de superficie sobre el producto final están directamente ligadas a los parámetros operatorios de la elaboración del acero, y comprende el proceso en la acería y en la colada continua así como para el acabado de los lingotes.

Progresos recientes en materia de calidad para las chapas de acero destinadas a la fabricación de tubos 429

[J. Bauer, V. Schwinn, K.-H. Tacke](#)

Se pasan revista las exigencias de calidad que el productor de chapas gruesas tiene que respetar para satisfacer el mercado de tubos de transporte de gas. Se presentan las técnicas de acería y de chapistería que permiten obtener productos de alta calidad, así como acciones a niveles de composición química y del enfriamiento acelerado. La regularidad con que estos objetivos de calidad son alcanzados está ilustrado con los resultados obtenidos a partir de recientes pedidos para el transporte de gases ácidos, aceros utilizables a baja temperatura y sobre tipos de características mecánicas mas y mas elevadas.

Mejora de los comportamientos de cajas alimentarias para la utilización de acero con características mecánicas y ductilidad elevadas 437

[C. Fabiani, J.-F. Secondé, B. Weber](#)

Los fondos de las latas alimentarias están sometidas a solicitudes de esterilización cada vez mas severas por el hecho de las continuas reducciones de espesor exigidas por los fabricantes de embalajes. Una modelización por elementos acabados apoyada por los ensayos muestra que los comportamientos físicos de fondos aligerados están sensiblemente mejorados a condición de poner en obra una geometría adaptada y la nueva fórmula metalúrgica, desarrollada por Arcelor Packaging International, tiene características mecánicas y ductilidad elevadas.