

SOLUCÕES - CLORO E SODA



VENCEDOR
NACIONAL



**Prêmio
Finep de
Inovação
2025**



ENGENHARIA PARA O MUNDO

Com escritórios estrategicamente **localizados ao redor do mundo**, a Clark Solutions se destaca como uma referência global em tecnologias avançadas para torres e vasos de pressão, transferência de massa, separações de fases e equipamentos de troca de calor.

Nossa expertise abrange desde o desenvolvimento de internos para torres e vasos até configurações especializadas

com automação, proporcionando abordagens que otimizam processos industriais complexos. Comprometidos com a entrega de **soluções completas**, integramos eficientemente nossas tecnologias para atender às demandas específicas de cada cliente. Na Clark Solutions, combinamos **inovação e experiência** para impulsionar a eficiência e a excelência operacional em uma variedade de setores industriais.



* Soluções Clark Solutions pelo mundo

História e expertise



+1.000
Clientes



+10
Países ao redor do mundo



+15
mercados de atuação

Inovação contínua - P&D

Com uma equipe dedicada à pesquisa, desenvolvimento e inovação, a Clark Solutions busca constantemente avançar no estado da arte das tecnologias para atender às necessidades dos clientes. Operando **bancadas de teste e planta piloto**, **garantimos expertise na criação de protótipos e produtos de excelência**. Nosso foco está na geração de **sistemas inovadores** que atendam aos requisitos personalizados dos clientes, antecipando suas necessidades através de nossa vasta experiência em diversos processos industriais. Na Clark Solutions, a pesquisa, desenvolvimento e inovação são realizados com o objetivo de agregar valor aos clientes, mantendo-se alinhados com as demandas do mercado.

A Clark Solutions mantém parcerias estratégicas com renomadas instituições de pesquisa, como **HTRI (Heat Transfer Research, Inc.)**, **FRI (Fractionation Research, Inc.)** e **Universidade de São Paulo**. Essas colaborações enriquecem nossa expertise, possibilitando a incorporação das mais recentes tecnologias e inovações em nossos projetos.



Sistemas completos



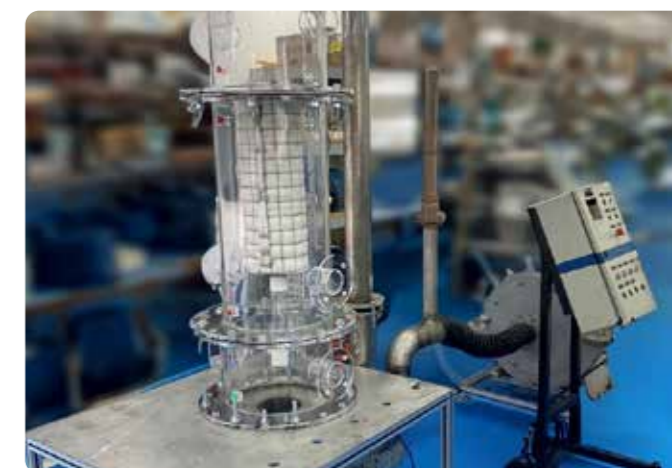
Soluções inovadoras



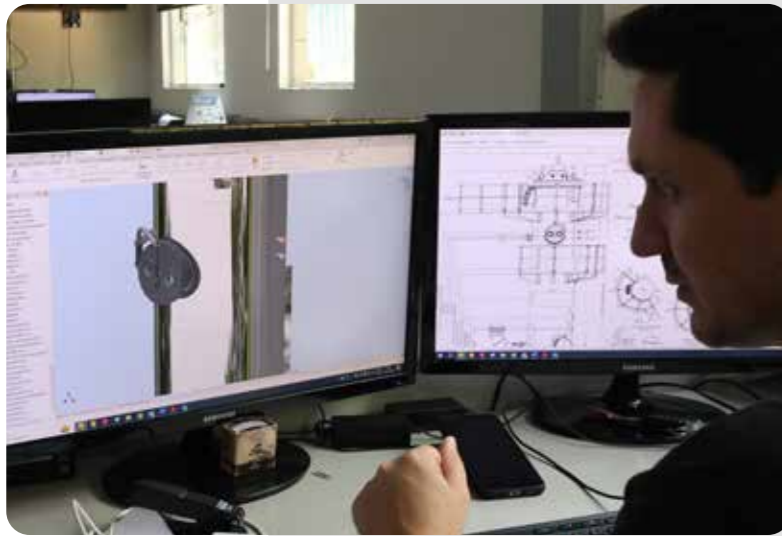
Automação



Otimização de processos



SOLUÇÃO COMPLETA



1. Desenvolvimento de negócios

1. Estudos de viabilidade
2. Seleção de tecnologias
3. Planejamento
4. Desenvolvimento da solução
5. Monitoramento e avaliação



2. Serviços tecnológicos

1. Desenvolvimento tecnológico
2. Licenciamento de tecnologia
3. Otimização da planta
4. Eliminação de gargalos
5. Aumento de capacidade



3. Execução do projeto

1. Gestão de projetos
2. Engenharia básica e detalhada
3. Aquisições
4. Construção / Fabricação
5. Engenharia proprietária
6. Avaliação do impacto ambiental



Solução completa e personalizada
à sua necessidade



Processos



Cloro Úmido e Seco
Secagem de cloro
Hidrogênio
Evaporadores de Soda
Decloração / Stripping
Lavadores de NaClO e HCl



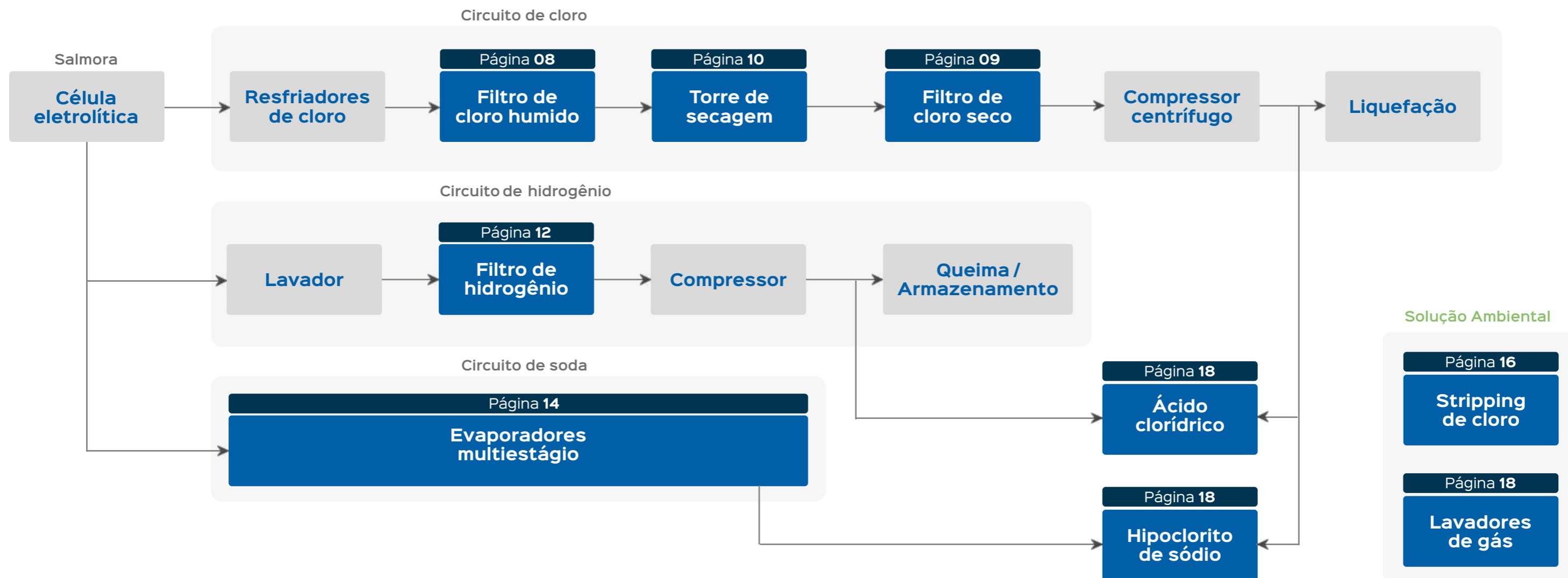
Empresa 100% brasileira

A Clark Solutions é uma empresa brasileira com alcance global, combinando conhecimento local com expertise internacional para oferecer soluções de alta eficiência em diversos setores industriais.



A Clark Solutions é o único membro brasileiro da Fractionation Research Inc (FRI), um consórcio que reúne as maiores empresas especializadas em transferência de massa, desde produtores até fornecedores. Isso nos dá acesso às mais recentes tecnologias, informações, correlações e eventos relacionados aos internos de torres, o que nos permite oferecer aos nossos clientes soluções de ponta.

FLUXOGRAMA DE PROCESSOS



Fluxograma ilustrativo - Cloro & Soda

O fluxograma apresentado é meramente ilustrativo e pode variar significativamente de acordo com as especificidades de cada processo. As etapas, a sequência e os componentes representados servem como uma representação geral, mas a configuração exata pode ser adaptada conforme as necessidades e características particulares de cada situação.

Para mais informações, entre em contato com um dos nossos especialistas.

CLORO ÚMIDO

Após sua geração e resfriamento, o cloro ainda úmido atravessa um sistema de eliminação de névoa. Isso ocorre porque, juntamente com o cloro, transportam-se inúmeras gotículas de salmoura provenientes da célula eletrolítica. Se não forem capturadas, essas gotas podem causar efeitos indesejados.

Por exemplo, o NaCl presente na salmoura pode obstruir os equipamentos posteriores se precipitar na forma sólida. Além disso, existe o risco de que reaja com ácido sulfúrico dentro da torre de secagem, formando HCl.

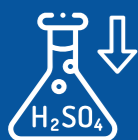
Além de evitar esses problemas, o que economiza em manutenção e garante uma melhor operabilidade, a eliminação da salmoura também significa reduzir o arraste de água para a torre de secagem e, com isso, diminuir o consumo de ácido durante o processo de remoção da umidade do gás de cloro.

A névoa de salmoura, devido a sua origem em um processo eletroquímico, pode ser extremamente fina, com gotículas menores que 1 μm . Isso implica a necessidade de um eliminador de névoa extremamente eficiente, projetado especificamente para capturar gotículas pequenas.

Além disso, devido ao altíssimo conteúdo de cloretos e à natureza corrosiva do cloro úmido, é necessário que o vaso e o equipamento sejam feitos integralmente de materiais plásticos.



Previne a formação de cristais: A coleta de gotículas de salmoura evita a obstrução de equipamentos posteriores devido à cristalização de NaCl.



Menor consumo de H₂SO₄: O menor arraste de água significa uma umidade mais baixa, o que reduz o consumo de ácido sulfúrico na torre de secagem.



Sem formação de HCl: Evita a formação de HCl pela reação entre H₂SO₄ e NaCl durante a secagem.

Produtos Relacionados



Eliminador de névoa
Fiberbed

CLORO SECO

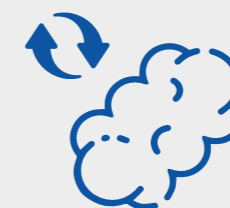
O cloro seco, uma corrente de gás cloro sem umidade que sai das torres de secagem, arrasta consigo gotículas de ácido sulfúrico utilizado como agente desidratante no processo.

Se essas gotículas de ácido chegarem a outros equipamentos, existe um alto risco de corrosão, o que gera custos elevados de manutenção e substituição de peças. Pela experiência, sabemos que as névoas de ácido sulfúrico podem ser extremamente finas, com tamanho entre 1 e 5 μm . Embora muitas torres de secagem já possuam eliminadores de névoa internos, geralmente são projetados para eliminar partículas maiores que 3 μm .

Portanto, para evitar os problemas mencionados, é recomendável contar com um eliminador de névoa eficiente para gotículas muito pequenas em um vaso posterior à secagem. Devido à baixa temperatura e ao processo de secagem do cloro, é possível fabricar este equipamento e seu alojamento com partes de aço inoxidável convencional.



Resistência à corrosão: A retenção de gotículas de ácido sulfúrico evita problemas de corrosão nos equipamentos posteriores à torre de secagem, graças à eficiência na captura de gotículas em torno de 1 μm .



FiberBed - Repacking:

A Clark Solutions oferece a possibilidade de realizar manutenção na grade e substituição do leito fibroso dos filtros em nossa fábrica, sempre que a estrutura estiver em bom estado.



Solução completa:

A Clark Solutions oferece uma solução integral para o processo de cloro seco, que inclui serviços de engenharia, simulações de processos, design do recipiente, internos e instrumentação, além de treinamento e suporte operacional, garantindo alta qualidade do produto e subprodutos.

SECAGEM DE CLORO



Após passar pelo eliminador de névoa de cloro úmido, o gás entra na fase de secagem. O objetivo é eliminar a umidade que acompanha o cloro, garantindo as especificações do produto e evitando problemas que poderiam surgir da condensação de água em etapas posteriores do processo, como nos compressores.

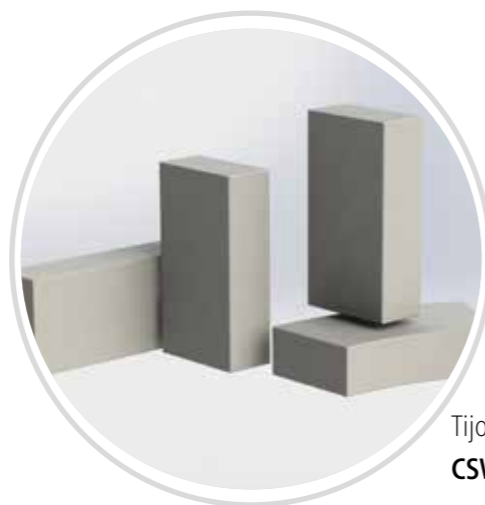
A secagem é realizada em múltiplas etapas, tipicamente de 2 a 3, utilizando o higroscópico ácido sulfúrico como agente desidratante. Em cada uma dessas etapas, o gás úmido entra em contracorrente com o ácido, passando por um dispositivo de contato. Dependendo das necessidades do processo, o dispositivo escolhido pode ser um recheio aleatório, estruturado ou até mesmo bandejas.

Não apenas a escolha do dispositivo de contato é importante, mas também a distribuição do ácido deve estar alinhada ao dispositivo selecionado. Enquanto as bandejas não são muito exigentes quanto à distribuição do líquido, os recheios estruturados requerem uma irrigação cuidadosamente planejada para oferecer um desempenho ótimo. Caso contrário, esses dispositivos podem ser subutilizados, e as etapas de secagem terão um desempenho inferior ao esperado.

É importante lembrar que existe certa variação na distribuição das etapas de secagem. Em algumas unidades, todas as etapas estão em uma única coluna, enquanto em outras, elas podem ser distribuídas entre múltiplos vasos. Essa diferença impacta significativamente a escolha dos materiais. Afinal, em um design de coluna única, a torre precisará suportar todo o intervalo de concentrações e temperaturas do ácido sulfúrico.

Levando isso em consideração, podemos oferecer nossos internos em uma ampla gama de materiais plásticos e cerâmicos, capazes de atender às necessidades das diferentes etapas de secagem.

Além de fornecer os internos, contamos com know-how em revestimentos para torres, podendo fornecer desde os tijolos até o serviço de montagem para revestir sua coluna.



Tijolos cerâmicos
CSWare



Solução completa:

A Clark Solutions oferece uma **solução completa** para o processo de secagem de cloro, que inclui serviços de engenharia, simulações de processos, design do vaso, internos e instrumentação, além de treinamento e suporte operacional para garantir alta qualidade do produto e subproduto.



Revamp: Por meio de uma seleção meticulosa de dispositivos de contato, conseguimos otimizar a capacidade da sua torre.

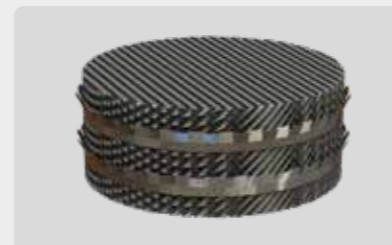


Variedade de materiais: Em algumas unidades, todas as etapas estão em uma única coluna; em outras, podem estar distribuídas entre múltiplos vasos. Isso impacta significativamente a escolha dos materiais.

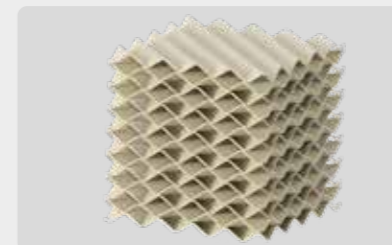


Resistência ao meio químico: Com um design robusto de equipamentos e materiais disponíveis, podemos oferecer nossos internos em uma ampla gama de plásticos e cerâmicos, capazes de atender às necessidades de diferentes estratégias de secagem.

Productos relacionados



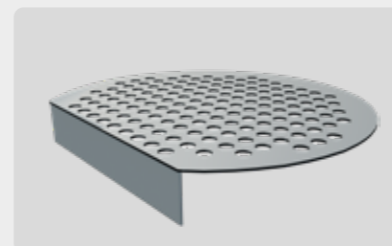
Recheio estruturado
MaxiPac



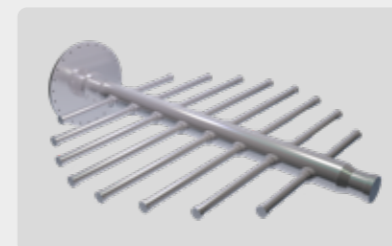
Recheio estruturado
MaxiCeramic



Recheio aleatório
MaxiSaddles



Bandeja
MaxiTray



Distribuidor de líquido
MaxiFlow T



Distribuidor de líquido
MaxiFlow P

HIDROGÊNIO



Na mesma seção da célula eletrolítica onde geramos soda cáustica, também produzimos gás hidrogênio. Este sai da célula carregando gotículas de uma solução que contém tanto NaOH quanto NaCl.

Como o hidrogênio é comprimido e depois utilizado na combustão, é necessário eliminar a névoa para evitar danos mecânicos nos compressores e outros equipamentos do circuito.

Um eliminador de névoa em bom estado no circuito de hidrogênio evita que as gotículas líquidas danifiquem os compressores dessa linha. Além disso, em processos que queimam hidrogênio para a produção de energia ou HCl, isso implica uma menor frequência de obstrução dos queimadores por sais, resultando, portanto, em menores custos de manutenção e substituição.

Em casos de aumento de carga sem a necessidade de substituir completamente o vaso, podemos até oferecer eliminadores de névoa especiais para manter níveis aceitáveis de perda de carga sem a necessidade de ampliar o espaço disponível.

Isso é importante porque, assim como nos eliminadores de cloro seco e cloro úmido, o processo opera a pressões não muito diferentes da atmosférica. Portanto, controlar a perda de pressão no sistema é fundamental para preservar uma boa operabilidade e reduzir os custos operacionais relacionados à compressão de gases.



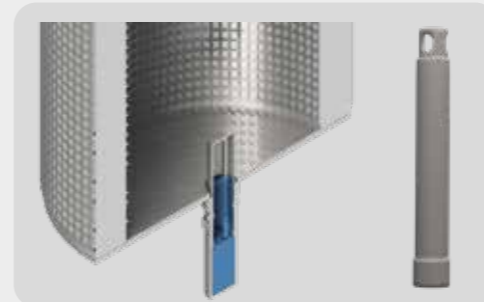
FiberBed - Repacking:

A Clark Solutions oferece a possibilidade de realizar manutenção na grade e substituição do leito fibroso dos filtros em nossa fábrica, sempre que a estrutura estiver em bom estado.



Solução completa:

A Clark Solutions oferece uma **solução integral** para o processo de hidrogênio, que inclui serviços de engenharia, simulações de processos, design do vaso, internos e instrumentação, além de treinamento e suporte operacional, garantindo alta qualidade do produto e subprodutos.



Selo Seco - Dry Seal:

Desenvolvemos uma **alternativa mais segura** para o recipiente de selagem, que elimina a necessidade de reabastecimento graças às suas capacidades de autoseguro e autovaziamento. Além disso, **é fácil de limpar e instalar**, sem exigir etapas adicionais de configuração.



Segurança: Ao reter as gotículas da solução eletrolítica, evitamos danos ao compressor do circuito de hidrogênio. Isso é possível graças à eficiência na captura de gotículas em torno de 1 µm.



Resistência: O leito fibroso de polipropileno é mais resistente ao meio de hidrogênio, sal e soda cáustica nas temperaturas do processo em comparação com a fibra de vidro utilizada em outras aplicações.

Produtos Relacionados



Eliminador de névoas
Fiberbed

EVAPORADORES DE SODA



O circuito de soda na planta está intrinsecamente ligado ao tipo de processo adotado: Mercúrio, Diafragma ou Membrana.

As plantas de processo de mercúrio conseguem gerar, em suas células eletrolíticas, soda na concentração comercial: soluções de 50% de NaOH em massa, com baixo conteúdo de sal. Isso não se aplica às unidades baseadas nos processos de diafragma e membrana. O primeiro produz soda em concentrações próximas a 15%, enquanto o segundo atinge até 30% de NaOH, ambos com certo conteúdo de sal.

Portanto, nesses processos, são necessários evaporadores para eliminar o excesso de água e garantir que a soda produzida cumpra as especificações. Isso não se refere apenas à concentração de NaOH, mas também à eliminação do excesso de sal através da cristalização por evaporação pela remoção de água.

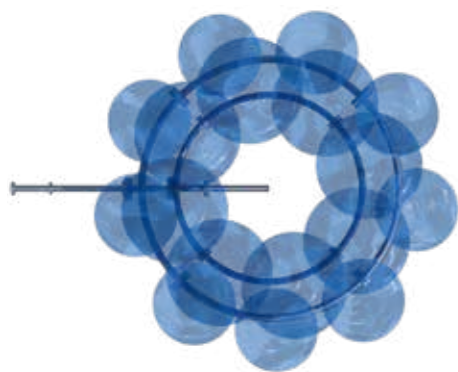
O conjunto de evaporação é composto por múltiplos efeitos, geralmente até três. Devido à alta concentração de solutos não voláteis, é necessário utilizar vácuo para uma evaporação eficaz, com temperaturas próximas a 100°C. Os evaporadores são, portanto,

ambientes químicos extremamente agressivos. A presença de soda concentrada e diferentes quantidades de cloretos faz com que apenas metais muito nobres possam oferecer um serviço contínuo.

Devido ao processo de mudança de fase, geram-se névoas que contêm sal e soda dentro desses equipamentos. Essas gotículas líquidas devem ser eliminadas da corrente de gás com urgência, pois, caso contrário, poderiam sair do evaporador e causar danos e incrustações nas linhas de gás da planta e nos equipamentos adjacentes.

Portanto, é imprescindível o uso de eliminadores de névoa para remover as gotículas indesejadas do vapor, reduzindo os custos relacionados à corrosão e à manutenção na planta. No entanto, esses eliminadores precisam ser projetados especialmente, pois não só precisam ser altamente eficientes, mas também oferecer baixa perda de carga, devido ao vácuo nos evaporadores, além de serem resistentes à corrosão e à incrustação por sais.

Sistema de lavagem



Os sistemas de lavagem para os eliminadores de névoa nos evaporadores de soda têm a função de evitar a incrustação de sais na malha do equipamento. Periodicamente, um líquido pressurizado é pulverizado na parte inferior do eliminador para remover os sais acumulados, prevenindo obstruções e danos mecânicos. Além disso, aspersores de baixo fluxo funcionam de maneira contínua, mantendo o eliminador úmido, evitando a formação de sal e reduzindo frequência de limpezas, o que prolonga a vida útil do equipamento.



Alta eficiência: Captura 99,9% das gotículas até 5 micrômetros, evitando que as névoas de soda cheguem às linhas de vapor.



Baixa perda de carga: Perdas na faixa de 25 mmwc garantem um bom funcionamento do sistema a vácuo e economia de energia. Um bom sistema de lavagem é necessário para manter esse valor.



Comportas de By-Pass: Oferecem um caminho alternativo para o gás caso o eliminador se obstrua pela formação de sal ou algum evento na planta cause uma perda de carga excessiva. Isso garante que não haverá interrupções que comprometam a operação nesses casos.

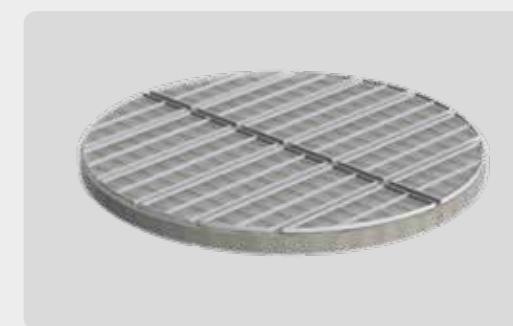


Material nobre: Os equipamentos podem ser fabricados em Ni200 ou Ni201, apresentando boa resistência ao ambiente químico altamente agressivo dos evaporadores.



Diversidade de modelos: Além do modelo padrão, existem opções de eliminador de névoa com uma, duas e três camadas de malha.

Produtos relacionados



Eliminador de névoa
Maximesh



Solução holística

A Clark Solutions oferece uma solução holística para o processo de evaporação de soda, que inclui simulação de internos, além de treinamento e suporte operacional, garantindo alta qualidade do produto e subprodutos.

DECLORAÇÃO / STRIPPING

O processo de Cloro e Soda requer uma extensa decloração de líquidos. O Ácido Sulfúrico purgado do sistema de Lavagem, por exemplo, deve passar por uma redução do conteúdo de cloro antes de ser reutilizado ou destinado a outros fins. Além disso, a decloração é particularmente importante nos processos de Cloro e Soda do tipo membrana. Nesses processos, a solução que alimenta a célula eletrolítica deve ter um conteúdo de cloro baixo e estritamente controlado. Ou seja, para reutilizar a solução eletrolítica, é necessária uma etapa de decloração para remover o cloro que possa ter se dissolvido no meio durante o processo eletroquímico.

Tanto o processo de decloração do ácido quanto o da salmoura a ser reutilizada podem ser realizados por Stripping com gases. Particularmente no caso da salmoura, também é comum realizar a operação em colunas a vácuo. Isso facilita a desorção dos contaminantes do líquido. Um aspecto comum em ambos os processos é o uso de torres com dispositivos de contato, frequentemente recheios aleatórios de material cerâmico, e estratégias para a distribuição dos líquidos.

No contexto da seleção de internos, a torre deve atender a requisitos ambientais e de processo rigorosos. Isso significa, muitas vezes, alcançar uma eliminação de cloro superior a 99,99%. Portanto, é de extrema importância que a engenharia desses dispositivos seja realizada de forma muito detalhada e cuidadosa. Caso contrário, os contaminantes presentes no líquido poderiam causar problemas significativos na planta.



Solução completa:

A Clark Solutions oferece uma **solução integral** para o processo de decloração, que inclui serviços de engenharia, simulações de processos, design do vaso e internos, além de treinamento e suporte operacional para garantir alta qualidade do produto e subprodutos.



Eficiência: O sistema permite uma decloração eficiente de líquidos e gases, alcançando uma eliminação de cloro superior a 99,99%, o que é essencial para a reutilização de soluções e o cumprimento de rigorosos padrões de qualidade.



Resistência a corrosão: O uso de materiais cerâmicos, plásticos resistentes e revestimentos compostos garante que o sistema suporte fluidos corrosivos e grandes liberações de calor, proporcionando durabilidade e segurança operacional.



Versatilidade de aplicação: O sistema pode ser aplicado tanto na decloração de ácidos quanto na de salmouras em processos de cloro e soda, incluindo colunas a vácuo e torres de stripping, adaptando-se a diferentes tipos de operações industriais.

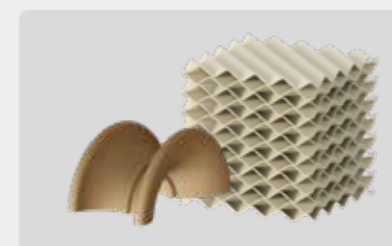


Otimização do rendimento: A engenharia cuidadosa da distribuição de líquidos e o uso de recheios de grande área superficial garantem uma operação mais eficiente das torres, melhorando o controle de contaminantes e o desempenho geral do sistema.

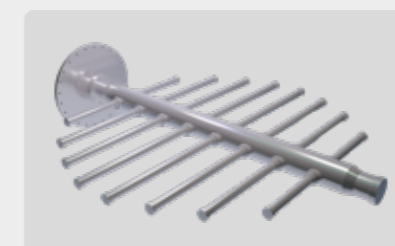
Produtos Relacionados



Recheio aleatório
3-Pack



Recheios cerâmicos
MaxiSaddles e MaxiCeramic



Distribuidor de líquido
MaxiFlow T

LAVADORES NaClO E HCl



Hipoclorito de sódio

No circuito de cloro do processo, geram-se purgas gasosas, correntes precisam ter seu conteúdo de contaminantes reduzido, como o cloro. As correntes utilizadas nos Strippings de decloração também devem passar por algum tipo de tratamento.

Uma das rotas para eliminar o cloro é por meio da neutralização em soluções de soda cáustica. Essa operação gera hipoclorito de sódio, um subproduto com valor comercial, pois pode ser utilizado na produção de produtos de limpeza e desinfetantes. Por outro lado, requer atenção especial na seleção de materiais e internos para garantir um funcionamento adequado.

Do ponto de vista dos materiais, a geração de hipoclorito é bastante exotérmica. Portanto, o sistema deve lidar com fluidos corrosivos como a soda cáustica e o próprio hipoclorito, mantendo-se estável frente à grande liberação de calor. É comum o uso de recheios cerâmicos ou plásticos resistentes, assim como revestimento interno dos vasos com compostos cuidadosamente selecionados.

Ácido clorídrico

Além da geração de hipoclorito, também é comum a presença de lavadores de gás na seção de ácido clorídrico da planta. Nesse circuito, o HCl, produzido pela reação de combustão entre hidrogênio e cloro, costuma ser absorvido em água por meio da tecnologia de falling film. No entanto, essa absorção não é 100% eficiente. Portanto, os gases que contêm ácido são purgados do processo e precisam ser lavados.

O fluido mais comum para esse lavagem é a própria água. Afinal, ela não só é capaz de eliminar de forma eficaz o HCl, mas também a solução ácida diluída que se forma pode ser reutilizada no sistema de filme em queda para a produção de ácido clorídrico. A torre de lavagem no circuito de HCl, portanto, deve ser capaz de resistir ao ácido clorídrico diluído e à exotermia da absorção.



Conclusão sobre o HCl e o hipoclorito

Em conclusão, tanto para a produção de hipoclorito quanto para a eliminação de cloro e HCl, os sistemas de lavagem de gás são indispensáveis em uma unidade de Cloro e Soda. No entanto, devido às exigências do processo e do ambiente, a eliminação de contaminantes em cada etapa deve ser a mais eficiente possível. Isso exige uma engenharia robusta, capaz de avaliar e fornecer internos fabricados com uma ampla variedade de materiais adequados para cumprir com os rigorosos requisitos operacionais e ambientais.

SERVIÇOS



- 1. Projetos de engenharia**
Soluções inovadoras para desafios específicos.
- 2. Análises de engenharia**
Avaliação técnica abrangente e detalhada.
- 3. Montagem especializada**
Execução precisa e qualificada.
- 4. Supervisão**
Coordenação eficaz e acompanhamento detalhado.
- 5. Teste e acompanhamento**
Verificação rigorosa e monitoramento contínuo.
- 6. Análise de melhorias**
Identificação e implementação de aprimoramentos.
- 7. Gestão de projetos**
Coordenação eficiente e direcionada.
- 8. Consultas e treinamento**
Orientação especializada e capacitação contínua.



Site: www.clarksolutions.com
Email: contato@clarksolutions.com
Telephone: +55 (11) 3472-3333