

ANÁLISE DE HAZOP - SISTEMAS E ARQUITETURA DE AUTOMAÇÃO AMPLIANDO A SEGURANÇA OPERACIONAL DE FORNO DE TRATAMENTO TÉRMICO POR ATMOSFERA ¹

*Adriano Sanches²
Adriano Filgueira de Freitas²
Gustavo Peçanha Lacerda de Lima³
Mario Teruo Enju⁴*

Resumo

Desenvolvimento de uma avaliação voltado à análise de pontos de melhoria de processo e aumento da confiabilidade dos Fornos de tratamento térmico da Combustol, para tal, foi aplicado o estudo de “hazop”. Com essa análise foi possível encontrar pontos potenciais de melhoria no que diz respeito a procedimento operacional e valorizando algumas estruturas de segurança já aplicadas. Tendo em vista o alto grau de risco que esses Fornos representam em situação de falha e/ou emergência, foram adotados critérios de forma que, todos os pontos levantados foram submetidos a uma análise crítica, buscando minimizar ou em alguns casos até eliminar a possibilidade de que, na incidência de algum problema no Forno, a segurança dos profissionais (Francamente!!!), do equipamento e das instalações sejam comprometidas. Dentre as análises realizadas foram avaliadas todas as características construtivas do Forno, e como ela poderia ser melhorada para que o equipamento se torne mais seguro, assim como as características operacionais, verificando quais alterações poderiam ser efetuadas, buscando sistematicamente tornar o equipamento inviolável perante falhas operacionais.

Palavras-Chave: Tratamento Térmico; Segurança; Hazop; Forno T.

ANÁLISE DE HAZOP – SYSTEMS AND ARCHITECTURE OF AUTOMATION EXTENDING THE OPERATIONAL SECURITY OF THERMAL TREATMENT FURNACE BY ATMOSPHERE Abstract

Development of an evaluation directed to the analysis of points process improvement and increase of the trustworthiness of the Combustol’s thermal treatment furnaces, toward such, a study of hazop was applied. With this analysis it was possible to find potential points of improvement about the operational procedure and valuing some applied security structures already applied. In view of the high degree of risk that these furnaces represent in situation of imperfection and/or emergency, criteria of such form that, all had been adopted the raised points had been submitted to a critical analysis, searching to minimize or in some cases until eliminating the possibility of that, in the incidence of some problem in the furnace, the security of the equipment and the installations are compromised. Amongst the carried through analyses the constructive characteristics of the furnace had been evaluated all, and as it could be improved so that the equipment if becomes more safe, as well as the operational characteristics, verifying which alterations could be effected, to become the inviolable equipment before operational imperfections.

Key-words: Thermal Treatment; Security; Hazop; T Furnace.

¹ *Contribuição técnica ao XI Seminário de Automação de Processos, 3 a 5 de outubro, Porto Alegre-RS*

² *- Analista de Automação – AGI-Combustol*

³ *- Gerente de Soluções e Comercial – AGI-Combustol*

⁴ *- Gerente Técnico – AGI-Combustol*

Introdução:

Esse trabalho visa identificar pontos falhos e/ou passíveis de melhorias no automação do forno, para que, tomando as providências cabíveis, tornar o forno Combustol o mais seguro e produtivo possível. Para tanto, não só serão verificados os fornos já existentes, como todo esse estudo servirá de base para a construção dos novos fornos a serem confeccionados de hoje em diante. Os pontos principais a serem analisados serão os seguintes:

SEGURANÇA OPERACIONAL (problemas de operabilidade)

Redefinição dos procedimentos e seqüências de operação, de forma a minimizar e até extinguir a possibilidade de falhas operacionais.

PERIGOS POTENCIAIS

Verificação de pontos críticos que podem em situação de falha, causar algum tipo de risco a saúde do operador, das instalações, do equipamento ou do produto.

A realização do trabalho seguiu de forma ordenada de acordo com o seguinte roteiro: Definição do escopo do estudo, formação da equipe de estudo, preparo do material de estudo, execução do estudo e apresentação dos resultados.

Definição do escopo do estudo

A princípio foram definidos os pontos que na visão da engenharia, eram os mais relevantes para a melhoria do equipamento no que se diz respeito a segurança e operação do forno T. Todos esses potenciais de melhoria foram observados durante anos de experiência na fabricação e principalmente na utilização de seus fornos em seu próprio processo.

O foco do estudo gira em torno do controle do processo do forno, mais especificamente, das lógicas de segurança e operação do equipamento. Todos os itens relacionados a esses pontos, foram estudados através de dados estatísticos, registros de manutenção e histórico de alarmes do forno.

Formação da equipe de estudo

Com o objetivo de maximizar a qualidade do trabalho, a equipe de estudo foi formada por membros de diversas áreas da Combustol, mais especificamente, da Engenharia (Divisão de Equipamentos) e Operação (Divisão de Tratamento Térmico), e pela engenharia da AGI (responsável pela automação do equipamento). Essa diversificação foi muito importante para a realização do trabalho, pois foi possível evitar interferências negativas em qualquer uma das áreas da engenharia no desenvolvimento e operação do Forno.

Preparo do material de estudo

Os dados necessários ao desenvolvimento do estudo foram formados a partir do fluxograma do processo, desenhos do projeto do equipamento, especificações do equipamento, diagramas de sistemas de controle, procedimentos operacionais,

parâmetros de operação e programas de produção. Tais dados foram previamente analisados em busca de discrepâncias ou falhas na informação sobre o processo do forno, e para verificar se realmente eram relevantes ao estudo.

Por se tratar de um sistema de batelada, a preparação dos dados foi mais extensa, principalmente devido à presença de operações manuais. Essas informações de operação podem ser obtidas de instruções de operação, diagramas lógicos e esquemas de equipamentos. Como os operadores se envolvem fisicamente no processo, além de simplesmente controlar o processo (no caso, na carga e descarga de material), tais atividades foram representadas por intermédio de diagramas e sequências de procedimentos.

Com os dados em mãos, o líder da equipe ficou encarregado de definir os nós-de-estudo, planejar a sequência de assuntos a serem tratados no decorrer das reuniões, antes do início das mesmas, de modo a garantir que todos os pontos do forno fossem analisados. Isso acarretou num gasto de tempo extra por parte do líder, mas que logo depois, se revelou muito importante para o andamento do trabalho e na sequência do estudo baseada na operação do forno.

Execução do estudo

Para execução do trabalho, primeiramente, o forno foi dividido em dois nós de estudo: **Controle do processo na câmara quente e controle de processo na câmara fria**. Posteriormente, a análise do funcional nestes nós, foi feita com auxílio das palavras-guia, aplicando-as nos parâmetros pertinentes ao nó.

A cada um dos nós estabelecidos, foram levantados os parâmetros a serem controlados, esses parâmetros ficaram limitados em: Temperatura, pressão, potencial de carbono e tempo. As palavras guia foram aplicadas a cada parâmetro de processo do seu respectivo nó-de-estudo escolhido, gerando desvios da intenção de operação. Estes desvios foram analisados em suas causas e conseqüências, e algumas medidas foram sugeridas para eliminação ou mitigação das mesmas. Esse procedimento se repetiu para cada nó-de-estudo.

O fluxograma do estudo segue abaixo, detalhando o nó-de-estudo, parâmetros de controle a ele relacionados e os eventos associados as palavras-guia aplicadas.

Equipamento

Forno T - COMBUSTOL

Nós de Estudo

Controle do processo na câmara quente

Parâmetros

Temperatura

Eventos

Temperatura alta

Temperatura baixa

Falha na leitura da Temperatura

Pressão

Eventos

Pressão alta

Pressão baixa

Falha na leitura

Potencial de Carbono

Eventos

Potencial de Carbono alto

Potencial de Carbono baixo

Falha no cálculo do Potencial de Carbono

Tempo

Eventos

Tempo excessivo

Pouco tempo

Controle do processo na câmara fria

Parâmetros

Temperatura

Eventos

Temperatura alta

Temperatura baixa

Falha na leitura da Temperatura

Pressão

Eventos

Pressão alta

Pressão baixa

Falha na leitura

Tempo

Eventos

Tempo excessivo

Pouco tempo

Material:

O estudo de Hazop descrito nesse documento, foi aplicado nos seguintes equipamentos :

Os fornos tipo T, de câmara simples, de fabricação a Combustol, compostos de duas câmaras, uma quente, com aquecimento elétrico e admissão de gases pertinentes e outra fria, com câmara de resfriamento e tanque de tempera (óleo) integrado. Neles ocorre a realização dos tratamentos térmicos ou termoquímicos como Tempera, Cementação Carbonitretação e outros. A linha também é composta de fornos de revenimento e pré-aquecimento.

Metodologia:

Para a realização do trabalho foi aplicado o Estudo de HazOp, que normalmente é aplicada para identificar riscos de uma instalação industrial mas que procura, principalmente, identificar problemas referentes aos procedimentos operacionais que possam levar a danos materiais e/ou humanos. Desta forma, o HazOp não é uma determinação de falhas por excelência, mas uma avaliação não quantificada dos riscos e dos problemas operacionais presentes em um processo industrial.

O HazOp foi aplicado na revisão do forno T inicialmente através de uma série de reuniões, durante as quais um grupo composto pelas equipes de engenharia da Combustol e da AGI realizaram um *brainstorming* sobre o projeto do forno T em busca de riscos, seguindo uma estrutura pré-estabelecida. Uma das grandes vantagens apresentadas neste *brainstorming*, foi a visível estimulação da criatividade da equipe e geração de idéias, através da interação do grupo. Isso possibilitou a identificação de todos os modos possíveis da ocorrência câmara quente e controle do processo na câmara fria, para cada tipo de desvio passível de ocorrência nos parâmetros de funcionamento do respectivo processo. Foram utilizados pela equipe de estudo desenhos do projeto, parâmetros de processo e palavras-guia no estudo de uma dada instalação, que aplicados aos nós-de-estudo do forno, têm como objetivo evidenciar riscos potenciais nesses pontos. Percebe-se que o HazOp é um método de grande importância para estudos de identificação de riscos e prevenção de problemas operacionais em um processo industrial, exatamente por se tratar de uma sistemática relativamente simples de ser aplicada quando se tem um bom conhecimento a que se submete ao estudo de um evento indesejado ocorrer ou como um problema operacional no forno possa surgir.

Resultados obtidos:

Com a análise foi possível identificar algumas situações de riscos que poderiam ocorrer no caso de desvio do processo. Elas foram listadas e discutidas pela equipe, e em seguida sugeridas algumas formas para solucionar-las. Todas essas sugestões do grupo foram verificadas quanto a sua viabilidade econômica e funcional.

Isso foi muito importante para que pudesse ser escolhida uma solução que não causasse nenhum tipo problema no momento de sua implantação, analisando custos e funcionalidades do processo.

A tabela que segue demonstra a forma pela qual o trabalho foi conduzido, onde para cada evento de desvio em ambos os nós-de-estudo, foram analisadas todas as causas possíveis, impactos ao processo ou equipamento, intervenção do operador, atitudes que podem ser tomadas para solucionar o problema, e dentre essas soluções, a escolhida levando em conta a eficiência e relação custo-benefício.

Tabela do Excel:

Vide anexo.

Discussão:

Com a análise foi possível identificar algumas situações de risco que poderiam ocorrer no caso de desvio do processo. Todas essas situações foram listadas e discutidas pela equipe, e em seguida sugerida soluções para solucionar-las. Todas essas sugestões do grupo foram verificadas quanto a sua viabilidade econômica e funcional.

Isso foi muito importante para que pudesse ser escolhida uma solução que não causasse nenhum tipo problema no momento de sua implantação, levando em conta a relação custo-benefício e funcionalidades do processo.

Com os desvios em mãos foi possível reavaliar todo o sistema de segurança do forno. Se fizermos uma análise crítica dos resultados obtidos, podemos dizer que estamos tratando de um equipamento seguro, porém em função do alto risco que pode vir a oferecer no caso de uma falha de funcionamento e / ou segurança, é interessante que nos cerquemos de todas as formas possíveis de que ele seja inviolável e a na pior das hipóteses em situação de emergência, ofereça o menor risco possível para a saúde e segurança do operador e da empresa.

Um dos pontos mais relevantes notados no estudo, foi em função da forma como o método foi aplicado. Pois por se tratar de uma equipe altamente qualificada, engenheiros com grande conhecimento do equipamento, as discussões atingiram altíssimo teor de detalhamento fazendo com que o trabalho fosse muito profundo.

Como o estudo está sendo direcionado ao sistema de automação do forno, todos os trabalhos de detalhamento de aplicação e acompanhamento de qualquer uma das soluções ficou a cargo da AGI, porém com a participação efetiva das outras engenharias (elétrica, mecânica, desenvolvimento, etc.), que ficaram encarregadas de adaptar a solução escolhida de forma que não gere nenhum tipo de contratempo.

Um dos desvios de maior relevância que foi encontrado foi no controle da câmara fria, mais especificamente na qualidade da atmosfera, onde foi o diagnóstico da necessidade de um controle da subta queda de pressão quando no tratamento térmico com resfriamento a óleo. Esse procedimento oferece grande risco à segurança do forno, pois quando a carga é mergulhada no óleo, ocorre uma queda muito brusca da pressão da atmosfera da câmara do forno, podendo proporcionar uma entrada simultânea de oxigênio na mistura da atmosfera, o que pode causar explosões por estarmos tratando de uma atmosfera rica em gás inflamável e calor.

Como solução encontrada para sanar risco, foi aplicada uma válvula de depressão, que tem como objetivo injetar nitrogênio na câmara, no momento em que a pressão baixa, impedindo a entrada de oxigênio na mesma. Estamos falando de uma das situações de maior risco do forno, pois é de fundamental importância que a ausência de oxigênio nas câmaras de aquecimento seja garantida, para que possamos garantir a segurança do equipamento.

Conclusão:

Ao fim do trabalho foi possível notar que não só o estudo foi eficiente e produtivo, como ficou notável que o Forno T da Combustol se apresentou como um equipamento bastante seguro.

Com base nos históricos, registros e projeto do equipamento, através do estudo conseguimos levantar alguns pontos que poderiam ser aperfeiçoados e outros implantados, o maior destaque foi o quanto complexo é o sistema do Forno e como devemos tratar a segurança como prioridade; tanto na fase de projeto, como na instalação do Forno e posteriormente na manutenção em vida útil do equipamento.

É visível que o Forno T, é um equipamento extremamente seguro, pois o resultado obtido foi extremamente positivo, onde detectamos que boa parte das situações que poderiam gerar algum tipo de risco, já eram dotadas de sistemas de segurança ou alarmes ao operador, assegurando a qualidade do Forno e. E as situações de risco que não eram tratadas com a devida atenção passaram a ser tratadas de forma mais crítica que anteriormente.

Agradecimentos:

Este trabalho foi desenvolvido na Combustol Ind. e Com. Ltda. Em São Paulo, com a participação das suas Divisões de Tratamento Térmico e de Equipamentos.

Em especial agradecemos o apoio incondicional, atuante e permanente do Sr. Thales Lobo Peçanha, Diretor- Presidente da Combustol. Agradecemos a participação ativa do Sr. Nelson Delduque, Diretor de Operações das duas unidades envolvidas, a participação e confiança do Sr. Sidney Contó, Gerente da Divisão Tratamento Térmico da Combustol.

Agradecemos a atuação técnica e experiência da equipe de metalurgia da Divisão Equipamentos.

Agradecemos a participação significativa do time operacional, da Divisão de Tratamento Térmico, envolvendo o seu Gerente Industrial Cleber Veronese; Equipe de Engenharia de processo; Equipe de Manutenção liderada pelo Arnaldo Vivianni e principalmente o supervisores e respectiva equipe de produção que sempre nos apoiaram, e nos suportaram nas atuações em sua área. Com eles aprendemos humildemente, que o conhecimento de quem opera um equipamento é crucial para o desenvolvimento de um sistema efetivo e de ponta.

Destacamos o empenho e agradecemos o esforço pessoal da equipe interna Projeto AGI-Combustol, na busca do sucesso no desenvolvimento desse sistema.

Referências:

<http://professores.unisanta.br/valneo/apoio/tecnicasdeanalisederisco.doc>

http://www.eps.ufsc.br/disserta/evandro/capit_3/cap3_eva.htm#34

http://www.ietec.com.br/ietec/cursos/area_gestao_de_projetos/2007/06/04/2007_06_04_0001.2xt/materia_clipping/2007_06_04_0319.2xt/dtml_boletim_interna

<i>Nó de estudo</i>	<i>Parâmetro</i>	<i>Evento associado a palavra-guia</i>	<i>Causa</i>	<i>Causa problemas ao processo ou equipamento?</i>	<i>Operador toma ciência?</i>	<i>Providências possíveis</i>	<i>Providência escolhida</i>	<i>Custo justifica?</i>
Controle do processo na câmara quente	Temperatura	Temperatura alta	contato do contator colado, distúrbio no PID, curto pastilhas SCR	sim, perca do lote	sim, alarme	alarme, segundo controle de emergência (desligamento) e entrada de N2		sim
		Temperatura baixa	contator queimado, SCR queimado, distúrbio no PID, queima de resistencia	sim, retrabalho da carga	sim, alarme	alarme e entrada de N2		sim
		Falha na leitura	sensor aberto, cabo rompido, falha do controlador	sim, retrabalho ou perca da carga	sim, alarme	alarme		sim
	Potencial de Carbono	Potencial de C alto	entrada excessiva de gas	sim, perca do lote	sim, alarme	sistema de controle redundante		
		Potencial de C baixo	Falta de gás ou entrada de oxigenio	sim, oxidação da carga e/ou equipamento e problemas com o lote	sim, alarme	sistema de controle redundante		
		Falha no cálculo	falha na sonda, termopar, valor incorrido de CO e valor de fator de liga incorretos	sim, perca do lote	Não	nada	acompanhamento do potencial de carbono pelo diwchecker	sim
	Tempo	Tempo excessivo	Falha nos sistema de movimentação, erro de operação	sim, perca do lote	sim, alarme	alarme		
Tempo curto		erro de operação	Não	Não	nenhuma			
Controle do processo na câmara fria	Temperatura	Temperatura alta	contato do contator colado	sim, problemas no tratamento da carga e inflamar o óleo	sim, alarme	alarme com sistema de controle redundante		sim
		Temperatura baixa	contator queimado e queima de resistencia	sim, problemas no tratamento térmico da carga	sim, alarme	alarme com sistema de controle redundante		
		Falha na leitura	sensor aberto, cabo rompido, falha do controlador	sim, problemas no tratamento térmico da carga	sim, alarme	alarme com sistema de controle redundante		
	Pressão	Pressão alta	entrada excessiva de gas	Sim, explosão do forno	Não	alarme, válvula de alívio e tampa de explosão	tampa de explosão	
		Pressão baixa	pouca vasão de gas	sim, problemas de oxidação e risco de explosão pela entrada de O2	Não	válvula de controle de depresão		sim
		Falha na leitura	queima do sensor	Sim, injeção excessiva de nirogênio	Não	implantação de alarme		
	Tempo	Tempo excessivo	Falha nos sistema de movimentação, erro de operação	Não				
Tempo curto		erro de operação	sim, prolemas na tempera	Não				