

ELEMENTO ANÓDICO (ANODO)

1. Introdução

O elemento anódico constitui-se como componente crítico na célula eletrolítica empregada na produção de cloro e soda cáustica (NaOH) a partir da salmoura (solução concentrada de NaCl em água). Sua função principal é promover a oxidação dos íons cloreto (Cl^-) presentes na solução, gerando gás cloro (Cl_2) e facilitando a formação de solução de soda cáustica na fase líquida.

2. Materiais e Revestimento

O anodo é fabricado em titânio grau industrial, devido à sua alta resistência à corrosão em ambientes altamente salinos e ácidos. A superfície do titânio é revestida com uma camada de óxidos metálicos, predominantemente óxido de irídio (IrO_2) ou óxido de ródio (RuO_2), formando um revestimento catalítico que garante alta condutividade elétrica, resistência à corrosão e estabilidade térmica.

3. Estrutura e Geometria

- Forma: Placas ou malhas de titânio revestido, dispostas em arranjos paralelos ou em malha, otimizados para maximizar a área de superfície de reação.
- Dimensões: Variam conforme a capacidade da célula, com áreas típicas entre 1 a 10 m² por unidade, garantindo uma densidade de corrente adequada (tipicamente entre 2 a 4 kA/m²).
- Fixação: Os anodos são fixados em suportes de aço inoxidável ou materiais compatíveis, com sistemas de isolamento elétrico e mecânico para evitar curtos-circuitos e facilitar a manutenção.

4. Reações Químicas e Funcionamento:

Durante a operação, ocorre a seguinte reação de oxidação no anodo:
 $[2\text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl}_2(\text{g}) + 2\text{e}^-]$. Simultaneamente, no cátodo,

- Há a redução de íons de hidrogênio ou água, formando gás hidrogênio ou solução de NaOH. A reação global na célula é:
 $[2\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Cl}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) + 2\text{NaOH}]$.

A produção de gás cloro ocorre na interface do revestimento catalítico, enquanto a solução de NaOH se acumula na fase líquida, sendo coletada para uso industrial. 5. Considerações Técnicas:

- Resistência à corrosão: o revestimento de óxidos metálicos garante resistência a ambientes altamente salinos e ácidos, prolongando a vida útil do anodo.
- Condutividade elétrica: o revestimento deve assegurar baixa resistência elétrica, minimizando perdas energéticas.
- Área de superfície: dimensionada para suportar a densidade de corrente desejada, evitando superaquecimento e garantindo eficiência na geração de gás.
- Manutenção: inspeções periódicas para verificar integridade do revestimento, limpeza de resíduos e substituição do anodo quando necessário.
- Controle operacional: monitoramento de temperatura, corrente e composição do eletrólito para otimizar a produção e garantir segurança operacional.

6. Aplicações e Impacto

O anodo revestido de óxidos metálicos é fundamental na produção de cloro e soda cáustica, produtos essenciais na indústria química, de papel, tintas, plásticos e muitos outros setores. Sua eficiência e durabilidade contribuem para processos mais sustentáveis e econômicos.

7. Fotos/imagens

