

بینه‌سازی روشهای حذف روغن از پسابهای

کارخانجات ایران خودرو

دکتر علیرضا مصداقی نیا
مهندس محمود اسدی
مهندس یعقوب دنبلی

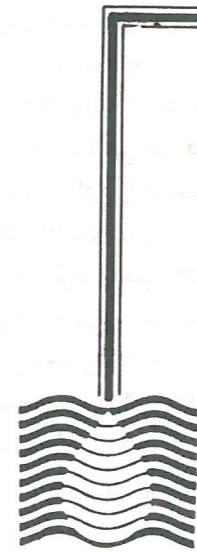
خلاصه

شرکت ایران خودرو یکی از بزرگترین کارخانجات خودروسازی در ایران و بلکه خاورمیانه می‌باشد. در بررسیهای وسیعی که از قسمتهای مختلف شرکت به عمل آمد، مشاهده گردید که در حدود ۱۰ کارخانه از کارخانجات مختلف این شرکت از جمله: اتوبوس‌سازی، کارگاه ماشین، استیلن‌سازی، لیفتراک دارای فاضلاب صنعتی می‌باشند که قسمت عمده این فاضلابها ناشی از سالنهای رنگ (به غیر از استیلن‌سازی، لیفتراک و ماشین شاپ) می‌باشد. مواد مصرفی در فرآیندهای مختلف این کارخانه‌ها تقریباً مشابه هم و تمام کارخانه‌ها دارای فاضلاب پیوسته و ناپیوسته می‌باشند و قسمت عمده این فاضلابها شامل روغن و رنگ است که روغن بیشتر به صورت امولسیفای در فاضلاب وجود دارد. روشهای مختلف حذف روغن از پسابهای صنعتی مورد ارزیابی قرار گرفت که از میان آنها روش "شناورسازی با هوای محلول (D.A.F)" به عنوان اقتصادی‌ترین روش و سیستم بهینه انتخاب گردید و به صورت

مقدمه

شرکت ایران خودرو در دو مجتمع شمالی و جنوبی در کیلومتر ۱۵ جاده تهران-کرج واقع است. مجتمع شمالی در حد فاصل اتوبان کرج و جاده مخصوص و مجتمع جنوبی بین جاده مخصوص و جاده قدیم کرج قرار گرفته و بوسیله یک تونل داخلی با یکدیگر ارتباط دارند.

این شرکت دارای کارخانجات متعددی است که از بین آنها، کارخانه‌هایی که تولید پساب صنعتی می‌نمایند عبارتند از: اتوبوس‌سازی 302 مجتمع شمالی و جنوبی، مینی‌بوس‌سازی



صنعتی می‌باشد که توسط شرکت آلمانی (Dürr) طراحی و ساخته شده است و فعلاً به علت عدم نگهداری و راه‌اندازی صحیح و اصولی از رده خارج می‌باشد فاضلابهای پیوسته و ناپیوسته مجتمع جنوبی کارخانه اتوبوس‌سازی 302 نیز بوسیله یک لوله هوایی وارد مخزن خروجی این تصفیه‌خانه می‌گردد این تصفیه‌خانه دارای یک واحد چربی‌گیر به نام (Emuperm) می‌باشد که به روش اسمز معکوس، روغن موجود در پساب را حذف می‌نماید این سیستم یکی از گرانترین روشهای حذف روغن می‌باشد و در صورت پیش تصفیه مناسب می‌توان از آن برای حذف روغن استفاده نمود. قسمت عمده فاضلابهای صنعتی تولید شده در این شرکت حاوی روغن و رنگ می‌باشد که روغن بیشتر به صورت امولسیفای در پساب وجود دارد، و قسمت اعظم این فاضلابها نیز ناشی از سالن رنگ می‌باشد. برای راحتی کار و به عنوان نمونه، تصفیه‌خانه فاضلاب صنعتی کارخانه سواری‌سازی برای مطالعه انتخاب گردید فاضلابهای تولید شده در سالن رنگ کارخانه اتوبوس‌سازی 302 به دو صورت پیوسته و ناپیوسته به شرح ذیل می‌باشند:

فاضلاب رنگ آستر (ناپیوسته)

فاضلاب پوستاب زنی (پیوسته)

فاضلاب رنگ اصلی (پیوسته و ناپیوسته)

فاضلابهای صنعتی تولید شده در کارخانه سواری‌سازی نیز

به دو صورت پیوسته و ناپیوسته به شرح ذیل می‌باشند:

۱- مراحل چربی‌گیر اول و دوم: در چربی‌گیر اول، غلظت سود، و در چربی‌گیر دوم غلظت پاک‌کننده بیشتر می‌باشد این مراحل دارای فاضلاب ناپیوسته به صورت تخلیه متناوب هفتگی می‌باشند.

۲- آبکشی بعد از چربی‌گیر دوم: فاضلاب پیوسته

۳- مرحله فسفات‌کاری: فاضلاب ناپیوسته

۴- مرحله آبکشی بعد از فسفات‌کاری: فاضلاب پیوسته

۵- رنگ الکترو فوروز (آستر اول): در شرکت ایران خودرو، فقط در کارخانه سواری‌سازی در مرحله اول و آستر اول از رنگ الکترو فوروز استفاده می‌شود و دارای فاضلاب ناپیوسته می‌باشند.

۶- رنگ آستر دوم: فاضلاب ناپیوسته

۷- پوستاب زنی: فاضلاب پیوسته

۸- رنگ اصلی: فاضلاب ناپیوسته

۹- قیر باشی سطح زیرین بدنه: فاضلاب ناپیوسته در حال حاضر کارخانه سواری‌سازی مبادرت به تولید پیکان با موتور پژو، پژو 405 و پیکان وانت می‌نماید و تولیدات اتوبوس‌سازی 302 شامل انواع اتوبوسهای مسافربری بین شهری و اتوبوسهای خط واحد داخل شهری می‌باشد.

روش و بررسی آزمایش

طی مطالعات و بررسیهای وسیع بر روی روشهای مختلف حذف روغن از پسابهای صنعتی و با توجه به این که روغن موجود در این پسابها بیشتر به صورت امولسیفای می‌باشند، لذا تصمیم به ساخت پایلوت شناورسازی با هوای محلول^۱ (D.A.F) گرفته شد این کار به کمک واحد تاسیسات شرکت ایران خودرو انجام گرفت. محل نصب و راه‌اندازی دستگاه در اکسید پشت تصفیه‌خانه سواری‌سازی در محلی بنام اکسیدشویی می‌باشد پایلوت (D.A.F) شامل دو محفظه استوانه‌ای شکل به قطر ۵۰ سانتی‌متر می‌باشد. تانک اشباع مجهز به یک فشارسنج ۲/۵ اتمسفری و یک شیر اطمینان در قسمت بالای آن می‌باشد، آب تحت فشار از طریق لوله‌کشی از بالای محفظه و هوای تحت فشار به وسیله شیلنگ مخصوص از زیر تانک وارد می‌شود هر دو تانک مجهز به شیلنگ آب نما می‌باشد تانک شناورسازی در قسمت جلو مجهز به یک شیشه به ابعاد (۱۲۰×۲۰) سانتیمتر می‌باشد که این کار برای بهتر دیدن عمل شناورسازی می‌باشد و یک قسمت از بالای محفظه سرباز بوده و دارای کانالی جهت عبور لایه‌های روغن شناور شده و هدایت آنها به کانال فاضلاب می‌باشد این دو محفظه بوسیله شیر فلکه و مهره و ماسوره و مغزی و لوله به هم ارتباط دارند و در قسمت جانبی محفظه شناورسازی ۴ عدد شیر فلکه جهت نمونه‌برداری در فواصل معین تعبیه شده است.

روش کار

در مرحله اول، آب تحت فشار را وارد تانک اشباع نموده تا ۱/۲ الی ۱/۳ ارتفاع تانک پر شود سپس هوای تحت فشار را به آرامی باز نموده تا فشارسنج، حداکثر فشار (۲/۵ اتمسفر) را نشان دهد، مدت زمان اشباع ۱۰-۵ دقیقه می‌باشد. فاضلاب را از طریق شلنگی به قطر یک اینچ و با استفاده از قانون ظروف مرتبطه به داخل تانک شناورسازی هدایت نموده تا حدود ۱/۲ آن پر شود حال شیر فلکه رابط بین دو تانک را که بسته بود، باز نموده تا هوای محلول تحت فشار وارد تانک شناورسازی شود زمان شناورسازی ۳۰-۲۰ دقیقه می‌باشد و در این مدت روغنهای شناور شده به سطح بالای تانک شناورسازی صعود کرده و از طریق کانال مخصوص سرریز می‌نماید و به کانال فاضلاب هدایت می‌گردد (۶).

روش آزمایش و نمونه‌برداری

طی ده بار نمونه‌برداری که قبل و بعد از شناورسازی و نیز همراه با اضافه نمودن مواد منعقد کننده صورت گرفت پارامترهایی چون روغن، COD، BOD₅، SS، pH مورد آزمایش قرار گرفتند. آزمایش جار نیز به دفعات مختلف برای

1- Dissolved Air Floatation

جدول شماره ۲: نتایج pH و کدورت بهترین مواد منعقد کننده در آزمایشات جار

ماده منعقد کننده	pH نمونه قبل از آزمایش	pH نمونه بعد از آزمایش	میزان ماده منعقد کننده ppm	کدورت قبل از آزمایش (مبنا: ۱۰۰) (عبور نور)	کدورت بعد از آزمایش (مبنا: ۱۰۰) (عبور نور)
آهک	۵/۲	۷/۲	۱۰۰	۳۳	۹۵
کلرور فریک	۵/۲	۵/۵	۸۰	۳۲	۹۰
آلوم	۵/۵	۶	۱۰۰	۳۴	۸۵
کلرور کلسیم	۵/۳	۵/۵	۸۰	۴۳	۸۴

SS (مواد معلق)

متوسط مواد معلق (SS) پساب، حدود ۲۲۰ میلی گرم در لیتر بود که بعد از شناورسازی به حدود ۷۵ میلی گرم در لیتر می رسید و حذفی حدود ۶۶ درصد را نشان می داد، بعد از اضافه نمودن مواد منعقد کننده همراه با شناورسازی، میزان متوسط مواد معلق به حدود ۲۸ میلی گرم در لیتر می رسید که حذف آن حدود ۸۷ درصد می باشد. نتایج در جدول شماره ۵ نوشته شده است.

بررسی پارامترهای متفرقه در پساب

طبق جدول شماره ۴ میزان سرب، کادمیوم، مس، کلرور و کروم پساب در حد پایین می باشد و فقط میزان ازت نیتريت،

جدول شماره ۴: نتایج آزمایشات کلی پساب سواری سازی در ابتدا و انتهای آزمایشات

پارامترهای مورد آزمایش	قبل از پایلوت	بعد از پایلوت
دترجنت (mg/l)	۰/۶	۰/۹۳
کدورت (JTU)	۲۱۰	۵۰
نیتريت (mg/l)	۹۲	۵۱
نیتزات (mg/l)	۸۰	۵۲
ازت آمونیاکی (mg/l)	۸/۶	۷/۲
فسفر (mg/l)	۴۸	۳۲
فسفات (mg/l)	۱۴۷	۱۰۰
سرب (mg/l)	۰/۲	۰/۲
کادمیم (mg/l)	۰/۰۲	۰/۰۰۷
مس (mg/l)	۰/۱۲	۰/۰۴
کروم (mg/l)	۰/۳۱	۰/۰۳
کلرور (mg/l)	۱۲۱	۵۸
Do (mg/l)	۱/۵	۴/۸

اضافه نمودن مواد منعقد کننده همراه با شناورسازی متوسط BOD_5 به ۳۹ میلی گرم در لیتر می رسد که درصد حذف آن حدود ۷۸٪ می باشد.

روغن

متوسط روغن موجود در پساب، ۱۸۹ میلی گرم در لیتر بود که بعد از شناورسازی به ۹۹ میلی گرم در لیتر می رسد و درصد حذفی ۴۸٪ را نشان می داد، و این نشان می دهد که روغن بیشتر به صورت امولسیون در فاضلاب صنعتی وجود دارد لذا بعد از عمل انعقاد با مواد منعقد کننده و همراه با شناورسازی میزان روغن به حدود ۱۳ میلی گرم در لیتر می رسد که درصد حذف آن حدود ۹۳٪ می باشد.

نتایج

۱- نتایج انعقاد سازی

مواد منعقد کننده ای که در آزمایش جار مورد استفاده قرار گرفت عبارتند از: آهک، کلرور فریک، آلوم و کلرور کلسیم، که با آهک و کلرور فریک انعقاد بهتری صورت گرفت و در مدت زمان کمتری فلاکهای درشت تری تشکیل داده و زودتر ته نشین می شدند در طول آزمایشها از کمک منعقد کننده ای بنام پرستول که یک نوع پلی آکریل آمید می باشد استفاده شد که زیاد مؤثر نبود.

بطور کلی چون pH فاضلاب اکثراً اسیدی بود لذا با اضافه نمودن حدود ۱۰۰ ppm آهک pH مناسب تنظیم گردیده و پساب زلال می گردید. برای تعیین کدورت از دستگاه اسپکتروفتومتر که طول موج آن بر روی ۴۳۶ تنظیم شده بود با عدد مبنای ۱۰۰ برای آب مقطر (میزان عبور نور) استفاده شده است. نتایج در جدول شماره ۱ و ۲ نشان داده شده است.

۲- نتایج آزمایش روغن، COD، BOD_5 ، SS

COD: متوسط COD پساب حدود ۵۲۱ میلی گرم در لیتر بود که بعد از شناورسازی با هوای محلول به ۲۶۵ میلی گرم در لیتر رسیده و درصد حذفی حدود ۵۰٪ را نشان می دهد ولی با اضافه نمودن مواد منعقد کننده همراه با شناورسازی با هوای محلول COD به ۴۹ میلی گرم در لیتر رسیده و درصد حذف به ۹۱٪ می رسد.

BOD_5 : میانگین BOD_5 پساب، ۱۷۸ میلی گرم در لیتر بود که بعد از شناورسازی با هوای محلول به ۸۹ میلی گرم در لیتر رسیده و درصد حذفی حدود ۵۰٪ را نشان می داد، بعد از

تعیین بهترین و مؤثرترین ماده منعقد کننده و نیز pH مناسب انجام شد. محل انجام آزمایشات، قسمتی در آزمایشگاه بهداشت محیط دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی تهران و بخش دیگر و مخصوصاً هنگام کار با پایلوت در آزمایشگاه آب و فاضلاب شرکت ایران خودرو بوده است. آزمایش روغن با استفاده از روش "گراوی متریک" استاندارد آمریکا صورت گرفته است و با استفاده از حلال تراکلوروبن و یا کلروفرم، استخراج روغن انجام شده است. البته روش سوکسله دقیق تر از روش فوق می باشد ولی به دلیل نبودن وسایل مورد نیاز در آزمایشگاه از روش گراوی متریک استفاده شده است. نمونه های برداشت شده، طبق توصیه روش استاندارد آمریکا برای آزمایش روغن، در ظرف شیشه ای دهانه گشاد صورت گرفته و در فاصله کمتر از دو ساعت به آزمایشگاه حمل شده و بلافاصله مورد آزمایش قرار گرفته اند.

پارامترهای مرتبط با روغن نیز، نظیر COD، BOD_5 ، SS طبق روش استاندارد آمریکا آزمایش شده اند قسمتی از آزمایش SS با استفاده از کاغذ صافیهای پشم شیشه دار صورت گرفته است ولی قسمت اعظم آزمایش این پارامتر به علت کمبود و فقدان کاغذ صافی، با استفاده از کروزه های سوراخدار حاوی آزیست که در حرارت $100^{\circ}C$ کوره آماده شده اند انجام گرفته است در این روش قسمتی از محلول آزیست (یک لیتر آب مقطر + ۱۰ cc اسید) با استفاده از پمپ خلاء از کروزه های سوراخدار عبور داده شده و سپس آن را در $100^{\circ}C$ حرارت کوره و به مدت یک ساعت قرار داده و پس از سرد نمودن، آماده آزمایش SS فاضلاب می نماید. نتایج آزمایشات در جدول ۵ درج گردیده است.

جدول شماره ۱: میزان مواد منعقد کننده مصرفی در آزمایشهای جار

میزان نوع ماده منعقد کننده	۲۰۰ ppm	۱۵۰ ppm	۱۲۰ ppm	۱۰۰ ppm	۸۰ ppm	۶۰ ppm	۴۰ ppm
آهک				+			
کلرور فریک					+	+	+
آلوم				+	+	+	
کلرور کلسیم				+	+	+	
کلرور فریک + پرستول					(۸۰+۵)	(۶۰+۳)	
کلرور کلسیم + پرستول					(۸۰+۵)		
آلوم + پرستول		(۱۵۰+۵)	(۱۲۰+۵)	(۱۰۰+۵)			

جدول شماره ۳

استانداردهای ایران در مورد استفاده مجدد از فاضلاب در کشاورزی

حداکثر میزان مجاز مواد آلوده کننده در فاضلابهای صنعتی (میلی گرم در لیتر)
منبع: سازمان حفاظت محیط زیست، مرداد ۱۳۵۵ (۲)

تخلیه به آبهای زیرزمینی (چاه)	جهت مصارف کشاورزی و آبیاری	تخلیه به آبهای سطحی	مواد آلوده کننده
۵	۵	۵	آلومینیم
۰/۱	۰/۱	۰/۱	آرسنیک
۱	۱	۲	باریم
۰/۱	۰/۱	۰/۱	بریلوم
۲۰	۱۰۰	۲۰	BOD ₅
۱	۱	۲	برم
۰/۰۱	۰/۰۱	۱	کادمیوم
-	-	۷۵	کلسیم
۵۰	۲۰۰	۵۰	COD
۱	۰/۲	۱	کلر آزاد
-	-	حداکثر ۲۵۰	کلرور
۱	۱	۱	کروم ۶ ظرفیتی
۱	۱	۱	کروم ۳ ظرفیتی
۱	۱	۱	کیالت
۷۵ واحد رنگ	۷۵ واحد رنگ	نباید هیچ اثر مرنی داشته باشد	رنگ
۱	۰/۲	۱	مس
۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۲	سیانید
۰/۵	۰/۵	۱/۵	دترجنت (ABS)
۲	۲	۲	اکسیژن محلول (DO)

توضیح: استاندارد مقدار مواد جامد در پسابها برای ایران عبارتند از:

- ۱- پسابهای صنعتی: جهت مصارف آبیاری، کشاورزی و فضای سبز نباید حاوی لجن، مواد جامد شناور بزرگتر از ۰/۸ میلی متر و ترکیبات روغنی قابل رویت باشد.
- ۲- پسابهای صنعتی جهت تخلیه به آبهای سطحی و زیرزمینی، باید عاری از لجن، مواد جامد شناور و ترکیبات روغنی مری باشد.

ازت نترات، ازت آمونیاکی، فسفر و فسفات قبل و بعد از شناورسازی با هوای محلول بالا می باشد و این مقادیر با توجه به مواد مصرفی در فرآیند تولید کارخانه می باشد.

بحث و تفسیر و نتیجه گیری

بطور کلی با توجه به استانداردهای سازمان حفاظت محیط زیست که در صفحات بعد آمده است پارامترهای اشاره شده فوق شامل روغن، COD، BOD₅، SS بعد از شناورسازی با هوای محلول و انعقاد به میزان خیلی زیادی پایین می آیند و فقط BOD₅ بطور متوسط ۳۹ میلی گرم در لیتر بود که از حداکثر میزان مجاز بیشتر بود و لازم است پساب مورد تصفیه بیولوژیکی قرار گیرد. متوسط روغن نیز بعد از شناورسازی با هوای محلول و همراه با شکستن امولسیون به ۱۳ میلی گرم در لیتر می رسد و از حداکثر مجاز روغن استاندارد محیط زیست به میزان جزئی بیشتر است و این می تواند ناشی از دو علت ذیل باشد:

۱- فشار کم هوای محلول در شناورسازی (حداکثر ۲/۵ اتمسفر)

۲- درصد بالای امولسیون روغنی

منابع

- ۱- قاسمی، م "گزارش علمی فنی طرح سیستم تصفیه خانه مرکزی فاضلابهای صنعتی کارخانجات صنعتی شرکت ایران خودرو" اداره کل مهندسی طراحی، مهر ماه ۱۳۶۹
- ۲- سازمان حفاظت محیط زیست، ۱۳۷۰ مراجعه شخصی
- 3- Batstone, R. Smith, J.E; and Wil son. D. "The safe disposal of Hazardous wastes" The special needs and problems of developing countries. Volume I,II,III, 1989.
- 4- Patterson, J.W; Industrial wastewater treatment Technology. 1985.
- 5- Standard Methods for the examination of water and wastewater, 1985.
- 6- Vernick, A.S. and E.C. walker; "Handbook of wastewater treatment processes" Newyork Basel, 1981.

جدول شماره ۵: میانگین نتایج حاصل از آزمایش نمونه ها

پارامترهای مورد آزمایش	قبل از پایلوت DAF mg/l	بعد از پایلوت DAF mg/l	همراه با مواد منعقد کننده mg/l	درصد حذف بعد از پایلوت	درصد حذف همراه با مواد منعقد کننده
pH	۶/۲	-	۷		
COD	۵۲۱/۲	۲۶۴/۵	۴۹/۲	۹۱	۴۹
BOD ₅	۱۷۸/۴	۸۸/۹	۳۹/۳	۷۸	۵۰
روغن و گریس	۱۸۸/۶	۹۸/۸	۱۳	۹۳	۴۸
کل جامدات	۱۳۴۶/۵	۹۰۹/۶	۱۳۵/۲	۹۰	۳۲
مواد معلق	۲۱۹/۹	۷۵	۲۷/۸	۸۷	۶۶
مواد معلق فرار	۱۲۰/۵	۵۳	۱۶/۸	۸۶	۵۶
مواد معلق معدنی (ثابت)	۹۹/۴	۲۲	۱۱	۸۹	۷۸