Archive of SID

بررسی کارایی سیستم شناورسازی با هوای محلول در کاهش بار آلودگی فاضلاب کارخانه روغن نباتی ناز اصفهان

حسن کرامتی[1]- دکتر عبدالرحیم پرورش[2]- دکتر حسین موحدیان عطار[2]

چکیده

زمینه و هدف: شناورسازی یک روش تصفیه فیزیکی است که برای جداسازی ذرات جامد یا مایع از یک فاز مایع به کار می‌رود و برای کاهش آلاینده‌های فاضلاب کارخانجات مختلف از جمله فاضلاب صنایع مواد غذایی نظیر کارخانجات روغن نباتی مورد استفاده می‌باشد. فاضلاب کارخانجات روغن نباتی دارای Chemical Oxygen Demand (COD) و Biochemical Oxygen Demand (BOD) بسیار بالا و روغن می‌باشد و از روش شناورسازی برای کاهش آنها می‌توان استفاده نمود. در این تحقیق از روش شناورسازی با هوای محلول، در فشارهای مختلف و با استفاده از کواگولانت‌های کلراید فریک و آلوم استفاده شد. مطالعه حاضر با هدف تعیین کارایی سیستم شناورسازی با هوای محلول در کاهش بار آلودگی فاضلاب کارخانه روغن نباتی ناز اصفهان انجام شد.

روش تحقیق: در این مطالعه توصیفی- تحلیلی، از دستگاه جارتست و پایلوت شناورسازی استفاده گردید. در دور اول این آزمایشات، دوز و pH بهینه مواد منعقدکننده تعیین شدند؛ بدین منظور از آلوم و کلراید فریک به عنوان مواد منعقدکننده استفاده شد. در آزمایشات شناورسازی، جهت بررسی کارایی پایلوت شناورسازی با هوای محلول، شاخصهای COD، روغن، جامدات کل، جامدات آلی، جامدات معدنی و جامدات معلق در فاضلاب خام و نمونه گرفته شده از پایلوت آزمایش و اندازه‌گیری شدند. هر یک از شاخصهای فوق، طبق روشهای استاندارد مورد سنجش قرار گرفتند.

یافته‌ها: pH بهینه آلوم و کلراید فریک به ترتیب ۷/۵ و ۵/۵ و دوز بهینه به ترتیب ۳۰ و ۳۲ میلیگرم بر لیتر به دست آمد. میانگین حذف شاخصهای COD، روغن، جامدات کل، جامدات آلی، جامدات معدنی و جامدات معلق به ترتیب ۷۵/۸۵٪، ۷۸/۲۷٪، ۷۷/۳۲٪، ۸۲/۴۷٪، ۷۳/۵۲٪ و ۸۵/۵۳٪ حاصل شد.

نتیجه‌گیری: در این تحقیق با افزایش فشار از ۳ تا ۴ و سپس ۵ اتمسفر، میزان حذف شاخصهای COD، جامدات کل، جامدات آلی و جامدات معدنی کاهش پیدا کرد و در مورد شاخصهای روغن و جامدات معلق، افزایش فشار، باعث افزایش میزان حذف گردید. فشار و A/S بهینه جهت حذف شاخصهای COD، جامدات کل، جامدات آلی و جامدات معدنی ۳ اتمسفر و ۰/۰۱۳ و فشار و A/S بهینه برای شاخصهای روغن و جامدات معلق ۵ اتمسفر و ۰/۰۲ به دست آمد. زمان شناورسازی بهینه برای حذف تمام آلاینده‌های مذکور ۱۲۰ ثانیه حاصل شد.

کلید واژه‌ها: شناورسازی با هوای محلول؛ بار آلودگی؛ فاضلاب؛ آلوم؛ کلراید فریک؛ روغن نباتی ناز اصفهان

افق‌دانش؛ مجله دانشکده علوم‌پزشکی و خدمات بهداشتی،درمانی گناباد (دوره۱۲؛ شماره ۳؛ پاییز سال ۱۳۸۵)

[1] نویسنده مسؤول؛ عضو هیأت علمی گروه آموزشی بهداشت، دانشکده علوم پزشکی گناباد

آدرس: گناباد- حاشیه جاده آسیایی- دانشکده علوم پزشکی گناباد

تلفن: ۰۵۳۵-۷۲۲۷۱۱۴ نمابر: ۰۵۳۵-۷۲۲۳۸۱۴ پست الکترونیکی: hkramatee@gmail.com

[2] دانشیار گروه آموزشی مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان

www.SID.ir

Archive of SID

دریافت: ۱۳۸۵/۱۲/۲۰ اصلاح نهایی: ۱۳۸۶/۱/۳۰ پذیرش: ۱۳۸۶/۲/۵

مقدمه

شناورسازی با استفاده از هوا به عنوان یکی از روشهای جداسازی ذرات (سنگ معدن) در سال ۱۹۰۰ به کار رفت (۱). شناورسازی یک روش تصفیه فیزیکی است که برای جداسازی ذرات جامد یا مایع از یک فاز مایع به کار می‌رود. جداسازی از طریق وارد کردن حبابهای ریز گاز (معمولاً هوا) به داخل فاز مایع صورت می‌پذیرد. حبابهای هوا به ذرات جامد می‌چسبند و نیروی شناوری مجموعه ذره و حبابهای گاز به قدری زیاد است که سبب صعود ذره به سطح می‌شود؛ بدین ترتیب می‌توان ذراتی را که چگالی آنها از مایع بیشتر است، به صعود به سطح واداشت (۲).

مزیت اصلی شناورسازی بر ته‌نشینی این است که در این روش، ذراتی را که بسیار کوچک و یا سبک هستند و به آرامی ته‌نشین می‌شوند، می‌توان کاملتر و در زمان کوتاهتر حذف کرد (۳،۲).

انواع مختلف شناورسازی، شامل هوادهی در فشار اتمسفر (شناورسازی با هوا)، شناورسازی در خلأ و شناورسازی با هوای محلول [*](DAF) می‌باشد (۴) که در این تحقیق، از روش DAF استفاده شد.

سیستم DAF به عنوان یک روش جداسازی ذرات در اواخر قرن بیستم شناخته شد. در این روش حبابها در اثر کاهش فشار آب اشباع شده با هوا، در فشار بیش از فشار اتمسفر ایجاد می‌شوند (۵،۲).

در سیستم DAF، هوا تحت فشار چند اتمسفر در فاضلاب حل می‌شود؛ سپس فشار تا حد فشار اتمسفر کاهش می‌یابد. کل جریان به مدت چند دقیقه در یک مخزن تحت فشار باقی می‌ماند تا فرصت برای حل‌شدن هوا تأمین شود؛ سپس جریان تحت فشار از میان یک شیر فشارشکن عبور می‌کند و به مخزن شناورسازی، جایی که هوا به صورت حباب‌های کوچک از میان کل حجم مایع خارج می‌شود، راه می‌یابد.

از فرایند DAF به طور گسترده جهت جداسازی جامدات معلق, روغن, گریس و فیبر استفاده می‌شود (۶).

انواع کاربردهای این سیستم عبارتند از: زلال‌سازی فاضلاب پالایشگاهها، جداسازی جامدات و دیگر مواد در تصفیه خانه‌های آب آشامیدنی، تغلیظ لجن و جداسازی لخته‌های بیولوژیکی، حذف یا جداسازی یون‌ها، تصفیه ذرات خیلی ریز معدنی، حذف جامدات آلی، روغنهای محلول و ترکیبات آلی فرّار، حذف جلبک، تخم ژیاردیا و تخم کریپتوسپوریدیوم (۶،۵).

موارد موفقیت‌آمیز کاربرد این فرایند شامل حذف جلبک از برکه‌های تثبیت، تصفیه نهایی پساب‌های تصفیه‌خانه، تغلیظ لجن فعال زائد و جداسازی چربی و مواد پروتئینی می‌باشد (۷).

مطالعات و بررسیهای گسترده‌ای در مورد تصفیه پساب تولیدی انواع کارخانجات روغن نباتی صورت گرفته است. نتایج مطالعات نشان می‌دهد که در مورد تصفیه پساب تولیدی انواع کارخانجات روغن نباتی که مواد اولیه آنها پنبه، سویا و آفتابگردان می‌باشد، بیشتر از فرایند انعقاد همراه شناورسازی به عنوان پیش‌تصفیه استفاده می‌شود (۹،۸).

در این مطالعه، پیش تصفیه فاضلاب کارخانه روغن نباتی ناز اصفهان با استفاده از DAF مورد ارزیابی قرار گرفت. مواردی که در رابطه با فاضلاب این کارخانه حائز اهمیت است، میزان بار آلی، جامدات معلق و روغن و چربی بالا می‌باشد که باید در تصفیه فاضلاب این کارخانه، حذف و کاهش این شاخصها مورد توجه قرار گیرد. در این تحقیق به علت غلظت بالای آلاینده‌های پساب و نداشتن یک پیش‌تصفیه مناسب، سیستم DAF همراه با فرایند انعقاد جهت کاهش بار آلودگی فاضلاب این کارخانه مورد بررسی قرار گرفت.

روش تحقیق

این تحقیق بر روی یک راکتور "DAF" در مقیاس آزمایشگاهی که در آزمایشگاه پایلوت دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی اصفهان ساخته شد، انجام گرفت.

این پایلوت آزمایشگاهی شامل دو مخزن تحت عنوان مخزن تحت فشار (اشباع‌ساز) و مخزن شناورساز بود و هوای مورد نیاز جهت عملیات شناورسازی، توسط یک کمپرسور هوای ۶۰ لیتری

[*] Dissolved Air Flotation (DAF)

www.SID.ir

Archive of SID

تأمین می‌شد.

میزان pH نمونه فاضلاب بین ۲/۸ تا ۳/۲ بود که جهت انجام عملیات شناورسازی مقدار آن بایستی به ۷/۵ (هنگام کار با آلوم) و ۵/۵ (هنگام کار با کلراید فریک) می‌رسید. این کار با اضافه‌کردن مقداری سود یک نرمال انجام شد.

روش کار در این تحقیق بدین صورت بود که آب در تانک اشباع‌ساز تحت فشارهای ۳، ۴ و ۵ اتمسفر قرار می‌گرفت؛ سپس چند دقیقه فرصت داده می‌شد تا هوا به طور کامل در آب حل شود. از طرفی فرایند انعقاد در محفظه شناورسازی، بر روی نمونه فاضلاب انجام می‌گرفت؛ در ادامه، آب تحت فشار قرار گرفته، از طریق یک شیر فشارشکن وارد مخزن شناورسازی می‌شد و در زمانهای شناورسازی ۵، ۶۰ و ۱۲۰ ثانیه، عمل شناورسازی بر روی فاضلاب انجام می‌گرفت که در پایان جهت محاسبه مقدار حذف شاخصهای مورد نظر، مقدار رقت فاضلاب در اثر اضافه شدن آب تحت فشار قرار گرفته محاسبه می‌شد.

به طور عمده آزمایشات در دو سری، شامل آزمایشات جار و آزمایشات شناورسازی انجام گرفتند. در آزمایش جار، دوز و pH بهینه کواگولانت‌های مورد استفاده تعیین شدند. کواگولانت‌های مورد استفاده در این تحقیق، آلوم و کلراید فریک بود.

آزمایشات شناورسازی شامل اندازه گیری شاخصهای COD*، چربی، جامدات کل، جامدات معدنی،جامدات آلی و جامدات معلق بود که از روشهای استاندارد جهت تعیین مقدار این شاخصها استفاده شد (۱۰).

کلیه شرایط نمونه‌برداری و آزمایشات، بر اساس رهنمودهای کتاب "روشهای استاندارد برای آزمایشات آب و فاضلاب" رعایت شد (۱۱).

اندازه‌گیری چربی به روش سوکسله و اندازه‌گیری COD به روش اسپکتروفتومتری انجام گرفت و برای اندازه‌گیری مقادیر جامدات کل و جامدات معلق از فور در دمای ۱۰۳-۱۰۵ °C و جهت تعیین مقدار شاخصهای جامدات آلی و جامدات معدنی از کوره در دمای ۵۵۰±۵۰ °C استفاده شد.

به منظور بررسی کارایی پایلوت، در کاهش بار آلودگی نمونه‌های فاضلاب، ابتدا مقادیر شاخصهای مورد سنجش در نمونه فاضلاب گرفته شده از خروجی کارخانه تعیین شدند و سپس مقادیر همین شاخصها در خروجی از پایلوت، مجدداً تعیین شد و بدین طریق کارایی پایلوت در حذف شاخصهای مذکور مورد ارزیابی قرار گرفت.

نسبت هوا به جامدات (A/S)، تأثیر مهمی بر انجام فرایند DAF دارد. نسبت بزرگتری ازA/S جهت حفظ کارایی حذف برای فاضلاب با درصد کم جامدات معلق مورد نیاز می‌باشد. برای فاضلاب با غلظت جامدات معلق کمتر از ۱۰۰۰ mg/L، یک نسبت A/S برابر ۰/۰۵ مورد نیاز است. برای محاسبه نسبت A/S در این تحقیق از فرمول زیر استفاده شد (۱۱):

$$A/S = CS\,[f\,(p/14.7 + 1) - 1] / Si$$

CS= حلالیت هوا (mg/L)

f= نسبت حلالیت هوا در فاضلاب به حلالیت هوا در آب

P= فشار اندازه‌گیری شده (Psig)

Si= جامدات معلق ورودی (mg/L)

یافته‌ها و بحث

نتایج آزمایشات انجام شده بر روی نمونه‌های خام و نمونه‌های گرفته شده از پساب خروجی از پایلوت DAF نشان داد که روند بهینه حذف برای شاخصهای COD، چربی، جامدات کل، جامدات آلی، جامدات معدنی و جامدات معلق به ترتیب برابر ۷۵/۸۵٪، ۷۸/۲۷٪، ۷۷/۳۲٪، ۸۲/۴۷٪، ۷۳/۵۲٪ و ۸۵/۵۳٪ می‌باشد.

دوز بهینه برای کواگولانت آلوم ۳۰ mg/L و برای کلراید فریک ۳۲ mg/L به دست آمد؛ همچنینpH بهینه برای آلوم و کلراید فریک به ترتیب ۷/۵ و ۵/۵ حاصل شد.

فشار و A/S بهینه جهت حذف شاخصهای COD، جامدات کل، جامدات آلی و جامدات معدنی ۳ اتمسفر و ۰/۰۱۳ و فشار و A/S بهینه برای حذف شاخصهای روغن و جامدات معلق، ۵ اتمسفر و ۰/۰۲ به دست آمد.

زمان شناورسازی بهینه برای حذف تمام آلاینده های مذکور ۱۲۰ ثانیه حاصل شد.

* Chemical Oxygen Demand (COD)

www.SID.ir

Archive of SID

نمودارهای ۱ تا ۶ تأثیر افزایش زمان شناورسازی بر روند حذف آلاینده‌ها و همچنین تأثیر فشار را نشان می‌دهند.

در این تحقیق افزایش فشار از ۳ به ۴ و ۵ اتمسفر، باعث افزایش حذف شاخصهای چربی و جامدات معلق گردید و بر روند حذف شاخصهای COD، جامدات کل، جامدات معدنی و جامدات آلی تأثیر منفی گذاشت.

تجزیه و تحلیل آماری نیز اختلاف بین این فشارها را معنی‌دار نشان داد ($P<0/05$).

مقدار A/S با افزایش فشار رابطه مستقیمی داشت؛ همان‌طور که در قسمت یافته‌ها ذکر گردید، این مقدار برای COD، ۰/۰۱۳ به دست آمد که با مطالعات انجام شده توسط دیگر محققان در زمینه‌های مشابه همخوانی دارد (۹).

در تحقیق Schneider و Rubio بر روی فاضلاب کارخانه تولید سویا، دو فرایند DAF و انعقاد به عنوان تصفیه مقدماتی در مقیاس پایلوتی مورد مطالعه و بررسی قرار گرفت که حذف COD در مقدار A/S برابر ۰/۰۱۲ انجام گرفت (۹). در تحقیق Chin و Wong با همین سیستم بر روی فاضلاب کارخانه روغن پالم، حذف COD در A/S برابر ۰/۰۱۵ گزارش شد (۳).

در این مطالعه، افزایش زمان شناورسازی از ۵ ثانیه به ۶۰ ثانیه و سپس ۱۲۰ ثانیه، باعث افزایش حذف در همه شاخصها شد؛ به عبارت دیگر، بر روند حذف همه این شاخصها تأثیر مثبت داشته است؛ اختلاف بین زمانهای شناورسازی هم از نظر آماری معنی دار بود ($P<0/05$).

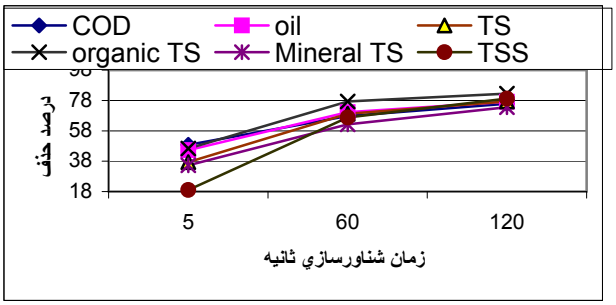
این آزمایشات همچنین نشان دادند که آلوم کارایی بهتری نسبت به کلراید فریک در حذف شاخصهای مذکور، در همه فشارهای اشباع‌سازی مورد استفاده و زمانهای شناورسازی به‌کار گرفته شده، دارد.

نتیجه‌گیری

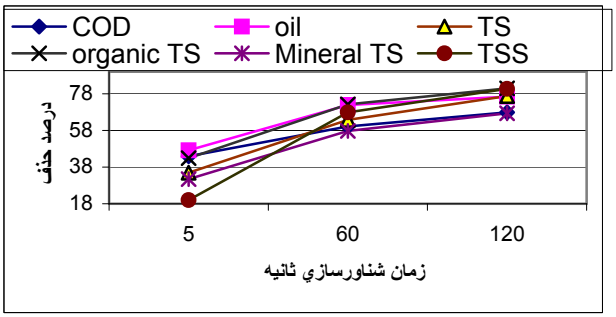
در این مطالعه، افزایش زمان شناورسازی تا ۱۲۰ ثانیه، باعث افزایش حذف هر یک از شاخصهای مورد آزمایش شد؛ به طوری که میزان حذف در ۱۲۰ ثانیه، به طور قابل توجهی بیش از میزان آن در ۵ و ۶۰ ثانیه به دست آمد.

از طرفی افزایش فشار در میزان حذف برخی شاخصهای راهبری، باعث افزایش و در برخی دیگر باعث کاهش گردید و گاهی هم تأثیری نداشت و زمان بهینه شناورسازی نیز در حذف همه شاخصهای راهبری مورد آزمایش ۱۲۰ ثانیه به دست آمد.

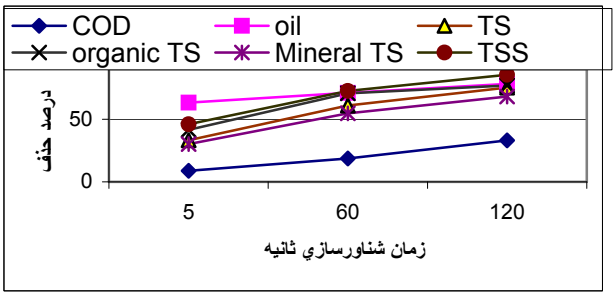
در مورد کواگولانت‌های استفاده شده در این مطالعه،کارایی آلوم بیشتر از کلراید فریک بود.



نمودار ۱- تأثیر زمان شناورسازی در حذف شاخصهای COD، چربی، جامدات کل، جامدات معدنی، جامدات آلی و جامدات معلق در فشار ثابت ۳ اتمسفر و دوز ۳۰ mg/L آلوم



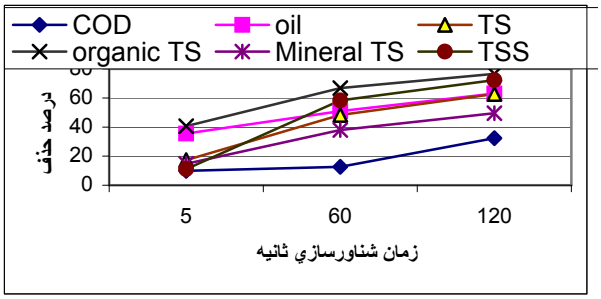
نمودار ۲- تأثیر زمان شناورسازی در حذف شاخصهای COD، چربی، جامدات کل، جامدات معدنی، جامدات آلی و جامدات معلق در فشار ثابت ۴ اتمسفر و دوز ۳۰ mg/L آلوم



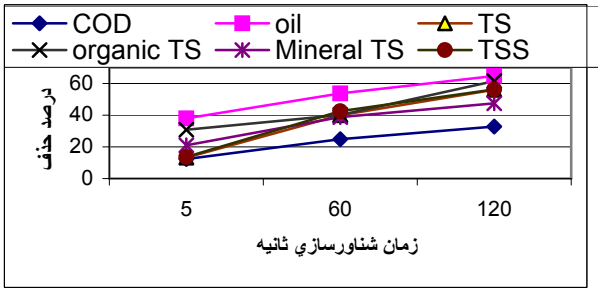
نمودار ۳- تأثیر زمان شناورسازی در حذف شاخصهای COD، چربی، جامدات کل، جامدات معدنی، جامدات آلی و جامدات معلق در فشار ثابت ۵ اتمسفر و دوز ۳۰ mg/L آلوم

www.SID.ir

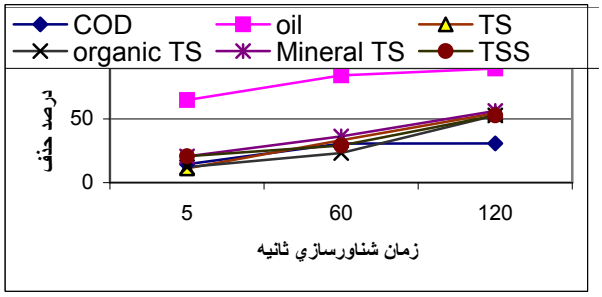
Archive of SID



نمودار ۴- تأثیر زمان شناورسازی در حذف شاخصهای COD، چربی، جامدات کل، جامدات معدنی، جامدات آلی و جامدات معلق در فشار ثابت ۳ اتمسفر و دوز mg/L ۳۲ کلراید فریک



نمودار ۵- تأثیر زمان شناورسازی در حذف شاخصهای COD، چربی، جامدات کل، جامدات معدنی، جامدات آلی و جامدات معلق در فشار ثابت ۴ اتمسفر و دوز mg/L ۳۰ کلراید فریک



نمودار ۶- تأثیر زمان شناورسازی در حذف شاخصهای COD، چربی، جامدات کل، جامدات معدنی، جامدات آلی و جامدات معلق در فشار ثابت ۵ اتمسفر و دوز mg/L ۳۰ کلراید فریک

منابع:

1- Zobouis AI, Avranas A. Treatment of oil in water emulsions by coagulation and dissolved air flotation. Mineral Engineering. 2002; 4 (7): 100-105.

2- Rubio J, Souza ML. Overview of flotation as a wastewater treatment technique. Mineral Engineering. 2002; 20 (8): 139-55.

3- Chin KK, Wong K. Treatability studies of polm oil refinery wastewater. Mineral Engineering. 2001; 19 (6): 23-29.

4- Metcalf G, Eddy A. Wastewater engineering. St. Louis: Mosby; 2003.

5- Seng WC. Wastewater treatment for edible oil refineries. J Am Oil Chem Soc. 1999; 57 (12): 926-28.

6- Adames CE, Josef JJ. Design and performance of physical- chemical and activated sludge treatment or an edible oil plant, presented at 30th annual purdue industrial waste. 1999.

7- Gill DF, Ielase JC. Treatment of effluent waters from vegetation oil refining, available from the national technical. 2001; 8: 89-91.

۸- میرنظامی ضیا بدی سید حسین. چربیها و روغنهای خوراکی. چاپ اول. مشهد: نشر مشهد؛ ۱۳۷۵.

۹- چهره آزاد ر. بررسی کمّی و کیفی فاضلاب کارخانجات روغن نباتی و ارائه راه حل مناسب. [پایان‌نامه]. دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه علم و صنعت تهران. ۱۳۷۸

10- Marry Ann H. Franson, 1992, standard methods for the examination of water and wastewater. 18th ed. Washington: Saunders; 1992.

11- Carle A. Development design and criteria for wastewater treatment. St. Louis: Mosby; 1999.

www.SID.ir

Archive of SID

Title: Survey of dissolved air flotation (DAF) system efficiency for reduce of pollution of Naz vegetable oil factory's wastewater in Isfahan

Authors: H. Keramati[1], AR. Parvaresh[2], H. Movahedian Attar[2]

Abstract

Background and Aim: Flotation involves separation of solids from the water phase by attaching the solids to fine air bubbles to decrease the density of the particles. Flotation including of tree type 1. Vacuum flotation, 2. Dispersed air flotation and 3.dissolved air flotation. In this research used from dissolved air flotation. Various industries produce many goods and marchandias and affects our environment. Vegetable oil manufacturing is one of these industries. The main pollutants in the east of this industry are chemical oxygen demand (COD), biochemical oxygen demand (BOD) and Oil. The aim of this assay is to study the reduction of pollution of vegetable oil manufacturing wastewater with "DAF" system.

Materials and Methods: At first phase of these examinations, the optimum dosage of the coagulants was determined. The coagulants that used in this study were Alum and Ferric Chloride**.** The second phase was flotation. In this series of examinations, oil, COD, total solid, volatile solid, fixed solid and suspended solid measured in raw wastewater and the effluent of the DAF pilot

Results: Optimum value of "pH" for Alum and Chloride ferric obtained 7.5 and 5.5 respectively. And optimum dosage for these obtained 30and 32 mg/l respectively in this search. Mean moval for the parameters of oil, COD, total solid, volatile solid, fixed solid and suspended solid obtained 75.85%, 78.27%, 77.32%, 82.47%, 73.52% and 85.53% respectively.

Conclusion: During pressure rising from 3 to 4 and 5atm removing rate of COD, total solid, volatile solid, fixed solid parameters reduced but oil and suspended solid have increase. In addition to, following increase of flotation time up to 120_s all of the measured parameters have increase in removing rate. Optimum A/S for removal of COD, total solid, volatile solid, fixed solid parameters obtained 0.001 and for oil and suspended solid obtained 0.0015.

Key Words: Dissolved air flotation; Pollution; Isfahan naz vegetate oil; Alum; Chloride ferric

[1] Corresponding Author; Instructor, Department of Environmental Health Engineering, Gonabad University of Medical Sciences. Gonabad, Iran hkramatee@gmail.com

[2] Associated Professor, Department of Environmental Health Engineering, Faculty of Public Health, Isfahan University of Medical Sciences. Isfahan, Iran

www.SID.ir