

گندزدایی پساب



مدیریت

بهداشت، ایمنی و محیط زیست

به نام خدا

گندزدایی پساب

۱۳۹۱

تهران: خیابان طالقانی - شماره ۳۷۸ تلفن ۶۶۴۹۱۳۱۱ مدیریت بهداشت، ایمنی و محیط زیست

عنوان: گندزدایی پساب

تهیه کننده: مدیریت بهداشت، ایمنی و محیط زیست شرکت ملی پالایش و پخش

ناشر: انتشارات روابط عمومی شرکت ملی پالایش و پخش

نوبت چاپ: اول - ۱۳۹۱

شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه

فهرست عناوین

.....	پیشگفتار
۱	مقدمه
۲	سالم سازی پساب تصفیه شده
۲	استفاده از ترکیبات شیمیایی
۳	کلر
۶	ازون
۹	کاربرد اشعه فرابنفش
۱۲	منابع

پیشگفتار:

محیط‌زیست، جلوه‌ای است از پهن‌دشت بزرگ جهان آفرینش که خداوند سبحان آن را با قدرت شگرف و لایزال خود ساخته و پرداخته است. با توجه به رویارویی بشر امروزی با چالش‌های متعدد زیست‌محیطی از جمله آلودگی منابع آب، خاک، هوا، پدیده گرم شدن زمین، تخریب لایه اوزون و... همچنین مطابق با آموزه‌های دینی و همچنین اصل پنجاهم قانون اساسی جمهوری اسلامی ایران، حفاظت از محیط زیست یک وظیفه عمومی تلقی می‌شود؛ به این معنی که کلیه افراد حقیقی و حقوقی موظف به حفظ محیط زیست هستند.

مدیریت بهداشت، ایمنی و محیط زیست (HS) شرکت ملی پالایش و پخش فرآورده‌های نفتی در جهت ارتقای فرهنگ محیط زیست اقدام به انتشار مجموعه کتابچه‌های زیست‌محیطی با هدف آموزش مطالب علمی کاربردی و در عین حال ساده و روان در مقوله محیط زیست نموده است.

این مجموعه بی‌شک خالی از اشکالات فنی، نگارشی نیست. لذا مدیریت HSE از خوانندگان گرامی خواهشمند است نقطه نظرات و پیشنهادهای سازنده خود را در راستای غنای مطالب و ترویج فرهنگ عمومی زیست‌محیطی به این مدیریت منعکس نمایند.

پاییز ۱۳۹۰

مقدمه

گندزدایی به عنوان مهم‌ترین مرحله از مکانیسم غیر فعال سازی یا انهدام میکروبه‌های بیماری‌زا (پاتوژن‌ها) محسوب می‌شود که به منظور جلوگیری از انتشار بیماری‌های ناشی از آلودگی آب‌ها در محیط زیست و ساکنان حریم رودخانه‌ها به کار می‌رود. نکته مهم این است که فاضلاب باید قبل از گندزدایی، تصفیه شود تا اینکه عمل گندزدایی به طور مؤثر انجام پذیر باشد.

ترکیبات کلر، متداول‌ترین گندزدهایی هستند که برای این منظور تاکنون به کار گرفته شده‌اند. امروزه باتوجه به تولید فرآورده‌های جانبی خطرناک ناشی از استفاده ترکیبات کلر در آب، کاربرد سایر گندزدها از قبیل آب اکسیژنه، پراسینگ اسید و پرتو فرابنفش ازون یا ترکیبی از دو و یا سه مورد از این مواد به عنوان گزینه جایگزین مطرح شده است.

سالم سازی پساب تصفیه شده

پساب حاصل از تصفیه فاضلاب باید شرایط زیست‌محیطی لازم برای تخلیه به محیط داشته باشد.

انجام عملیات ضدعفونی و حذف عوامل بیولوژیکی به روش‌های مختلفی صورت می‌گیرد. البته انتخاب نهایی در گرو تناسب آن‌ها با امکانات فنی و اقتصادی موجود، کاربری فاضلاب تصفیه شده، کیفیت فاضلاب، نیازها و استانداردهای مورد نظر برای پساب تصفیه شده است.

استفاده از ترکیبات شیمیایی

متداول‌ترین روش برای گندزدایی و حذف پاتوژن‌های فاضلاب استفاده از مواد شیمیایی است.

به طور کلی مواد ضدعفونی کننده باید دارای خصوصیات زیر باشند:

- قابلیت از بین بردن کلیه میکروارگانیسم‌های مضر برای انسان را داشته باشد.
- با ترکیبات شیمیایی فاضلاب، محصولات جانبی مضر تولید نکند.
- پایدار باشد و اثر آن بتواند از نفوذ (و یا فعالیت مجدد) پاتوژن‌ها جلوگیری کند.
- مصرف آن از نظر اقتصادی مقرون به صرفه باشد.
- زمان تماس آن کوتاه بوده و فوری برمیکروارگانیسم‌ها تأثیر کند.
- باقی‌مانده آن بر روی کیفیت ظاهری آب (طعم و بو) تأثیر منفی نداشته باشد.
- بهره‌برداری و تعمیرات آن به سادگی امکان پذیر باشد.
- تولید، حمل و نقل و ذخیره سازی آن خطرناک نباشد.

متداول‌ترین مواد شیمیایی مورد استفاده در سالم سازی پساب به شرح زیر است:

کلر

کلر یکی از مؤثرترین و قوی‌ترین مواد ضدعفونی کننده و پایدار است که

گندزدایی پساب / ۳

بیشترین کاربرد را در گندزدایی فاضلاب دارد. کلر و ترکیبات آن ضمن نابود ساختن عوامل بیولوژیک، موجب کاهش بوی فاضلاب، مواد روغنی و درجه کدورت فاضلاب نیز می‌شود. بوی کلر حشرات را از منطقه دور می‌سازد.

کلر گازی، هیپوکلریت سدیم (NaClO)، هیپوکلریت کلسیم ($\text{Ca(ClO}_2\text{)}$)، دی‌اکسید کلر (ClO_2)، و کلروآمین‌ها از ترکیبات کلر است که خاصیت ضد عفونی‌کنندگی دارند.

کلرزی به صورت گاز به دلیل خاصیت اکسیدکنندگی زیاد و میکروب‌کشی قوی (قادر به از بین بردن پروتوزوها نیست) و همچنین ارزان قیمت بودن آن، متداول‌ترین روش ضدعفونی سازی پساب فاضلاب است. این در صورتی است که با ترکیب با مواد آلی و تشکیل تری‌هالومتان‌ها، باعث آلودگی منابع آب‌های پذیرنده می‌شود.

کلروآمین‌ها از ترکیب گاز کلر با نیتروژن آمونیاکی فاضلاب تشکیل می‌شود و با وجود خاصیت ضدعفونی کمتر، به دلیل ممانعت از تشکیل محصولات جانبی (تری‌هالومتان‌ها)، جایگاه ویژه‌ای در طبقه‌بندی مواد ضدعفونی کننده پیدا کرده است.

دی‌اکسید کلر نیز خاصیت میکروب‌کشی بالایی دارد و مانع از تشکیل تری‌هالومتان‌ها می‌شود، ولی به دلیل گران بودن و مشکلات تولید آن در محل، کاربرد زیادی ندارد.

عوامل مؤثر در ضدعفونی به وسیله کلرزی به شرح زیر است:

- میزان کلر (که باعث تشکیل اسید هیپوکلروس می‌شود).

- زمان تماس

- درجه حرارت

- نوع باکتری‌ها و موجودات معلق

- اسیدیته (pH)

- میزان آلودگی، مواد آلی و املاح معدنی

میزان تزریق کلر متناسب با کیفیت فاضلاب (میزان املاح معدنی مانند آهن و منگنز و مواد آلی) و با اندازه‌گیری کلر آزاد باقی‌مانده در پساب خروجی تعیین می‌شود. مصرف کلر به میزان ۱۰ تا ۲۵ میلی‌گرم در لیتر برای ضدعفونی غیر عادی نخواهد بود. البته لازم است همواره مقدار کلر باقی‌مانده در پساب اندازه‌گیری و کنترل شود تا از ۰/۱ میلی‌گرم در لیتر تجاوز نکند. حداقل زمان ماند فاضلاب در مخزن تماس باید معادل با حداکثر زمان مورد نیاز برای ضدعفونی کردن فاضلاب با حداکثر ظرفیت اسمی تصفیه‌خانه باشد که معمولاً ۱ تا ۲ ساعت است.



شکل ۱: نمایی از یک تصفیه‌خانه

محاسن سیستم کلرزی

- پایداری ترکیبات ضدعفونی‌کننده در آب و جلوگیری از رشد مجدد میکروب‌ها، ویروس‌ها و موجودات معلق

- هزینه سرمایه‌گذاری، بهره‌برداری و نگهداری آن نسبت به سایر روش‌ها ارزان‌تر است.
- در از بین بردن ویروس‌ها و باکتری‌ها بسیار مؤثر است.
- نقش مؤثری در کاهش بو دارد.
- در حذف روغن و گریس مؤثر است.
- از ایجاد کف جلوگیری می‌کند.
- در کاهش رشد و نمو پشه و حشرات موذی نقش دارد.
- در تخریب ترکیبات سیانید و فنل مؤثر است.
- قدرت اکسیداسیون بالایی دارد و از رشد جلبک‌ها جلوگیری می‌کند.
- وابستگی به خارج ندارد.

معایب سیستم کلرزی

- گازی بدبو، سمی و خطرناک است.
- نیاز به تماس ۱۵ تا ۳۰ دقیقه دارد.
- بر روی pH آب اثر می‌گذارد.
- درصد مواد جامد در آب را افزایش می‌دهد.
- استفاده بیش از حد آن باعث تغییر بو و مزه آب می‌شود.
- کریستوپوریدیوم، هیستولیکا، ژیا ردیا و تخم انگل نسبت به کلر در غلظت پایین مقاوم هستند.
- در صورت وجود آهن و منگنز با کلر ترکیب شده و ایجاد رنگ می‌کند.
- مازاد آن در آب حاوی مواد آلی باعث تشکیل مواد شیمیایی تری‌هالومتان‌ها می‌شود.
- مسایل و مشکلات ایمنی مربوط به حمل و نقل، انبار کردن و به کار بردن کلر وجود دارد.
- استشمام این گاز باعث خورندگی سلول‌های ریه و خونریزی آن و در نهایت

منجر به مرگ می‌شود. همچنین به علت خاصیت خوردگی بسیار زیاد گاز کلر، فلزات موجود در اتاق‌های ذخیره، سیلندرهای کلر و دستگاه‌های کلر زنی در صورت عدم پوشش‌دهی مناسب آسیب می‌بیند.

ازون

یکی دیگر از روش‌های ضدعفونی استفاده از ازون (O_3) است. ازون همانند کلر با عبور از جداره خارجی ویروس‌ها و تأثیر بر روی هسته مرکزی آن‌ها، باعث از بین رفتن آن‌ها می‌شود. ازون مؤثرترین ماده ضدعفونی کننده ویروس‌ها در آب است. اما به دلیل عمر کوتاه ازون محلول در آب (تجزیه آن به اکسیژن و یا خروج آن از آب به صورت گاز O_3) و خروج آن از چرخه ضدعفونی سازی، همانند کلر برای از بین بردن باکتری‌ها و میکروبهایی که به صورت کامل از بین نرفته‌اند، (میان توده‌های مقاوم معلق بوده‌اند)، استفاده می‌شود.

به تازگی به دلیل بروز معضلات مربوط به استفاده از کلر (مانند پایداری کلر و تشکیل ترکیبات سمی) و پیشرفت فناوری، سیستم ازون زنی به جای کلرزنی بخصوص در صنایع تصفیه فاضلاب بهداشتی و یا صنعتی مورد توجه و بررسی قرار گرفته است و برای ضدعفونی کردن پساب (قبل از تخلیه آن به آبهای سطحی) به کار گرفته می‌شود.

ازون ترکیب شیمیایی سه اتمی اکسیژن و گازی ناپایدار بوده که از یونیزه کردن اکسیژن به دست می‌آید. این گاز در حالت طبیعی تنها در لایه‌های بالایی اتمسفر یافت می‌شود و در صنعت برای تهیه آن هوا یا اکسیژن و یا مخلوطی از هر دو را از بین دو الکتروود به کمک جریان متناوب برق با ولتاژ بالا عبور می‌دهند.

میزان تزریق گاز ازون نیز متناسب با کیفیت شیمیایی و فیزیکی فاضلاب متغیر است که از طریق بررسی نتایج آزمایش‌های بیولوژیک بر روی فاضلاب ورودی و خروجی تعیین می‌شود.

دیگر عامل مؤثر در فرایند ازون زنی، زمان لازم برای عملکرد بهینه ازون محلول در آب و یا «زمان تماس» است. تعیین زمان تماس نیز نیاز به یک سری آزمایش‌های مطالعاتی و بیولوژیک دارد. مدت زمان لازم برای تأثیر ازون و ضدعفونی فاضلاب نیز بسته به کیفیت و درجه حرارت آن متغیر و در حدود ۵ تا ۱۰ دقیقه است.

لازم است اشاره شود که برخلاف ضدعفونی به وسیله کلر که کیفیت عملکرد آن را به راحتی می‌توان با تعیین کلر آزاد محلول و با انجام آزمایش ساده تخمین زد، عملکرد و کیفیت ضدعفونی با استفاده از ازون را تنها به وسیله آزمایش‌های بیولوژیک می‌توان بررسی کرد. بنابراین، فرآیند ازون‌زنی نیازمند بهره‌برداران مجرب است.

همانند هر نوع ماده ضدعفونی‌کننده که نیاز به اختلاط مناسب دارد، عملکرد بهینه ازون‌زنی نیز وابسته به اختلاط آن با آب پس از تزریق است. در تأسیسات تصفیه آب و یا فاضلاب چندین نحوه اختلاط سریع در ازون‌زنی مورد بهره‌برداری قرار گرفته‌است که مناسب‌ترین، اقتصادی‌ترین و متداول‌ترین آن اختلاط Diffused Bubble System است که به همراه جریان آب و یا بر خلاف جریان آب انجام می‌شود. اختلاط در یک مخزن بتنی صورت می‌گیرد. این مخزن به طور کامل بسته بوده و خارج از تأسیسات تصفیه‌خانه قرار دارد.



شکل ۲: نمایی از سیستم ازون زنی

محاسن سیستم ازون زنی

- مسایل و مشکلات ایمنی مربوط به حمل و نقل و انبار کردن کلر در سیستم ازون زنی وجود ندارد.
- جلبکها را از بین می برد و در از بین بردن ویروسها بسیار مؤثر و قوی عمل می کند.
- سرعت عمل بالایی دارد و به زمان تماس زیادی نیاز ندارد.
- بر روی pH، کیفیت و خصوصیات شیمیایی آب تأثیر بسیار کمی دارد.
- مازاد آن تجزیه شده و بر خلاف کلر، مواد باقیمانده از خود به جای نمی گذارد.
- با افزایش اکسیژن محلول باعث بهبود کیفیت پساب می شود.
- میزان مواد جامد محلول در آب را افزایش نمی دهد.
- تأثیر ازون در زدودن مواد مولد بو و طعم صد در صد است.
- برخلاف کلر، مزه و بوی آب را تغییر نمی دهد.

معایب سیستم ازون زنی

- مصرف برق دستگاه‌های تولید و تزریق ازون به نسبت زیاد است و نیاز به برق با ولتاژ قوی دارد.
- امکان انبار کردن ازون وجود ندارد و لازم است در محل مصرف تولید شود.
- خاصیت خوردگی شدیدی دارد.
- دستگاه تولید گاز ازون حرارت زیادی تولید می‌کند که نیاز به سیستم خنک‌کننده دارد.
- ازون گازی سمی و قابل اشتعال است و کاربری آن بسیار خطرناک و دشوار می‌باشد.
- به دلیل افزایش اکسیژن محلول در آب، امکان رشد مجدد باکتری‌ها و میکروبهایی که به صورت کامل از بین نرفته‌اند (و در میان توده‌های مقاوم معلق بوده‌اند)، وجود خواهد داشت.
- هزینه‌های سرمایه‌گذاری اولیه، بهره‌برداری و نگهداری آن بسیار بالاست.
- بهره‌برداری از آن نیاز به تخصص و تجربه دارد.
- ایجاد وابستگی به خارج و ارزیابی می‌کند.

کاربرد اشعه فرابنفش

اشعه فرابنفش یکی از روش‌های مؤثر ضدعفونی در طبیعت است و با متمرکز کردن این اشعه در قدرت بالا می‌توان میکروبه‌ها و ویروس‌های معلق در آب را از بین برد. نفوذ اشعه فرابنفش به درون دیواره سلولی میکروبه‌ها و ویروس‌ها و تأثیر بر پروتوپلاسم و DNA، باعث اختلال در ادامه زندگی آن‌ها شده و مرگ آن‌ها را حتمی می‌سازد. این پدیده به طور طبیعی در رودخانه‌ها و دریاچه‌ها در روزهای آفتابی و حتی در روزهای ابری اتفاق می‌افتد. ولی به دلیل ضعیف بودن این اشعه در طبیعت، این نوع پدیده گندزدایی طبیعی، به صورت محدود انجام می‌شود.

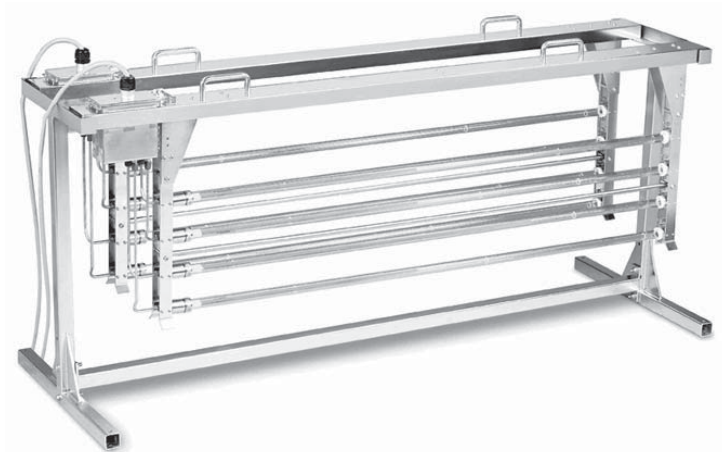
این اشعه را می‌توان توسط لامپ‌های مخصوص تولید نمود. طول موج لازم برای تولید این اشعه بین ۲۰۰ تا ۳۰۰ میلی‌میکرون بوده و مصرف برق آن در حدود ۴۰ وات ساعت برای هر متر مکعب آب می‌باشد. عملکرد اشعه فرابنفش براساس آزمایش‌های میکروبیولوژی که بر روی فاضلاب ورودی و خروجی انجام می‌گیرد، مشخص می‌شود و بستگی به غلظت ذرات معلق (میکروب‌ها و ویروس‌ها) دارد. زمان مورد نیاز برای اثر کردن اشعه نیز بستگی به شدت اشعه و زمان تابش آن دارد.



شکل ۳: سیستم اشعه UV

محاسن استفاده از اشعه فرابنفش

- مسایل و مشکلات ایمنی مربوط به حمل و نقل، انبار کردن و کاربری که در سیستم‌های کلرزی وجود دارد، در سیستم‌های اشعه فرابنفش موجود نیست.
- در از بین بردن باکتری‌ها و پروتوزوآها بسیار مؤثر و قوی عمل می‌کند.
- سرعت عمل بالایی داشته و به زمان تماس زیاد نیاز ندارد.
- پس از استفاده، مواد باقیمانده از خود به جای نمی‌گذارد.
- برخلاف کلر، مزه و بوی آب را تغییر نمی‌دهد.
- سمی نیست.
- مشکلات زیست‌محیطی ندارد.



شکل ۴: دستگاه UV

معایب استفاده از اشعه ماوراء بنفش

- تابش بیش از حد باعث عارضه‌های پوستی مانند سوختگی شدید و سرطان پوست می‌شود.

- دستگاه‌های مولد این اشعه مانند ازون مصرف برق بالایی دارند.
- به دلیل خواص مخرب این اشعه از پراکندگی آن باید جلوگیری کرد.
- نیاز به تأسیسات جانبی جهت شست‌وشوی لامپ‌های مولد اشعه دارد.
- در از بین بردن ویروس‌ها زیاد مؤثر نیست.
- عمر مفید لامپ‌های مولد اشعه فرابنفش متفاوت بوده و بستگی به نوع سیستم و سازنده آن دارد. این لامپ‌ها باید یا به صورت دوره‌ای یا فوری پس از سوختن تعویض شوند.
- سیستم اشعه فرابنفش از سیستم کلرزنی گران‌تر است.
- ایجاد وابستگی به خارج و ارزبری می‌کند.
- هزینه‌های سرمایه‌گذاری اولیه، بهره‌برداری و نگهداری آن بسیار بالاست.
- برای کنترل رشد جلبک‌ها، کنترل میزان کف و همچنین کنترل بو، استفاده همزمان از سیستم کلرزنی (ترجیحا کلرزنی مایع) الزامی است.

منابع

- ۱) تصفیه فاضلاب در مناطق گرمسیری، دانکن مارا، ترجمه امیرحسین محوی، نشر جهاد دانشگاهی دانشگاه بهداشت، ۱۳۶۴.
- ۲) اصول تصفیه آب و پساب‌های صنعتی، محمدابراهیم علیا، نشر طراح ۱۳۸۲.
- ۳) مهندسی فاضلاب: تصفیه، دفع و استفاده مجدد، مؤسسه متکالف و ادی، نشر کمیته تحقیقات آب و فاضلاب.
- ۴) اصول طراحی تصفیه‌خانه‌های فاضلاب شهری و پساب صنعتی، سید مرتضی حسینیان، انتشارات شهر آب، ۱۳۸۱.

