

آندهای MMO

Mixed Metal Oxide Anodes

آندهای MMO برناگذاز از دو بخش فلز پایه و پوشش تشکیل شده‌اند. از تیتانیوم به عنوان فلز پایه استفاده شده زیرا این فلز خواص مورد نیاز جهت دریافت پوشش به منظور مقابله با محیط‌های شیمیایی مهاجم را داشته و برای انتقال جریان مناسب می‌باشد. از دیگر مزایای تیتانیوم می‌توان به استفاده از آن در شکل‌های مختلفی از جمله لوله، نوار، سیم، توری و صفحه اشاره نمود.

پوشش آندهای MMO بسیار نازک (در حد چند میکرون) بوده و بر روی فلز پایه، به روش‌های مختلف قابل اعمال است. این پوشش بسته به نوع کاربرد می‌تواند تلفیقی از دو یا چند اکسید فلزی شامل اکسیدهای ایریدیم، تانتالم، روتنیم و تیتانیوم باشد.

با اعمال این پوشش به عنوان یک عامل فعال‌ساز، پتانسیل اضافی برای آزادسازی کلر و اکسیژن آندی به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌یابد زیرا پوشش کاتالیستی آند MMO مقاومت اندکی را برای آند ایجاد نموده که این مقاومت ناچیز منجر به نرخ مصرف کمتر با در نظر گرفتن طول عمر آن می‌شود.

آندهای MMO نرخ مصرف بسیار پایینی در حدود کمتر از 1 mg/A.Year بسته به شرایط محیطی و کاربرد دارند.

حداکثر دانسیته جریان خروجی و طول عمر آندهای MMO در شرایط محیطی مختلف به صورت زیر است:

طول عمر (Year)	حداکثر دانسیته جریان خروجی (A/m ²)	شرایط محیطی
۲۰	۵۰	پشت‌بند کربنی
۲۰	۱۰۰	کک پترولیوم
۲۰	۱۰۰	آب شیرین
۲۰	۳۰۰-۱۰۰	آب شور
۲۰	۶۰۰	آب دریا



سطح مقطع آندهای MMO



ساختار میکروسکوپی پوشش آندهای MMO



به طور کلی آندهای MMO دارای مزایای زیر هستند:

- ♦ کاربرد آسان
- ♦ امکان تولید آندهایی با شکل‌های مختلف
- ♦ قابلیت حمل آسان
- ♦ وزن پایین
- ♦ جریان خروجی بالا
- ♦ طول عمر طولانی در دانسیته جریان‌های خفیف بالا
- ♦ امکان پایداری ابعادی
- ♦ امکان پوشش‌دهی مجدد
- ♦ قابلیت اطمینان

◇ بیشترین کاربرد آندهای MMO برناگداز در صنایع زیر می باشد:

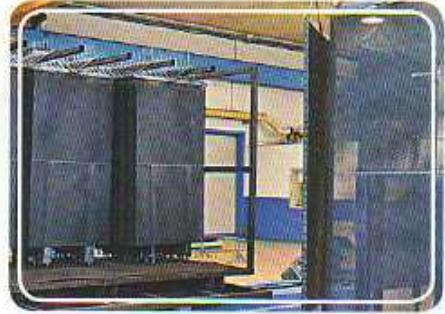
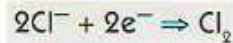
- ◇ پتروشیمی
- ◇ آبکاری
- ◇ هیدرومتالورژی
- ◇ نظامی
- ◇ حفاظت کاتدی و ...



این آندها برحسب نوع کاربرد به سه دسته اصلی تقسیم بندی می شوند:

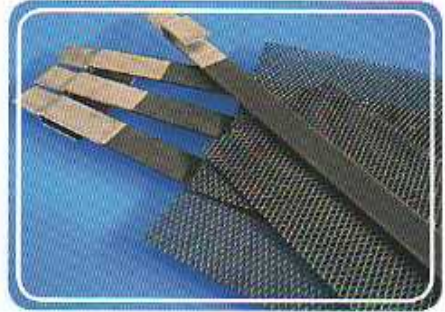
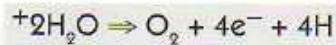
◇ آندهای MMO مورد استفاده جهت آزادسازی کلر

این آندها به منظور تولید گاز کلر (Cl_2) از محلول های حاوی یون کلر براساس واکنش الکتروشیمیایی زیر بکار می روند:



◇ آندهای MMO مورد استفاده جهت آزادسازی اکسیژن

این آندها به منظور تولید گاز اکسیژن (O_2) از محلول های اسیدی حاوی نیترات ها و سولفات ها براساس واکنش الکتروشیمیایی زیر بکار می روند: در این حالت واکنش آندها منجر به آزادسازی اکسیژن همزمان با الکترولیز محلول بر پایه اسید سولفوریک یا سولفات ها می شود. در حالتی که کلر نیز حضور داشته باشد، تولید همزمان کلر + اکسیژن می تواند صورت گیرد.



◇ آندهای MMO مورد استفاده جهت حفاظت کاتدی

این آندها در سیستم های حفاظت کاتدی تزریق جریان به منظور مقابله با خوردگی سازه های پایه فلزی بکار می روند. بیشترین کاربرد این آندها در تعمیر و نگهداری پل ها، سازه های دریایی، سکوها دریایی، کف مخازن ذخیره سازی، خطوط لوله مدفون در خاک یا غوطه ور در آب و سازه های بتونی می باشد.



◇ شکل های متداول آندهای MMO حفاظت کاتدی برناگداز به صورت زیر است:

◇ آندهای MMO لوله ای

آندهای MMO لوله ای به منظور حفاظت کاتدی سازه های فلزی مدفون در خاک (بطور مستقیم یا همراه با پشت بند کربنی) یا غوطه ور در آب بکار می روند. زیرلایه تیتانیوم این آندها براساس الزامات استاندارد ASTM B338 Grade 1 or 2 انتخاب می شود. جریان خروجی و طول



عمر آندهای MMO لوله‌ای برطبق سایز و شرایط محیطی مختلف به صورت زیر است:

طول عمر تقریبی (Year)	حداکثر دانسیته جریان خروجی (mA/m ²)	شرایط محیطی
۵۰	۴۲	ماسه ریز
۱۰۰	۱/۵	بتون

آندهای MMO نواری توری

آندهای MMO نواری توری به منظور حفاظت کاتدی سازه‌های بتونی بکار می‌روند. زیرلایه تیتانیم این آندها براساس الزامات استاندارد 1 ASTM B265 Grade انتخاب می‌شود. حداکثر دانسیته جریان و طول عمر آندهای MMO نواری توری در بتون برحسب پهنای آن‌ها به صورت جدول زیر است:

طول عمر تقریبی (Year)	حداکثر دانسیته جریان خروجی (mA/m)	پهنای (mm)
۷۵	۲/۷۵	۱۰
۵۰	۲/۷	۱۳
۱۰۰	۲/۵	
۵۰	۴/۱	۱۵
۷۵	۳/۹	
۵۰	۵/۶	۲۰
۷۵	۴/۹	
۱۰۰	۴/۷	

آندهای MMO سیمی

آندهای MMO سیمی به منظور حفاظت کاتدی سازه‌های فلزی مدفون در خاک مانند خطوط لوله و کف مخازن بکار می‌روند.



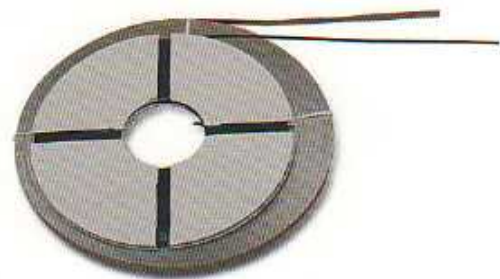
پایه تیتانیم این آندها براساس الزامات استاندارد 1 ASTM B863 Grade انتخاب می‌شود. جریان خروجی آندهای MMO سیمی برطبق سایز آن‌ها به صورت زیر است:

قطر سیم (mm)	آب دریا	آب شیرین	خاک همراه با پشت‌بند
۱/۵	۳	۰/۵	۰/۵
۲	۴	۰/۶۶	۰/۶۶
۳	۶	۱	۱

طول عمر (Year)	جریان خروجی (A)	سایز آند (طول × قطر)	شرایط محیطی
۲۰	۷	۱۹ mm × ۱۲۲۰ mm (۳/۴ in × ۴۸ in)	خاک، کک و آب شیرین
۲۰	۴	۲۵ mm × ۵۰۰ mm (۱ in × ۱۹/۷ in)	
۲۰	۸	۲۵ mm × ۱۰۰۰ mm (۱ in × ۳۹/۴ in)	
۲۰	۲/۵	۲۵ mm × ۱۲۲۰ mm (۱ in × ۴۸ in)	
۲۰	۴/۵	۲۵ mm × ۱۵۰۰ mm (۱ in × ۶۰ in)	
۲۰	۱۲	۳۱۷۵ mm × ۱۲۲۰ mm (۱/۲۵ in × ۴۸ in)	آب دریا
۲۰	۴۵	۱۹ mm × ۱۲۲۰ mm (۳/۴ in × ۴۸ in)	
۲۰	۲۵	۲۵ mm × ۵۰۰ mm (۱ in × ۱۹/۷ in)	
۲۰	۵۰	۲۵ mm × ۱۰۰۰ mm (۱ in × ۳۹/۴ in)	
۲۰	۷۵	۳۱۷۵ mm × ۱۲۲۰ mm (۱/۲۵ in × ۴۸ in)	

آندهای MMO نواری

آندهای MMO نواری به منظور حفاظت کاتدی خطوط لوله و مخازن بکار می‌روند. پایه تیتانیم این آندها براساس الزامات استاندارد 1 ASTM B265 Grade انتخاب می‌شود.



ابعاد و وزن آندهای MMO نواری و حداکثر دانسیته جریان و طول عمر آن‌ها به صورت جدول زیر است:

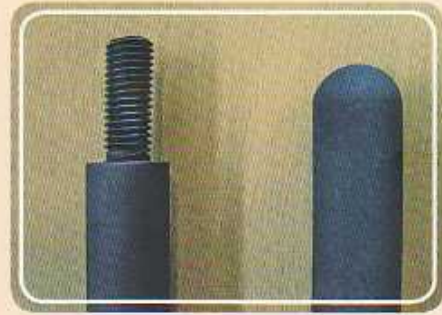
پهنای	۶/۳۵ mm (۰/۲۵ in)
ضخامت	۰/۶۳۵ mm (۰/۰۲۵ in)
طول کویل استاندارد	۱۰۰ m
وزن کویل استاندارد	۱/۵ kg
ناحیه سطحی نوار	۰/۰۱۴ m ² Per/m

◆ آندهای MMO توری

آندهای MMO توری معمولاً به منظور حفاظت کاتدی سازه‌های بتونی بکار می‌روند. به طور کلی این آندها با طول ۱۲۱/۹ سانتی‌متر و عرض ۳/۱۷ سانتی‌متر دارای جریان خروجی ۵ آمپر برای ۲۰ سال هستند.

◆ آندهای MMO سفارشی

شرکت برناگاز توانایی تولید آندهای MMO بر طبق سفارش مشتریان از جمله دیسکی، پرابی، میله‌ای، تسمه‌ای، لوله‌ای توری و ... را داراست.



✓ کنترل کیفیت آندهای MMO

شرکت برناگاز با بهره‌گیری از کادری مجرب در واحد کنترل کیفیت و با تجهیز آزمایشگاه خوردگی در محل کارخانه خود، کوشیده است آندهایی با کیفیت قابل رقابت با محصولات اروپایی را تولید کند. این آزمایشگاه قابلیت انجام همزمان ده‌ها آزمون الکتروشیمیایی آندهای MMO بر اساس استاندارد NACE TM0108 که مهمترین آزمون جهت ارزیابی میزان دانسیته جریان خروجی و طول عمر آنها است را دارا می‌باشد. همچنین سایر آزمون‌ها از جمله آزمون چسبندگی پوشش به فلز پایه بر اساس استاندارد ASTM D3359 در این آزمایشگاه انجام می‌شود. تعیین ضخامت پوشش، ساختار میکروسکوپی و آنالیز فازی آن نیز مطابق با طرح کنترل کیفی به صورت دوره‌ای در آزمایشگاه‌های معتبر داخلی و خارجی صورت می‌گیرد.



◀ شنمایی از سلول‌های آزمون الکتروشیمیایی آندهای MMO

