

## مولدهای کلر

نوآوری در فناوری های الکتروکلریناسیون

- ضد رسوب
- ضد عفونی کننده

### کاربردها:

- نیروگاه های برق
- تاسیسات نفت و گاز
- سکوهای برون ساحلی
- تاسیسات نمک زدایی
- سایت های تصفیه فاضلاب
- تصفیه خانه های آب آشامیدنی (شرب)

### معرفی

شرکت انگلیسی CHLOR GENERATORS LTD طراح و سازنده دستگاه های الکتروکلریناسیون است. سیستم های ما با کاربردهای صنعتی سبک و سنگین در سراسر جهان مورد استفاده قرار می گیرد. نوآوری فنی داخلی را به همراه تجربه عملی به هر مشتری برای هر طراحی سفارشی ارائه می دهیم تا دقیقاً نیازها و درخواست های مورد انتظار مشتریان را برآورده سازیم.

### سیستم های ما موارد زیر را پوشش می دهند :

- کنترل در محل یا از راه دور
- الکترولیزرهای صفحه ای یا لوله ای
- سیستم های مناسب مناطق امن یا خطرناک (صدور گواهی نامه کامل به صورت اختیاری)

- ظرفیت نامحدود کلر (از چند کیلوگرم تا چندین تن Cl<sub>2</sub> در روز)
- سیستم‌های دستی یا اتوماتیک اسیدشویی
- سیستم‌های الکتروکلریناسیون خود تمیز کننده بدون اسید، برای مثال، الکترولیزرهای خود تمیز کننده لوله‌ای یا قطب معکوس

همه سیستم‌های ما بدون نقص، ایمن هستند و از سیستم‌های کنترل شده به هم پیوسته برخوردارند که الکتروکلریناسیون واقعی تنها پس از تأیید ایمن بودن و وضعیت مثبت یا درست همه قفل‌های ایمنی (پارامترهای اجرایی سیستم) امکان پذیر است.

الکتروکلریناسیون‌های ما برای تولید هایپو با بالاترین غلظت کلر که از نظر اقتصادی امکان پذیر است. طراحی شده‌اند، برای مثال، ۲۰۰۰ PPM در سیستم‌های آب دریا و ۸۰۰۰ PPM در آب شیرین + سیستم‌های نمکی. این امر اطمینان بخش است که کلیه تجهیزات مربوط به تولید هایپو (لوله کشی، اتصالات، مخازن ذخیره سازی هایپو، پمپ‌های دوزگیری هایپو) در کمترین اندازه هستند، بنابراین باعث صرفه جویی در هزینه جاری و تعمیر و نگهداری می‌شود و همچنین نیاز به حداقل فضای نصب دارند.

CHLOR GENERATORS LTD با توجه به برنامه دقیق کنترل کیفیت و روش‌های کنترل، طراحی و تولید می‌شود. تمام سیستم‌های ما قبل از حمل و نقل کاملاً مورد آزمایش و بازرسی قرار گرفته‌اند. سیستم‌های ما با ضمانت نامه جامع و کلیه اسناد و راهنماهای مربوطه ارائه می‌شوند.

CHLOR GENERATORS LTD همچنین خدمات راه‌اندازی و آموزش اپراتور را ارائه می‌دهد.

## الکتروکلریناسیون چیست؟

الکتروکلریناسیون فرآیند الکترولیز است که در آن یا آب طبیعی دریا یا محلول نمکی مصنوعی (آب شیرین + نمک) به محلول هایپوکلریت سدیم تبدیل می‌شود.

نمک متشکل از سدیم و کلرید است. در حالت محلول و DC (جریان مستقیم) از الکترودهای تیتانیوم عبور می کند، کلریدها از بین می روند و کلر تشکیل می شود. این فرایند اساساً به شرح زیر است:

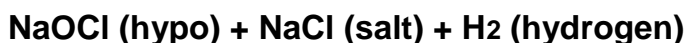
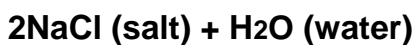
• الکترولیز هنگام عبور جریان DC از محلول آب شور (به عنوان مثال آب دریا یا محلول نمک) در یک سلول تقسیم نشده رخ می دهد

• در آند: اکسیداسیون یون های کلرید برای تولید کلر ( $Cl_2$ )

• در کاتد: کاهش آب برای تولید هیدروکسید سدیم ( $NaOH$ ) و هیدروژن ( $H_2$ )

• کلر آزاد شده با هیدروکسید سدیم واکنش نشان می دهد و فوراً به تولید هیپوکلریت سدیم ( $NaOCl$ ) می - پردازد

• واکنش کلی حاصل از انرژی الکتریکی به شرح زیر است:



هیپوکلریت سدیم چیست؟ هیپوکلریت سدیم، " $NaOCl$ " (همچنین به عنوان "هیپو"، "سفید کننده" یا "کلر مایع" نیز شناخته می شود)، اکسیدگر قوی است که در سراسر جهان برای کلردار کردن آب استفاده می شود، برای اهداف زیر مورد استفاده قرار می گیرد:

- ضد رسوب (برای مثال برای جلوگیری از لجن مال شدن، رشد صدف یا صدف چسبنده به تنه کشتی و غیره)
- ضد عفونی (برای مثال برای آب آشامیدنی، مقاصد ضد باکتری و بیولوژی در آب فرآوری شده و ...)
- فعالیت‌های شیمیایی (برای مثال سفید کردن، حذف آهن، منگنز و غیره)

## مزایای الکتروکلریناسیون:

الکتروکلریناسیون تنها فناوری ۱۰۰٪ ایمن کلر همانند Cl<sub>2</sub> است، که در قالب محلول هایپو غلیظ تولید می کنند:

- در محل (در زمان استفاده)
- بر اساس تقاضا تولید می شود. (فقط در صورت لزوم تولید می شود و همیشه تازه است)
- فاقد ذخیره انبوه است. (زیرا در صورت تقاضا تولید می شود)
- فقط از ورودی های اساسی و ایمن استفاده می شود (آب دریا + برق یا آب شیرین + نمک + برق)

هنگام استفاده از الکتروکلریناسیون، دیگر نیازی به محصولات تجاری کلرین نیست. این کلرین ایمن، اقتصادی و مستقل جایگزین محصولات کلرین تجاری خطرناک و با غلظت بالا است، برای مثال، کلرین گازی، هایپو تجاری و کلرین خشک (هیپوکلریت کلسیم گرانول)

همچنین برای محیط زیست بی خطر است.



• عدم آلودگی به فلزات سنگین (به عنوان مثال مس یا سرب) و

• تجزیه مجدد کلر به نمک معمولی (کلرید سدیم)

## موارد مصرف

تولید هیپوکلریت سدیم فقط به آب دریا + برق یا آب شیرین + نمک + برق نیاز دارد

جدول زیر مصرف الکترولیزر صفحه‌ای معمولی را نشان می‌دهد

مصرف هنگام تولید هایپو با ۱ کیلوگرم کلر	
سیستم آب دریا (۲۰۰۰ PPM)	سیستم آب تازه + نمک (۸۰۰۰ PPM)
• 4.2 کیلووات ساعت AC	• 5.5 کیلووات ساعت AC
• 500 لیتر آب دریا	• 125 لیتر آب شیرین
• نیازی به نمک نیست	• ۳.۵ کیلوگرم نمک

## الکترولیزر

الکترولیزر متشکل از آندها و کاتدهای دو قطبی هستند که به گونه‌ای قرار گرفته‌اند که چندین سلول را تشکیل دهند. تعداد سلول‌ها به پارامترهای خاص طراحی بستگی دارد و از موردی به مورد دیگر متفاوت خواهد بود.

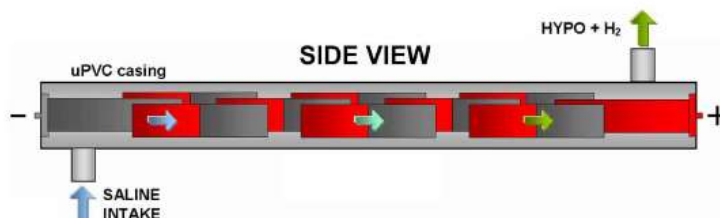
همه آندها و کاتدها از تیتانیوم ساخته شده‌اند. آندها به پوششی از اکسیدهای فلزی مخلوط (MMO) از گروه فلزات پلاتین نیاز دارند. این پوشش برای تولید کلر ضروری است و می‌تواند بین ۵ تا ۸ سال دوام بیاورد (تمام آندهای ما برای ۵ سال کار مداوم ضمانت دارند).

### A TYPICAL ELECTROLYSER

TOP VIEW



SIDE VIEW



CHLOR GENERATORS LTD دو نوع الکترولیزر ارائه می دهد:

### الکترولیزرهای صفحه‌ای:

آنها و کاتدهای ورق‌های جامد تیتانیوم برای تشکیل چندین سلول در داخل پوشش افقی PVC قرار می‌گیرند. این محبوب‌ترین و کارآمدترین طراحی است. همچنین بالاترین غلظت  $Cl_2$  قابل قبول را ارائه می‌دهد، مانند:  $2000$  PPM در سیستم‌های آب دریا و  $8000$  PPM در آب شیرین + سیستم‌های نمکی. با انجام این کار اطمینان حاصل می‌شود که کلیه تجهیزات مربوط به تولید هاپیو (مربوط به لوله کشی، اتصالات، مخازن ذخیره سازی افت فشار، پمپ‌های دوزگیری هاپیو) از حداقل اندازه برخوردار هستند، بنابراین در هزینه جاری کارکرد، تعمیر و نگهداری و همچنین با توجه به نیاز به حداقل فضای نصب صرفه جویی می‌شود. الکترولیزرهای صفحه‌ای به تمیزکاری مکرر (رسوب‌زدایی) نیاز دارند، این کار با استفاده از: اسیدشویی (دستی یا اتوماتیک) یا تمیز کردن خودکار قطب معکوس انجام می‌شود.

### الکترولیزرهای لوله‌ای:

(فقط برای آب دریا کاربرد دارند) آنها و کاتدهای لوله‌های جامد تیتانیوم به صورت لوله متحدالمرکز مونتاژ می‌شوند، قرار می‌گیرند که در آن آب دریا از فضای حلقوی بین لوله‌های خارجی و داخلی عبور می‌کند. آب دریا با سرعت بالا که گذر میکند باعث کاهش رسوب گذاری می‌شود و بنابراین به عنوان مکانیسم خود تمیز کننده مستمر عمل می‌کند. این سیستم‌ها قادر نیستند همان کارایی و غلظت بالای  $Cl_2$  را مشابه الکترولیزرهای صفحه‌ای ارائه دهند.

## رسوب گرفتن و رسوب زدایی :

تمام آب حاوی کلسیم و منیزیم محلول است. در طول الکترولیز، کربنات کلسیم و هیدروکسید منیزیم روی کاتد رسوب می کنند ، فرایندی که معمولاً به آن "رسوب گرفتن" می گویند. رسوب گرفتن پدیده‌ای جهانی در تمام الکتروکلریناتورها است، بدون استثنا

رسوب به راحتی با شستشوی الکترولیزر با اسید هیدروکلریک ۵٪ زدوده می شود. فرآیند تقریباً ۱ ساعت طول می کشد و زمان مورد نیاز با توجه به سیستم مان به شرح زیر است:

• سیستم های آب دریا: پس از تقریباً ۱۰ روز الکتروکلریناسیون مستمر. متوسط زمان فقط حدود ۰.۴٪ از زمان انجام کار است

• سیستم های نمکی مصنوعی: بین ۱۰ تا بیش از ۵۰ روز، بسته به میزان سختی منبع تغذیه آب نمک (توجه: در صورت استفاده از آب نرم و نمک با خلوص بالا، بدون توجه به اندازه سیستم ممکن است فقط هر ۱ یا ۲ سال یک بار شست و شو مورد نیاز باشد)

مقدار مصرف اسید کلریدریک بسیار کم است و همیشه می تواند چند بار اسید ، مورد استفاده قرار گیرد و زمانی که احتیاج بود با اضافه کردن اسید غلظت آن را تنظیم می کنیم.

CHLOR GENERATORS LTD سیستم های اسیدشویی دستی و اتوماتیک را ارائه می دهد. همچنین طیف وسیعی از سیستم های الکتروکلریناسیون خود تمیز کننده بدون اسید وجود دارد، مانند: الکترولیزرهای صفحه ای و لوله ای خود تمیز کننده و قطب معکوس.



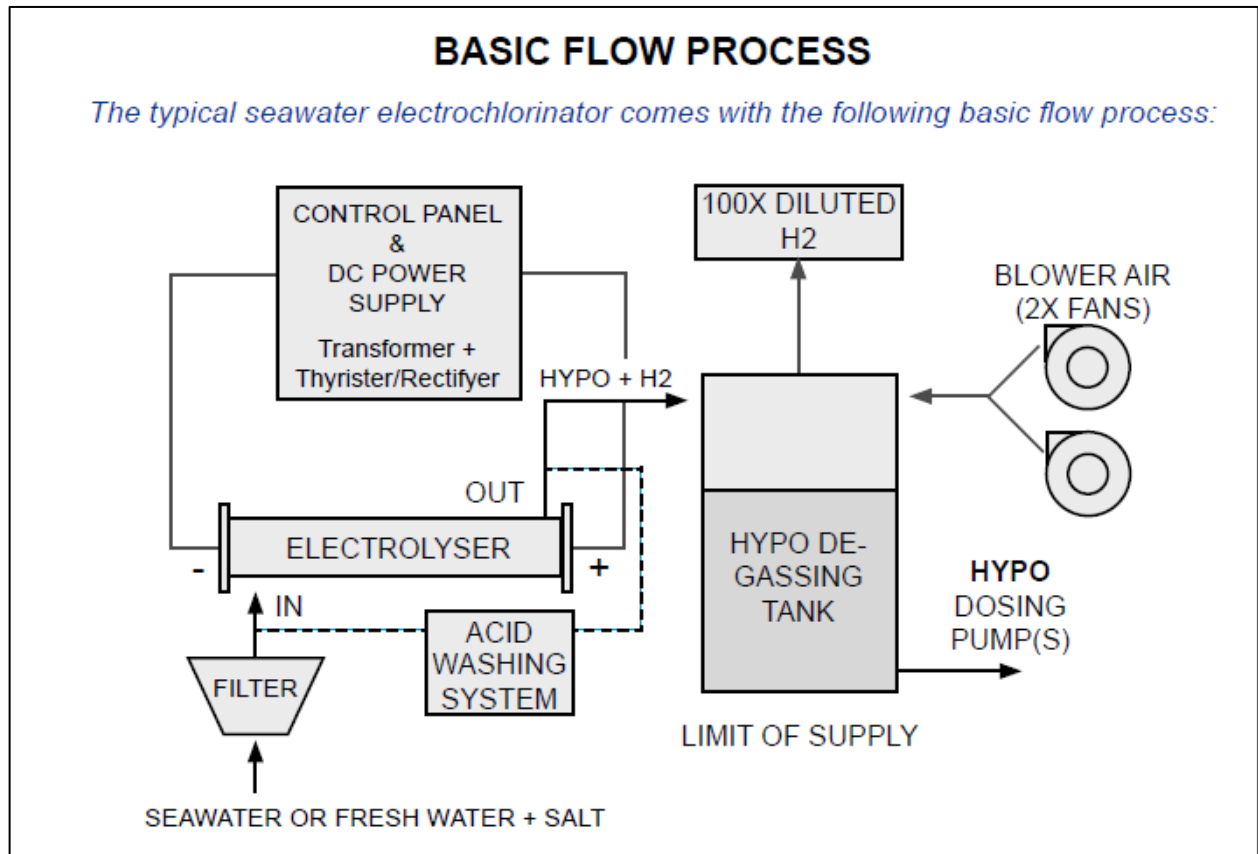
## هیدروژن و مخزن هیپو گاززدایی

هیدروژن همیشه در حین الکتروکلریناسیون تولید می‌شود و مستقیماً با مقدار کلر تولیدی متناسب است. هیدروژن محصول جانبی بی‌اثر است و در همه واکنش‌های شیمیایی شرکت نمی‌کند. این ماده به همراه هیپو در مخزن گاززدایی تخلیه می‌شود و از سیستم خارج می‌شود. این عملکرد اصلی مخزن گاززدایی است. سپس هیدروژن به صورت ایمن رقیق شده (به دلیل قابلیت اشتعال) و با هوای دمنده از فن‌های دمنده خارج می‌شود. معمولاً دو عدد فن‌های دمنده هیدروژن که ۱۰۰ برابر رقیق شده را از سیستم خارج می‌کند وجود دارد، یک فن که همیشه کار می‌کند و یکی آماده به کار است.

به منظور اطمینان از ایمنی ۱۰۰٪، هیدروژن ۴ برابر کمتر از LEL (حد پایین انفجار) رقیق می‌شود. همچنین که رقیق بودن هوا به طور مستمر با سنسور جریان هوا اندازه‌گیری شود و فقط پس از به دست آوردن سرعت جریان تنظیم شده، سیگنال به صفحه کنترل برای فعال کردن فرآیند الکتروکلریناسیون ارسال می‌شود، این فعالیت کاملاً ایمن است و اصطلاحاً به خرابی ایمن است. هر وقت جریان هوای رقیق‌کننده افت کند، سیستم به طور اضطراری سیستم تولید کلر را خاموش می‌کند.

دومین هدف از مخزن گاززدایی هیپو این است که به عنوان مخزن نگهدارنده برای سیستم دوزینگ به منظور تامین ثابت منبع هیپو و جلوگیری از خشک شدن پمپ عمل کند.

هدف سوم مخزن hypo de-gassing کنترل شروع / توقف فرآیند تولید hypo است. در طی دوزگیری هایپو، سطح هایپو افت کرده و با رسیدن به سطح پایین (LSL) فرآیند الکتروکلریناسیون شروع می‌شود و مخزن گاززدایی مجدد دوباره پر می‌شود. با رسیدن به سطح بالا (LSH)، تولید هیپو دوز Hypo متوقف می‌شود و تولید hypo دو فرآیند کاملاً مستقل است که فقط با سوئیچ‌های سطح پایین و سطح بالای مخزن درون فاز اتفاق می‌افتد.



## دوزگیری HYPO

دوزگیری کلرین به صورت هایپو همیشه در موارد زیر بیان می شود:

• PPM (تعداد در میلیون) یا میلی گرم در لیتر کلرین. هر دو دقیقاً یک مقدار را نشان می دهند، به عنوان مثال ۲ PPM برابر با ۲ میلی گرم یا لیتر کلرین است.

• کل و باقیمانده کلرین، که در زمان استفاده کل کلر دوزگیری می کند و کلر باقیمانده در سطح کلرین پس از زمان مشخص اکسیداسیون است.

سطح دوزگیری کلر به نیاز مشتری بستگی دارد و با توجه به شرایط و اهداف خاص متفاوت خواهد بود.

## روش‌های معمول دوزگیری و کنترل:

- انواع پمپ: اندازه‌گیری (پیستون یا دیافراگم) یا پمپ‌های دوزگیری گریز از مرکز مگک درایو
- کمیت پمپ‌های دوزگیری:  $1 \times 100\%$  یا  $2 \times 100\%$  (پمپ وظیفه و آماده به کار)
- کنترل دوز: جریان متناسب، یا، کنترل برنامه‌ریزی شده باقیمانده  $Cl_2$  بصورت آنالین
- دوزگیری مداوم و شوک (برای ضد رسوب لازم است به عنوان مثال در برنامه‌های آب دریا)

## رسوب‌زدایی، دوزگیری مستمر

### میکرو رسوب‌گذاری:

به صورت لایه ای از لجن روی سطح صفحات و لوله‌های مبدل حرارتی به وجود می‌آید و می‌تواند راندمان انتقال حرارت را تا ۲۵٪ کاهش دهد. همچنین می‌تواند خوردگی را تسریع کرده و در شرایطی به نتیجه برسد که تعمیر و نگهداری بیشتر از حد معمول با افزایش بعدی هزینه‌های جاری همراه باشد

### رسوب‌گذاری کلی:

رشد صدف داخل لوله‌های آب دریا و سیستم‌های خنک‌کننده به تدریج جریان آب دریا را محدود کرده و جریان و بازده انتقال حرارت را کاهش می‌دهد. در موارد شدید، لوله‌ها و سوپاپ‌ها به طور کامل مسدود شده، در نتیجه سیستم خاموش می‌شود، به تجهیزات آسیب می‌رساند و در نتیجه باعث از دست رفتن زمان تولید می‌شود.

## دوزگیری مستمر و شوک:

دوزگیری مستمر و شوک برای کنترل موثر میکرو رسوب‌گذاری و رسوب‌گذاری کلی در هنگام کار در آب دریا مورد استفاده قرار می‌گیرند. در طی دوزگیری مستمر، مقدار کمی دوز کلرین حفظ می‌شود. این کار محافظت در برابر عمده-ترین رسوب‌زدایی را ایجاد می‌کند.

متأسفانه ارگانسیم‌های بزرگ در برابر این دوز کم کلرین مقاوم می‌شوند و نیاز به دوز کلر بسیار بیشتری دارند. در طول دوز شوک، مقدار زیادی دوز کلرین فقط برای مدت کوتاهی استفاده می‌شود و در فواصل مشخص تکرار می‌شود. با این کار از محافظت کامل در برابر رسوبات ریز و بزرگ اطمینان حاصل می‌شود.

CHLOR GENERATORS LTD طیف کاملی از استراتژی‌های دوزگیری را برای اطمینان از محافظت بهینه ضد رسوب با کمترین میزان استفاده از کلرین ارائه می‌دهد.

## اجزای اصلی

الکتروکلریناسیون آب دریا معمولاً از اجزای اصلی زیر تشکیل شده و عموماً به صورت مجموعه کامل نصب می‌شود:

- صفحه کنترل با PLC (اختیاری)
- منبع تغذیه DC با کنترل کننده تریستور یا یکسو کننده (رکتیفایر)
- کنترل کننده آب ورودی دریا با فیلتر، تنظیم کننده های فشار، جریان و ...
- ابزارهای میدانی عمومی، سنسورها و مسدود کننده‌های کنترل
- الکترولیزر
- پمپ های دوزگیری هایپو
- سیستم اسیدشویی
- فن‌های دمنده
- مخزن هایپو