

MECANISMO DE VÁLVULA GAVETA PARA PANEIA SÉRIE AL (ADVANCED LEADING) ⁽¹⁾

Afonso Augusto Bastos Portugal ⁽²⁾

Francisco José Carrara Fava ⁽³⁾

José Aparecido dos Santos ⁽⁴⁾

Maurício dos Santos ⁽³⁾

Rodrigo Nazareth Borges ⁽⁵⁾

Sebastião Camilo Rocha ⁽⁶⁾

Resumo

No processo de lingotamento contínuo, o transporte de aço líquido da panela para o distribuidor tem exigido cada vez mais aspectos de segurança, garantia da qualidade, praticidade operacional e alta performance do sistema de válvula gaveta. Objetivando atender estas premissas, a Krosaki Harima Co. desenvolveu um novo sistema de válvula gaveta, denominado Série AL, com avanços nas partes mecânicas e refratárias. Recentemente, a Magnesita S.A. adequou e implementou este sistema em uma usina siderúrgica brasileira. Dentre os principais benefícios observados nos mecanismos da Série AL destacam-se: a praticidade operacional, pois neste equipamento não são utilizados acessórios hidráulicos ou pneumáticos durante a operação de troca dos refratários, além do desenvolvimento de uma nova geometria para as placas refratárias com auxílio de técnicas e recursos de simulação numérica, visando o aumento da segurança operacional e a redução de trincas nas mesmas. Ao final do trabalho são apresentados dados reais da utilização deste novo mecanismo em uma companhia siderúrgica brasileira.

Palavras_chave: Lingotamento contínuo, válvula gaveta, Série AL, placas refratárias.

(1) *Contribuição técnica ao XXXVI Seminário de Fusão, Refino e Solidificação dos Metais, ABM, Vitória, Maio de 2.005.*

(2) *Engenheiro Mecânico, Engenheiro de Projetos – Magnesita S.A.*

(3) *Engenheiro Mecânico, Assistente Técnico de Mecanismos – Magnesita S.A.*

(4) *Engenheiro Mecânico, Engenheiro de Desenvolvimento – Cosipa S.A.*

(5) *Engenheiro Mecânico, M.Sc. em Metalurgia, Pesquisador Sênior – Magnesita S.A.*

(6) *Técnico Metalúrgico, Assistente de Operação – Cosipa S.A.*

1 INTRODUÇÃO

Historicamente, mecanismos robustos e com alta força de compressão entre placas refratárias, resultante da utilização de molas helicoidais, são as principais características dos sistemas de válvula gaveta da Krosaki Harima Co. (KHC).

A Krosaki Harima Co. desenvolveu um novo sistema de válvula gaveta o qual executa, sem a necessidade de dispositivos auxiliares como chave pneumática ou cilindro hidráulico, a compressão das molas durante a preparação de painéis, obtendo diversos benefícios.

Além disso, o formato das placas refratárias foi otimizado através de estudos realizados com utilização de recursos de simulações numéricas, com o objetivo de minimizar a formação de trincas.

Nesse trabalho são discutidos alguns detalhes técnicos a respeito desse novo sistema (Série AL), vantagens decorrentes da sua utilização, principalmente no que tange à praticidade operacional e aspectos de segurança e, com relação aos refratários, são apresentados resultados de performance reais.

2 CONCEPÇÃO BÁSICA DO NOVO SISTEMA DE VÁLVULA GAVETA (SÉRIE AL)

O novo sistema de válvula gaveta da Série AL foi projetado de modo a garantir sempre a segurança operacional e a diminuir o esforço exercido pelo operador durante a troca dos refratários que compõem o sistema.

Abaixo são citadas as principais vantagens que o sistema oferece:

- pressão entre placas semi-automática durante a abertura e fechamento do mecanismo sem a necessidade de outros periféricos para esta operação. No mecanismo convencional necessita-se da utilização de uma unidade hidráulica, cilindros ou chaves pneumáticas, mangueiras e suportes dos cilindros para compressão das molas;
- ajuste das placas refratárias através de um único parafuso com objetivo de agilizar a operação de troca das placas, garantir o perfeito posicionamento e, principalmente, aumentar a segurança operacional reduzindo o tempo de exposição do homem à temperatura do fundo da panela;
- chapa de base mais robusta, utilizando o conceito de chapa única com afastamento do mecanismo do fundo da panela, visando reforçar a estrutura;
- novo conceito de fixação do mecanismo no fundo da panela, que permite uma refrigeração do sistema durante o lingotamento, minimizando a deformação do equipamento; e
- maior curso do cilindro durante a operação de abertura e fechamento das placas refratárias, garantindo maior segurança no fechamento da panela e possibilidade de redução de custo.

As Figuras 1 e 2 mostram o mecanismo da Série AL.

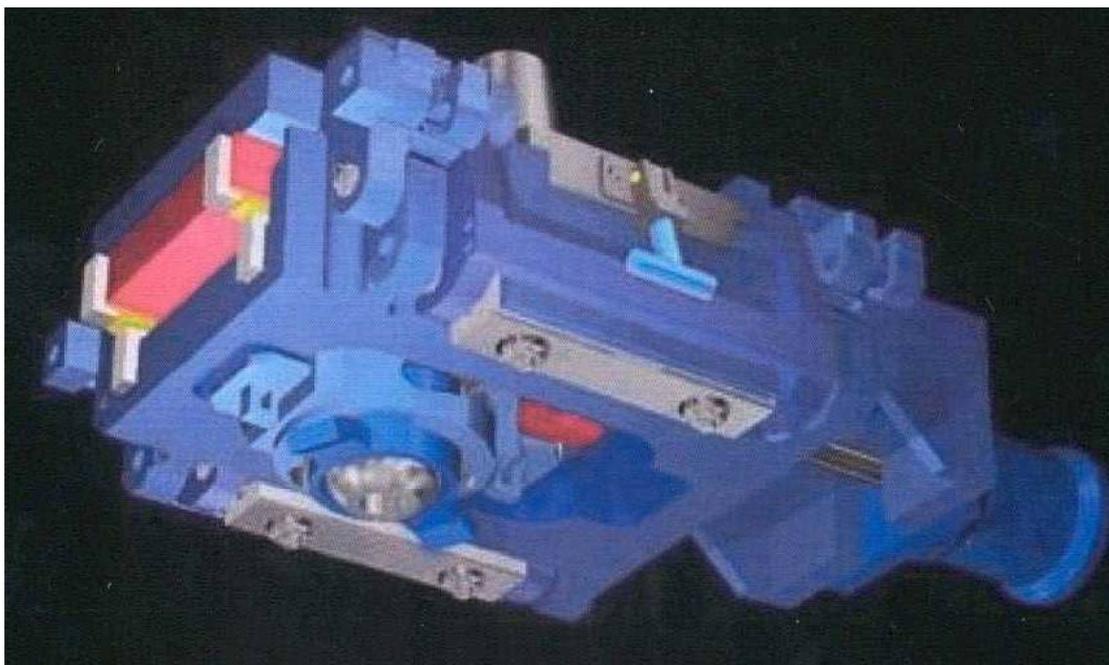


Figura 1 . Mecanismo da série AL.

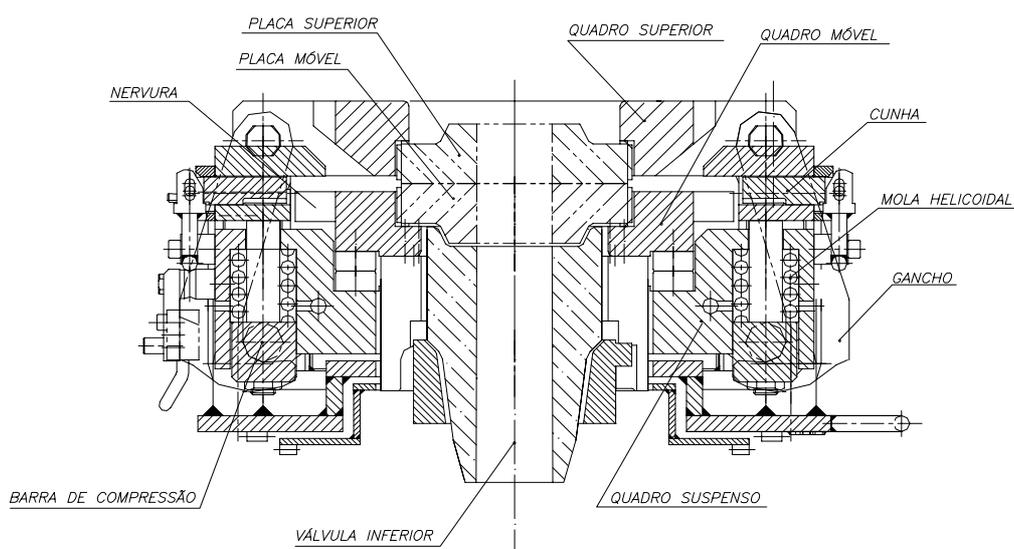


Figura 2. Corte transversal do mecanismo com principais componentes.

2.1 Carregamento Semi-automático do Sistema de Compressão das Placas

Um importante avanço da Série AL é a utilização do próprio mecanismo para aplicação da carga entre placas refratárias através de um conjunto de nervuras (planos inclinados), cunhas e o próprio cilindro hidráulico de acionamento. Este processo é chamado de carregamento semi-automático.

As nervuras (planos inclinados) são situadas em ambos os lados do quadro móvel e as cunhas estão situadas sobre a caixa de molas helicoidais existente em ambos os lados do quadro suspenso. Como mostra a Figura 3, as cunhas são inseridas para

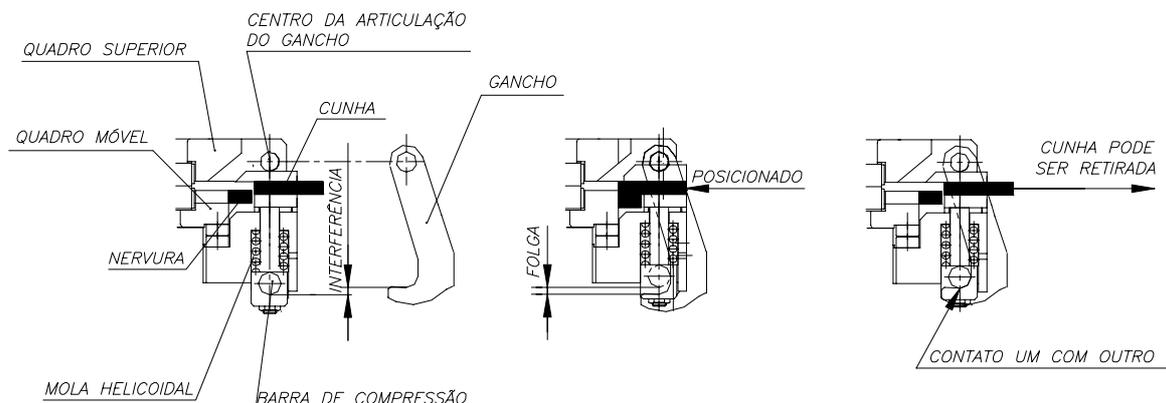


Figura 3. Relação entre gancho e barra de compressão das molas.

Quando o quadro móvel é acionado pelo cilindro hidráulico, as cunhas deslizam sobre as nervuras e, conseqüentemente, as molas helicoidais são comprimidas. O processo de posicionamento das cunhas é ilustrado na figura 4 e tem a seguinte seqüência:

A – O mecanismo está na posição de totalmente aberto e não é possível inserir as cunhas;

B – O mecanismo está na posição de inserção das cunhas (60mm da posição totalmente aberto);

C – O mecanismo está na posição de totalmente fechado. As cunhas estão sobre as nervuras (planos inclinados), e conseqüentemente as molas estão sob compressão máxima, permitindo a retirada dos ganchos e a inspeção e/ou troca dos refratários.

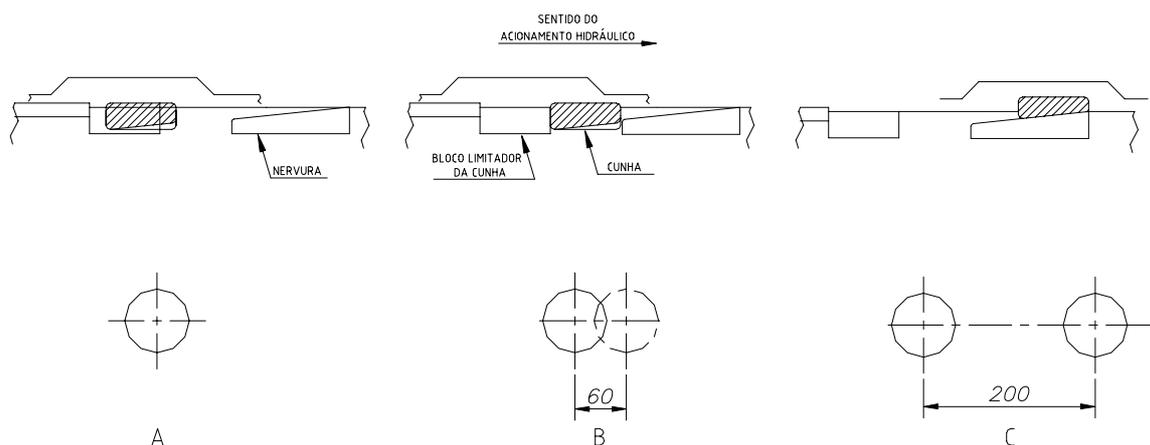


Figura 4. Posicionamento das cunhas.

Este procedimento, relativamente simples, converte a força transmitida pelo cilindro hidráulico em força de compressão das molas helicoidais, sendo que o trabalho manual exercido pelo operador é sensivelmente reduzido, limitando-se a posicionar as cunhas e acionar o cilindro hidráulico através de uma botoeira.

Não existe a possibilidade de o mecanismo ser liberado para operação com as cunhas do sistema de carregamento semi-automático inseridas no mecanismo de tal forma a causar um incidente durante a operação. A existência de blocos em ambos os lados do quadro móvel (Figuras 4A e 4B) não permite que o quadro seja movimentado até a posição de totalmente aberto, caso as cunhas não sejam retiradas.

Sabendo-se que parte do procedimento de preparação da panela antes da sua liberação para operação é a movimentação do mecanismo entre as posições totalmente aberto e fechado, o operador poderá perceber, durante esta verificação, que as cunhas não foram retiradas do mecanismo; conforme ilustra a figura 5.

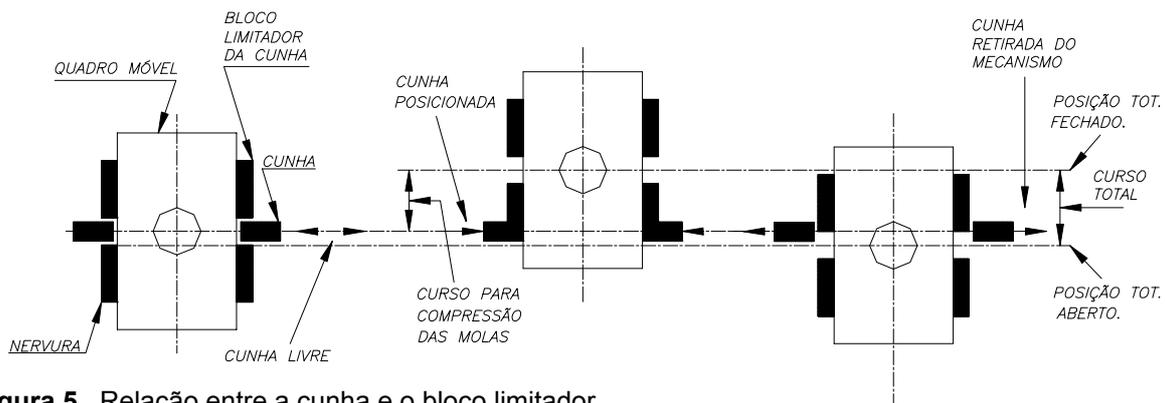


Figura 5. Relação entre a cunha e o bloco limitador.

2.2 Formato Otimizado das Placas

A principal causa da geração de trincas em placas de válvula gaveta é o aparecimento de tensões de tração ao redor do furo. Para evitar o surgimento destas tensões, as placas são cintadas e submetidas a um aperto com cunhas durante a etapa de montagem no mecanismo.

Com o objetivo de minimizar o aparecimento destas tensões de tração, foi desenvolvido pela Krosaki Harima Co. um estudo⁽¹⁾ utilizando a técnica de elementos finitos, de forma a otimizar o formato das placas.

A Figura 6 mostra a placa com o formato convencional e a placa com o formato otimizado. Conforme se pode verificar, a placa com formato otimizado possui cantos arredondados. Além disso, este estudo demonstrou que o local onde é exercida a pressão das cunhas na lateral da placa, exerce grande influência nas tensões geradas. Verificou-se, também, que a área de contato entre cunha e placa deve ser menor que no caso convencional.

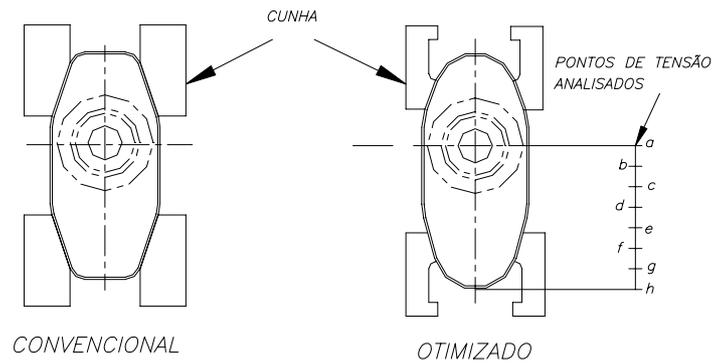


Figura 6. Placas com formato convencional e otimizado (OTSUKA et. al., 2001).

A Figura 7 apresenta os resultados de tensão obtidos ao longo da placa sob duas condições: (A) após o cintamento e (B) após o aperto das placas com a cunha.

Conforme pode ser observado na Figura 7, não há diferenças significativas de tensão entre os dois formatos de placa quando submetidos à condição (A). Contudo, quando posteriormente são submetidas à condição (B), a placa com formato otimizado apresenta resultados de tensão menores e sempre em estado de compressão, que é a condição favorável para evitar o aparecimento de trincas.

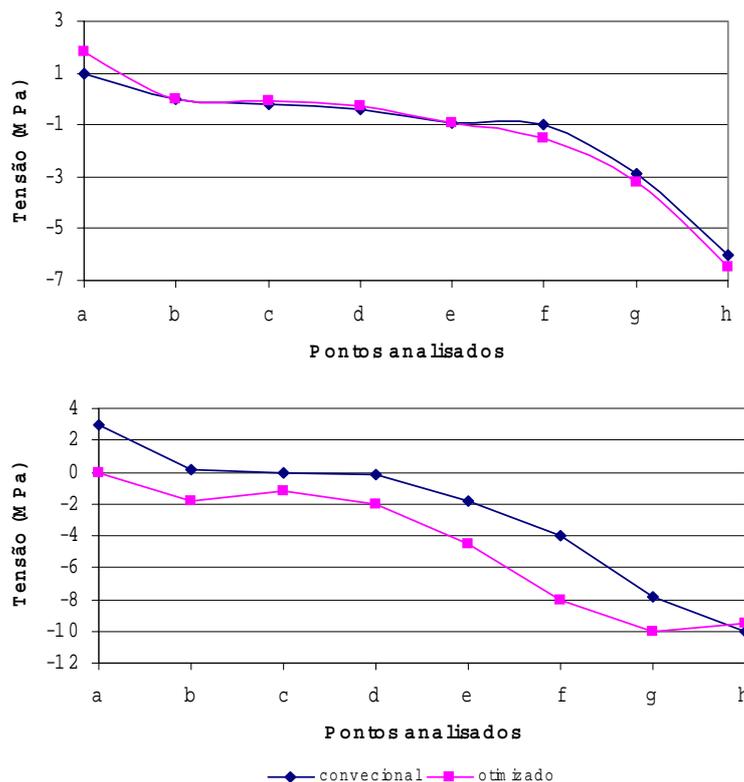


Figura 7. Análises das tensões originadas (A) após o cintamento das placas e (B) após o aperto das placas com as cunhas.⁽¹⁾

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados apresentados abaixo foram obtidos durante operação do mecanismo em uma usina siderúrgica brasileira.

3.1 Trabalhabilidade Operacional

Foi observado, em levantamento de campo, que durante a operação de troca dos refratários que compõem o sistema de válvula gaveta, o tempo requerido para preparação do mecanismo da Série AL foi reduzido sensivelmente comparado-o com o sistema convencional.

As etapas monitoradas foram: limpeza com O₂, abertura do mecanismo, troca das placas e fechamento do mecanismo. Com exceção da limpeza, as demais etapas apresentaram redução do tempo necessário para sua execução, sendo que o ganho total foi da ordem de 40%.

Os procedimentos e métodos utilizados para inspeção das superfícies das placas refratárias após abertura do sistema de válvula gaveta da Série AL são os mesmos adotados nos sistemas convencionais. No entanto, os ganhos de tempo ocorreram principalmente devido à simplicidade do sistema de carregamento semi-automático e ao sistema de fixação das placas refratárias com parafuso único.

O novo sistema de válvula gaveta da Série AL agiliza a operação, economiza tempo e possibilita que a operação de troca de placas seja realizada por uma só pessoa.

3.2 Desempenho das Válvulas

As válvulas superiores e inferiores utilizadas no sistema da Série AL mantiveram as mesmas características das utilizadas no sistema convencional, dessa forma, mantiveram também o mesmo desempenho.

A Figura 8 mostra o desempenho das válvulas superiores durante operação de três campanhas consecutivas de uma mesma panela.

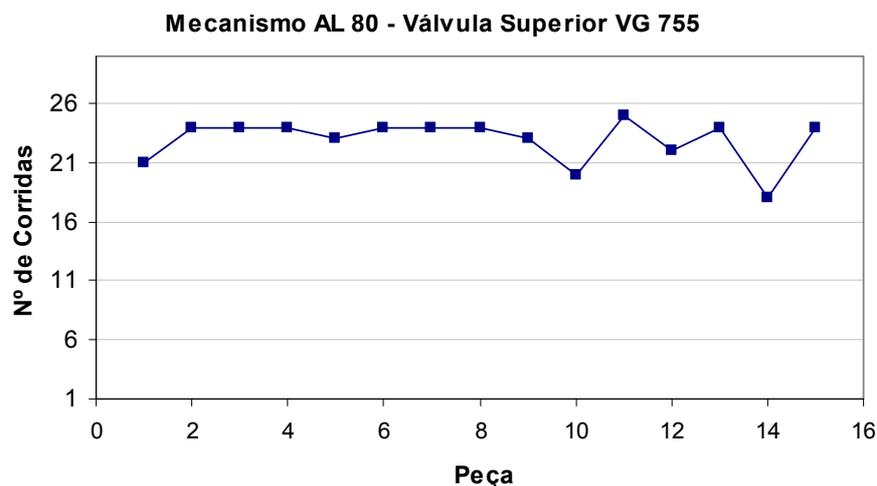


Figura 8. Performance das válvulas superiores no mecanismo AL80.

3.3 Desempenho das placas

As placas utilizadas no sistema da Série AL mantiveram características semelhantes às utilizadas no sistema convencional, porém com avanços na sua geometria objetivando o aumento da resistência à formação de trincas.

Observou-se que a nova geometria permitiu a obtenção de uma melhor distribuição de tensões e a conseqüente minimização da formação de trincas na região de trabalho das placas. Com isso, foram obtidos os mesmos resultados de performance das placas convencionais, no entanto, com um ganho na segurança operacional de todo o conjunto.

A Figura 9 mostra as superfícies de contato das placas do mecanismo da Série AL isentas de trincas.



Figura 9. Placas utilizadas no mecanismo AL 80.

A Figura 10 mostra o desempenho das placas fixa e móvel durante operação de duas campanhas consecutivas de uma mesma panela.

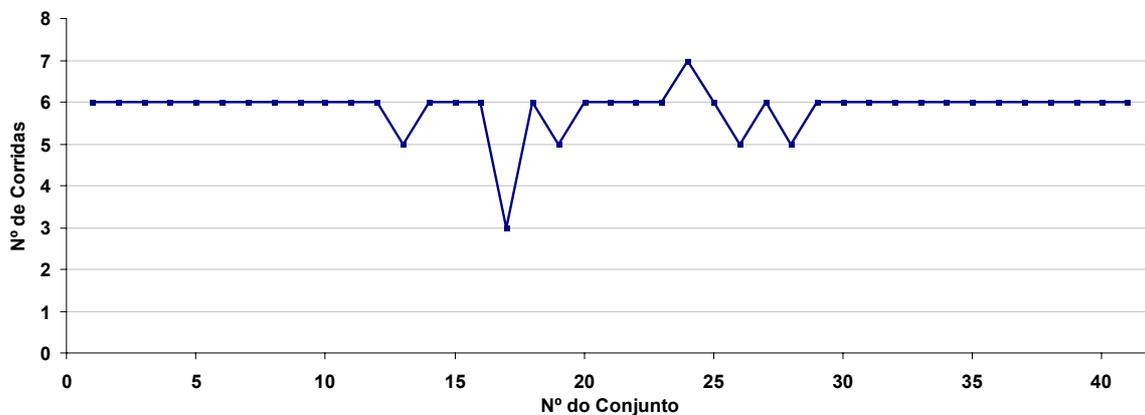


Figura 10. Performance das placas no mecanismo AL 80.

Na Figura 10, o conjunto de placas retirado com apenas três corridas apresentava características normais, no entanto, a panela foi afastada por motivos operacionais.

4 CONCLUSÃO

A utilização de um sistema de válvula gaveta (mecanismo e refratários) adequado e bem dimensionado é de fundamental importância para atender às necessidades de um processo de lingotamento contínuo seguro, eficiente e com uma boa relação de custo e benefício.

Historicamente os mecanismos de válvula gaveta com *know-how* Krosaki Harima Co. têm como premissas o desenvolvimento de sistemas com elevada segurança

operacional e alta performance dos componentes mecânicos e refratários. Essas características foram aprimoradas na Série AL conforme descrito abaixo:

- maior agilidade durante troca das placas refratárias e abertura e fechamento do mecanismo;
- projeto simplificado dos componentes mecânicos;
- projeto avançado visando reduzir a possibilidade de falhas;
- formato das placas refratárias desenvolvido por análise de elementos finitos; e
- tecnologia e confiabilidade Krosaki Harima Corporation.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

OTSUKA, A.; YOKOI, N; OHBA, H. **Slide gate friendly for both operator and refractory**. UNITECR' 01 Cancún: 2001. v.2, p. 1068-1091.

BIBLIOGRAFIA

GALLO, M. **Refratários para lingotamento contínuo**. Contagem: Gráfica Lisboa, 2000.

GALLO, M.; RANGEL, H.; LANA, P. G.; BARRIOS, S. R. **Refratários e insumos para lingotamento contínuo**. Curso ministrado na ABM., 2004.

MOORE, R. **Ladle gate and ergonomic improvements at Dofasco Inc. AISTech 2004 Proceedings**, v.1, p. 1189-1198, 2004.

AL-SERIES LADLE SLIDE GATE SYSTEM AN OVERVIEW⁽¹⁾

Afonso Augusto Bastos Portugal⁽²⁾

Francisco José Carrara Fava⁽³⁾

José Aparecido dos Santos⁽⁴⁾

Maurício dos Santos⁽³⁾

Rodrigo Nazareth Borges⁽⁵⁾

Sebastião Camilo Rocha⁽⁶⁾

Abstract

The transfer of liquid steel from ladle to tundish is a process which has been requiring ongoing improvements on steel quality, operational safety and simplicity. In order to satisfy these requirements, AL Series slide gate system was developed by Krosaki Harima. This system was recently adapted and implemented by Magnesita in a Brazilian steel plant. AL series users can profit from its operational simplicity due to the non use of hydraulic or pneumatic accessories usually required for plate brick exchanges. In addition, a new geometry for the plate brick was designed using numerical simulation techniques to minimize plate brick cracking and hence increase operational safety. Real data related to the use of this system in a Brazilian steel plant is reported.

Key-words: Continuous casting, slide gate, AL Series, plate bricks.

(1) *Technical contribution to XXXVI ABM Steelmaking Seminar, Vitória, May 2005.*

(2) *Mechanical Engineer, Design Engineer - Magnesita S.A.*

(3) *Mechanical Engineer, Mechanisms Technical Assistant – Magnesita S.A.*

(4) *Mechanical Engineer, Development Engineering – Cosipa S.A.*

(5) *Mechanical Engineer, M.Sc., Research and Development Center – Magnesita S.A*

(6) *Metallurgist Technician, Operation Assistant – Cosipa S.A.*