



MELHORANDO O DESEMPENHO DE UMA UNIDADE DE TRATAMENTO DE GÁS

Roberto Carlos O. Souza¹

Copyright 2006, Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás - IBP

Este Trabalho Técnico foi preparado para apresentação na *Rio Oil & Gas Expo and Conference 2006*, realizada no período de 11 a 14 de setembro de 2006, no Rio de Janeiro. Este Trabalho Técnico foi selecionado para apresentação pelo Comitê Técnico do evento, seguindo as informações contidas na sinopse submetida pelo(s) autor(es). O conteúdo do Trabalho Técnico, como apresentado, não foi revisado pelo IBP. Os organizadores não irão traduzir ou corrigir os textos recebidos. O material conforme, apresentado, não necessariamente reflete as opiniões do Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás, seus Associados e Representantes. É de conhecimento e aprovação do(s) autor(es) que este Trabalho Técnico seja publicado nos Anais da *Rio Oil & Gas Expo and Conference 2006*.

Resumo

As Unidades de Aminas, são comumente utilizadas para remover as cargas ácidas (CO_2 e H_2S), dos gases. Estas unidades operam sob pressão contínua para aumentarem a capacidade e reduzirem os custos de produção. Como parte desta solução, a conversão de uma unidade de amina a partir de um solvente existente, é a mais rápida, prática e barata. Para tal, é preciso escolher e avaliar todas as possibilidades, num pacote que inclui simulações completas, resultados das análises, avaliação do processo e dados operacionais do solvente novo e do existente e, o mais importante, verificar o valor agregado da conversão. Tudo isso, deve fazer parte de um “Programa de Conversão de Unidades de Aminas”, visando otimizar a capacidade, economizar energia, reduzir as perdas de solvente e reduzir as taxas de corrosão.

Abstract

The Amine Units are used for sweetening Gas, (CO_2 and H_2S removal). These Plants are under pressure to increase capacity and to reduce production costs. As part of this solution, converting an existing amine unit from an existing solvent is better, faster and cheaper than others alternatives. So, you will need choose and evaluate all the possibilities which include complete process simulations, sample analysis results, key process and operating data between the new and existing solvent and most importantly, added value received from the conversion. All issues should be covered under a “Converting Amine Unit Program”, so we can improve capacity, save energy, reduce solvent losses and makeup as well as reduce corrosion rates.

1. Introdução

Como parte da solução em busca de maior capacidade e baixos custos de produção, aparece a conversão de uma unidade de amina a partir de um solvente existente, para tal, é preciso escolher e avaliar todas as possibilidades, num pacote de informações onde o mais importante é verificar o valor agregado da conversão.

Ao final, o objetivo é responder à seguinte pergunta: Como traduzir o processo de conversão do solvente em BENEFÍCIOS para o Cliente?

Para isso, é necessária uma metodologia para questões do tipo: o que, por que, como, quem e quando, para assegurar que o estudo e a implementação são possíveis. O ponto inicial é: não temos as respostas e as soluções no momento, portanto precisamos de um processo para obtê-las. Neste caso, a metodologia é fundamental para determinar os resultados.

Sendo Black Belt na metodologia Six Sigma, não tenho dúvidas em como usar o processo e as ferramentas combinadas com o programa de conversão; neste caso empregarei parte do Programa de Conversão de Aminas® da The Dow Chemical Co. voltado para:

- Oferecer Solventes de Alta Performance e Qualidade
- Agregar Valor nas conversões de solvente
- Auxiliar o Cliente na Otimização das Operações na Planta
- Solucionar Problemas Operacionais frequentes

¹ Especialista em Tratamento de Gás – Dow Brasil S/A

2. Estudo de viabilidade da conversão

O processo utilizado para o estudo é o Six Sigma e, consiste das seguintes fases:

- 1 - Definição
- 2 - Medição
- 3 - Análise
- 4 - Implementação
- 5 - Controle
- 6 - Realização

2.1. Definição

Precisamos definir qual é a oportunidade para melhorar o processo e/ou quais os problemas crônicos e os defeitos na unidade. Nesta fase, discutiremos: Título, Objetivos, Impactos, escopo, propósitos, desenvolvimento, prazos e líder & equipe para administrar o projeto.

Como pontos chaves temos:

- Escopo: esclarecer os limites do processo e preparar o escopo da conversão.
- Dados: determinar o período para validar o problema.
- Requerimentos: incluir informações críticas & serviços, traduzir para características observáveis (mensuráveis).
- Oferecer opções para melhorias ou reformulação do processo.

Nesta fase estaremos identificando uma ou mais das seguintes razões:

- Falha ao atender a especificação
- Perdas excessivas e contaminação da amina;
- Altos níveis de corrosão;
- Nova corrente de gás a tratar;
- Maior versatilidade;
- Aumento de capacidade;
- Economia de energia.

Ao final, se conseguirmos definir os problemas e identificar as falhas, teremos melhores oportunidades para atingir nossos objetivos.

2.2. Medição

Este é o momento de coletar informações e criar um banco de dados para avaliar as falhas e problemas prévios. a) Verifique todos os dados, documentos, informações eletrônicas, histórico, dados de projeto, etc.

b) Defina um período para medir o processo e coletar todas as informações de acordo com as razões identificadas na fase de definição.

Exemplo – Problemas ao atender as especificações

c) Colete o histórico analítico do laboratório, verifique os equipamentos on-line, reveja os resultados do processo, etc.

Como pontos chaves temos:

- Definição do processo atual.
- Identificação das possíveis variáveis de entrada/saída.
- Determinação da variação do sistema de medicação.
- Estimativa da capacidade atual.

Precisamos coletar dados complementares como:

- Design da planta.
- Performance da planta.
- Performance e confiabilidade dos equipamentos.
- Parâmetros do processo.
- Análises de laboratório.
- Histórico da resolução de problemas.

Observação:

- a) A investigação do processo é tão importante quanto os dados, use o bom senso.
- b) Não reduza o tempo necessário para obter os dados – isso toma tempo e o projeto demorará mais se o sistema de medição não estiver adequado.

2.3. Análise

Nesta fase, precisamos identificar e validar as verdadeiras Causas Raízes das falhas, compreendendo-as através dos problemas.

Como pontos chaves temos:

- Potenciais Causas Raízes analisadas.
- Sugestão de limites para as variáveis chaves de entradas.
- Implementação dos controles óbvios das variáveis de entrada.
- Investigação das Causas: Dados e processo.
- Confirmação das Causas: Equilibrar o bom senso e o conhecimento do negócio com a validação estatística.

Os seguintes itens devem ser observados durante a análise:

- Avaliação do sistema de amina existente.
- Simulações completas do processo.
- Selecionar o solvente de escolha.
- Comparar o processo chave e os dados operacionais entre o solvente novo e o existente.
- Emitir a proposta técnica e comercial.
- Resumir e comparar os valores e os benefícios do novo solvente com o solvente existente.
- Tomar a decisão sobre a conversão.

A fórmula para a avaliação deveria ser algo similar a esta:

(Aumento da capacidade + economia de energia + redução na perda/reposição do solvente + redução da corrosão + melhora no tempo de processamento) – (custo do novo solvente vs. custo do antigo solvente + disposição do antigo solvente ou reposição sobre o solvente existente + limpeza / descontaminação da unidade) =

BENEFÍCIOS ECONÔMICOS DA CONVERSÃO

2.4. Implementação

É hora de desenvolver e implementar as soluções para o problema validado e demonstrar uma performance melhorada do processo. Para confirmar as variáveis chaves e quantificar seus efeitos, identifique as faixas máximas aceitáveis, certifique-se que os sistemas de medição são capazes de medir a variação dos pontos-chaves e modifique o processo para permanecer dentro das faixas aceitáveis.

Como pontos chaves temos:

- Otimizar entrada das variáveis chaves.
- Otimizar o design do processo.
- Definir os limites de entrada das variáveis chaves.
- Estabelecer a estratégia da mudança.

Na Unidade, os seguintes itens devem ser observados:

- Assistência na Partida da Planta.
- Parada e limpeza da unidade (pode ser lavagem com água ou produtos especiais dedicados).
- Inspeção interna dos equipamentos e torres.
- Adição do solvente e partida da planta.
- Determinar e dar destino final ao solvente existente.
- Serviços Técnicos para otimizar a operação da planta.

2.5. Controle

Para assegurar que a melhoria da performance do processo seja mantida a longo prazo, o aprendizado é documentado e compartilhado e, os resultados são validados. A maioria dos programas e projetos falham neste momento porque não possuem controle das mudanças e das implementações. Portanto, precisamos atender aos seguintes itens:

- Implementar o plano de controle.
- Monitorar o sistema de controle.
- Documentar as lições aprendidas.

Tão importante quanto as outras fases, durante o controle podemos quantificar a eficácia do processo de conversão, assim como, criar o banco de dados para melhoramentos futuros. Agora verifique esses pontos:

- Resolução de problemas e otimização do sistema.
- Dados de performance da planta.
- Simulações comparativas.
- Resultados das análises de laboratório..

2.6. Realização

Completamos todo o processo para avaliar e converter uma Unidade de Amina. De agora em diante, a Unidade deve ser controlada com base na Fase de Controle. Para certificarmos da performance e, que as melhorias foram realizados, os seguintes itens devem ser mantidos:

- Visita de rotina do serviço técnico para verificar as operações e, se necessário, fazer recomendações.
- Novas avaliações se as condições mudarem.
- Análise rotineira do solvente e interpretação de dados.
- Apoio para resolução dos problemas, se necessário.

3. Dados de conversão - Planta CPG Poza Rica, PEMEX

3.1. Introdução

O Complexo Procesador de Gás de Poza Rica, é formado por um conjunto de plantas para processamento de Gás Natural e Hidrocarbonetos extraídos da região de Vera Cruz, México.

A Planta de Adoçamento de Gás Amargo, foi desenhada para a Petróleos Mexicanos (PEMEX), pelo Instituto Mexicano del Petróleo, com um processo conhecido como GIRBOTOL, a qual foi colocada em operação nos anos 70 com uma capacidade de processamento de 300 MMPCD* de gás natural, operando com MEA (Monoetanolamina), provenientes de poços do Distrito de Poza Rica, San Andrés, Miquetla y Antares.

* MMPCD = Milhões de Pés Cúbicos por Dia

Nos anos 90, a MEA (Monoetanolamina), utilizada nas plantas da PEMEX, foi substituído por DEA (Dietanolamina), por oferecer vantagens como menor degradação e menor corrosividade no processo.

Em consequência a baixa produção de gás, nos anos 2001 e 2002, a planta passou a procesar 110 MMPCD de gás, após alguns anos, sendo que, a unidade está desenhada para operar a uma capacidade mínima de 100 MMPCD, de forma contínua durante 8000 horas/ano, equivalente a um rendimento de 90%.

Assim mesmo, com a DEA, a capacidade de absorção se limitava a 50 ppm de ácido sulfídrico (H_2S) e 1500 ppm de CO_2 (dióxido de carbono). Utilizando dois dos três trens de processamento.

Com a modernização dos processos em busca de benefícios econômicos e integridade mecânica das instalações, alguns centro de trabalho já haviam iniciado o processo de conversão do solvente, demonstrando alta eficiência e economias no consumo de energia, consumo de vapor, etc.

Com a partida da unidade recuperadora de Enxofre (SRU), se deu a necessidade de garantir a matéria prima (gás ácido), livre de Hidrocarbonetos e com carga constante; por sua vez, o gás tratado (gás doce), deveria atender as especificações de contaminantes ácidos ($H_2S < 4$ ppm e $CO_2 < 50$ ppm).

Para se buscar uma melhoria no processo, é muito importante conhecer o funcionamento dos diferentes equipamentos e operações da unidade. Além disso, conhecer a eficiência ou rendimento de cada operação unitária, são de suma importância para se medir e otimizar o mesmo.

3.2. Análise

Para atingir e manter as condições necessárias no processo, se decidiu conduzir o processo de avaliação da troca do reativo (solvente). Com isso, se comprovou a troca da DEA (Dietanolamina), por um Solvente Formulado (UCARSOL®) em base MDEA (Metil dietanolamina), obtendo-se os seguintes benefícios:

- Incremento da capacidade de processamento em 20%.
- Diminuição do índice energético do processo.
- Diminuição da velocidade de corrosão.
- Diminuição do consumo de solvente (make-up).
- Eliminação do uso de Inibidor de Corrosão.
- Diminuição do uso de Antiespumante.
- Diminuição de intervenções de manutenção.

O produto base MDEA formulado (Ucarsol®), trabalha a concentrações de 45-50%, a qual permite aumentar a capacidade de remoção de uma planta convencional operada com DEA a concentrações próximas a 20%. Com isso, se reduz o fluxo de amina, recirculação do solvente, a cerca de 40%, consequentemente, se reduz a energia utilizada.

Da mesma maneira, se reduz a energia empregada na regeneração do solvente, dado pela facilidade de absorver e regenerar-se. Esta facilidade gera uma economia energética por volta dos 25%, no consumo de vapor, além de uma folga nos tracadores de calor, aquecedores e esfriadores.

Somadas as vantagens acima a, alta seletividade na absorção do H_2S (<4 ppm), e do CO_2 (<50 ppm), a estabilidade química e térmica do processo, o controle das espumações, a carga de gás ácido a tratar pode ser incrementada até os 150 MMPCD.

Com o aumento da capacidade (100 vs 150 MMPCD), foi possível operar a carga atual de 110 MMPCD, com um só trem de processamento, permitindo deixar de operar um trem, representando uma economia de 1/3 do valor de utilidades da planta.

3.3. Resultados

Resultados econômicos da Conversão:

Para a avaliação de resultados, se tomou como ponto de comparação, um dia padrão de operação com cargas constantes. Veja os dados abaixo (em Pesos Mexicanos):

- Vapor de baixa de pressão: \$ 79.84/Ton
- Energía elétrica: \$682.20/Gcal
- Anti-corrosivo: \$25.22/Kg
- Anti-espumante: \$24.62/ Kg

Tabela 1 : Dados operacionais a carga constante e operação padrão.

	Unidades	DEA	UCARSOL®	Diferencia
Carga	MMPCD	150	150	
Concentração do solvente	% en peso	30	50	
Circulação do solvente	GPM	1225	750	475 GPM
Vapor de regeneração	Ton/ hr	26.49	21.6	4.89 Ton/hr
H_2S no gas amargo	% Mol	1.73	2.12	0.39
CO_2 no gas amargo	% Mol	2.70	2.84	0.14

- a) Economia com Vapor: \$ 307,902.00 / mês
- b) Economia com Aditivos: \$ 56,041.00 / mês
 Anti-espumante = 44,980 \$ /mês
 Anti-corrosivo = 11,061 \$ / mês
- c) Economia com Reposição do Solvente: \$ 42,560 / mês
- d) Economia com Energia Elétrica: \$ 98,850.78/ mês
- e) Total economizado: \$ 543,863.00 / mês

Tabela 2 : Custos associados à parada de planta.

Trabalhos de manutenção na unidade procesadora	Custos (Pesos Mexicanos)
1.-Limpeza e manutenção das torres	1,500,000.00
2.-Inspeção e calibração das torres	500,000.00
3.- Separação de um trem de processamento (sucção e descarga)	1,920,000.00
Total	3,920,000.00

Considerando o aumento de capacidade de processamento de gás e as vantagens econômicas com energia, vapor, aditivos e reposição, assim como, a diferença do preço entre os dois solventes, obtemos os seguintes dados:

Tabela 3 : Comparativo de Custos e Receitas de Produção (DEA vs UCARSOL®)

Processamento com DEA				Processamento com UCARSOL®		
	Volume processado MMPCD	Preço do Gás \$/MMPC	Custo total (Milhares de Pesos)	Volume processado MMPCD	Preço do Gás \$/MMPC	Custo total (Milhares de Pesos)
Gas Amargo	130	37463.19	4,870.21	150	37463.19	5,619.49
Gas Tratado	125	46892.00	5,861.50	145.7	46892.00	6,832.16
Receita Bruta			991.29			1212.67
Insumos						
Solvente Amina (Kg)	3642	13.00\$/Kg	47.346	2449	18.44\$/Kg	45.15
Anti-Espumante	0	24.62 \$/Kg	0	0		0
Anti-Corrosivo	67	25.22\$/Kg	1.68	0		0
Vapor de 80 psi (TPH)	26.49	79.84\$/Ton	21.14.	21.6	79.84\$/Ton	17.24
Energia Elétrica	83.4	1.18\$/Kw-hr	9.8	61.61	1.18\$/Kw-hr	7.2
Custos Produção			79.96			69.59
Receita líquida			911.33			1143.08
Diferença por dia						- 231.75
Diferença por mês						- 6952.5
Diferença por ano						- 83430.0

Considerando um custo aproximado de M\$ 6168.00, para a carga inicial da unidade, o retorno do investimento e modificações no processo, se dá em menos de 30 dias de produção. Gerando uma economia de aproximadamente M\$ 7700.0 / ano.

3.4. Conclusões

O uso do UCARSOL® (solvente base MDEA), comparado a DEA, geraram os seguintes benefícios à CPG Poza Rica:

- A capacidade de produção foi incrementada em 50%, o que possibilitou a operação de um só trem de processamento.
- A carga energética/térmica da unidade foi reduzida.
- Eliminação da adição de Anti-Corrosivo e diminuiu a velocidade de corrosão (< 5mpy).
- Diminuição no uso de Anti-Espumante e maior aproveitamento, cerca de 10%, dos filtros de carvão.
- Diminuição da reposição de inventário (make-up), por perdas do processo.

Ao final, se observa a Planta operando de forma estable e confiável, principalmente garantindo a operação das Plantas Criogênicas e consequentemente dos produtos de venda a partir deste complexo. Além disso, a unidade como um todo, oferece maior flexibilidade para cargas de gás e seus conteúdos ácidos.

3.5. Aprendizagem

- Um problema tem muitas alternativas, porém, poucas soluções;
- A metodologia aplicada em busca das soluções, pode ser determinante;
- Relação de confiança e responsabilidade entre Cliente e Fornecedor, é fundamental para o exito do projeto.

4. Referências

MANUAL DE LA PLANTA ENDULZADORA DE GAS AMARGO “GIRBOTOL”, design and operation sessions. Girdler Co. y Botton Inc. adicionando el termino “ol” por usar una alcanolamina

CONVERSION AMINES UNITS PROGRAM, Dow Chemical Co.

SIX SIGMA MANUAL, Dow Chemical Co. Program and Tools.

UCARSOL®, Marca registrada da The Dow Chemical Company