بررسی کارایی فرایند الکتروکواگولاسیون در حذف فلزات سنگین(مس ،روی، کبالت) از شیرابه مرکز دفن شهر تهران

امیرحسین محوی [۱]، مریم مصرقانی [۲*]، کبری کریمی [۳]، مینا شیرژیان [۳]

۱) گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران

۲) گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی کرمان

۳) گروه مهندسی بهداشت محیط، مرکز بهداشت غرب تهران

تاریخ دریافت: ۹۰/۸/۹ تاریخ پذیرش: ۹۱/۳/۹

چکیده

مقدمه:آلودگی فلزات سنگین ناشی از شیرابه تولیدی مراکز دفن مواد زائد شهری باعث بروز مسائل زیست محیطی مختلفی شده است. هدف از این مطالعه بررسی راندمان حذف فلزات سنگین(Cu, Zn, Co) از شیرابه مرکز دفن شهر تهران با کمک فرایند الکتروکواگولاسیون بود.

مواد و روش ها: این مطالعه به صورت یک مطالعه تجربی در مقیاس آزمایشگاهی، با استفاده یک مخزن پلکسی گلس با حجم موثر ۰/۷ لیتر حاوی ۹ الکترود آلومینیومی صفحه ای انجام شد. به منظور تبدیل جریان برق متناوب به مستقیم الکترودها به روش تک قطبی با آرایش موازی به یک منبع تغذیه متصل شدند. مخزن با شیرابه مرکز دفن شهر تهران پر شد. درصد حذف فلزات سنگین(Cu, Zn, Co) در گستره دانسیته جریان(mA/cm^2 ۵۰،۷۰،۹۰،۱۱۰)، زمان واکنش(۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵،۳۰، ۳۵ و ۴۰ دقیقه) و pH در مقادیر(۴،۷،۹) تعیین مقدار گردید.

یافته های پژوهش: در این مطالعه راندمان بهینه حذف فلزات سنگین(Cu, Zn, Co) از شیرابه در دانسیته جریان mA/cm^2 ۱۱۰ پس از ۲۵ دقیقه تماس(زمان تماس بهینه) در pH شیرابه به ترتیب ۸۸/۲، ۸۸/۶، ۹۳/۱ درصد به دست آمد. تحت این شرایط انرژی الکتریکی و میزان الکترود مصرفی به ترتیب ۳/۷ کیلووات ساعت به ازای هر مترمکعب شیرابه و ۱/۲۶ گرم آلومینیوم به ازای هر لیتر شیرابه بود.

بحث و نتیجه گیری: نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد می توان از تکنولوژی الکتروکواگولاسیون در حذف فلزات سنگین شیرابه از مراکز دفن زباله به عنوان یک گزینه موثر مطرح گردد.

واژه های کلیدی: الکتروکواگولاسیون، حذف فلزات سنگین، شیرابه، هزینه بهره برداری

* نویسنده مسئول: گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی کرمان

Email: m-eserghany@yahoo.com

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2024-04-25]

مقدمه

یکی از معضلات زیست محیطی عصر حاضر آلودگی به فلزات سنگین است،(۱). از منابع انتشار فلزات سنگین می توان مصرف بی رویه کودهای شیمیایی، استفاده از سوخت های فسیلی، دفع نادرست پساب های صنعتی و شیرابه حاصل از مراکز دفن زباله را نام برد،(۲). شیرابه، فاضلابی قوی دارای بار آلی بالا و انواع فلزات سنگین است،(۳). به دلیل سیال بودن اگر شیرابه بدون هیچ گونه تصفیه ای در محیط رها شود باعث آلودگی آب های سطحی، زیرزمینی و خاک می شود،(۴). لذا قبل از دفع در محیط زیست تا رسیدن به استاندارد تخلیه می بایست تصفیه گردد،(۵). روش هایی چون اکسیداسیون پیشرفته، ترسیب شیمیایی، اسمز معکوس، تعویض یون، اولترافیلتراسیون و الکتروکواگولاسیون جهت حذف فلزات سنگین از فاضلاب مورد مطالعه قرار گرفته است،(۶،۷). فناوری الکتروکواگولاسیون جز روش های جدید محسوب می گردد،(۸)، که با دارا بودن مزایایی چون سازگاری با محیط زیست، تولید لجن اندک، عدم نیاز به ماده شیمیایی خاص، زمان ماند کوتاه و وابستگی کم به شرایط فاضلاب برای تصفیه فاضلاب های قوی و سمی مناسب می باشد،(۹،۱۰)، در این فرایند منعقد کننده در محل و از طریق اکسیداسیون آند قربانی(مانند آهن، آلومینیوم) تولید می گردد،(۱۱). یون های فلزی تولید شده در الکترود آند با یون هیدروکسید تولید شده در کاتد واکنش داده و هیدروکسیدهای فلزی نامحلول تولید می گردد،(۱۲،۱۳). در نهایت لخته های تشکیل شده بر اساس دانسیته با استفاده از فرایند شناورسازی و یا از طریق ته نشینی از محلول حذف می شوند،(۱۴،۱۵). در صورت استفاده از الکترودهای آلومینیومی و تجزیه الکترولیتی آند بسته به pH، گونه های منومریک کاتیونی نظیر Al^{3+}، $Al(OH)_2^+$ و $Al(OH)_3$ تولید می گردد،(۱۶). با برقراری جریان، واکنش های زیر در راکتور رخ می دهد:(۱۷)

(۱) در آند $Al \rightarrow Al^{3+}_{(aq)} + 3e^-$

(۲) در کاتد $2H_2O + 2e \rightarrow H_2 + 2OH^-$

(۳) در مجموع

$$Al^{3+}_{(aq)} + 3H_2O \rightarrow Al(OH)_{3(S)} + 3H^+_{(aq)}$$

این فناوری سبب حذف بار آلی شیرابه،(۱۷)، روغن و چربی،(۱۸)، رنگ،(۱۹)، فلزات سنگین،(۲۰)، نیترات،(۲۱)، بار آلی،(۲۲،۲۳)، سختی،(۲۴)، از محلول می گردد.

پارک جی و همکاران از کره، فلزات سنگین مس و روی پساب ناشی از شستشو خاک آلوده را به صورت ناپیوسته تصفیه نمودند. نتایج این تحقیق حاکی از آن بود که فرایند الکتروکواگولاسیون راندمان ۸۸-۶۵ درصدی حذف فلزات ذکر شده را داراست.(۲۵)

این تحقیق با هدف بررسی راندمان حذف مس، روی و کبالت از شیرابه مرکز دفن کهریزک شهر تهران با کمک فرایند الکتروکواگولاسیون و استفاده از الکترود صفحه ای آلومینیومی با آرایش تک قطبی و موازی انجام شد.

مواد و روش ها

نمونه برداری از شیرابه

مطالعه حاضر که یک مطالعه آزمایشگاهی است به صورت طرح پایلوت در سیستم ناپیوسته انجام پذیرفت. نمونه شیرابه مورد آزمایش از مرکز دفن شهر تهران در شش نوبت از کانال زهکشی شیرابه برداشت گردید. نمونه ها در ظرف های پلاستیکی ۲۰ لیتری جمع آوری و در شرایط استاندارد به آزمایشگاه دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی قم منتقل و در دمای ۴ درجه سانتی گراد نگهداری شد و سریعاً میزان COD، فلزات سنگین، هدایت الکتریکی و pH آن مورد آنالیز قرار می گرفت. ویژگی کیفی شیرابه در جدول شماره ۱ آمده است.

آماده سازی راکتور

تجهیزات مربوط به واحد الکتروکواگولاسیون شامل یک مخزن با ابعاد ۱۰×۱۰×۱۵ سانتی متر از جنس پلکسی گلس و با حجم موثر ۰/۷ لیتر بود. نه عدد صفحه آلومینیومی با ابعاد ۱۰×۸×۰/۳ سانتی متر با سطح موثر ۵۷/۶ سانتی متر مربع و درجه خلوص ۹۸/۵ درصد با فاصله ۱/۵ سانتی متر در داخل مخزن قرار گرفتند. صفحات آلومینیومی با آرایش تک قطبی و به صورت موازی به یک منبع تغذیه(MatrixLtd., MPS-3005I) جهت تبدیل برق شهری(AC) به جریان مستقیم(DC) متصل شدند. جهت سنجش

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2024-04-25]

مشخصات جریان از یک مولتی متر دیجیتال(Rogle) استفاده شد.

راهبری سیستم

در هر بار آزمایش، مخزن با ۷۰۰ میلی لیتر از شیرابه مورد نظر پر شد. به منظور بررسی تاثیر عوامل مختلف بر میزان کارایی این فرایند در حذف فلزات سنگین(Cu, Zn, Co) از شیرابه، آزمایش ها در مقادیر مختلف pH (۴، ۷ محدوده pH شیرابه و ۹) و شدت جریان(mA/cm^2 ۵۰،۷۰،۹۰،۱۱۰) و زمان واکنش(۵،۱۰،۱۵،۲۰،۲۵،۳۰، ۳۵ و ۴۰ دقیقه) انجام گرفت. نمونه ها تقریباً از میانه راکتور برداشت شدند. نتیجه آن ۳۲۴ نمونه(زمان×تعداد دانسیته جریان×آزمایشات در هر فصل×تکرار واکنش) با میانگین سه بار تکرار به دست آمد. در طی واکنش از یک همزن مغناطیسی با دور ۲۰۰ rpm استفاده شد. پس از پایان هر دوره آزمایش، الکترودها به مدت ۱ دقیقه در اسید کلریدریک(wt ۱۵ درصد) تمیز و با استفاده از ترازوی آنالیتیکال توزین شدند. نمایی از راکتور در شکل شماره ۱ آورده شده است. کلیه آزمایشات در دمای محیط صورت گرفت.

روش آزمایشگاهی

به منظور سنجش میزان فلزات سنگین در نمونه ها از روش هضم اسیدی فلزات سنگین مطابق با روش های مندرج در کتاب روش های استاندارد برای آزمایش آب و فاضلاب استفاده شد،(۲۶)، و در نهایت نمونه ها با دستگاه طیف سنج جذب اتمی مدل shimudze-AA-670 قرائت گردید. برای تهیه آب دیونایز از دستگاه Mili Pore Direct-Q_3 استفاده شد. مواد شیمیایی مصرفی از شرکت مرک آلمان خریداری شده بود. به منظور تنظیم pH از اسیدکلریدریک و هیدروکسیدسدیم(۵ N،۱ N) استفاده گردید. مقدار pH با کمک دستگاه pH متر(Hack-HQ-USA) و هدایت الکتریکی با دستگاه WTW(IF90) اندازه گیری شد. همه داده های آزمایشگاهی ارائه شده در طول مطالعات بر مبنای میانگین حسابی با حداقل ۳ تکرار آزمایش می باشد. داده ها با کمک نرم افزارSPSS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

راندمان حذف فلزات سنگین به کمک معادله ۱ به دست آمد.

$$(1)\ RE(\%) = \frac{C_0}{(C_0 - C_t)} \times 100$$

C_t غلظت فلزات سنگین در زمان t، C_0 غلظت اولیه فلزات سنگین در زمان اولیه واکنش است.(۲۷)

یافته های پژوهش

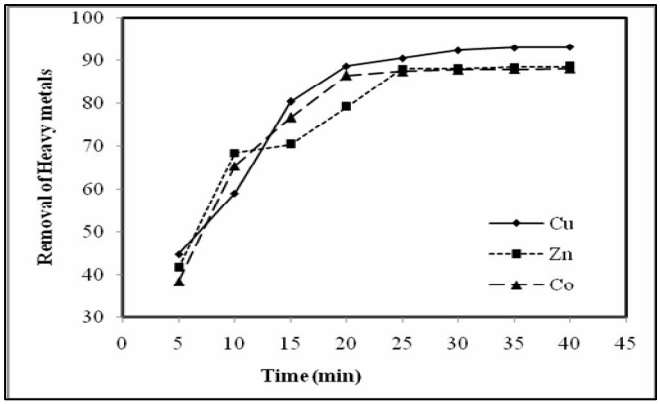
ویژگی شیرابه مورد مطالعه در جدول شماره ۱ آمده است. در شکل شماره ۱ نتایج تاثیر زمان واکنش بر راندمان حذف فلزات سنگین نشان داده شده است. برای ارزیابی تاثیر زمان واکنش، آزمایشات به مدت ۴۰ دقیقه به طول انجامید و هر ۵ دقیقه نمونه برداری انجام گرفت. بالاترین راندمان حذف در زمان چهل ام واکنش به دست آمد. از آن جائی که از دقیقه ۲۵ به بعد افزایش راندمان حذف به زمان اندک بود زمان واکنش دقیقه بیست و پنجم ام به عنوان زمان واکنش بهینه انتخاب شد. در شکل شماره ۲ راندمان حذف فلزات سنگین(Cu, Zn, Co) از شیرابه در چهار دانسیته جریان(mA/cm^2 ۵۰،۷۰،۹۰،۱۱۰) نشان داده شد. مطابق شکل شماره ۲ راندمان بهینه حذف فلزات سنگین(Cu, Zn, Co) از شیرابه در دانسیته جریان mA/cm^2 ۱۱۰ پس از ۲۵ دقیقه تماس(زمان تماس بهینه) در pH شیرابه به ترتیب ۸۸/۲، ۸۸/۶، ۹۳/۱ درصد به دست آمد. بنا بر این در ادامه آزمایشات دانسیته جریان mA/cm^2 ۱۱۰ به عنوان دانسیته جریان بهینه انتخاب و مورد استفاده قرار گرفت. شکل شماره ۳ نتایج مربوط به تاثیر pH اولیه بر راندمان حذف فلزات سنگین(Cu, Zn, Co) از شیرابه را در دانسیته جریان بهینه(mA/cm^2 ۱۱۰) نمایش داده شده است. با توجه به این شکل بالاترین راندمان حذف فلزات سنگین(Cu, Zn, Co) از شیرابه در pH قلیایی است. ولی این تاثیر بسیار جزئی بوده و می توان به این نتیجه رسید که pH اولیه تاثیر اندکی در راندمان حذف فلزات سنگین از شیرابه را دارد. بنا بر این در ادامه، آزمایشات در همان pH شیرابه(به دلیل کاهش وابستگی به افزودن مواد شیمیایی) صورت

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2024-04-25]

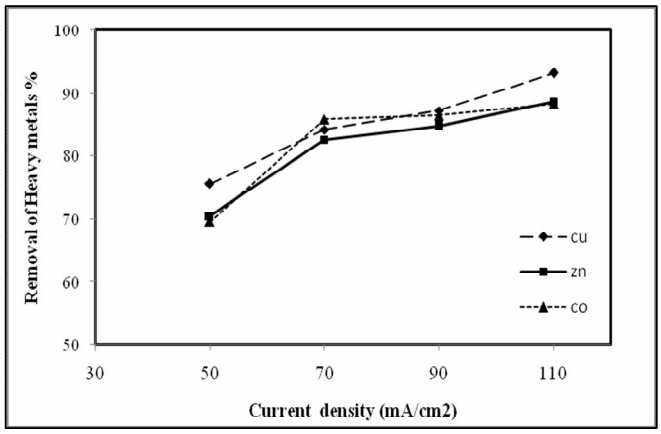
گرفت. شکل شماره ۴ رگرسیون مابین زمان ماند و راندمان حذف فلزات سنگین را نشان می دهد. در شکل شماره ۵ تاثیر تغییرات دانسیته جریان بر مصرف انرژی و میزان الکترود مصرفی نشان داده شده است.

جدول شماره ۱. ویژگی شیرابه مرکز دفن شهرتهران

پارامتر	واحد	تعداد نمونه	گستره	میانگین و انحراف معیار
COD کل	mg/L	۲۴	۵۱۰۰۰– ۶۹۵۰۰	۷۵۳۰۰±۱۰۵۰۰
pH	غلظت یون هیدروژن	۲۴	۷/۲ – ۷/۷	۷/۵۵±۰/۲۵
هدایت الکتریکی در دما ۳۰ درجه سانتی گراد	(ms/cm)	۲۴	۵۵/۱–۶۵/۵	۶۰/۵± ۵/۵
Cu	mg/L	۲۴	۰/۸۶ -۱/۶	۱/۰۵± ۰/۴۵
Zn	mg/L	۲۴	۱/۳۴–۳/۸۵	۲/۵۶ ± ۱/۴
Co	mg/L	۲۴	۰/۱۷– ۰/۸۹	۰/۶۴±۰/۱۴

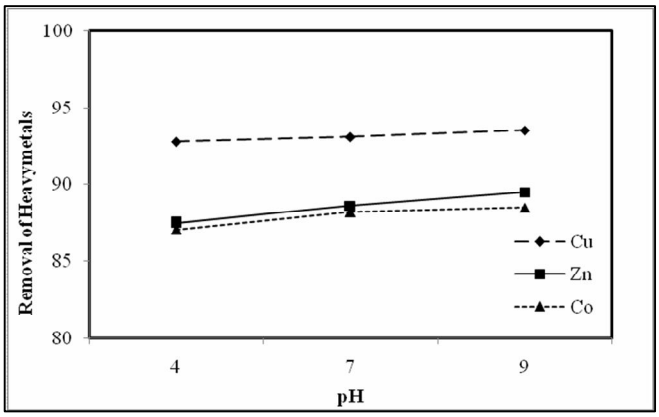


شکل شماره ۱. راندمان حذف فلزات سنگین در زمان واکنش مختلف، pH شیرابه(pH=7.4)، دانسیته جریان ۱۱۰ mA/cm2 هدایت الکتریکی۶۰ ms/cm

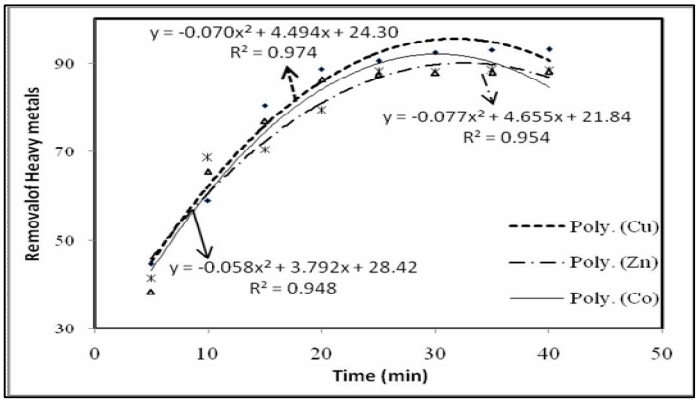


شکل شماره ۲. راندمان حذف فلزات سنگین در دانسیته جریان مختلف، زمان ۲۵ دقیقه pH شیرابه(pH=7.4)، هدایت الکتریکی ۶۰ ms/cm

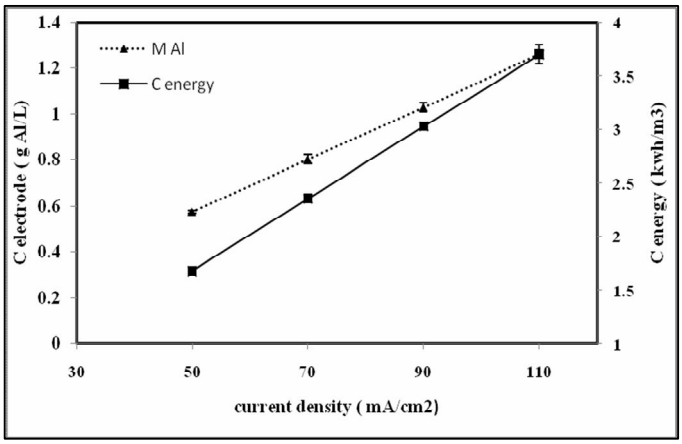
[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2024-04-25]



شکل شماره ۳ . راندمان حذف فلزات سنگین در pH مختلف ، زمان واکنش ۲۵ دقیقه و دانسیته جریان mA/cm2 ۱۱۰ هدایت الکتریکی ms/cm ۶۰



شکل شماره ٤. رگرسیون مابین زمان ماند و راندمان حذف فلزات سنگین(Cu, Zn, Co) هدایت الکتریکی ms/cm ۶۰



شکل شماره ۵ . تاثیر تغییرات دانسیته جریان بر مصرف انرژی و میزان الکترود مصرفی(زمان واکنش ٤۰ دقیقه) هدایت الکتریکی ms/cm ۶۰

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2024-04-25]

بحث و نتیجه گیری

تاثیر زمان واکنش

شکل شماره ۱ تاثیر راندمان حذف فلزات سنگین به زمان واکنش را نشان می دهد. نتایج حاصل نشان داد با افزایش زمان ماند، راندمان حذف نیز افزایش می یابد. ولی پس از دقیقه بیست و پنجم افزایش راندمان تصفیه با زمان ماند نسبت خطی نداشت، به طوری که این میزان از دقیقه بیست و پنج به چهل و یک افزایش جزئی ۲ درصدی داشته و دیگر افزایش زمان ماند باعث افزایش قابل توجهی از فلزات سنگین نمی شود. با توجه به این شکل افزایش زمان ماند تا حدود دقیقه بیست و پنجم تاثیر مستقیم و خطی بر راندمان حذف فلزات سنگین داشته و با افزایش زمان ماند میزان تاثیر بازدهی حذف از زمان ماند به صورت مشخص کاهش می یابد. نتایج این مطالعه با یافته های ارائه شده گائو پی در بررسی حذف کروم از فاضلاب به وسیله فرایند الکتروکواگولاسیون هم خوانی دارد.(۲۰)

تاثیر دانسیته جریان

دانسیته جریان از عوامل تاثیرگذار بر سرعت واکنش در فرایند الکتروکواگولاسیون است. به طوری که تاثیر مستقیم بر راندمان حذف دارد و مشخص کننده میزان ماده منعقدکننده تزریقی به واکنش است،(۱۷،۲۳،۲۷). با توجه به شکل شماره ۲ افزایش دانسیته جریان از ۵۰ به ۱۱۰ میلی آمپر بر سانتی متر مربع باعث افزایش ۲۰ درصدی در راندمان حذف می گردد. بالاترین راندمان حذف فلزات سنگین(Cu, Zn, Co) از شیرابه در دانسیته جریان ۱۱۰ mA/cm^2 پس از بیست و پنج دقیقه تماس(زمان تماس بهینه) در pH شیرابه به ترتیب ۶/۲،۱/۸۸،۹۳/۸۸ درصد به دست آمد. بنا بر این در ادامه آزمایشات دانسیته جریان ۱۱۰ mA/cm^2 به عنوان دانسیته جریان بهینه انتخاب و مورد استفاده قرار گرفت. این امر بیانگر این مطلب است که با افزایش دانسیته جریان میزان آلومینیوم آزاد شده به محلول بیشتر شده و باعث تولید بیشتر لخته های هیدروکسید شده و در نهایت دو مکانیسم شناورسازی و ته نشینی با سرعت بیشتری در راکتور رخ می دهد،(۲۸). چنین نتایجی با مطالعه امام جمعه و همکاران در حذف نیترات با فرایند الکتروکواگولاسیون از محیط آبی هم خوانی دارد.(۲۱)

تاثیر pH اولیه واکنش بر راندمان حذف و تغییرات pH در حین واکنش

کارایی حذف فلزات سنگین در سه محدوده pH،(۴،۷،۹)، و دانسیته جریان ۱۱۰ mA/cm^2 بررسی شد. همان طور که در شکل شماره ۳ نشان می دهد. بیشترین راندمان حذف فلزات سنگین در pH قلیایی بود. البته تغییرات راندمان در این سه محدوده pH بسیار جزئی بوده و دلیل این امر تغییرات pH در حین واکنش دانست. به طوری که وقتی pH اولیه واکنش اسیدی بود پس از گذشت زمان بر pH واکنش افزوده شده و در نهایت pH نهایی واکنش به۸/۱ رسید. زمانی که pH اولیه واکنش خنثی بود pH واکنش افزوده شده و در نهایت pH نهایی واکنش به ۸/۲ رسید. سرانجام زمانی که pH اولیه واکنش قلیایی بود بر مقدار pH کاسته شده و pH نهایی واکنش به ۸/۵ رسید. بنا بر این در زمان انجام واکنش در هر سه محدوده pH سرانجام pH واکنش قلیایی شده و واکنش ها در یک pH قلیایی انجام می گیرد. بنا بر این تغییرات اندکی در راندمان حذف در هر سه محدوده pH رخ داد. مطالعات ملکوتیان،(۱۶)، و بذرافشان،(۲۷)، بیانگر این مطلب است که فرایند الکتروکواگولاسیون به عنوان تعدیل کننده pH عمل می کند که با نتایج به دست آمده در این واکنش هم خوانی دارد.

هزینه بهره برداری

هزینه بهره برداری یکی از مهم ترین فاکتورهایی است که در انتخاب یک روش تصفیه مورد ارزیابی قرار می گیرد. عموماً هزینه بهره برداری شامل هزینه انرژی مصرفی، مواد شیمیایی مصرفی، هزینه نیروی انسانی، دفع لجن و نگه داری از تاسیسات است. در فرایند الکتروکواگولاسیون دو فاکتور مهم و موثر در محاسبه هزینه ها، هزینه انرژی الکتریکی و هزینه آند قربانی است،(۲۹). در شکل شماره ۵ انرژی الکتریکی مورد نیاز و میزان الکترود مصرفی بازی دانسیته جریان مختلف نشان می دهد. بر اساس این شکل با افزایش دانسیته جریان میزان مصرف الکترود و انرژی به میزان قابل

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2024-04-25]

توجهی افزایش می یابد و در نتیجه باعث افزایش هزینه می شود.

فرایند الکتروکواگولاسیون با استفاده از الکترود آلومینیومی در شرایط بهینه عملیاتی(دانسیته جریان $110\ mA/cm^2$، زمان واکنش بیست و پنج دقیقه) توانست به ترتیب ۹۳/۸۸،۱/۸۸،۶/۲ درصد کبالت، روی و مس را از شیرابه حذف نماید. تحت این شرایط انرژی الکتریکی و میزان الکترود مصرفی به ترتیب ۳/۷ کیلووات ساعت به ازای هر مترمکعب شیرابه و ۱/۲۶گرم آلومینیوم به ازای هر لیتر شیرابه بود. به طور کلی نتایج تحقیق نشان داد که فرایند الکتروکواگولاسیون با دارا بودن مزایایی چون سازگاری با محیط زیست و بازده مناسب می تواند به عنوان یک روش مناسب در حذف فلزات سنگین از شیرابه معرفی گردد و برای تصفیه شیرابه مرکز دفن شهر تهران با وجود غلظت های بالای COD، مواد سمی که اثر بازدارندگی بر فعالیت بیولوژیکی میکروارگانیزم ها می گذارد به عنوان یک روش مطلوب مطرح می گردد.

References

1-Malakootian M, Yaghmaeian K, Meserghani M, Mahvi AH. Daneshpajouh M. [Determination of Pb, Cd, Cr and Ni concentration in imported Indian rice to iran]. Iran J Health Environ 2011;4:77-84 (Persian)

2-Malakootian M, Meserghani M, Daneshpajouh M. [A survey on pb,Cr,Ni and Cu concetrations in Tehran consumed black tea: A short report]. J Rafsanjan Univ Med Sci 2011;10: 138-43.(Persian)

3-Karimi B, Ehrampoush MH, Mokhtari M, Ebrahimi A. [Leachate treatment using wet air oxidation processes]. Iran J Health Environ 2011;4:23-4.(Persian)

4-Maleki A, Zazouli MA, Izanloo H, Rezaee R. Composting plant leachate treatment by coagulation flocculation process. Agri Environ 2009;5:638-43.

5-Deng Y, James ED. Electrochemical oxidation for landfill leachate treatment. Water Res 2006;40:3683-94.

6-Kurniawan TA, Woo L, Chan GYS. Treatments for removal of recalcitrant contaminants from waste water. Hazard Mater 2006;4:91-110.

7-Hansen HK, Nunez P, Grandon R. Electrocoagulation as a remediation tool for wastewaters containing arsenic. Miner Eng 2005;19:521-4.

8-Malakootian M. Mansoorian HJ, Moosazadeh M. Performance evaluation of electrocoagulation process using iron-rod electrodes for removing hardness from drinking water. Desalination 2010;255:67-71.

9-Emamjomeh M, Sivakumar M, Fluoride removal by a continuous flow electrocoagulation reactor. J Environ Manag 2009;-90:1204-12.

10-Ilhan F, Kurt U, Apaydin O, Gonullu MT. Treatment of leachate by electrocoagulation using aluminum and iron electrodes. J Hazard Mater 2008;154:381-9.

11-Bazrafshan E. Performance evaluation of electrocoagulation process for removal of chromium (VI) from synthetic chromium solutions using iron and aluminum electrodes. Turkish J Eng Env Sci 2008;32:59-66.

12-Malakootian M, Yousefi N. The efficiency of Electrocoagulation process using aluminum electrodes in removal of hardness from water. Iran J Environ Health Sci Eng 2009;6:131-6.

13-Adhoum N, Moriser L, Bellakhal N, Belgaied JE. Treatment electroplating wastewater containing Cu2+,Zn2+ and Cr(VI) by electrocoagulation. J Hazard Mater 2004,112: 207-13.

14-Emamjomeh M, Sivakumar M. An empirical model for defluoridation by batch monopolar electrocoagulation/floatation (ECF) process. J Hazard Mater 2006;131:118-25.

15-Behbahani M, Alavi-Moghaddam MR, Arami M. Techno-economical evaluation of Fluoride removal by Electrocoagulation process: Optimization through response surface methodology. Desalination 2011;271:209-18.

16-Malakootian M, Yousefi N, Fatehizadeh A. Survey efficiency of Electrocoagulation on Nitrate removal from aqueous solution. Int J Environ Sci Tech 2011;8:44-6.

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2024-04-25]

17-Mansoorian HJ, Kurt U, Apaydin O, Gonullu MT. Treatment of leachate by electrocoagulation using aluminum and iron electrodes. J Hazard Mater 2009;164:481-91.
18-Carmona M, Khemis M, Leclerc JP, Lapicque FA. Simple model to predict the removal of oil suspensions from water using the electrocoagulation technique. J Chem Eng Sci 2006;61:1237-46.
19-Kobya M, Demirbas E, Can OT, Bayramoglu M. Treatment of levafix orange textile dye solution by electrocoagulation. Mansoorian HJ, 2005;132:183-8.
20-Gao P, Chen X, Shen F. GC. Removal of chromium (VI) from wastewater by combined electrocoagulation-electroflotation without a filter. J Sep Purif Technol 2005;43:117-23.
21-Emamjomeh MM, Sivakumar M. Denitrification using a monopolar electrocoagulation/flotation (ECF) process. Environ Manag 2009;91:516-22.
22-Hector A, Cee D, Gomes J. Electrocoagulation mechanism for COD removal. J Sep Purif Technol 2007;56:204-11.
23-Deng Y, James ED. Electrochemical oxidation for landfill leachate treatment. J Water Res 2006;40:3683-94.
24-Malakootian M, Yousefi N. The efficiency of Electrocoagulation process using aluminum electrodes in removal of hardness from water. Iran J Environ Health Sci Eng 2009;6:131-36.
25-Park J, Jung Y, Han M, Lee S. Simultaneous removal of cadmium and turbidity in contaminated soil-washing water by DAF and electroflotation. Water Sci Technol 2002;46:225-30.
26-Aipha A, Wiaw. Standard method for examination of water and wastewater. 20th ed. Washington DC: American public health association publication; 1998.
27-Bazrafshan E, Mahvi AH. Performance evaluation of electrocoagulation process for removal of chromium(VI) from aqueous environments solutions using aluminum electrodes. Water Wastewater J 2007;18:28-38.
28-Sirajuddin E. Electrolytic Recovery of Chromium Salts from Tannery Wastewater. J Hazard Mater 2007;148:560-5.
29-Kobya M, Bayramoglu M, Eyvaz M. Techno-economical evaluation of Electrocoagulation for the textile waste water using different electrode connecions process. J Hazard Mater 2007;148:311-8.

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2024-04-25]

Performance of Electro-Coagulation Process For the Removal of Heavy Metals (Copper, Zinc and Cobalt) From Landfill Leachate in Tehran

Mahvi AH[1], Mosreghani M[2*], Karimi K[3], Shirejian M [3]

(Receive: 31 Oct. 2011 Accept: 29 May. 2012)

Abstract

Introduction: Heavy metals from municipal waste landfill leachate have caused many bioenvironmental problems. The purpose of this study was to investigate the efficiency of electro-coagulation process in the removal of heavy metal (Cu, Zn, Co) from landfill leachate in Tehran.

Materials & Methods: This study was conducted as a pilot plant using a Plexiglas tank with an effective size 0.7 liter and containing 9 aluminum plate electrodes. In order to convert alternative current to direct one, the electrodes were connected to power supply via mono-polar method and parallel arrangement. The tank was filled with landfill leachate of Tehran. The removal percentage of heavy metals (Cu, Zn, Co) in the current density range of 50, 70, 90 and 110 mA/cm^2, the reaction times 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 and 40 min and the pH values 4, 7 and 9 was determined .

Findings: In this study, the optimal efficiencies for the removal of heavy metals in the leachate flow density 110 mA/cm^2 after 25 min exposure time (optimum time) and the leachate pH were 88.2, 88.6 and 93.1 percent, respectively. Under these conditions, the amount of electrical energy and electrode consumption were 3.7 kilowatt hours per cubic meter leachate and 1.26 gram aluminum, respectively.

Discussion & Conclusion: This study showed that electro-coagulation is an efficient technique for the treatment of heavy metal from landfill leachate.

Keywords: electrocoagulation, removal of heavy metal, Leachate, Operation cost

1. Dept of Environmental Health Engineering, Faculty of health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran
2. Dept of Environmental Health Engineering, Faculty of health, Kerman University of Medical Sciences, Kermanan, Iran
3. Dept of Environmental Health Engineering, Tehran West Health Center, Tehran, Iran
**(corresponding author)*

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2024-04-25]