

P08 – Desenvolvimento de um Protótipo para Produção de Oxigênio "On Site" para Unidades Hospitalares - Ciclo P&D 2004/2005

Eduardo de Moraes¹, José Roberto Simões Moreira², Viviane Otero Leite²

1 COMGÁS
2 PME / EPUSP

Resumo – O oxigênio é um gás presente em grande quantidade no ar atmosférico, no entanto o homem, em sua evolução, precisa cada vez mais do oxigênio puro. Este gás não possui um custo baixo, assim, encontrar uma solução para essas elevadas despesas é o grande objetivo. Para isso, é necessária uma busca por um novo método de produção de oxigênio, pois o elevado custo do oxigênio adquirido convencionalmente deve-se ao fato deste ser produzido em parque criogênico e de necessitar de um transporte até o consumidor, o qual geralmente não está localizado próximo de onde este gás é produzido. Foram encontradas formas de produção de oxigênio em larga escala e com alta pureza, que são os sistemas concentradores: PSA (“Pressure Swing Adsorption”) e o VPSA (“Vacuum Pressure Swing Adsorption”). Esses mecanismos conseguem obter o oxigênio com 95% de pureza. Neste estudo foi possível concluir que esses sistemas são viáveis, pois produzem oxigênio com pureza semelhante ao sistema criogênico, porém com custo bem inferior.

Palavras-chave: oxigênio; hospitais; sistemas PSA e VPSA; ar medicinal

Introdução

O oxigênio é amplamente utilizado na medicina, mantendo vidas pelo auxílio de respiração natural, além de ter grande importância em usinas siderúrgicas e de fundição, em indústrias automobilísticas e mecânicas e em diversos setores. Hospitais demandam grandes volumes de oxigênio, necessitando a compra frequente de cilindros de gases a custo muito elevados. Por exemplo, um hospital de cerca de 300 leitos consome próximo a 4000m³ de oxigênio ao mês a um custo da ordem de R\$4,00/m³. O presente estudo tem por objetivo desenvolver a modelagem de um produto que seja capaz de garantir a produção de oxigênio “on site” para unidades hospitalares, visando reduzir assim os custos destas unidades com a aquisição desse gás. Além disso, o estudo visa também a especificação dos componentes, a fabricação, a instalação, o levantamento nas normas brasileiras vigentes, a avaliação das vantagens do sistema para seus usuários e o estudo da viabilidade econômica do sistema produzido. Foi realizado um estudo preliminar com a intenção de entender quais as alternativas atuais para a produção de oxigênio com a pureza necessária para a produção de gás

hospitalar. Posteriormente, foram estudadas quais as modificações necessárias nas alternativas vigentes para que o produto final atendesse às necessidades propostas. Por fim, realizou-se um estudo de viabilidade econômica referente à adoção do sistema proposto. Como resultado, obteve-se um sistema PSA adaptado que foi capaz de atender às necessidades e adequou-se às normas vigentes para a produção de um ar medicinal próprio para uso, além de se mostrar economicamente viável.

Desenvolvimento

O oxigênio produzido para o uso hospitalar pode ser obtido da forma industrial (sistema criogênico) ou pelos sistemas concentradores (PSA e VPSA). No sistema criogênico existe um parque industrial criogênico, o qual geralmente, não está localizado próximo ao consumidor do oxigênio. Neste processo clássico, o ar atmosférico é filtrado e comprimido, em seguida é feita remoção dos contaminantes (H₂O, CO₂ e hidrocarbonetos) e resfriamento a baixas temperaturas (aproximadamente 195,6°C negativo), tornando-se liquefeito. Finalmente é realizada destilação fracionada para separação dos

gases nitrogênio e oxigênio, que é uma etapa na qual se utiliza uma propriedade físico-química, ponto de ebulição, para realizar a separação dos gases.

A obtenção do oxigênio pelo processo de adsorção por alternância da pressão (“pressure swing adsorption” ou PSA) teve seu início no final da década de 60. A viabilidade da obtenção de oxigênio em diversas escalas “on-site” e seu baixo custo operacional foram os principais impulsionadores deste processo. Neste sistema, existe uma usina de produção de oxigênio, a qual fica instalada junto ao consumidor (“on site”). Esta tecnologia permite a separação e concentração do oxigênio (aproximadamente 95% de O₂) ao submeter o ar ambiente a uma peneira molecular de zeólita sob baixa pressão (3 a 6 bar), durante um período suficiente para adsorver monóxido de carbono, vapor de água, dióxido de carbono e quase todo o nitrogênio presente no ar. O fato de não haver obrigatoriedade de registrar o sistema concentrador de oxigênio no Ministério da Saúde e de realizar ensaios que verifiquem a conformidade do sistema com as recomendações da norma brasileira, insere no contexto hospitalar uma série de variáveis de riscos, como a possibilidade de fabricantes e usuários não conhecerem as medidas de segurança e a produção de um gás com maiores impurezas (UFSC, 2004). Assim, a PSA é uma alternativa de menor custo e melhor eficiência energética, se comparada com o processo criogênico, mas produz um gás com percentual de oxigênio inferior. Abaixo, a Figura 1 demonstra o esquema simplificado de funcionamento de um Sistema PSA.

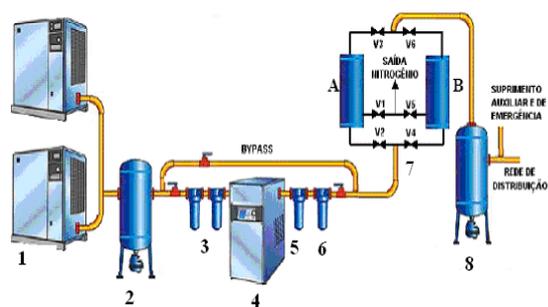


Figura 1 – Esquema de Funcionamento de um Sistema PSA

Já a obtenção pelo processo de VPSA (“Vacuum Pressure Swing Adsorption”) é uma variante do PSA, e surge da aplicação de vácuo na purga da peneira, quando a pressão de

regeneração deve ser muito baixa. Este processo utiliza um sistema de simples admissão do ar ambiente para o concentrador, em vez da compressão, e uma bomba de vácuo para forçar a regeneração da zeólita e a purga dos componentes adsorvidos após cada ciclo.

Tendo em vista as possíveis metodologias, a Tabela 1 indica uma comparação entre os três sistemas.

Tabela 1 – Comparação dos Sistemas de Produção de Oxigênio

	Criogênico	PSA	VPSA
Localização da planta em relação ao consumidor	Longe	Próximo	Próximo
Pureza do oxigênio obtido	Acima de 95%	95%	95%
Frequência de manutenção dos equipamentos	Muita	Pouca	Muita
Possibilidade de risco no contexto hospitalar	Menor	Maior	Maior
Custo total	Alto	Baixo	Médio

Resultados

A Kaeser dispõe de um modelo de produção de oxigênio baseado no sistema PSA sendo totalmente automático, não requerendo mão-de-obra especializada para operá-lo. Tal modelo é apresentado esquematicamente na Figura 2.

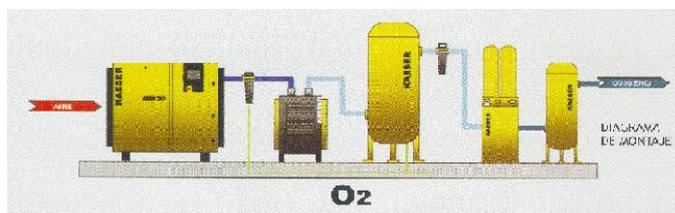


Figura 2 – Esquema do Modelo de Produção de Oxigênio da Kaeser

O modelo apresentado obedece às normas vigentes OSHA, CSA, AS2299, DIN/ENM 12021, Pharmacopée Européene e tem como princípio básico de funcionamento a compressão do ar, a secagem e a concentração do oxigênio através da peneira

molecular. Entretanto, para utilizar o modelo da Kaeser de produção de oxigênio para a produção de ar medicinal e oxigênio, deve ser feita uma saída, antes do concentrador, para o ar comprimido que, após todos os tratamentos de filtragem e secagem descritos no modelo da Kaeser, terá a qualidade do ar estéril (ar medicinal). Além disso, o sistema de controle do modelo atual deve ser modificado, pois existirá um novo caminho para onde o fluxo de ar comprimido poderá ser desviado. Deve-se também levar em conta que o modelo apresentado pela Kaeser é um sistema exclusivamente de produção de oxigênio e que só existe um tanque para armazenar tal produto. De acordo com as normas, a produção de oxigênio pelos sistemas concentradores necessita de um sistema reserva para casos em que a usina precise interromper seu funcionamento. Assim, uma proposta encontrada pode ser o acréscimo de um tanque reserva de oxigênio e um tanque reserva de ar medicinal, para o caso de produção de oxigênio e ar medicinal, com controles que satisfaçam a norma vigente. Considerando todas as modificações, o esquema de tubulação e válvulas da Kaeser para esta proposta necessárias pode ser observado na Figura 3.

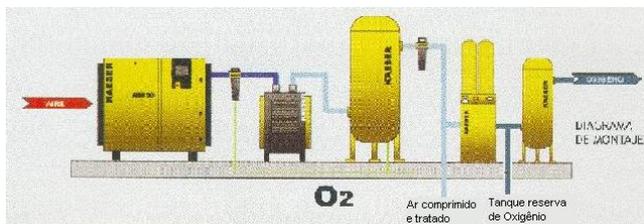


Figura 3 – Modificações Propostas

Conclusões e Contribuições

A proposta de um novo sistema de produção de oxigênio aos hospitais pode ser a de um sistema concentrador do tipo PSA, pois comprovadamente este sistema é viável economicamente apesar do elevado investimento inicial.

Apesar deste sistema ainda não ter obrigatoriedade de registro, também foi comprovado a existência de resoluções que, se obedecidas, garantem a segurança do operador do sistema, assim como a qualidade do oxigênio produzido, garantindo a segurança de quem utiliza este gás. Além dos hospitais este sistema também poderá ser proposto aos diversos setores industriais.

Conclui-se que o PSA é realmente uma tecnologia que pode ajudar na redução das

despesas, como também auxiliar na ampliação da capacidade produtiva das indústrias, pois não apresenta alto custo. Assim, o sistema pode ser adquirido por setores industriais de pequeno porte com o intuito de aumentar a eficiência dos processos industriais. Sendo assim, é uma tecnologia que ainda poderá contribuir para um crescimento industrial.

Principais Referências

GLOWACKI, L.A. **“Avaliação de efetividade de sistemas concentradores de oxigênio: uma ferramenta em gestão de tecnologia médico-hospitalar”**. Tese de mestrado – UFSC. Florianópolis. 2003;

OXIGENIO, 2006. www.oxigenio.com.br. Acessado em 06/05/2006.

OXIGENIO BRASIL, 2005. www.oxigeniobrasil.com.br. Acessado em 29/06/2005.

HUMMEL, P. R. V.; PILÃO, N. E. **“Matemática Financeira e Engenharia Econômica: a teoria e a prática da análise de projetos de investimentos”**. Ed. Thomson. 2002.