

MONITORAÇÃO DA INCLINAÇÃO DO PISTÃO E LUBRIFICAÇÃO DE UM GASÔMETRO, UTILIZANDO PIMS

*José Amador Ribeiro Ubaldo Filho*¹

*José Geraldo da Silva Moreira*²

Resumo

Este trabalho teve como objetivo prover às equipes de manutenção e operação uma ferramenta que permita a monitoração contínua da inclinação do pistão durante a sua movimentação. São utilizados sensores “laser” para a monitoração contínua da posição de 4 pontos do pistão. Estes dados são adquiridos em tempo real pelo sistema de automação e armazenados no banco de dados do Sistema de Gerenciamento das Informações da Planta - PIMS. São disponibilizadas informações históricas e instantâneas como gráficos de inclinação, valores de atrito por nível, maior desnível por período, etc. Foi possível tomar ações corretivas que resultaram nos seguintes ganhos: melhoria na lubrificação do gasômetro através da identificação das regiões com agarramento; balanceamento do pistão através da identificação de desnivelamento do pistão; redução do desgaste na vedação do gasômetro devido à melhora na lubrificação e no balanceamento; redução do risco operacional por redução da inclinação média do pistão durante a sua operação e aumento da vida útil do gasômetro.

Palavras-chave: Gasômetro; Pistão; Monitoração; PIMS.

MONITORING OF THE INCLINATION OF PISTON AND GASHOLDER LUBRICATION, USING PIMS

Abstract

This paper aims at to provide an overview of a continuous inclination-monitoring tool of coke-oven gasholder piston for maintenance and operation teams. Laser sensors are used to continuously monitoring of four points on piston. These measurements are acquired in real time by the automation system and stored in the Plant Information Management System (PIMS) database. Historical and instant data are available such as piston's inclination, friction at a particular gasholder level, the highest inclination during the period and other information. These data have allowed corrective actions leading to these advantages: better performances of gasholder lubricating system, identifying areas with lubrication problems; correct piston's leveling, identifying continuously piston's inclination; stress reduction on gasholder sealing, due to corrective actions in lubricating and leveling systems; operational risk reducing by decreasing of the piston's average inclination during sliding and gasholder lifetime increasing.

Key words: Gasholder; Piston; Monitoring; PIMS.

1 INTRODUÇÃO

1.2 Visão Geral do Sistema de Distribuição de Gases Combustíveis

A área de gases combustíveis da Gerdau Açominas, responsável pelo armazenamento e distribuição dos gases combustíveis gerados no processo siderúrgico, é composta basicamente pelos seguintes equipamentos: gasômetro de Alto-Forno (GAF), 2 boosters para o gasômetro de GAF, gasômetro de Coqueria (GCO), 2 boosters para o gasômetro de GCO, gasômetro de

Aciaria (GAC), 3 boosters para o gasômetro de GAC, 2 torres de combustão e equipamentos auxiliares. Os gases gerados nas plantas de Alto-Forno, Coqueria e Aciaria, são armazenados respectivamente nos gasômetros de GAF, GCO e GAC e posteriormente distribuídos para as diversas áreas operacionais da usina, onde são utilizados como combustível. As Torres de Combustão são utilizadas para a queima dos gases nas situações em que a geração é maior do que o consumo de gás, sendo impossível o armazenamento deste excesso nos gasômetros.

Os gasômetros de GAF e GCO da Gerdau Açominas são do tipo Klonne e foram construídos na metade da década de 70, entrando em operação em Julho de 1986 com o início da operação integrada da usina.

¹ Analista de Sistemas Industriais – Gerdau Açominas

² Engenheiro de Manutenção - Gerdau Açominas

1.2 Descrição do Funcionamento de um Gasômetro Klonne

Um gasômetro do tipo Klonne é composto de um tanque cilíndrico e um pistão que se movimenta em seu interior. A variação do nível do pistão ocorre em função do volume de gás que entra e sai do gasômetro.

A principal função do gasômetro é manter constante a pressão na linha de distribuição de gás, absorvendo as variações decorrentes das alterações no consumo e produção de gás. Como a área do pistão é constante, a determinação da pressão da linha é obtida pelo ajuste do peso do pistão. O peso correto é obtido com a colocação de blocos de concreto em uma estrutura de sustentação metálica montada ao longo do perímetro do pistão.

Para impedir o vazamento de gás e o contato do mesmo com o ar acima do pistão, o que criaria uma mistura explosiva, existe um sistema de vedação composto por vários anéis de borracha.

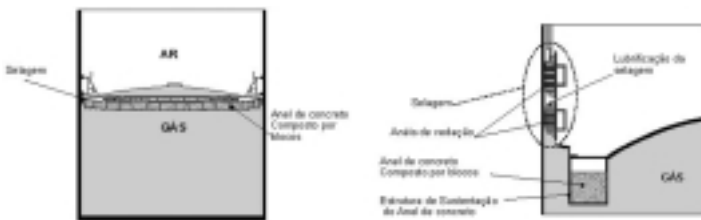


Figura 1. Anel de concreto para ajuste de peso do pistão e sistema de vedação.

1.3 Histórico

Este projeto surgiu para atender a uma solicitação da célula Distribuição de Gases Combustíveis da Gerdau Açominas de implementação de uma ferramenta de monitoração contínuo da inclinação do pistão do gasômetro de gás de coqueria.

A principal causa da solicitação seria o temor de uma possível explosão causada por uma inclinação elevada do pistão. Entre algumas possíveis causas, esta inclinação poderia ser proveniente do desprendimento de alguns blocos do anel de concreto após a corrosão da estrutura de sustentação dos mesmos por agentes componentes do gás de coqueria. Com a inclinação do pistão ocorreria vazamento de gás e atrito entre as partes metálicas móveis do pistão e o costado do gasômetro, com a conseqüente geração de faíscas. Estas faíscas em contato com o gás de coqueria que vazaria do gasômetro, mais a presença de ar acima do pistão, ocasionariam uma explosão.

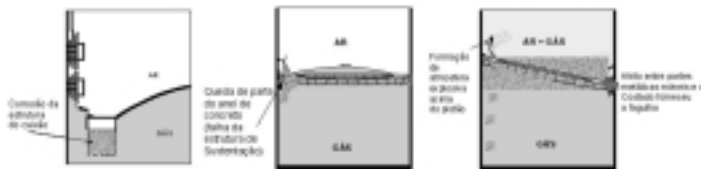


Figura 2. Sequência de eventos antecedentes à explosão.

A implantação de um sistema de monitoração contínua da inclinação do pistão permitiria detectar valores de inclinação superior aos limites estabelecidos pelo fabricante. Este sistema permitiria também identificar não só a incorreta distribuição dos pesos, como falhas no sistema de lubrificação e selagem. Esta análise se faz necessária uma vez que alterações na selagem também podem ocasionar vazamentos e riscos de explosão no interior do gasômetro.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Medição

Para a monitoração do nível do pistão foram instalados 4 medidores de nível a "laser" no teto do gasômetro, defasados entre si em 90 graus. Para atender aos critérios de segurança exigidos às instalações em área classificada foi desenvolvido um invólucro para o medidor junto a um fabricante. A inclinação do pistão é calculada no sistema de automação e nas planilhas elaboradas.



Figura 3. Fotos das montagens dos sensores no teto do gasômetro.

2.2 Arquitetura

Para implementação do sistema proposto foi utilizada a arquitetura já existente do sistema de automação do processo de distribuição e controle de gases combustíveis da Gerência de Engenharia Operacional e Utilidades da Gerdau Açominas.

A Figura 4 apresenta a arquitetura utilizada, estando o caminho do sinal da sua origem até o usuário final realçado em vermelho. Os sinais dos 4 medidores de nível a "laser" são enviados a uma FCS (Estação de Controle de Campo) instalada na sala de operação local dos gasômetros de Alto-Forno e Coqueria. Nesta FCS é realizado o tratamento matemático básico dos sinais e são criadas funções de monitoração e alarme da inclinação instantânea do pistão. Estas informações são disponibilizadas nas estações de operação (HIS), localizadas nas salas de controle local dos gasômetros e na sala de controle central localizada na central termoeletrica.

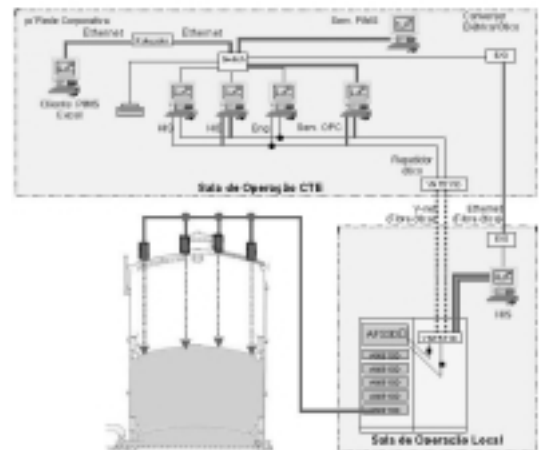


Figura 4. Arquitetura do Sistema de Gases Combustíveis

Por ser mais oneroso o tratamento completo dos dados na FCS, estes dados são enviados pelo servidor OPC ao servidor PIMS e disponibilizados para toda a rede corporativa. Uma vez disponíveis na rede corporativa, os clientes PIMS fazem acesso a estes dados por meio de planilhas do MS-Excel ou de telas configuráveis.

As ferramentas elaboradas utilizam o sistema PIMS para aquisição dos dados e realizam cálculos mais complexos para extração de diversas informações adicionais relacionadas às condições operacionais do gasômetro.

2.3 Tratamento Matemático

A questão a ser resolvida era basicamente a seguinte:

Como identificar o maior desnivelamento do pistão, uma vez que não se tem garantia que este desnivelamento ocorrerá nas posições onde foram instalados os medidores de nível a laser?

A solução encontrada seria determinar algebricamente os demais pontos e calcular o desnível resultante em cada par de colunas simétricas.

Os medidores de nível fornecem valores reais para 4 pontos do pistão, medidos em relação ao teto do gasômetro. Para definirmos um plano geométrico são necessários apenas 3 pontos; desta forma, os 4 pontos foram agrupados 3 a 3 para cálculo de 4 planos. A partir destes planos é calculado o plano médio, passando a ser referência da posição do pistão. Caso haja algum laser em manutenção ou seja detectada inconsistência nos dados medidos, o seu valor é desprezado e o plano obtido pelos demais pontos assume a referência de posição do pistão. A intersecção deste plano com o cilindro do gasômetro permite obter a altura dos demais pontos do pistão, referenciados pelas colunas do cilindro do gasômetro.

Na Figura 5 é mostrado um gráfico polar com os desníveis nas várias colunas do gasômetro.

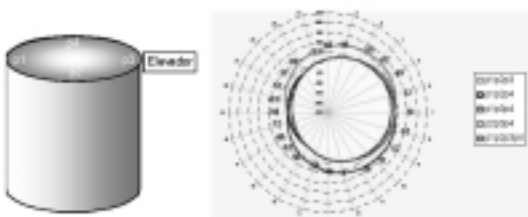


Figura 5. Gráfico polar com os desníveis nas várias colunas do gasômetro.

2.4 Controle dos Dados

Foram criadas planilhas para acompanhamento da operação do gasômetro onde são disponibilizados relatórios históricos e instantâneos com informações on-line, por turno e diárias.

| RELAJO | | | | Inclinação Diária | | | |
|------------------|---------------|-----------------|---------------------------|----------------------------|------------------------------|----------------------------|----------------------|
| Data Hora | Mais Desnivel | Nivel Simétrico | Pressão Interna Gasômetro | Medições Válidas de Linhas | Medições Válidas Descartadas | Medições Válidas de Linhas | Medição Média Diária |
| Total | | Máximo | | Mínimo | | | |
| 20/06/2006 08:30 | 001.0000 | 0.10 | 001.0000 | 0.000000 | 0 | 0.00 | 0.00% |
| 20/06/2006 09:30 | 001.0000 | 0.10 | 001.0000 | 0.000000 | 0 | 0.00 | 0.00% |
| 20/06/2006 10:30 | 001.0000 | 0.10 | 001.0000 | 0.000000 | 0 | 0.00 | 0.00% |
| 20/06/2006 11:30 | 001.0000 | 0.10 | 001.0000 | 0.000000 | 0 | 0.00 | 0.00% |
| 20/06/2006 12:30 | 001.0000 | 0.10 | 001.0000 | 0.000000 | 0 | 0.00 | 0.00% |
| 20/06/2006 13:30 | 001.0000 | 0.10 | 001.0000 | 0.000000 | 0 | 0.00 | 0.00% |
| 20/06/2006 14:30 | 001.0000 | 0.10 | 001.0000 | 0.000000 | 0 | 0.00 | 0.00% |
| 20/06/2006 15:30 | 001.0000 | 0.10 | 001.0000 | 0.000000 | 0 | 0.00 | 0.00% |
| 20/06/2006 16:30 | 001.0000 | 0.10 | 001.0000 | 0.000000 | 0 | 0.00 | 0.00% |
| 20/06/2006 17:30 | 001.0000 | 0.10 | 001.0000 | 0.000000 | 0 | 0.00 | 0.00% |
| 20/06/2006 18:30 | 001.0000 | 0.10 | 001.0000 | 0.000000 | 0 | 0.00 | 0.00% |
| 20/06/2006 19:30 | 001.0000 | 0.10 | 001.0000 | 0.000000 | 0 | 0.00 | 0.00% |
| 20/06/2006 20:30 | 001.0000 | 0.10 | 001.0000 | 0.000000 | 0 | 0.00 | 0.00% |
| 20/06/2006 21:30 | 001.0000 | 0.10 | 001.0000 | 0.000000 | 0 | 0.00 | 0.00% |
| 20/06/2006 22:30 | 001.0000 | 0.10 | 001.0000 | 0.000000 | 0 | 0.00 | 0.00% |
| 20/06/2006 23:30 | 001.0000 | 0.10 | 001.0000 | 0.000000 | 0 | 0.00 | 0.00% |
| 20/06/2006 00:30 | 001.0000 | 0.10 | 001.0000 | 0.000000 | 0 | 0.00 | 0.00% |
| 20/06/2006 01:30 | 001.0000 | 0.10 | 001.0000 | 0.000000 | 0 | 0.00 | 0.00% |
| 20/06/2006 02:30 | 001.0000 | 0.10 | 001.0000 | 0.000000 | 0 | 0.00 | 0.00% |
| 20/06/2006 03:30 | 001.0000 | 0.10 | 001.0000 | 0.000000 | 0 | 0.00 | 0.00% |
| 20/06/2006 04:30 | 001.0000 | 0.10 | 001.0000 | 0.000000 | 0 | 0.00 | 0.00% |
| 20/06/2006 05:30 | 001.0000 | 0.10 | 001.0000 | 0.000000 | 0 | 0.00 | 0.00% |
| 20/06/2006 06:30 | 001.0000 | 0.10 | 001.0000 | 0.000000 | 0 | 0.00 | 0.00% |
| 20/06/2006 07:30 | 001.0000 | 0.10 | 001.0000 | 0.000000 | 0 | 0.00 | 0.00% |
| 20/06/2006 08:30 | 001.0000 | 0.10 | 001.0000 | 0.000000 | 0 | 0.00 | 0.00% |

Figura 6. Relatório de 3 dias com informações pertinentes ao controle da inclinação do pistão

Nos relatórios podemos acompanhar as seguintes informações:

- Desnível: data, hora, valor, colunas, nível e pressão interna do gasômetro.
- Qualidade: Medições acima do limite de segurança, medições válidas realizadas, medições descartadas, percentual de medições válidas acima do limite de segurança.

Além destes relatórios estão disponíveis gráficos de tendência, gráficos radares e gráficos de barra para análise histórica e on-line de alguns parâmetros como inclinação, pressão, nível e atrito.

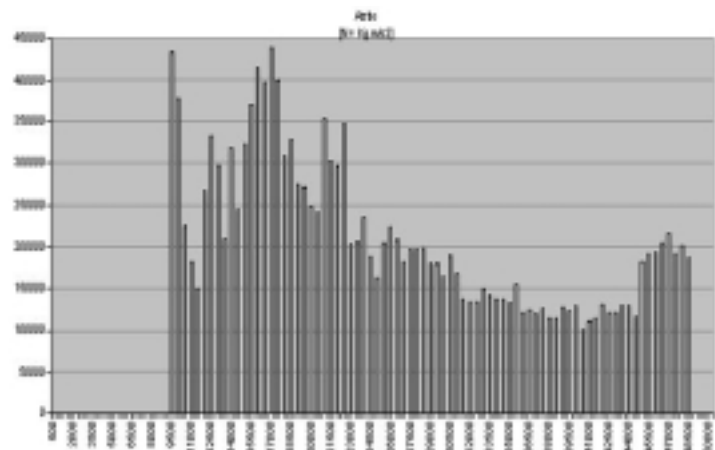


Figura 7. Gráfico de barras para análise setorial do atrito.

O atrito é calculado para um período de movimentação determinado e obtido através das forças relacionadas à pressão interna, área, peso e aceleração do pistão. O valor de atrito apresentado é um valor médio calculado por faixas de nível do gasômetro; definido para faixas de 500 Nm³.

2.4.1 Ajuste dos sistemas de lubrificação e balanceamento

A análise do gráfico de inclinação do pistão em conjunto com a informação de nível do gasômetro permite a identificação de cenários onde são evidenciadas falhas setoriais na lubrificação das paredes do gasômetro. Estas condições são caracterizadas por inversões bruscas e momentâneas na polaridade da inclinação do pistão.

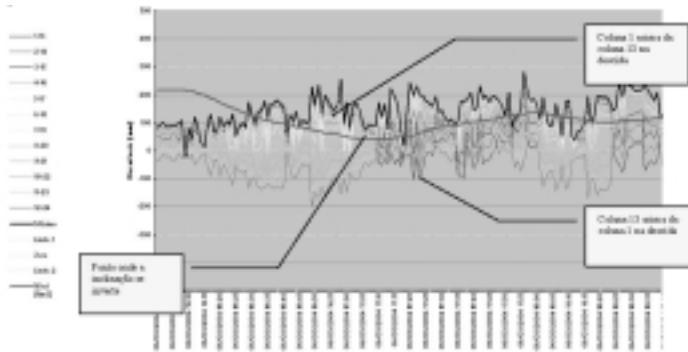


Figura 8. Curva típica de deficiência de lubrificação do pistão

De forma semelhante, o desbalanceamento do pistão pode ser identificado e estimado através da análise do mesmo gráfico. Na identificação de um cenário onde não há alteração do nível do gasômetro é possível detectar a inclinação do pistão, possivelmente causada pela má distribuição dos pesos ao longo do seu perímetro.

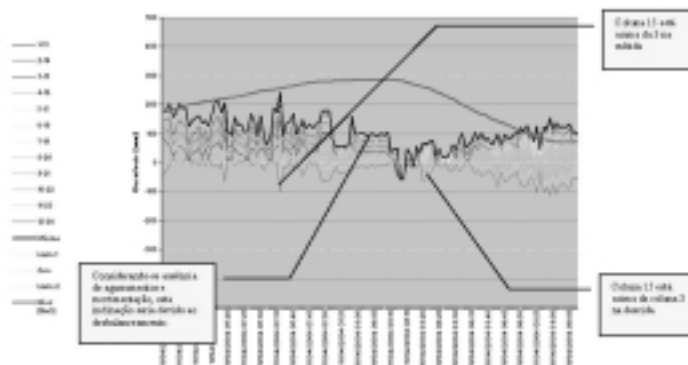


Figura 9. Curva típica de necessidade de balanceamento do pistão

3 RESULTADOS

Com a monitoração contínua do pistão orientada pelos cálculos de inclinação foi possível tomar ações corretivas que resultaram nos seguintes ganhos:

- Melhoria na lubrificação do gasômetro através da identificação das colunas com agarramento.
- Balanceamento do pistão através da identificação de desnivelamento do pistão.
- Redução do desgaste na vedação do gasômetro devido à melhora na lubrificação e no balanceamento.
- Redução do risco operacional por redução da inclinação média do pistão durante a sua operação, limitada a 300 mm.
- Aumento da vida útil do gasômetro.

As Figuras 10 e 11 mostram o comportamento do gasômetro durante uma elevação rápida de nível, antes e após a implantação do sistema.

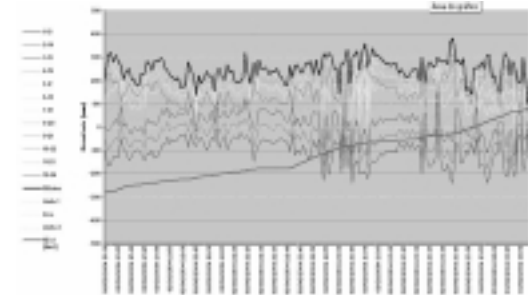


Figura 10. Desníveis dos gasômetros durante elevação de nível (antes ações corretivas).

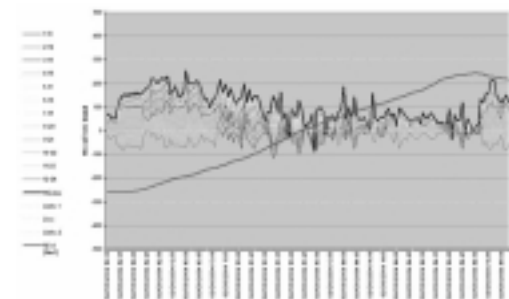


Figura 11. Desníveis dos gasômetros durante elevação de nível (após ações corretivas).

4 CONCLUSÃO

O sistema de automação da área de gases combustíveis da Gerdau Açominas trouxe como principal benefício maior segurança para todo o pessoal envolvido neste processo, benefício este imensurável quando se trata de garantir melhores condições de trabalho a pessoas. Também foram contabilizadas as seguintes melhorias com a implantação do sistema: rastreabilidade total do processo em tempo real e historicamente, aumento na recuperação de gás de Aciaria, facilidade de operação e manutenção do sistema e maior repetibilidade operacional através da redução do número de operações em manual.

O sistema PIMS contribui significativamente para a agilidade na análise de ocorrências e problemas e permite a implementação de funções avançadas, estudo e otimização do processo. As ferramentas desenvolvidas e disponibilizadas vieram atender necessidades identificadas pelas equipes de operação e manutenção, suportando o cumprimento de algumas metas operacionais estabelecidas.

A monitoração contínua da inclinação do gasômetro de coqueria e informações adicionais disponibilizadas pelo sistema implementado

acarretaram em mudança da forma de operação e manutenção do gasômetro. A operação reduziu as variações bruscas no nível e inclinação do gasômetro, enquanto a manutenção atuou pontualmente no balanceamento do pistão e na lubrificação de regiões específicas do gasômetro. A ação conjunta destas equipes trouxe maior estabilidade e segurança operacional ao processo de distribuição de gases combustíveis da Gerdau Açominas.

Recebido em: 14/02/06

Aceito em: 06/07/06

Proveniente de: SEMINÁRIO DE AUTOMAÇÃO DE PROCESSOS, 9., 2005, Curitiba, PR. São Paulo : ABM, 2005.