



Application Note AN-PAN-1003

Análise on-line da concentração de aminas em plantas de captura de carbono

Os níveis de dióxido de carbono (CO_2), um gás atmosférico natural, aumentaram acentuadamente devido à atividade humana. Como gás de efeito estufa, o CO_2 retém o calor e concentrações mais elevadas na atmosfera ameaçam os ecossistemas através das alterações climáticas e da acidificação dos oceanos [1]. Instalações industriais como usinas de energia a carvão estão desenvolvendo tecnologias para capturar CO_2 do escapamento (gás de combustão) após a combustão. O CO capturado pode ser transformado para uso em outros setores. Esses sistemas de captura de carbono podem ajudar as indústrias a atingir emissões neutras em carbono

ou até mesmo negativas, reduzindo seu impacto ambiental.

Esta Nota de Aplicação de Processo descreve amina e CO_2 análise na solução de absorção cáustica do processo de captura e sequestro de carbono (CCS) em usinas de captura de carbono (CCPs). A tecnologia de depuração baseada em amina consome muita energia e tem custos operacionais significativos. Portanto, otimizar a atividade e o uso da amina por meio de análise online é uma etapa crítica na redução dos custos gerais e na medição da eficiência do CO_2 capturar simultaneamente.

INTRODUÇÃO

De acordo com a Agência Internacional de Energia (AIE), as emissões globais de CO₂ relacionadas com a energia₂ as emissões atingiram um novo recorde em 2023, atingindo 37,4 mil milhões de toneladas (Gt) [2]. Esse aumento enfatiza a necessidade crítica de tecnologias CCS eficazes.

A CCS envolve o processo de captura de dióxido de carbono residual de grandes fontes pontuais (por exemplo, usinas de energia de combustíveis fósseis), transportando-o para um local de armazenamento e depositando-o onde não entrará na atmosfera novamente, normalmente dentro de uma formação geológica subterrânea.

O objetivo final do CCS é evitar a liberação de grandes

quantidades de CO₂ de volta para a atmosfera. A CCS é um meio potencial de mitigar a contribuição das emissões de combustíveis fósseis para o aquecimento global e a acidificação dos oceanos.

O processo mais utilizado para pós-combustão de CO₂ a captura é possível com *tecnologias avançadas de depuração baseadas em aminas* (Figura 1). Um CO₂-fluxo de gás rico, como o gás de combustão de uma usina elétrica, é «borbulhado» através de uma solução rica em amina. O CO₂ liga-se às aminas à medida que passa pela solução, enquanto outros gases continuam subindo pela chaminé. Isso é mostrado em **Reação 1**.

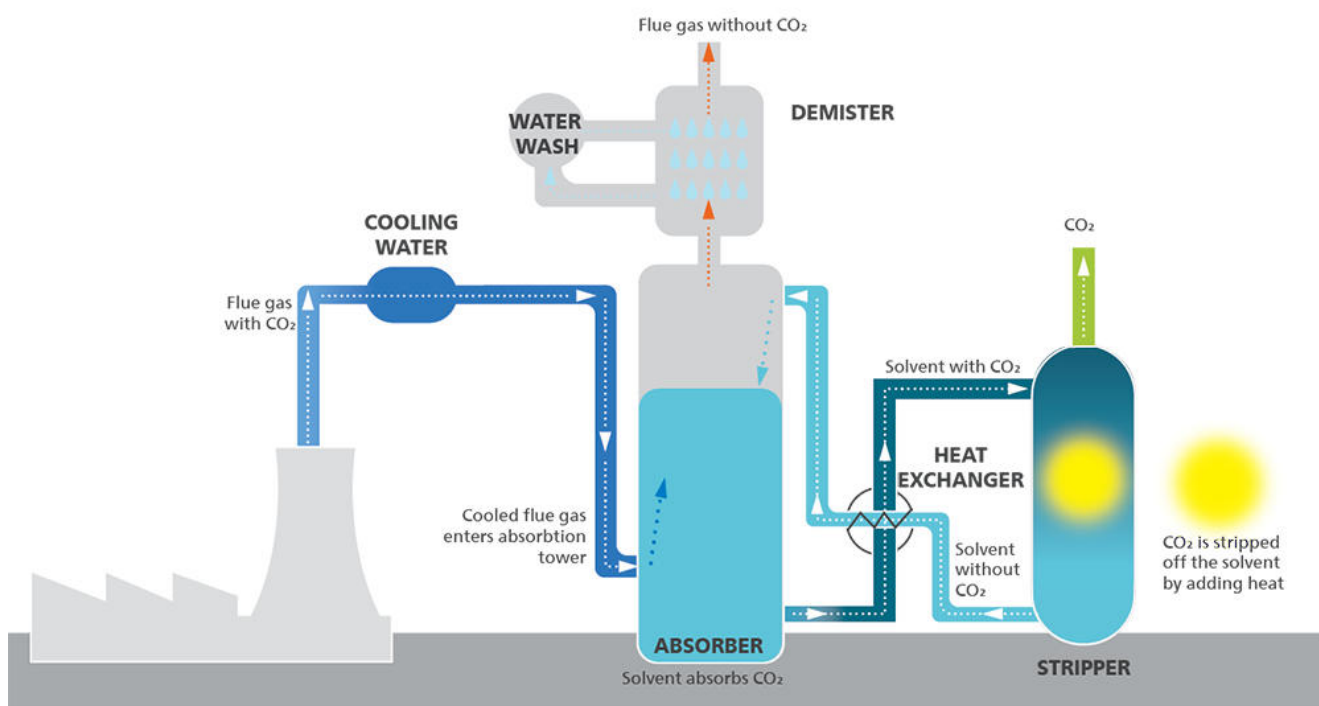
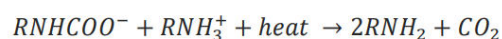


Figure 1. Diagrama ilustrado do processo de captura e sequestro de carbono (CCS).

O CO₂ no CO resultante₂- solução de amina saturada é removida das aminas (**Reação 2**), «capturado» e está então pronto para armazenamento de carbono (Figura 2, close-up de CO₂ absorbância).



Reaction 1. Overall simplified carbon dioxide absorption reaction.



Reaction 2. Overall simplified amine regeneration reaction.

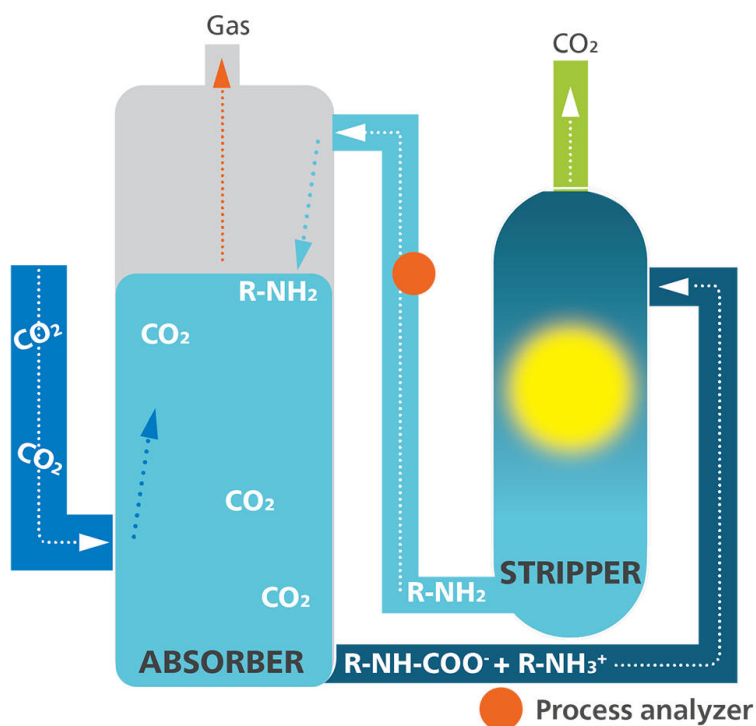


Figure 2. Ilustração destacando como o processo de absorbância de dióxido de carbono funciona em um CCP com local sugerido para análise de processo online.

Embora as aminas usadas na captura de carbono possam ser recicladas, o processo em si consome muita energia, com custos operacionais significativos. Portanto, otimizar a atividade e o uso da amina é fundamental. Esta otimização não só reduz os custos globais como também ajuda a medir o CO₂ eficiência de captura. Tradicionalmente, CO₂ a eficiência de captura foi

calculada com base na titulação manual de laboratório a partir de amostras coletadas após o stripper. Entretanto, esse método tem algumas limitações. Ele fornece apenas um instantâneo do processo, dificultando que os operadores otimizem continuamente o processo ou identifiquem desvios. Além disso, a amostragem manual pode introduzir alguns erros.

Analísadores de processos on-line ajudam a superar esses problemas. Ao medir continuamente a concentração de amina on-line na solução absorvente, os analisadores de processo on-line permitem o monitoramento em tempo real do processo de captura de carbono, melhorando sua eficiência.

Para otimizar a captura de carbono, é crucial

APLICAÇÃO

O analisador de processo 2060 TI pode realizar efetivamente titulações ácidas para aminas, bem como CO livre e total₂ em soluções absorventes  usticas (NaOH). Ele também oferece limpeza e

monitorar os principais parâmetros do processo quase em tempo real. A Metrohm Process Analytics oferece uma solução poderosa: o **Analisador de Processos TI 2060 (Figura 3)**. Este analisador multiparâmetro permite a análise simultânea de aminas e CO₂ dentro da solução de absorc  o  ustica usada em plantas de captura de carbono.

validação automáticas, o que reduz a manutenção e minimiza o tempo de inatividade. Este método foi testado com diferentes soluções absorventes e   compatível com testes de laboratório (**Tabela 1**).

Tabela 1. Parâmetros a serem monitorados após a etapa de remoção de dióxido de carbono em uma planta de CCS.

Parâmetros	[%]
Amina	0–100
CO ₂	0–100

OBSERVAÇÕES

A Metrohm Process Analytics oferece soluções adicionais para usinas de energia a carvão, como monitoramento de corrosão com o **Analisador de Processos IC 2060**. Este poderoso analisador de processos permite a determinação de vários  nios, incluindo cloreto, sulfato e flúor, que são indicadores importantes de processos de corrosão nessas plantas. Ao monitorar continuamente esses íons, os operadores da planta podem tomar medidas preventivas para minimizar a corrosão e garantir a operação segura e eficiente de suas instalações.

Além disso, a análise on-line contínua dos níveis de ferro e cobre ultratr cos no circuito de água-vapor de usinas de energia   possível usando o 2060 TI Process Analyzer (**Figura 3**). A análise permite a detecção precoce de processos e picos de corrosão e também monitora a formação e destruição da camada protetora de óxido nas superfícies metálicas.



Figure 3. O analisador de processo 2060 TI é adequado para monitorar vários parâmetros de processo em plantas de captura de carbono (CCP).

CONCLUSÃO

Com a crescente urgência em abordar as mudanças climáticas, tecnologias de captura de carbono, como a depuração baseada em amina, oferecem uma solução promissora. No entanto, otimizar a eficiência e a relação custo-benefício desses sistemas é crucial. O Metrohm Process Analytics 2060 TI Process Analyzer fornece dados em tempo real, permitindo a

otimização contínua do processo e melhor CO₂ eficiência de captura. Ao implementar essas soluções avançadas de monitoramento, as usinas de captura de carbono podem garantir um desempenho ideal e, ao mesmo tempo, contribuir significativamente para a redução dos gases de efeito estufa na atmosfera.

REFERÊNCIAS

1. Deaconu, A. Tecnologias de captura de dióxido de carbono | EPCM.
2. *Resumo Executivo – Emissões de CO₂ em 2023 – Análise*. AIE.
<https://www.iea.org/reports/co2-emissions-in-2023/executive-summary> (acessado em 21/05/2024).

NOTA DE APLICAÇÃO RELACIONADA

AN-PAN-1038 Geração de energia: análise do número m (alcalinidade) em água de resfriamento

BENEFÍCIOS DA ANÁLISE DE PROCESSOS ON-LINE

- **Diagnóstico totalmente automatizado** – alarmes automáticos para quando as amostras estiverem fora dos parâmetros de especificação.
- **Maior saída** otimizando a atividade da amina.
- **Evite custos desnecessários** medindo vários parâmetros do processo simultaneamente.



CONTACT

Metrohm Brasil
Rua Minerva, 161
05007-030 São Paulo

metrohm@metrohm.com.br

CONFIGURAÇÃO



2060 Process Analyzer

The 2060 Process Analyzer is an online wet chemistry analyzer that is suitable for countless applications. This process analyzer offers a new modularity concept consisting of a central platform, which is called a «basic cabinet».

The basic cabinet consists of two parts. The upper part contains a touch screen and an industrial PC. The lower part contains the flexible wet part where the hardware for the actual analysis is housed. If the basic wet part capacity is not sufficient enough to solve an analytical challenge, then the basic cabinet can be expanded to up to four additional wet part cabinets to ensure enough space to solve even the most challenging applications. The additional cabinets can be configured in such a way that each wet part cabinet can be combined with a reagent cabinet with integrated (non-contact) level detection to increase analyzer uptime.

The 2060 process analyzer offers different wet chem techniques: titration, Karl Fischer titration, photometry, direct measurement and standard additions methods.

To meet all project requirements (or to meet all your needs) sample preconditioning systems can be provided to guarantee a robust analytical solution. We can provide any sample preconditioning system, such as cooling or heating, pressure reduction and degassing, filtration, and many more.