

P104 – Conversão para Gás Natural de Fornos Elétricos Resistivos Utilizados no Setor Metalúrgico - Ciclo 2010/2011

José Nunes Moreira¹, Marilin Mariano dos Santos², Laiete Soto Messias³

1 COMGAS

2 PACTO ENGENHARIA E MEIO AMBIENTE

Resumo – Desde antes da revolução industrial o homem tinha o conhecimento de que o aquecimento e o resfriamento de materiais metálicos os modificavam, tornando-os mais duros, mais moles, mais maleáveis, ou seja, o aquecimento ou resfriamento modificavam as propriedades dos materiais metálicos. Posteriormente, descobriu-se que a rapidez com que o metal era aquecido ou resfriado e a quantidade de carbono que ele possuía tinha, também, papel fundamental nas características finais do metal. Nessa época começa a introdução do tratamento térmico de materiais metálicos nos processos produtivos (ALFRED STANSFIELD, 1914). Quanto aos equipamentos utilizados, hoje em dia, as operações de aquecimento são realizadas em fornos por resistência elétrica, por indução, a arco elétrico, a gás ou a óleo. Dependendo do tipo de tratamento, do tamanho das peças entre outros fatores, pode ser indicado um tipo ou mais de um tipo de forno. Usualmente a taxa de aquecimento para fornos do tipo resistivo está entre 600 a 1200°C/h; por outro lado, para os fornos de aquecimento por indução, estes apresentam taxas de aquecimento mais elevada, fato que coloca a necessidade de um controle fino da potência do forno. Este relatório, denominado de relatório final de atividades, reporta o desenvolvimento de todas as atividades do projeto de P&D 104. - “Conversão para Gás Natural de Fornos Elétricos Resistivos Utilizados no Setor Metalúrgico”. Ele tem a finalidade de se constituir como a memória técnica do projeto.

Palavras-chave: gás natural, fornos elétricos, setor metalúrgico, viabilidade econômica, substituição

Introdução

Este relatório reporta as atividades desenvolvidas no âmbito do projeto: Aplicação gás natural na indústria. Esse projeto é parte integrante do Programa de Pesquisa e Desenvolvimento da Comgás para o período de 2011-2012 e, dentro desse programa o projeto é identificado com o código P104. No que se refere aos objetivos, o projeto P104 teve por objetivo geral expandir o uso do GN na indústria de modo racional e eficiente em substituição à energia elétrica. O objetivo específico foi o de estudar e demonstrar a viabilidade técnicoeconômica de conversão e/ou substituição de fornos elétricos do tipo resistivo, utilizados na indústria metalúrgica para a para uso do GN. Para tanto, foram identificadas as seguintes metas:

I – Levantar na área de concessão da Comgás os tipos de fornos elétricos mais suscetíveis de conversão e/ ou substituição por GN;

II – Identificar e listar os critérios técnicos que devem ser aplicados aos estudos de conversão e ou substituição para GN de fornos elétricos utilizados na indústria metalúrgica;

III - Aplicar os critérios técnicos identificados na meta II para dois casos típicos: um de substituição e outro de conversão;

IV – Realizar estudo de viabilidade econômica para dois casos típicos: substituição de forno e conversão; e,

V - Produzir material na forma de boletim técnico para divulgação dos resultados.

O resultado desse estudo mostra que independente de ser substituição ou forno novo, a tecnologia agregada ao sistema de combustão tem papel fundamental na avaliação econômica. O resultado mostra ainda que a tecnologia do sistema de combustão deve prever, obrigatoriamente, a recuperação de calor dos gases de exaustão do queimador.

Desenvolvimento

TIPOS DE TRATAMENTO TÉRMICO E EQUIPAMENTOS

Os tratamentos térmicos de metais e ligas têm por finalidade modificar as propriedades dos materiais unicamente pela variação da temperatura. As categorias principais dos tratamentos são: a têmpera, o revenido, o

recozimento, a normalização e a esferoidização/coalescimento. Além dos tratamentos citados acima, que envolvem apenas a variação de temperatura, existem os tratamentos termoquímicos que combinam a ação do calor com a ação química resultando no enriquecimento de uma camada, ou mesmo todo o volume de uma peça. A finalidade dos tratamentos termoquímicos é o endurecimento superficial mediante a modificação parcial da composição química ou devido às mudanças estruturais na superfície. Dentre os principais tratamentos termoquímicos destacam-se os do tipo cementação, nitretação e a carbonitretação.

CRITÉRIOS E CÁLCULOS PARA CONVERSÃO DE FORNOS ELÉTRICOS PARA GN

A viabilidade de conversão de fornos de tratamento térmico que utiliza energia elétrica para GN já foi objeto de alguns estudos. Observa-se nos valores apurados no forno de cementação que o forno a GN, embora possua um consumo maior de energia, a eficiência térmica do forno a GN foi maior. Segundo os autores, isto se deve ao fato de que parte da energia dos gases de exaustão ter sido utilizada para aquecer a câmara de pré-aquecimento a $T=450^{\circ}\text{C}$, o que não é possível com o forno a resistências elétricas. Ainda, segundo os resultados obtidos no estudo, os resultados mostram reduções importantes nos custos operacionais quando comparados o forno elétrico e o a gás natural. Ressalta-se que no estudo de viabilidade econômica, a comparação dos custos operacionais está atrelada às variações das tarifas de energia elétrica e do GN consideradas por ocasião do estudo. No estudo aqui desenvolvido foram analisados com maior detalhe os aspectos técnicos envolvidos na conversão além das implicações da conversão nos custos de investimento (CAPEX) e operacionais (OPEX).

PROJETOS DE SUBSTITUIÇÃO / CONVERSÃO

O forno adotado como case, está instalado em uma empresa prestadora de serviços de tratamento térmico, localizada na área de concessão da Comgás. A empresa presta serviços de tratamento térmico de todos os tipos e para tanto possui fornos de várias configurações tanto elétricos como a gás natural. No estudo considerou-se como case

um forno do tipo intermitente utilizado para tratamento metalúrgico de tempera de peças metálicas utilizadas em várias aplicações entre as quais se destacam as indústrias automobilística e aeronáutica. No que pese a empresa possuir vários fornos as informações levantadas em campo foram precárias uma vez que os fornos não tinham instrumentação adequada para um estudo mais aprofundado, principalmente, no que se refere aos consumos de energia. Foram consideradas duas alternativas, a saber: a substituição por forno novo a gás natural e a conversão de forno elétrico existente para queima de gás natural.

ANÁLISE FINANCEIRA

Para a análise econômica foi utilizado o método do custo do ciclo de vida que é uma ferramenta que auxilia na gestão de manutenção identificando oportunidades de minimizar desperdícios, e a maximizar rendimentos para os mais variados tipos de sistemas. O CCV é utilizado também como uma ferramenta de comparação entre diferentes alternativas e o resultado indicará, de forma isenta, a solução que apresenta menor custo global, com base nas informações disponíveis. No caso de equipamentos, o custo do ciclo de vida (CCV) envolve o custo total durante o período de sua vida útil. Estes custos representam os custos de aquisição, instalação, energéticos, operação, manutenção preventiva e corretiva, paradas, ambientais, desmontagem e desmonte do equipamento. Para tanto, a identificação de todas as parcelas envolvidas apresenta-se como uma etapa fundamental da metodologia. Para a maioria dos empreendimentos os custos energéticos e os de manutenção dominarão os custos do ciclo de vida do equipamento, portanto é de extrema importância a determinação destes. Outros custos como, por exemplo, os de paradas e os de origem ambiental de difícil quantificação, podem muitas das vezes ser estimados com base em dados históricos. Entretanto, quando em algumas situações os custos de indisponibilidade podem ser mais significativos que os custos energéticos ou de manutenção, as perdas de produtividade devido às paradas devem ser consideradas.

Resultados

Dos resultados depreende-se que a melhor tarifa para gás natural de modo a viabilizar o empreendimento de conversão é a de R\$ 1,00/m³ mais os tributos considerando-se as

condições de contorno utilizadas na simulação econômica. Ressalta-se que a tecnologia do sistema de combustão idealizado para a conversão, a do tipo queimadores regenerativos, é que melhor se adequa para a necessidade, contudo o seu custo é bastante alto fato que eleva muito o custo da conversão.

Ressalta-se ainda que a tecnologia de queimadores regenerativos é atualmente muito conceituada por ser de alta eficiência térmica e por isso reduzir o consumo de combustível. Assim, de acordo com as cotações obtidas de um forno novo a gás natural e da conversão, o preço da tecnologia de combustão definida para o sistema de combustão somado as dificuldades inerentes da própria conversão, torna o preço da conversão próximo de 65% do valor de um forno novo a gás natural. Outro aspecto importante também é a capacidade de produção do forno, para fornos com capacidades maiores, o consumo de energia é maior e, portanto, pode reduzir o prazo de retorno do investimento uma vez que a diferença do gasto com energia pode ser maior.

Conclusões e Contribuições

O estudo mostrou que tecnicamente é possível fazer a conversão de um forno elétrico resistivo para gás natural sem diminuir sua capacidade de produção. O estudo aponta que a diferença do custo operacional entre um forno elétrico e outro a gás, para uma mesma capacidade de produção, está diretamente relacionada com o custo dos energéticos e das eficiências térmicas envolvidas, que para gás natural é fortemente dependente do sistema de combustão utilizado. Desse modo, o uso de queimadores mais eficientes, juntamente com o preço do gás, pode viabilizar economicamente a conversão. O estudo mostrou ainda que há tecnologias de ponta de combustão que quando agregadas ao forno possibilitam eficiências térmicas próximas da eficiência de um forno a energia elétrica, contudo, essas tecnologias ainda têm custo muito elevado que, para fornos de pequenas capacidades inviabilizam a conversão, uma vez que a diferença entre o custo dos energéticos, quando favorável, é muito pequena. O estudo mostrou ainda que para fornos contínuos, devido ao consumo de energia e produção serem maiores que os fornos intermitentes, o projeto de conversão se viabiliza economicamente mais facilmente. Entretanto isso é verdade para queimadores de alta eficiência, enquanto que para queimadores que não são providos de recuperador de calor o

projeto de conversão não é viável economicamente.

No que tange aos impactos ambientais, a utilização de sistemas de combustão mais eficientes corrobora na redução dos impactos ambientais decorrentes das emissões de CO₂, uma vez que a relação taxa de emissão de CO₂ por quantidade de peça tratada é menor para sistemas de combustão mais eficientes. É importante ressaltar que o cenário futuro para geração de energia elétrica no país aponta para o uso crescente de termoeletricas. Esse cenário corrobora para a substituição ou conversão de equipamentos de geração de calor que utilizam energia elétrica como fonte de calor, tendo em vista que a eletrotermia apresenta eficiências globais altamente desfavoráveis ao seu uso.

Referências

ALFRED STANSFIELD. The Electric Furnace: Its Construction, Operation and Uses. New York: Mcgraw-hill Book Company, Inc., 1914. 438 p

DI STASI, L.; Fornos Elétricos; Hemus, 1981.

ECLIPSE. ECLIPSE SER V5. SELF-RECOVERATIVE BURNERS. Bulletin 325C 9/11. Disponível em www.eclipsenet.com.br. Pagina acessada em juho 2012

TRINKS, W.; MAWHINNEY, M. H.; Hornos Industriales; Urmo, 1976.

VADER, RANJEET. Development of Computer Aided Heat Treatment Planning System (CAHTPS). Tese submetida para grau de mestre em Manufatura no Worcester do POLYTECHNIC INSTITUTE. Junho 2002. Disponível em: <http://www.wpi.edu/Pubs/ETD/Available/etd-0830102113605/unrestricted/vader.pdf>. Pagina acessada em 07.2012.

WUNNING, J. G.; Flameless Oxidation In Gas Fired Radiant; 7th High Temperature Air Combustion and Gasification International Symposium 13-16 January 2008, Phuket, Thailand.

WUNNING, J. G.; MILANI, A.; Handbook of Burner Technology for Industrial Furnaces – Fundamentals Burner Application; Vulkan-Verlag GmbH; 2009.