

تصفیه پساب حاصل از سیالات برشی به روش ترکیبی ته نشینی و جذب سطحی

صدیقه نوعی ، حامد چالاک

۱- کارشناس مسئول آزمایشگاه شیمی شرکت لوله گستر اسفراین*

۲- کارشناس واحد انرژی و تاسیسات شرکت لوله گستر اسفراین

*Email: (s.noie1364@yahoo.com)

چکیده

سیالات برشی (روغنهای امتزاج پذیر در آب) در پروسه های فلزکاری و براده برداری با اهداف خنک کاری ابزار و قطعه کار، روانکاری بین ابزار و قطعه کار و شستشو و تخلیه براده از محل براده برداری مورد استفاده قرار می گیرند. یکی از اصول مهم در بحث سیستم مدیریت روانکار در عملیات ماشین کاری کاهش حجم پساب تولیدی می باشد با این وجود هرساله شاهد تخلیه حجم زیادی از امولسیونهای حاوی روغنهای حل شونده در محیط زیست هستیم. لذا به منظور به حداقل رساندن آثار سوء و مخرب این ماده بر محیط زیست، اجرا روشهایی جهت تصفیه آب صابونهای فاسد شده امری ضروری و حائز اهمیت می باشد. در این پروژه تصفیه سیالات فلزکاری مصرفی در دستگاههای تراش^۱ CNC و دستگاه تست هیدروتست شرکت لوله گستر اسفراین مورد بررسی قرار می گیرد. طی انجام مراحل اولیه جارتست در آزمایشگاه و مشخص نمودن نوع و مقدار موثر از مواد منعقد کننده، همین روند در تصفیه خانه آب صابون طراحی شده در شرکت نیز صورت پذیرفت و مشاهده گردید که امولسیون فاسده شده با COD^2 (۲۰۶۰ ppm) تبدیل به دو فاز لجن و آب با COD (۱۲۰ ppm) گردید که آب حاصل از این فرآیند جهت تصفیه پیشرفته وارد تصفیه خانه بیولوژیکی گردیده و نهایتاً میزان COD آن به کمتر از (۱۰۰ ppm) کاهش می یابد که جهت آبیاری فضای سبز این شرکت مورد استفاده قرار می گیرد.

کلمات کلیدی: مدیریت پسماند، سیالات برشکاری، تصفیه بیولوژیکی، انعقاد، لخته سازی

^۱ . Computer Numerical Control

^۲ . Chemical oxygen demand

۱. مقدمه

سیالات برشکاری^۳ نقش مهمی را در عملیات ماشینکاری بر عهده دارند. با توجه به قابلیت این سیالات در کاهش اصطکاک، کاهش دمای بالا و گرمای تولید شده در عملیات برشکاری و همچنین افزایش کیفیت سطحی قطعه کار به طور عمده در صنعت مورد استفاده قرار می گیرند. از ۲۰۰ سال پیش سیالات برشی بطور گسترده در صنعت مورد استفاده قرار گرفته است. در دوران باستان سیال برشی صرفاً از آب تشکیل می شد. در ۱۰۰ سال گذشته چربی های حیوانی به عنوان روانکار مورد استفاده قرار گرفت. پس از آن سیال برشی بصورت ترکیبی از روغنهای ساده تهیه و به منظور روانکاری و خنک کاری مورد استفاده قرار گرفت. پس از مدتی از چربی خوک استفاده می شد که به دلیل فساد زودهنگام آن چندان مطلوب نبود. در ابتدای قرن بیستم صابون در آب مخلوط شد و در سال ۱۹۳۶ روغنهای محلول در آب تولید گردید که پس از آن سیالات برشی با استفاده از این روغن ها در سال ۱۹۴۴ تولید شد. به تدریج ترکیبات موجود در سیالات برشی پیچیده تر شد و امروزه به منظور پاسخ به نیاز صنایع به صورت ترکیبی از روغن، آب، امولسیفایرها و افزودنی های شیمیایی عرضه می گردد.[1] سیالات برشی ترکیبی از روغنهای پایه و مواد افزودنی هستند که بسته به فرآیند ماشین کاری خواص متنوعی را افزایش می دهند. مهم ترین ترکیبات موجود در سیالات برشی عبارتند از ماده خنک کننده(آب)، روانکار(روغنهای معدنی، گیاهی و سنتتیک)، مواد ضد خوردگی(آمینها، بوراتها، نیتريتهاو ...)، پایدار کننده ها، ضدباکتری، ترکیبات ضدکف و مواد افزودنی به منظور افزایش پایداری سیال در فشارهای بالا[2] می باشند. استفاده از سیالات برشی موجب افزایش سرعت برشکاری، افزایش طول عمر ابزار، کاهش آسیب به قطعه کار، بهبود کیفیت سطح و ایجاد مشخصات ابعادی مطلوب می گردد که در نتیجه آن موجب افزایش تولید، بهبود راندمان از طریق کاهش نقایص، کمک به اطمینان از ایمنی فرآیند و تضمین و افزایش کیفیت عملیات ماشین کاری خواهد شد[3]. سیالات برشی طبق فرمولاسیون شیمیایی آنها به دو دسته روغنهای خالص و روغنهای

آب تقسیم می شوند. روغن خالص^۴ سیالاتی غیرمحلول در آب هستند که ممکن است دارای پایه معدنی(پایه نفتی)، گیاهی و یا روغنهای حیوانی باشند. دسته دیگر سیالات امتزاج پذیر در آب هستند که برخلاف گروه قبلی مناسب برای سرعتهای بالا در عملیات ماشین کاری می باشند. روغنهای محلول در آب به سه دسته امولسیونها، نیمه سنتتیک و تمام سنتتیک تقسیم می شوند. امولسیونها حاوی بیش از ۴۰ درصد روغن و سیالات نیمه سنتتیک امولسیونهایی محتوی کمتر از ۴۰ درصد روغن و سایر افزودنیها می باشند. سیالات سنتتیک عاری از روغن بوده که از خاصیت خنک کاری بیشتری برخوردار می باشند. تقریباً ۸۵ درصد از سیالات برشی استفاده شده در جهان دارای پایه معدنی می باشند[4]. سیالات برشکاری یکی از عوامل مهم آلودگی زیست محیطی هستند لذا در انتخاب نوع سیال برشکاری بایستی علاوه بر عواملی مانند خنک کاری و روانکاری خواصی مانند پایداری و قابلیت تجزیه بیولوژیکی نیز مورد توجه قرار گیرد. به دلیل قوانین زیست محیطی وضع شده توسط دولتها، استفاده از سیالات برشی فشارهای مالی زیادی را بر شرکت های تولیدی تحمیل نموده است[5]. در حدود ۸۰ درصد از کل بیماریهای شغلی اپراتورها مربوط به استفاده و تماس پوستی با سیالات برشی می باشد[6]. اگرچه تاکنون روشهای گوناگونی از جمله ماشین کاری خشک،^۵ MQL، روانکارهای جامد، خنک کاری گازی در برخی از عملیات ماشین کاری توسط شرکتهای مختلفی انجام شده است اما همچنان به دلیل برخی از کاربردهای خاص سیالات برشکاری امکان عدم استفاده از آنها وجود ندارد [3]. سیالات برشی با پایه روغنهای معدنی جزو مشتقات نفت خام هستند که از قابلیت تجزیه زیستی ضعیفی برخوردارند و جزو آلاینده های زیست محیطی پرخطر محسوب می شوند[7]. سالانه حجم پساب حاصل از مصرف سیالات برشی در حال افزایش است که این موضوع به دلیل فعالیت سطحی بالا و حجم آلودگی این نوع پساب به عنوان یک خطر جدی برای محیط زیست به شمار می آید[8]. پساب حاصل از سیالات برشی حاوی ترکیباتی از جمله روغنهای معدنی، حیوانی و گیاهی، سورفکتانت و افزودنیهای مربوط به قابلیت پایداری سیال در فشارهای بالا(EP^۶)، یونهای فلزی، جامدات معلق و ... می باشد. پسماند حاصل از سیالات برشی به عنوان پسابهای حاوی مقادیر بالای COD و روغن شناخته شده اند. نسبت

³ . cutting fluid

⁴ . Neat oil

⁵ . Minimum quantity lubricant

⁶ . Extreme Pressure

اکسیژن مورد نیاز زیستی به اکسیژن مورد نیاز شیمیایی (BOD^V/COD) در نمونه های پساب سیالات برشی کم می باشد که این موضوع موجب می شود که راندمان تصفیه این نوع پساب به روشهای زیستی متداول ضعیف باشد [9]. روشهای متداول تصفیه سیالات برشی شامل لخته گذاری و ته نشینی، جداسازی غشایی، انعقاد الکتریکی، جذب سطحی و تکنولوژیهای اکسیداسیون پیشرفته می باشد. روش جداسازی غشایی امکان جداسازی روغن از پسماند را فراهم می نماید. این روش نیاز به فضای کمی دارد و خطر آلودگیهای زیست محیطی بعدی را کاهش می دهد اگرچه این روش دارای معایبی از جمله سیال خروجی با COD بالا و اشباع زودهنگام غشا می باشد که در نتیجه آن هزینه عملیاتی افزایش می یابد. روش الکترولیز روشی است که به دلیل ساده بودن، نیاز به فضای کم، عدم محدودیت نوع سیال برشی و راندمان تصفیه بالا جهت تصفیه پسماند حاصل از سیالات برشی استفاده می شود. روش لخته گذاری الکتریکی که شدت حذف COD و TOC^A به این روش به ترتیب ۹۳ و ۷۸ درصد گزارش شده است که بعدها به دلیل مشکلات به وجود آمده در این روش چندان مورد استقبال صنعت قرار نگرفته است. روش جذب سطحی با استفاده از کربن فعال صورت می گیرد که قیمت بالای جاذب و ظرفیت محدود جذب و پیچیدگی فرآیند احیای جاذب از معایب این روش می باشد. در حال حاضر استفاده از روش اکسیداسیون پیشرفته به دلیل هزینه عملیاتی بالا و شرایط عملیاتی سخت چندان مورد توجه قرار نمی گیرد. روش انعقاد، لخته گذاری^۹ و ته نشینی^{۱۰} دارای مزایایی از جمله نیاز به سرمایه گذاری پایین، ظرفیت بالای تصفیه و سهولت کنترل فرآیند تصفیه می باشد [9]. در این پروژه تصفیه پساب حاصل از روغنهای تراش مصرفی در دستگاههای تراش CNC با استفاده از روش انعقاد و لخته گذاری و روشهای تکمیلی از جمله فیلتراسیون و جذب سطحی مورد بررسی قرار گرفته است. نحوه طراحی فرآیند تصفیه به گونه ای انجام شده است که آب خروجی حاصل از تصفیه این پساب به تصفیه خانه بیولوژیکی جهت انجام تصفیه تکمیلی وارد می گردد و نهایتاً خروجی حاصل از تصفیه خانه بیولوژیکی جهت آبیاری فضای سبز مورد استفاده قرار می گیرد. لذا در پروژه حاضر سعی بر آن است تا ضمن بررسی نتایج حاصل برای دو نمونه پساب مختلف، کارایی این روش در کاهش میزان بارآلی پساب حاصل از سیالات برشکاری مورد بررسی قرار گیرد.

۲. بخش تجربی

۲-۱- مواد

پسماند سیال فلزکاری مورد استفاده در دستگاه های تراشکاری CNC به دلیل فساد و عدم کارایی مناسب در دستگاه از مخازن نگهداری تخلیه و به سمت تصفیه خانه آب صابون هدایت می گردند. میزان pH در پساب حاصل از امولسیونهای فاسد شده معمولاً کمتر از ۷٫۵ و غلظت امولسیون به دلیل تخریب آن توسط دستگاه رفرتومتر ناخوانا می باشد. میزان باکتری موجود در پساب حاصل بیشتر از 10^6 (col/mil) می باشد. فرمولاسیون روغن تراش مورد استفاده جهت تهیه امولسیون اولیه مصرفی در دستگاهها شامل روغنهای پایه نفتی، دترجنتها، امولسیفایر، مواد ضدخوردگی، مواد ضدکف، مواد ضدباکتری، مواد پایدارکننده امولسیون و مواد افزودنی فشار پذیر (EP) می باشد. جهت شکست و دوفاز نمودن ترکیبات موجود در امولسیون از موادی مانند آهک، کلسیم پرکلرات، پرمنگنات پتاسیم، کلرید آهن، سولفات آلومینیوم، پلی آلومینیوم کلراید و ماده پلیمری پلی اکریل آمید استفاده می گردد. همچنین جهت تکمیل مراحل تصفیه از کربن اکتیو و فیلترهای کارتریجی استفاده می شود.

۲-۲- روش کار

روانکارهای حاصل از روغن های حل شونده در آب تولید تعلیق کلوئیدی می نمایند در واقع این دسته از روانکارها در آب محلول نمی باشند و روغن پایه استفاده شده در ساختار آنها (فاز آلی) توسط امولسیفایرها به فاز آبی منتقل و در این فاز پایدار می گردند. این مواد دارای دو بخش قطبی و غیرقطبی بوده که از طریق اتصال بخش غیرقطبی به روغن پایه و آب پوشی شدن بخش قطبی آنها توسط آب باعث انحلال روغن در آب می شوند. نتیجه این انحلال تعلیق کلوئیدی است که به آن امولسیون می گویند. وجود بارهای همنام در امولسیون باعث ایجاد نیروی دافعه در بین ذرات و نهایتاً پایداری امولسیون می گردد. امولسیون حاصل دارای ظاهری شیری رنگ بوده

⁷ . Biochemical oxygen demand

⁸ . Total organic carbon

⁹ . Flocculation

¹⁰ . Precipitation

که پس از مدت زمانی استفاده در دستگاهها و رسیدن به مرحله تخریب و فساد بایستی تخلیه گردند لذا در مرحله اول جمع آوری سیالات برشکاری فاسد شده و نگهداری آن در مخازن طراحی شده صورت می پذیرد. در هر مرحله جمع آوری سیالات فاسد شده ابتدا نمونه ای از مخزن تهیه و در آزمایشگاه تست جارتست جهت تعیین نوع و مقدار ماده منعقد کننده و کمک منعقد کننده انجام می شود. در واقع جداسازی ذرات پایدار با استفاده از عوامل کدورت زا و استفاده از کاتیونهایی با بار غیرهمنام جهت شکست امولسیون و ته نشین نمودن ذرات انجام می شود که در اصطلاح به آن فرآیند لخته گذاری می گویند که این عمل در فرآیند تصفیه آب با استفاده از مواد منعقدکننده نظیر پلی آلومینیوم کلراید، کلرید آهن، سولفات آهن و یا سولفات آلومینیوم انجام می شود. لذا در مرحله اول تعیین نوع و مقدار ماده منعقد کننده که بتواند به بهترین صورت فرآیند شکست امولسیون را انجام دهد از اهمیت ویژه ای برخوردار می باشد. پس از تعیین نوع و مقدار مواد منعقد کننده و کمک منعقد کننده در محل تصفیه خانه به مخزن جمع آوری مقداری از آب مخزن بی هوازی مربوطه به تصفیه خانه بیولوژیک اضافه می شود. این فرآیند به منظور افزایش میکروارگانیسمهای مفیدیست که عمل تجزیه ترکیبات آلی موجود در سیال برشکاری و تبدیل آن به ترکیبات معدنی را انجام می دهد لذا به منظور تجزیه اولیه امولسیون اضافه شده تقریباً به مدت ۷ تا ۱۰ روز به محتویات داخل مخزن نگهداری زمان داده می شود. پس از گذشت این مدت زمان ابتدا روغنهای موجود در سطح سیال با استفاده از روش شناورسازی جداسازی و سپس امولسیون وارد مرحله شکست اولیه می شود. با توجه به فساد سیال برشی و افت شدید pH و نزدیک شدن آن به شرایط اسیدی در این مرحله به منظور افزایش قلیائیت امولسیون محلول آب آهک هیدراته همراه با اختلاط از طریق هوادهی اضافه می گردد و میزان pH در محدوده ۱۱-۱۰ تنظیم می شود. آهک هیدراته به عنوان یک ماده غیرآلی قادر به جذب ذرات معلق و ته نشین نمودن ذرات می باشد. با توجه به بالا بودن بار آلی امولسیون و وجود ترکیبات با پایه آلی در آن، اکسید نمودن این ترکیبات به عنوان گام بعدی دارای اهمیت می باشد لذا استفاده از ترکیباتی با قدرت اکسیدکنندگی بالا که قادر به اکسید نمودن ترکیبات آلی موجود در امولسیون می باشند امری ضروریست. در این مرحله با توجه به قدرت اکسیدکنندگی بالای کلسیم پرکلرات، این ماده به همراه اختلاط کامل به امولسیون اضافه می گردد. این ماده به عنوان یک ترکیب معدنی با توجه به قدرت اکسیدکنندگی بالا موجب اکسیدشدن ترکیبات آلی موجود در امولسیون می گردد سپس به منظور تکمیل فرآیند اکسیداسیون ترکیبات آلی موجود در پساب پرمنگنات پتاسیم بعنوان یک ترکیب معدنی و با خاصیت اکسیدکنندگی بسیار قوی به امولسیون افزوده و ترکیب به مدت یک ساعت بطور کامل هوادهی می شود و سپس به مدت یک روز محتویات داخل مخزن بصورت راکد و ساکن باقی می ماند. پس از گذشت این مدت زمان رسوبات حاصل از اکسیداسیون ترکیبات آلی و و نیز ذرات معلق موجود در پساب در کف مخزن مخروطی شکل جمع آوری شده و از کف مخزن تخلیه و پساب حاصل از این مرحله وارد مرحله انعقاد و لخته گذاری می گردد. در این مرحله در حالیکه همزن در دور بالا (حدوداً 60rpm) در حال چرخش می باشد منعقد کننده ای که در مرحله جارتست تعیین شده بود به محتویات داخل مخزن اضافه می گردد. بهترین راه برای جداسازی ذرات پایدار درگیر کردن آنها با جزء دیگری غیر از مولکولهای آب است که این عمل با استفاده از کاتیونهایی با بار اکتریکی مثبت انجام می شود. لذا با توجه به ماهیت سیال برشکاری استفاده شده و ماهیت پساب تولید شده پس از فساد آن ممکن است از مواد منعقد کننده ای همچون کلرید آهن، سولفات آلومینیوم، پلی آلومینیوم کلراید و ... استفاده شود. در تصفیه نمونه های انتخاب شده در این پروژه از سولفات آلومینیوم به عنوان ماده منعقد کننده استفاده شده است. پس از انجام انعقاد اولیه در این مرحله به منظور لخته سازی و جمع آوری فاز جامد تشکیل شده، از ماده کمک منعقد کننده استفاده می شود در مرحله بعد استفاده از مواد کمک منعقد کننده پلی الکترولیتی با توجه به دارا بودن خاصیت پلیمری و الکترولیتی موجب افزایش اندازه فلوکها و در نتیجه جمع آوری ذرات منعقد شده خواهد شد. در زمان اضافه نمودن ماده کمک منعقد کننده همزن در دور کمتر (تقریباً 30rpm) تنظیم می گردد و سیرکولاسیون امولسیون در مسیر کاملاً قطع می شود. پس از گذشت مدت زمان یک ساعت محلول به طور کامل به دو فاز مجزا جامد (لجن) و مایع تفکیک می شود. در این مرحله با توجه به تشکیل لجن در سطح و یا کف، تخلیه پساب تولید شده و جداسازی آن از لجن تشکیل شده انجام خواهد شد. پساب جدا شده در این مرحله به منظور جداسازی ذرات جامد معلق باقیمانده در آن وارد فیلترهای شنی می شود. سپس به منظور حذف کامل ذرات کلوئیدی باقی مانده پساب خروجی از فیلترهای شنی از فیلتر کارتریجی عبور داده می شود. به منظور کاهش رنگ، بو و کدورت و کاهش میزان بار آلی پساب، پساب خروجی از فیلتر کارتریجی از طریق سیستم پاششی بر روی بستر کربن اکتیو پاشش می شود و پس از گذشت مدت زمانی در حدود ۲۰-۳۰ دقیقه پساب حاصل وارد حوضچه متعادل ساز در تصفیه خانه بیولوژیکی شده و مشابه سایر پسابهای صنعتی حاصل در پروسه خط تولید، مراحل تصفیه را

طی می کند و نهایتاً خروجی از این تصفیه خانه با میزان COD کمتر از 200ppm برای آبیاری فضای سبز استفاده می شود. لجن تولید شده در فرآیند تصفیه سیال فلزکاری وارد بسترهای لجن خشک کن شده و به طور کامل خشک می گردد. خروجی نهایی از تصفیه خانه برای دو نمونه آب صابون که جهت آماده سازی اولیه آنها از دو نمونه روغن تراش متفاوت استفاده شده بود، مورد آنالیز شیمیایی و میکروبی قرار گرفت.

۳. نتایج و بحث

۳-۱ مقایسه نتایج آنالیزهای انجام شده برای دو نمونه امولسیون متفاوت

دو نمونه سیال فلز کاری مورد استفاده در دستگاههای تراشکاری که پس از مدت زمان ۴ ماه استفاده در این دستگاهها به دلیل فساد و تخریب امولسیون امکان کنترل غلظت و pH از طریق اضافه نمودن سرریز روغن تراش و ضدباکتری امکانپذیر نبود پس از تخلیه در مخازن ذخیره تعبیه شده در محل تصفیه خانه آب صابون جمع آوری گردید. لازم به ذکر است به منظور مقایسه نتایج و بررسی روند عملکرد تصفیه خانه، دو نمونه آب صابون که در تهیه اولیه آنها از دو نمونه روغن تراش متفاوت (مربوط به دو شرکت متفاوت) که دارای فرمولاسیون متفاوتی نیز می باشند به طور مجزا مورد تصفیه قرار گرفتند. مشخصات مربوط به دو نمونه روغن تراش در جدول ۱ ارائه شده است. مشخصات آب مصرفی جهت تهیه امولسیون اولیه در جدول ۲ ارائه شده است. هر دو نمونه مراحل یکسانی را جهت تصفیه طی نمودند و نهایتاً از خروجی حاصل نمونه برداری انجام شد و برخی پارامترهای شیمیایی، میکروبی و برخی از فلزات سنگین مورد تست و بررسی قرار گرفت.

جدول ۱: مشخصات روغن تراش استفاده شده در تهیه امولسیون

روش آزمون	روغن تراش ۲	روغن تراش ۱	واحد	نام آزمون
D-1500	-	4.0	---	رنگ
BT-9	9.5-10	9.23	-	pH محلول ۵٪ با آب مقطر
BT-500.35	Pass	Pass	-	پایداری امولسیون با آب سخت 200ppm
BT-500.35	Milky white	Milky white	-	ظاهر امولسیون
BT-500.35	Pass	Pass	sec	قابلیت تشکیل امولسیون
D-445	-	52.68	cSt	گرانروی در ۴۰ درجه سانتیگراد
D-1298	913	898.2	Kg/m ³	ویسکوزیته در ۱۵ درجه سانتیگراد

جدول ۲: مشخصات آب مصرفی در تهیه امولسیون اولیه

روش انجام آزمایش	غلظت (میلی گرم در لیتر)	آزمون
Standard Methode4500 PO ₄ ⁻³	<0.6	Phosphate(PO ₄ ⁻³)
Standard Methode4500 NO ₃ ⁻	20	Nitrate(NO ₃ ⁻)
Standard Methode4500 NO ₂ ⁻	<0.01	Nitrite(NO ₂ ⁻)
Standard Methode4500 CO ₃ ⁻²	40	Carbonate(CO ₃ ⁻²)
Standard Methode4500 Cl ⁻	170	Chloride(Cl ⁻)
Standard Methode4500 SO ₄ ⁻²	311	Sulfate(SO ₄ ⁻²)
Standard Methode4500 Hardness	72	Magnesium(Mg ⁺²)
Standard Methode4500 Hardness	71	Calcium(Ca ⁺²)
Standard Methode4500 3113	<0.05	Barium(Ba ⁺²)
Standard Methode4500 3111B	112	Sodium(Na ⁺)

نمونه پساب شماره ۱ حاصل از اختلاط روغن تراش نمونه ۱ با آب مصرفی و نمونه پساب ۲ حاصل از اختلاط روغن تراش نمونه ۲ با آب مصرفی در شرکت می باشد که پس از استفاده در دستگاههای تراش CNC و فساد سیال در مخازن ذخیره جمع آوری می گردد. روغن تراش ۱ ترکیبی از روغن معدنی، ترکیبات امولسیفایر، مواد روانکار، ترکیبات ضد خوردگی، ضد زنگ زدگی و ضدباکتری بوده و عاری از کلر، نیتريت و فنل می باشد. روغن تراش ۲ ترکیبی از روغن پایه، ادتیوهای ضد خوردگی و ضد زنگ و برخی مواد آلی که عامل اصلی محافظت و بازدارنده از خوردگی فلزات هستند می باشد. در تصفیه هردو امولسیون از ماده سولفات آلومینیوم بعنوان ماده منعقدکننده استفاده و کلیه مراحل تصفیه انجام شده است. نتایج آنالیز پساب حاصل از تصفیه این دو امولسیون در جدول ۳ و ۴ ارائه شده است.

جدول ۳: نتایج آنالیز پساب حاصل از تصفیه دو نمونه امولسیون

عنوان	DO mg/l	COD mg/l	BOD mg/l	سولفید μg/l	نیترا ت mg/l	نیتريد ت mg/l	رنگ Pt- co	کدورت NTU	روغن و چربی mg/l	دترجنت mg/l	توتال کلیفرم MPN /100c c	فکال کلیفرم MPN /100c c
امولسیون ۱	6.2	119	51	23	1	5	90	3.67	<0.0 1	0.2	220	28
امولسیون ۲	6.2	114	46	36	1.3	5	127	4.99	<0.0 1	0.25	3	3
واحد	آنالیز دستگا هی	طیف سنجی	آنالیز دستگاه ی	طیف سنجی	طیف سنج ی	طیف سنجی	طیف سنج ی	آنالیز دستگاه ی	آنالیز دستگا هی	طیف سنجی	آنالیز دستگا هی	آنالیز دستگا هی

با توجه به نتایج حاصل مشاهده می گردد که در هردو نمونه با وجود متفاوت بودن ماهیت روغن تراش استفاده شده در تهیه امولسیون اولیه، نتایج رضایت بخش می باشد. همچنین جهت بررسی مقدار برخی از فلزات سنگین که با توجه به ماهیت روغن تراش استفاده شده و روش تصفیه اعمال شده جهت تصفیه پساب تولیدی احتمال حضور آنها وجود دارد از روش جذب اتمی استفاده شد که نتایج آن در جدول ۴ ارائه شده است.

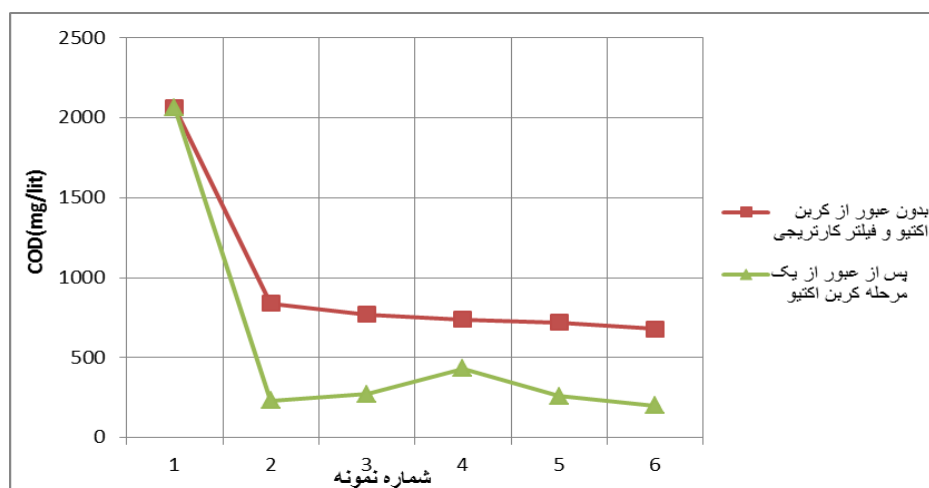
جدول ۴: نتایج آنالیز فلزات سنگین موجود در پساب حاصل از تصفیه دو نمونه امولسیون

عنوان	منگنز (Mn)	آلومینیوم (Al)	نیکل (Ni)	کروم (Cr)	سرب (Pb)
امولسیون ۱	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
امولسیون ۲	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
واحد	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm

با توجه به نتایج حاصل از آنالیز انجام شده مشاهده می گردد مقدار فلزات سنگین در هر دونمونه ناچیز بوده که این مطلب نشان می دهد در صورت ورود پساب حاصل از تصفیه امولسیون به تصفیه خانه بیولوژیکی مشکلی در روند عملکرد این تصفیه خانه ایجاد نخواهد شد همانگونه که پس از اجرای طرح نیز تغییر خاصی در ماهیت پساب خروجی از این تصفیه خانه مشاهده نشده است.

2-3 بررسی تاثیر نوع ماده منعقدکننده:

یک نمونه از پساب حاصل از امولسیون استفاده شده در دستگاه تراش CNC پس از فساد تخلیه و جهت انجام تست و بررسی اولیه با توجه به روش ارائه شده مورد تست قرار گرفت. لازم به ذکر است در تهیه امولسیون اولیه از روغن تراش ۱ استفاده شده است. شکل ۱ روند تغییرات COD را در چند نمونه تصفیه شده در شرایط مختلف نشان می دهد. مشخصات هر نمونه در جدول ۵ ارائه شده است.



شکل ۱: روند تغییرات COD در ۶ نمونه متفاوت

جدول ۵: شرح نمونه های شکل ۱

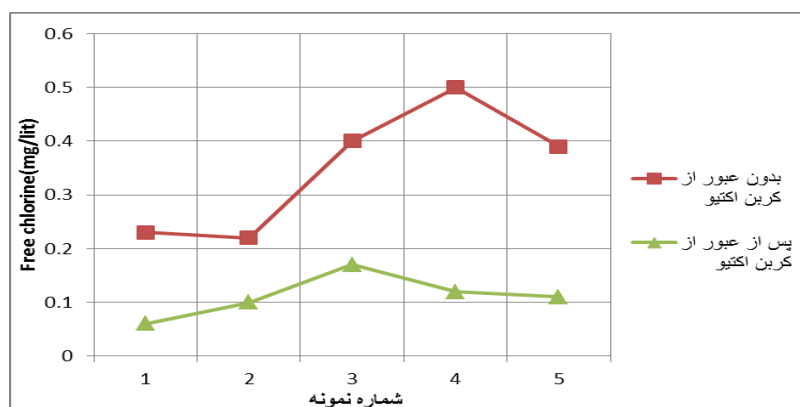
شماره نمونه	توضیحات
۱	نمونه امولسیون فاسد شده قبل از تصفیه
۲	استفاده از ماده $FeCl_3$ بعنوان ماده منعقد کننده و میکسر در دور پایین
۳	استفاده از سولفات آلومینیوم بعنوان منعقد کننده و میکسر در دور بالا
۴	استفاده از سولفات آلومینیوم بعنوان منعقد کننده و میکسر در دور بالا و یک ساعت زمان ماند
۵	استفاده از سولفات آلومینیوم بعنوان منعقد کننده و میکسر در دور پایین
۶	استفاده از سولفات آلومینیوم بعنوان منعقد کننده و میکسر در دور پایین و یک ساعت زمان ماند

لازم به ذکر است نمونه های ۲، ۳، ۴، ۵ و ۶ پساب خروجی از مرحله فیلتر شنی بوده و از مرحله فیلتر کارتریجی عبور داده نشده است. همانطور که در شکل ۱ نشان داده شده و نیز با توجه به توضیحات جدول ۵، تاثیر چند پارامتر با استفاده از نتایج فوق قابل بررسی می باشد. با توجه به کاهش چشمگیر میزان COD در نمونه پساب اولیه (نمونه ۱) در مقایسه با سایر نمونه ها اینطور می توان نتیجه گرفت که روش مورد استفاده در تصفیه پساب حاصل از امولسیون روغن تراش و کاهش بار آلی آن موثر بوده است. در بررسی نوع ماده منعقد کننده مورد استفاده جهت انجام فرآیند شکست امولسیون، با توجه به نتایج حاصل مشخص گردید که استفاده از ماده سولفات آلومینیوم در مقایسه با کلرید آهن موثرتر بوده است که این موضوع در کاهش میزان COD پساب حاصل از نمونه ۲ در مقایسه با نمونه های دیگر مشهود می باشد. البته توجه به این مطلب ضروریست که موثر بودن سولفات آلومینیوم در مقایسه با کلرید آهن در تصفیه پساب مورد استفاده قابل نتیجه گیری می باشد و این امکان وجود دارد که در تصفیه پساب با ماهیت متفاوت این موضوع قابل تعمیم نباشد لذا مطمئن ترین و موثرترین روش جهت تعیین نوع ماده منعقد کننده استفاده از تست جارتست می باشد نقاط مثلی شکل روند تغییرات میزان COD در نمونه های ۲ تا ۶ را پس از یک مرحله عبور دادن آنها از کربن اکتیو نشان می دهد. بدین صورت که برای هر نمونه به طور مجزا مقداری کربن اکتیو بر روی کاغذ صافی قرار داده شد و مقداری از نمونه ها بصورت مجزا از یک مرحله کربن اکتیو عبور داده شد و سپس مقدار COD برای نمونه عبور داده شده از کربن اکتیو اندازه گیری شد. همانطور که در

بررسی منحنی حاصل مشاهده می گردد، پس از عبور از کربن اکتیو مقدار COD به میزان قابل توجهی کاهش یافته است که این مطلب تاثیر استفاده از کربن اکتیو را جهت کاهش بارآلی پساب حاصل از تصفیه امولسیون نشان می دهد.

3-3 تاثیر استفاده از کربن اکتیو در کاهش میزان کلرباقیمانده

با توجه به مراحل تصفیه امولسیون روغن تراش و استفاده از مواد و ترکیبات شیمیایی از جمله کلرید آهن و کلسیم پرکلرات امکان افزایش میزان کلرباقی مانده (کلرآزاد) در پساب نهایی افزایش می یابد حال آنکه با توجه به ورود پساب نهایی حاصل از تصفیه امولسیون روغن تراش به تصفیه خانه بیولوژیکی، این امکان وجود خواهد داشت که در صورت وجود و یا بالا بودن میزان کلر آزاد در پساب، عملکرد حوضچه بیولوژیک به دلیل از بین رفتن برخی باکتریها و میکروآگانیسم های مفید در حضور کلر مختل گردد. لذا حذف کلر باقیمانده از پساب نهایی قبل از ورود آن به تصفیه خانه بیولوژیک امری ضروری می باشد. لذا با استفاده از کربن اکتیو می توان میزان کلر را در پساب حاصل به حداقل رساند. شکل ۲ تاثیر استفاده از کربن اکتیو را در کاهش میزان کلر باقیمانده نشان می دهد. برای نمونه های ۲ تا ۶، که شرح آن در جدول ۳ ارائه شده است، پس از عبور از یک مرحله کربن اکتیو در آزمایشگاه تست کلرسنجی با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتری انجام شد و همانطور که در شکل ۲ نشان داده شده است استفاده از کربن اکتیو تاثیر مثبتی در کاهش حذف میزان کلر آزاد در نمونه ها داشته است.



شکل ۲: تاثیر استفاده از کربن اکتیو در کاهش میزان کلرآزاد

۴. نتیجه گیری

با توجه به ماهیت روغنهای حل شونده (روغنهای تراش) و بالا بودن بار آلی آنها استفاده از روشهای فیزیکی و شیمیایی که از طریق آن بتوان ضمن شکست امولسیون مقدار بار آلی پساب را کاهش داد مورد بررسی قرار گرفت. با توجه به امکان استفاده از مواد منعقدکننده متفاوت جهت شکست اولیه امولسیون طی انجام آزمایش جارتست نوع و مقدار ماده موردنظر شناسایی شد که در نمونه پساب مورد تصفیه آلومینیوم سولفات موثرتر از کلرید آهن عمل نمود. تاثیر استفاده از فیلترهای کربن اکتیو در کاهش میزان بارآلی و کلرآزاد موجود در نمونه های مورد تصفیه بررسی شد و مشخص گردید این مرحله به عنوان یک مرحله مهم در تصفیه نهایی پساب حاصل عمل خواهد نمود. در بررسی کارایی روش ارائه شده برای تصفیه پساب حاصل از آب صابون، دو نمونه امولسیون فاسد شده متفاوت که در تهیه آنها از روغنهای حل شونده متفاوتی استفاده شده بود مورد بررسی و آنالیز قرار گرفت. نتایج نشان داد روش تصفیه به طور موثری قادر به تصفیه پساب حاصل از آب صابونهای با پایه معدنی متفاوت خواهد بود.

۵. قدردانی

در پایان از مدیریت محترم شرکت لوله گستر اسفراین و مشاور طرح اجرای پروژه تصفیه خانه آب صابون و کلیه همکاران محترم واحدهای تاسیسات و انرژی و آزمایشگاه که تا پایان طرح همکاری نمودند تقدیر و تشکر می نمایم.

۶. مراجع

- [1] Kishor Kumar Gajrani. et al, Past and Current Status of Eco-Friendly Vegetable Oil Based Metal Cutting Fluids, Materials Today: Proceedings, Vol 4(3786–3795), 2017.
- [2] Mohamed Osama. et al, Recent Developments and Performance Review of Metal Working Fluids, Tribology International, Vol 114(389–401), 2017.
- [3] E.Benedicto. et al, Technical, Economic and Environmental Review of the Lubrication/Cooling Systems used in Machining Processes, Procedia Engineering, Vol 184(99–116), 2017.
- [4] Sujan Debnath. et al, Environmental friendly cutting fluids and cooling techniques in machining: A Review, Journal of Cleaner Production, Vol 83(33–47), 2014.
- [5] Jagadish. et al, Cutting Fluid Selection for Sustainable Design for Manufacturing:an Integrated Theory, Procedia Materials Science, Vol 6(450–459), 2014.
- [6] Y.M. Shashidhara. et al, Vegetable oils as a potential cutting fluid-An evolution, Procedia Materials Science, Vol 43(1073–1081), 2010.
- [7] Kishor Kumar Gajrani. et al, Biodegradation and Hard Machining Performance Comparison of Eco-friendly Cutting Fluid and Mineral Oil Using Flood Cooling and Minimum Quantity Cutting Fluid Techniques, Journal of Cleaner Production, Vol 165(1420–1435), 2017.
- [8] M. Kobya. et al, Study on the treatment of waste metal cutting fluids using electrocoagulation, Separation and Purification Technology, Vol 60(285–291), 2008.
- [9] Wanli Feng. et al, Oil recovery from waste cutting fluid via the combination of suspension crystallization and freeze-thaw processes, Journal of Cleaner Production, Vol 172(481–487), 2018.