

REFORMA DE CONVERTEDORES SEM INTERRUPÇÃO DA PRODUÇÃO¹

*Michael Löcken²
Wolfgang Schulte³
Guido Kleinschmidt⁴
Rolf Best⁵
Pedro Braga⁶*

Resumo

Para manter o parque industrial atualizado e em condições operacionais adequadas, a fim de assegurar a maior eficiência possível em relação a produção e custos, a ThyssenKrupp Stahl AG optou por substituir os três convertedores de sua usina de Beeckerwerth sem interrupção de produção. Nesta reforma, foi adotada a mais avançada tecnologia de projeto, construção e desmontagem / montagem disponível, para possibilitar aos novos convertedores corridas nominais maiores em relação ao projeto original (+ 25 ton), através da otimização do espaço disponível para aumentar o volume interno do vaso. O acionamento e os mancais dos convertedores foram re-utilizados. Foram selecionados materiais de última geração, de granulação fina e elevada resistência ao calor, mantendo ao mesmo tempo condições de fabricação convencionais e com isto seguras (conformação e solda), bem como assegurando excelentes condições de manutenção. A drástica diminuição do calor conduzido pelo revestimento ao costado do vaso é assegurada pelo sistema de suspensão por lamelas e uma folga entre vaso e o anel de sustentação de 180 mm, sem meios de refrigeração adicionais. O acompanhamento das primeiras campanhas dos convertedores e as medições no revestimento não mostraram nenhuma deformação nos vasos. Para minimizar o impacto da reforma sobre a produção foram adotadas metodologias novas, reduzindo as desmontagens de partes do equipamento (enclausuramento) e empregando equipamentos especiais de manuseio e movimentação de peças. A programação da troca dos convertedores baseou-se nas paradas programadas da aciaria, de forma a minimizar paradas adicionais.

Palavras-chave: Converteedor; Modernização; Reforma

REVAMPING OF CONVERTER VESSELS WITH UNINTERRUPTED PRODUCTION

As part of the steelworks modernisation at ThyssenKrupp Stahl AG, SMS Demag has replaced three converters. The special feature of this was that the modernisation work took place while production was continuing. It was also decided that the existing installation space and the existing drives should be utilised for the new converters. SMS Demag has solved this challenge, which comprised problems of both a plant engineering and a logistical nature, by means of a comprehensive planning concept which gave detailed attention to every process step right from the outset. The extensive worldwide experience of SMS Demag likewise helped to ensure that this particularly demanding modernisation was successfully implemented in a short time, actually beating the agreed deadline.

¹ Trabalho apresentado no XXXVII Seminário de Aciaria - Internacional, 21 a 24 de maio de 2006, Porto Alegre, RS

² Dipl. Ing., ThyssenKrupp Stahl AG, Duisburg-Beeckerwerth, Alemanha

³ Dipl. Ing., ThyssenKrupp Stahl AG, Duisburg-Beeckerwerth, Alemanha

⁴ Dr. Ing., SMS Demag AG, Düsseldorf, Alemanha

⁵ Dipl. Ing., SMS Demag AG, Düsseldorf, Alemanha

⁶ Eng., SMS Demag Ltda, Belo Horizonte, Brasil (apresentador)

INTRODUÇÃO

Como parte do processo de modernização de sua aciaria LD, a ThyssenKrupp Stahl AG substituiu seus três convertedores. A característica especial desta substituição é que ela ocorreu sem interrupção da produção. Foi também decidido que o espaço físico disponível na instalação existente, assim como os acionamentos de giro, seriam mantidos nos novos convertedores. Este desafio, que compreendia problemas tanto de engenharia da planta como de natureza logística, foi solucionado por meio de uma nova concepção de planejamento abrangente, que deu atenção pormenorizada a cada etapa do processo. A ampla experiência mundial em tarefas similares das empresas envolvidas ajudou igualmente a assegurar que a modernização fosse implementada com sucesso em curto prazo, cumprindo o cronograma contratual.

A Situação

A aciaria a oxigênio no. 2 da ThyssenKrupp Stahl AG em Duisburg-Beeckerwerth têm uma capacidade de produção de aproximadamente 5,6 milhões de toneladas de aço bruto por ano. Dois dos três convertedores produzem uma média de 63 corridas por dia, com um peso líquido de 265 t por corrida, que são fundidas em duas máquinas de lingotamento contínuo de placas.

Os convertedores 1 e 2 entraram em operação desde 1969 e o convertedor 3 em 1971. No período de operação desde então, os convertedores foram submetidos a elevadas cargas térmicas, que resultaram em tensões e deformações. Com o decorrer dos anos, a seção cilíndrica do vaso do convertedor abaulou-se tanto para fora que, em determinados pontos, chegou a tocar o anel de sustentação do vaso. Devido à resultante redução da folga entre o vaso e seu anel de sustentação, a refrigeração natural deteriorou-se, provocando superaquecimento e conseqüentes trincas no anel.

Por meio de reparos executados em 1996 e em 1997, a seção cilíndrica do vaso foi recolocada novamente em ordem, para re-assegurar o resfriamento originalmente previsto. Já era, entretanto, evidente que isto representaria apenas uma solução paliativa, uma vez que os convertedores fatalmente sofreriam novamente os abaulamentos. Era necessário eliminar o problema em caráter definitivo.

A solução consistiu em reprojeter completamente os convertedores do ponto de vista da resistência a alta temperatura do vaso e de maximização da folga entre o anel e o vaso, levando em consideração o espaço disponível para a instalação. Mediante estas condições e exigências, o planejamento conjunto entre a ThyssenKrupp Stahl e SMS Demag teve início.

Exigências relativas ao projeto

Para o projeto dos novos convertedores foi necessário desenvolver uma concepção que permitiria ao mesmo tempo um resfriamento natural otimizado e a expansão térmica axial e radial do vaso. Isto foi solucionado utilizando o conceito de suspensão por lamelas.

A seguinte exigência teria de ser consideradas para isto: os acionamentos existentes nos convertedores teriam de ser re-utilizados. Foi também decidido que os espaços existentes na instalação seriam utilizados ao máximo, a fim de aumentar o volume

específico do convertedor e tornar possível incrementar o peso líquido do aço em 25 ton. O material empregado deveria ser aço com granulação fina, de elevada resistência ao calor, para o vaso e para o anel (P460NH / P355NH). O projeto deveria ser de tal tipo que a simples utilização da dissipação natural de calor deveria ser suficiente para a refrigeração. Não foi previsto resfriamento adicional por ar ou água. Todos os componentes do convertedor deveriam apresentar nenhuma ou baixíssima necessidade de manutenção.

Era também muito importante que a modernização total fosse completada dentro do menor período de tempo possível, tendo sido estipulado um máximo de 35 dias.

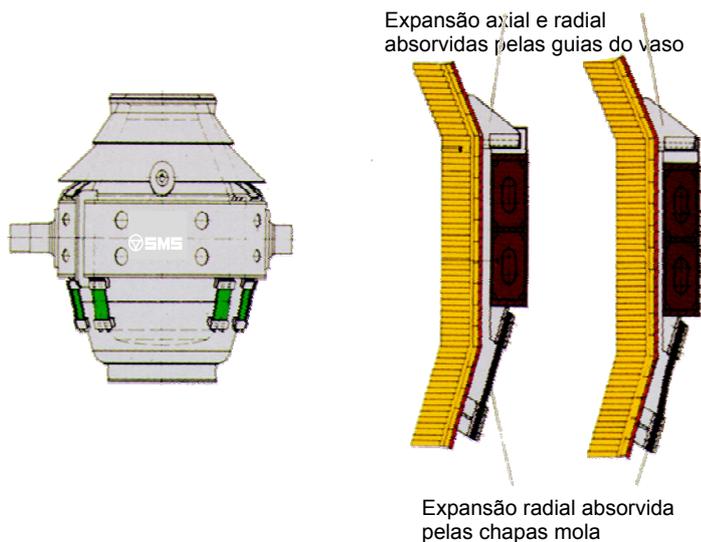


A Concepção do Convertedor

A abrangente experiência prática em modernas concepções de convertedores adquirida num grande número de projetos de reforma bem sucedidos, colocada à disposição pelo fornecedor da reforma, foi um fator importante no sucesso da operação. As vantagens almejadas eram: ampliação da capacidade unitária dos convertedores, aumento de rendimento, aumento de produção, economia nos materiais da carga, aumento da vida do revestimento refratário e redução no tempo de revestimento.

Os três novos convertedores da Usina de Beeckerwerth da ThyssenKrupp Stahl AG foram projetados em conformidade com as exigências acima. A necessidade de resfriamento natural é satisfeita por uma ampla folga de 180 mm entre o vaso e o anel e pelo comprovado sistema de suspensão por lamelas. Cada convertedor compreende os seguintes conjuntos principais:

- Vaso
- Anel de sustentação com munhões
- Escudo protetor contra escória
- Bases de suporte dos mancais
- Blindagem térmica para o anel



Absorção da deformação do vaso

A seguir uma lista geral dos dados técnicos:

- | | |
|--|------------|
| - Capacidade nominal do vaso: | 265/290 t. |
| - Diâmetro do vaso: | 8,060 mm. |
| - Altura do vaso (inclusive anel da boca): | 9,900 mm. |
| - Abertura do vaso na boca: | 4,300 mm. |
| - Distancia entre centros dos mancais: | 10,900 mm. |

Fabricação dos Convertedores

Quarenta e uma placas de várias dimensões, nas qualidades P 460 NH para o vaso e P 355 NH para o anel (ambas altamente resistentes ao calor), foram produzidas usando os convertedores existentes na ThyssenKrupp Stahl AG, lingotadas nos lingotamentos contínuos, laminadas no laminador de chapas grossas de Duisburg e disponibilizadas para uso. Os novos convertedores foram então fabricados a partir destas chapas, sob permanente supervisão de qualidade.

Para possibilitar que os componentes estruturais fossem alinhados na obra da forma mais rápida e confiável possível, um completo arranjo de teste foi pré-montado na fábrica, juntamente com as correspondentes verificações dimensionais e a fixação de guias e esperas auxiliares para a montagem de campo. Para obter economia adicional de tempo, o cubo da engrenagem e ambos os rolamentos de rolos auto-compensadores dos mancais dos munhões foram pré-montados nos munhões na fábrica, eliminando a montagem de obra.

A Concepção da Montagem

Não somente as tarefas e problemas relativos ao projeto e aos aspectos específicos de materiais significaram grandes desafios, mas acima de tudo a seqüência das etapas individuais da montagem, a serem implementadas dentro do menor tempo de reforma possível, exigiu do planejamento uma abordagem completamente nova. Decidiu-se abandonar o método convencional de desmontagem e montagem do

convertedor e desenvolver uma nova concepção de montagem, juntamente com uma empresa de serviços do grupo ThyssenKrupp.

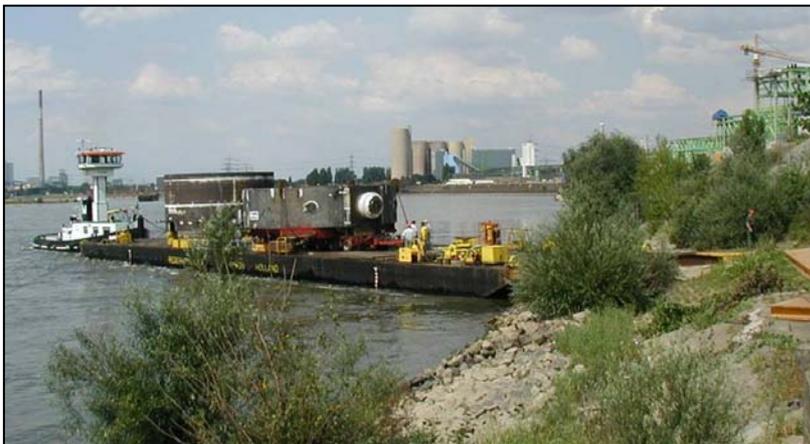
Nesta concepção de montagem, deixou de existir a desmontagem e posterior remontagem da plataforma do convertedor (processo extenso e demorado). Em vez disso, a concepção é caracterizada pela utilização de uma esteira móvel na plataforma do convertedor e um equipamento móvel para elevação e giro, a fim de posicionar o convertedor pré-montado. Esta inovação permitiu que diminuir consideravelmente o período de parada para a reforma. Em média, somente 29,6 dias foram necessários para cada uma das três reformas.

Por motivos de economia, o projeto existente do acionamento do convertedor e dos mancais dos munhões foi mantido. Somente o mancal do munhão do lado do acionamento foi projetado para, em caso de dano no rolamento, ser possível substituí-lo por rolamento auto-compensador de rolos bipartido. Para esta finalidade, as modificações relevantes foram executadas na caixa do mancal do lado do acionamento e o novo tipo de rolamento auto-compensador de rolos bipartido foi inserido.

Transporte Especial e Pré Montagem

Devido ao porte e peso dos componentes estruturais, decidiu-se pelo transporte por via fluvial. Para ilustrar o fato, aqui estão os pesos mais importantes:

- Anel com munhões: 135 t.
- Seção intermediária do vaso: 63 t.
- Seção inferior do vaso: 57 t.
- Seção do cone do vaso: 54 t.



Transporte fluvial

Os quatro maiores componentes de cada convertedor foram transportados para Duisburg-Ruhrort em barcaças fluviais. Lá eles foram descarregados e transportados sobre carretas especiais para transporte pesado até próximo à usina.

Imediatamente após o transporte interno até a aciaria, os componentes foram movidos para a posição de pré-montagem. Operações específicas de pré-montagem foram efetuadas segundo as condições de espaço existente na usina e as condições pré-estabelecidas de transporte. As operações individuais foram: posicionamento da seção intermediária, superposição do anel no convertedor, montagem da seção inferior, solda à seção intermediária e fixação das lamelas.

Desmontagem e Preparação para a Instalação

A título de exemplo, descrevemos abaixo a modernização do convertedor no. 2. O revestimento do convertedor existente foi demolido e o convertedor limpo; o carro de escória foi removido e o poço do convertedor foi aterrado com cascalho para ser usado como caminho para os transportadores especiais, que foram montados nesta posição. Ao mesmo tempo, o trabalho de desmontagem começou dentro do enclausuramento do convertedor. Os componentes do velho convertedor foram removidos com guindastes, pontes rolantes do galpão e veículos para fins especiais e levados até o pátio de sucata, sendo lá cortados em tamanhos adequados para a carga dos convertedores.

Instalação dos Componentes Novos



Transporte ao longo do galpão

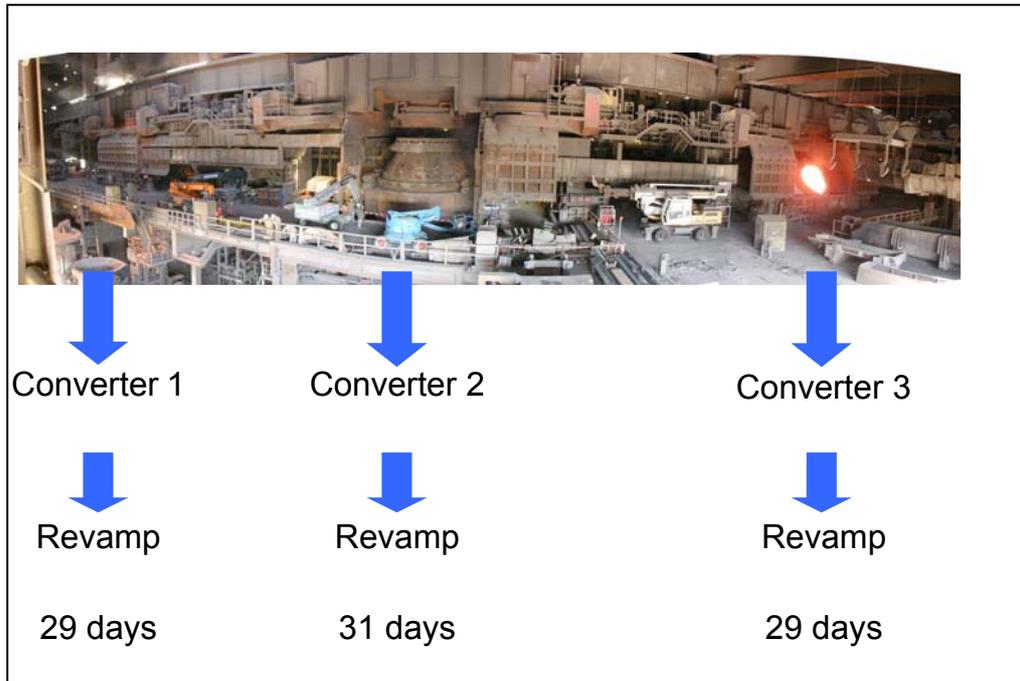
Colocação na esteira móvel

Após terem sido revisadas depois da desmontagem, as caixas dos mancais foram instaladas no convertedor pré-montado. Através do transportador especial, o convertedor preparado, ainda sem o cone, foi transportado até a área de aproximação da ponte rolante do galpão. Após ter sido transportado pela ponte rolante do galpão ao longo do comprimento da ala de carregamento e girado de 90°, o convertedor foi posicionado sobre o dispositivo hidráulico de deslocamento. O convertedor foi a seguir levado por este dispositivo até a posição de operação, posicionado com precisão milimétrica e novamente girado de 90°, com toda a carga sendo assumida por um equipamento de elevação e giro. Após o convertedor ter sido precisamente alinhado e colocado em sua posição final, as engrenagens do convertedor foram instaladas. Em seguida, o cone do convertedor foi transportado através da ala de carga e colocado da mesma forma no dispositivo de elevação de um veículo para fins especiais, alinhado e elevado. O cone foi soldado ao convertedor, mantido em posição invertida.

Começou então a fase final do trabalho: soldagem de todos os cordões, fixação do escudo protetor de escória e verificação de interferências, bem como a colocação do revestimento refratário. Uma operação de teste também foi efetuada para aferição da posição da lança. Após isto, tudo estava pronto para o aquecimento do vaso, carregamento e início do processo de sopro para a primeira corrida, depois de decorrido um período de reforma de somente 31 dias.

Todos os três convertedores, que estão situados um próximo ao outro, foram reformados em concordância com o procedimento descrito. Os tempos gastos com as reformas foram os seguintes para os três convertedores:

- 1ª Reforma: Converteor 2, reforma em 31 dias.
- 2ª Reforma: Converteor 1, reforma em 29 dias.
- 3ª Reforma: Converteor 3, reforma em 29 dias.



Resumo

A reforma dos três convertedores da Aciaria de Beeckerwerth da ThyssenKrupp Stahl AG foi necessária para manter a disponibilidade operacional da aciaria e colocar os convertedores em condições de atender às exigências mais restritas da produção de aço.

Os convertedores foram preparados para suportar as cargas térmicas inerentes ao processo LD por meio da utilização do comprovado sistema de suspensão por lamelas, da previsão de uma grande folga de 180 mm entre o anel e o vaso e pelo uso de aços com granulação fina e elevada resistência ao calor. Isto foi conseguido sem meios refrigerantes adicionais, uma vez que um adequado grau de resfriamento é assegurado somente através das correntes térmicas naturais. O acompanhamento das primeiras campanhas dos convertedores e a efetuação de medições no revestimento dos mesmos mostrou que nenhuma deformação de qualquer natureza foi produzida nos vasos.

Os vasos tiveram condições de ser consideravelmente expandidos em volume interno, mediante a utilização otimizada do espaço disponível para a instalação. Isto permitiu que o volume específico fosse significativamente incrementado em relação ao projeto antigo, mantendo o mesmo peso líquido. O peso da corrida tem condições de ser aumentado no futuro em 25 t.

O tempo de parada para a reforma de convertedores deste tipo pode ser consideravelmente reduzido através da implementação bem sucedida de um inovador conceito de montagem, no qual se utilizaram veículos para fins especiais e equipamentos hidráulicos móveis para elevação e giro. As interferências na produção provocados pelos trabalhos da reforma foram reduzidas a um mínimo, pois foram previstas para ocorrerem nos períodos de parada preventiva.

Por meio de um preciso balanceamento dos torques incidentes no convertedor e no anel, o acionamento do convertedor e os mancais dos munhões puderam ser reutilizados, com todas as alterações necessárias sendo feitas para permitir o uso de rolamentos bipartidos em caso de qualquer dano no mancal, e assim reduzir o tempo de reparo a um mínimo.