Archive of SID

دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر
فصلنامه‌ی کاربرد شیمی در محیط زیست

کاربرد پلی‌کلرور سولفات‌آلومینیوم درتصفیه آب و مقایسه آن با سایر مواد منعقد کننده‌ها

مرتضی قلیزاده
گروه مهندسی شیمی، دانشگاه آزاد اهر، اهر- ایران
m.gholizadeh@iau-ahar.ac.ir

چکیده

با توجه به اهمیت آب در زندگی وهمچنین مسائل محیط زیستی، تصفیه آن از اهمیت خاصی برخوردار می‌باشد. بطور کلی در تصفیه آب و فاضلاب از روش‌های مختلفی از جمله ته‌نشینی و فیلتراسیون و روش‌های بیولوژیکی استفاده می‌شود. یکی از مهم‌ترین روش‌های تصفیه آب و فاضلاب، منعقدسازی مواد زائد موجود در آب بوسیله منعقد کننده‌ها می‌باشد. عموماً عمل رسوب‌دهی توسط نیروی جاذبه انجام می‌شود. منتها در این میان می‌توان از روش‌هایی(افزودن مواد منعقد کننده) برای افزایش سرعت رسوب‌دهی استفاده کرد. مواد منعقد کننده دارای انواع مختلفی می‌باشند که عبارتند از: منعقد کننده‌های غیر آلی(معدنی)، منعقد کننده‌های آلی سنتزی، منعقد کننده‌های طبیعی. در این پژوهش از منعقد کننده‌های معدنی همچون پلی‌کلرورآلومینیوم و پلی‌کلرورسولفات‌آلومینیوم و کلرورآهن و سولفات‌آلومینیوم استفاده شده است. پلی‌کلرورسولفات‌آلومینیوم در مقایسه با دیگر تصفیه کننده‌های غیر آلی دارای ویژگی‌هایی همچون میزان مصرف کمتر، تولید لجن کمتر، ته نشینی سریع می‌باشد. بخاطر همین در این تحقیق روش ساخت ماده مذکور بحث شده و همچنین میزان رسوب دهی منعقد کننده‌های مختلف مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج حاصل نشان می‌دهد که با در نظر گرفتن زمان ثابت ته نشینی(۹۰دقیقه)، میزان رسوب‌دهی بر اساس افزایش غلظت مواد منعقد کننده تا یک میزان حدی افزایش می‌یابد. همچنین در غلظت ثابت مواد منعقد کننده میزان رسوب دهی پلی کلرور سولفات آلومینیوم بیشتر از سایر مواد می‌باشد.

کلید واژه: تصفیه، منعقدسازی، پلی‌کلرورسولفات‌آلومینیوم، پلی‌کلرورآلومینیوم، سولفات‌آلومینیوم

مقدمه

از آنجا که آب یکی از مهم‌ترین و بهترین حلال‌ها است، معمولا به طور خالص در طبیعت یافت نمی‌شود. حتی آب حاصل از میعان بخارات آب موجود در هوا، در موقع باریدن مقداری گرد و خاک، اکسیژن، دی اکسیدکربن و دیگر گازها را در خود حل می کند. در روی سطح زمین نیز مقداری از مواد معدنی را در خود حل می کند لذا آب مصرفی چه آشامیدنی و چه صنعتی معمولا نیاز به تصفیه دارد. همچنین فاضلاب‌های خانگی و صنعتی مهمترین آلوده کننده‌های محیط می‌باشند که در صورت تصفیه آن‌ها ضمن برطرف کردن آلودگی محیط زیست می توان از آب حاصله در کشاورزی و صنعت استفاده کرد.

برای حذف ناخالصی‌های آب، از عملیات‌های مختلفی از جمله فیلتراسیون و منعقد سازی استفاده می‌شود. مهم‌ترین

www.SID.ir

Archive of SID

ناخالصی ها مواد جامد می‌باشد که به سه صورت معلق (اندازه های ذرات در حد میلیمتر)، کلوئیدی (میکرو و نانومتر در حداقل یکی از ابعاد) و محلول (چند انگستروم) وجود دارند. هر چند ذرات موجود در آب ریزتر باشند برای حذف آن‌ها احتیاج به روش‌ها و دستگاه‌های پیچیده تری است. ذرات با ابعاد بزرگتر از سانتی‌متر را می توان با صفحات مشبک و توری حذف کرد. برای حذف ذرات ریزتر باید با توجه به تمایل ذرات به ته نشینی، شناوری یا تعلیق روش مناسب را انتخاب کرد. [1,2] اگر اجازه داده شود که ذرات به طور طبیعی ته نشین یا شناور شوند ممکن است که چندین ماه و حتی سال طول بکشد. این در حالی است که زمان بیش از چند ساعت برای جداسازی از لحاظ مهندسی قابل قبول نیست. بطور کلی عمل رسوب دهی توسط نیروی جاذبه انجام می شود. منتها در این میان می توان از روش‌هایی برای افزایش سرعت رسوب دهی استفاده کرد. در واقع برای رسوب دهی بهتر بایستی بطریقی پایداری ذرات معلق را کاهش داد. برای این‌کار از منعقد کننده‌ها استفاده می شود. در این پژوهش از منعقد کننده‌های معدنی همچون پلی کلرور سولفات آلومینیوم، پلی کلرور آلومینیوم، کلرور آهن، سولفات آلومینیوم استفاده شده است.[3,4] منتها هدف مقایسه زمان وکیفیت رسوب دهی این مواد بوده است. طبق مراجع موجود پلی کلرور سولفات آلومینیوم بهترین شرایط را برای منعدسازی دارا می‌باشد[9,10]. بنابراین این ماده ابتدا در آزمایشگاه تهیه شده و سپس زمان ته نشینی مواد و کیفیت رسوب دهی مقایسه شده است.

روش آزمایش

روش‌های متعددی برای تولید پلی کلرور سولفات آلومینیوم در مقالات و کتاب‌های مرجع ارائه شده است که به طور کلی می‌توان به مواردی هم‌چون اکسایش فلز آلومینیوم بوسیله اسید هیدروکلریک کمتر از مقدار والانس، برداشت قسمتی از کلراید موجود در کلراید آلومینیوم از طریق عبور دادن محلول از غشای تعویض یون، اکسایش هیدرواکسید آلومینیوم فعال بوسیله اسید هیدروکلریک و یا اسید نیتریک، خنثی کردن نمک آلومینیوم بوسیله یک قلیا، اکسایش هیدرواکسید آلومینیوم بوسیله قلیای آلومینات و دی‌اکسیدکربن و یا دی اکسید سولفور و انحلال دوباره آن در اسید هیدروکلریک، فرسایش ماده‌ای شامل آلومینیوم در مخلوطی از اسید سولفوریک و اسید هیدروکلریک و جداسازی یون‌های سولفات کمپلکس نشده از طریق رسوب دادن آن‌ها، واکنش نمک آلومینیوم و آلومینات قلیا با یک اسید تک عاملی اشاره کرد. مراحل بکار رفته در آزمایشگاه برای تولید پلی کلرور سولفات آلومینیوم بدین صورت می‌باشد که ابتدا واکنش‌های اولیه که کلرور سولفات آلومینیوم پایه با قدرت بازی کم تهیه می‌شود انجام می‌شود. در این واکنش‌ها، سولفات کمپلکس نشده توسط یک قلیای محلول به نمک سولفات نامحلول تبدیل می‌شود. مرحله دوم جداسازی ذرات جامد رسوب شده در مرحله اول (هیدروکسید آلومینیوم، سولفات فلز قلیایی خاکی، سولفات آلومینیوم بازی، پلی سولفات آلومینیوم) خواهد بود. واکنش مرحله دوم که در آن قدرت بازی کلرور سولفات آلومینیوم پایه افزوده شده و پلی کلرور سولفات آلومینیوم تهیه می‌شود. مرحله بعد کریستالیزاسیون می‌باشد که با زمان دهی مناسب این کار صورت می‌گردد[5-7].

مهم‌ترین قسمت این مراحل، انجام واکنش‌های تهیه کلرور سولفات آلومینیوم پایه می‌باشد. این واکنش‌ها در یک راکتور صورت می‌گیرد. راکتور مجهز به همزن و جداکننده کف می‌باشد. ماکزیمم فشار مجاز نیز ۲ بار می‌باشد. افزایش فشار و دمای زیاد موجب ایجاد محصولات جانبی می‌گردد. راکتور ممکن است اتوکلاو باشد که به صورت دو جداره و با روکش شیشه ای است. همچنین راکتور شامل یک همزن می‌باشد که به منظور جلوگیری از ته نشینی ذرات بکار می‌رود. برای تبادل حرارت نیز راکتور دارای ژاکت می‌باشد. در صورت کارکرد صحیح همزن و سرعت تزریق معمولا مقدار کمی ذرات رسوب در خروجی راکتور خواهیم داشت. با توجه به میزان

www.SID.ir

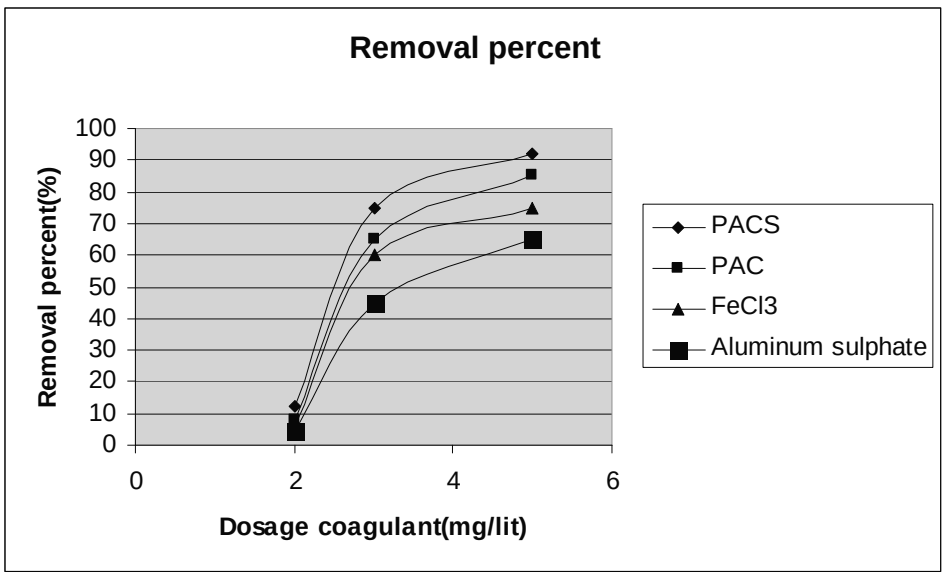
Archive of SID

ذرات جامد و اندازه آن‌ها و شرایط آن‌ها نوع جداسازی انتخاب می‌گردد. در آزمایشات انجام انجام شده معمولاً از فیلتراسیون استفاده شده است ولی در صورت لزوم از روش ته‌نشینی نیز استفاده می‌گردد. مرحله بعدی تولید پلی کلرورسولفات آلومینیوم می‌باشد. در این واکنش قدرت بازی کلرورسولفات آلومینیوم بالا رفته و پلی کلرورسولفات آلومینیوم تشکیل می‌شود. واکنش این مرحله بسیار سریع بوده و ترجیحاً به صورت نیمه پیوسته صورت می‌گیرد. همچنین محصول در این مرحله یک امولسیون پایدار می‌باشد. این واکنش‌ها در راکتور دیگری انجام می‌گیرد که همانند راکتور اول می‌باشد منتها بسته به شرایط عملیاتی ممکن است نوع همزن آن متفاوت باشد. مرحله بعدی کریستالیزاسیون می‌باشد. در این مرحله با زمان دهی مناسب می توان به محصول مورد نظر دست یافت[7-5].

مرحله بعدی تست مواد مختلف بکار رفته بعنوان منعقد کننده در ایران و ماده مورد نظر ساخته شده می‌باشد. بطور کلی غلظت کل مواد معلق در آب و قلیاییت آب مورد نظر و PH محیط عوامل موثر در منعقد سازی می‌باشد. در آزمایشات انجام شده کلیه موارد ذکر شده ثابت در نظر گرفته شده تا بتوان مقایسه‌ای بین منعقد کننده های مختلف انجام داد[7,9,10]. در این قسمت از چهار نمونه منعقد کننده (پلی کلرور سولفات آلومینیوم و پلی کلرور آلومینیوم و سولفات آلومینیوم و کلرور آهنIII) استفاده شده است. ابتدا با در نظر گرفتن زمان ثابت، میزان تغییرات رسوب دهی بر اساس تغییرات غلظت مواد منعقد کننده اندازه گرفته شده است. سپس با ثابت نگهداشتن غلظت ثابت موادمنعقد کننده در زمان‌های مختلف درصد رسوب بررسی شده است[9,10].

نتایج

به منظور این‌که بتوان مقایسه‌ای بین منعقد کننده‌ها انجام داد ابتدا زمان در آزمایشات ثابت نگه داشته شده (۹۰ دقیقه) و در عوض میزان غلظت منعقد کننده‌ها تغییر داده شده است. برای این منظور ۵ غلظت ۲و۳ و۵ و۷و۸ میلی-گرم بر لیتر مورد آزمایش قرار داده شده است. نمودارهای بدست آمده به صورت زیر می‌باشد:



منحنی ۱ - سرعت ته نشینی مواد معلق در آب بر حسب افزایش غلظت مواد منعقد کننده

www.SID.ir

Archive of SID

نمودارهای ذکر شده بصورت یک جدول در زیر ارائه شده است:

درصد ته نشین شدن مواد				غلظت مواد منعقد کننده(میلی‌گرم بر لیتر)
سولفات آلومینیوم	کلرور آهن	PAC	PACS	
۴	۶	۸	۱۲	۲
۴۵	۶۰	۶۵	۷۵	۳
۶۵	۷۵	۸۵	۹۲	۵
۷۰	۷۸	۸۸	۹۴	۷
۷۳	۸۰	۹۰	۹۵	۸

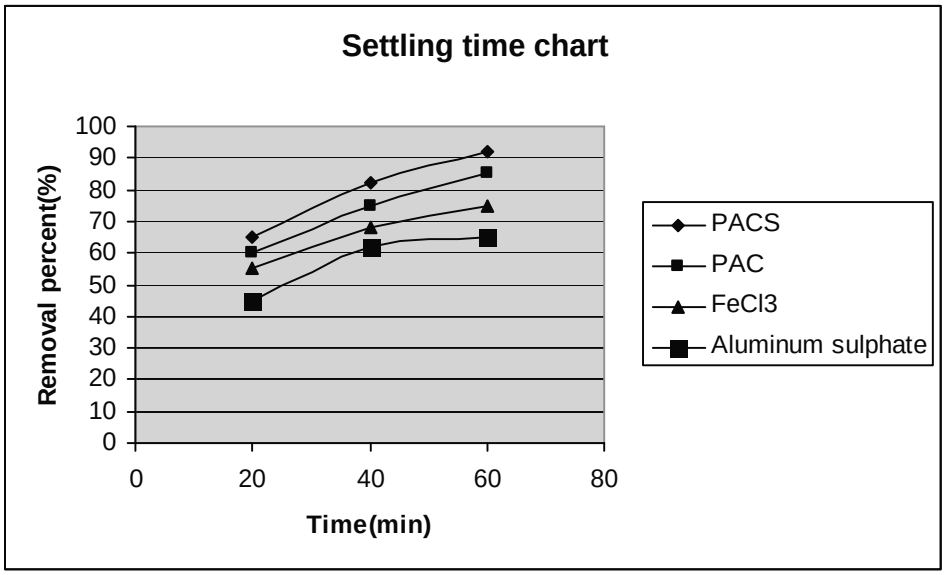
جدول ۱ – میزان افزایش درصد ته نشینی بر حسب افزایش غلظت مواد منعقد کننده

از جدول بالا نتیجه می‌شود که اولاً PACS دارای شرایط بهتری می‌باشد، ثانیاً با افزایش میزان مواد منعقد کننده میزان انعقاد بالا می‌رود. منتها این میزان تا یک حدی (۵ میلی‌گرم بر لیتر) تاثیر داشته و بعد از آن میزان افزایش غلظت تاثیر چندانی در سرعت ته نشینی نخواهد داشت و در حد ۲ تا ۳ درصد می‌باشد[9,10].

در قسمت دوم آزمایش، غلظت در ۵ میلی‌گرم بر لیتر ثابت نگهداشته می‌شود. بنابراین فقط میزان رسوب در زمان‌های مختلف اندازه گیری می‌گرددکه در نمودارهای زیر این مقادیر نشان داده شده است:

www.SID.ir

Archive of SID



منحنی ۲- منحنی افزایش میزان رسوب برحسب افزایش زمان ته نشینی

نمودارهای فوق بصورت یک جدول ارائه شده است:

	درصد بازیافت			
زمان ته نشینی(دقیقه)	PACS	PAC	FeCl3	سولفات آلومینیوم
۲۰	۶۵	۶۰	۵۵	۴۵
۴۰	۸۲	۷۵	۶۸	۶۲
۶۰	۹۲	۸۵	۷۵	۶۵
۸۰	۹۴	۸۸	۷۷	۶۸
۹۰	۹۵	۹۰	۷۹	۷۰

جدول۲- درصد بازیافت مواد زائد موجود در آب بر حسب افزایش زمان ته نشینی

از اعداد بدست آمده مشاهده می‌گردد که پلی کلرور سولفات آلومینیوم دارای بهترین شرایط برای تصفیه آب می‌باشد. همچنین مشاهده می‌شود که با افزایش زمان ته نشینی بیشتر از ۶۰ دقیقه میزان رسوب دهی به مقدار خیلی کمی بالا می‌رود[9,10].

بنابراین با انتخاب یک پروسه مناسب برای تولید پلی کلرور سولفات آلومینیوم و استفاده آن در تصفیه آب می‌توان تحولی در صنعت تصفیه آب کشور ایجاد کرد.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع:

1. Gerhartz, W., Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, 5th Ed., VCH,Gerrmany, 1985.
2. Kirk and Othmer., Encyclopedia of Chemical Technology, 3rd Ed., John Wiley & Sons, 1978.
3. Gao B.Y., Yue Q.Y., Yu H. and Wang Y., Distribution of Aluminum specie & characteristics of structure of Poly-Aluminum-Chloride-Sulfate, J.Environ.
4. Gao B.Y., Yue Q.Y. and Wang B.J., Electrophoretic nature and evaluation of Poly-Aluminum-Sulfate (PACS) as a coagulant for water and wastewater treatment, J.Environ.Sci., 2003.
5. Boisvert J. P., TO T.C. and Jolicoeur C., On the use of dead-end ultra-filtration for the study of the influence of sulfate and/or silicate on the Particle size distribution in concentrated and partially Pre-Hydrolyzed Al(III) Flocculants, Journal of Membrane Science, Vol. 153, 1999, pp 143-154.
6. Shen, Y.H. and Dempsey B.A., Synthesis and Speciation of Poly-Aluminum-Chloride for water treatment, Environmental International, Vol. 24, No. 8, 1998, pp 899-910.
7. Qu, J.and Liu H., Optimum condition for Al_{13} polymer formation in PAC preparation by electrolysis process, Chemosphere, 2004, pp 51-56.
8. Jiang, J.Q. Graham J. and Nigel J.D., Development of Optical Poly-Aluminum-Iron Sulphate Coagulant, Journal of Environmental Engineering, Vol. 129, No. 8 , 2003, pp 699-708.
9. Bao-yu, Gao B.Y., Qin-yue, and Wang Bing-jian, Electrophoretic Nature and Evaluation of Poly-Aluminum-Chloride-Sulfate (PACS) as a Coagulant for water and Wastewater Treatment Environmental Engineering, Vol.38, No. 5, 2003, pp 897-907.
10. Liu Wenbin, Huang Hongshan and Peng Jianguo, Application of Poly Aluminium Chloride In Shenzhen Water Supply, Qingyuan Water Purification Materials Ltd. Shenzhen 518013, P.R.CHINA,2003.P56-63 .

www.SID.ir