available online @ www.jcst.icrc.ac.ir
نشریه علمی- پژوهشی علوم و فناوری رنگ/ ۶ (۱۳۹۱)، ۲۴۶-۲۴۱

بازیافت دی اکسید تیتانیم از لجن رنگ پایه حلال (مطالعه موردی: شرکت ایران خودرو)

سید مصطفی خضری[1*]، الهام گردی[2]

۱- استادیار، دانشکده محیط زیست و انرژی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم وتحقیقات تهران، تهران، ایران، صندوق پستی: ۱۴۷۷۸۹۳۸۵۵

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده محیط زیست و انرژی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم وتحقیقات تهران، ایران، صندوق پستی: ۱۶۱۵۸۶۸۹۱۱

تاریخ دریافت: ۹۰/۷/۳ تاریخ پذیرش: ۹۰/۱۱/۳۰ در دسترس به صورت الکترونیکی از: ۱۳۹۱/۹/۲۰

چکیده

لجن رنگ پایه حلال تولید شده در صنایع خودروسازی، به علت وجود عناصر سنگین و حلال‌هایی نظیر تولوئن دارای آلودگی بالا است و به همین دلیل، دفع صحیح آن با مشکلات زیادی روبرو است. روش‌های متعددی جهت کاهش آثار زیست محیطی پساب این صنایع توسعه یافته است، ولی مطالعه بر روی روش‌های ساده، سریع و ارزان قیمت در این زمینه ضروری می‌باشد. در این راستا، تحقیق حاضر به بررسی میزان آلایندگی لجن رنگ پایه حلال، کاهش آلودگی در سطح استانداردهای زیست‌محیطی و بهینه‌سازی فرآیند بازیافت فلزات از پساب، ترکیب دی اکسید تیتانیم را که رنگدانه اصلی اتومبیل بوده و بازیافت آن می‌تواند صرفه‌جویی اقتصادی قابل توجهای را در پی داشته باشد، می‌پردازد. بنابراین با نمونه‌برداری از لجن پساب سالن رنگ شرکت ایران خودرو و به‌کارگیری روش‌های شناورسازی و الکترولیز، استخراج دی اکسید تیتانیوم از آن انجام گرفت. لازم به ذکر است جهت تعیین مقدار اکسید تیتانیم در کلیه نمونه‌ها از دستگاه XRF استفاده شده است. با توجه به نتایج تحقیق فوق، روش الکترولیز با دستیابی به تیتانیم ۷۰ درصد، از بین روش‌های به کار گرفته شده، بهترین روش برای بازیافت دی اکسید تیتانیم با خلوص بالاتر تشخیص داده شد.

واژه‌های کلیدی: لجن رنگ پایه حلال، دی اکسید تیتانیم، الکترولیز، بازیافت.

Recovering of Titanium Dioxide from Solvent- Based Paint Sludge(Case Study; Iran Khodro Company)

S. M. Khezri*, E. Gordi

Department of Environment and Energy, Islamic Azad University Science and Research branch, P.O.Box:1477893855, Tehran, Iran

Received: 25-09-2011 Accepted: 19-02-2012 Available online: 10-12-2012

Abstract

Solvent- based paint sludge of automotive industry has a major contamination potential due to containing heavy metals and other toxic substances such as toluene. A range of cleaning techniques has been successfully developed to limit the environmental impact caused by wastewater of these industries, but timely and effective remediation is necessary. The present study aims to estimate the pollution quantity in Solvent- based paint sludge and decrease the pollutant up to environmental standards. Also, optimization of recovering processes of elements is other objective of this study. Titanium dioxide is the main pigment of automotive industry also it is an economical element with high cost. So, titanium dioxide was chosen to recovery from paint sludge. Therefore, sludge samples were collected from paint department of Iran Khodro Company. Then, several methods inclusive of flotation and electrolysis were carried out to recover titanium dioxide from samples. The concentrations of titanium dioxide in all samples were determined by XRF method. The results showed, electrolysis was the best method for recovering titanium dioxide from the paint sludge with70% purity. J. Color Sci. Tech. 6(2012), 241-246© Institute for Color Science and Technology.

Keywords:Solvent- based paint sludge, Titanium dioxide, Electrolysis, Recovering.

***Corresponding author: khezri_m@yahoo.com**

Archive of SID
www.SID.ir

۱ـ مقدمه

در سال‌های اخیر، با افزایش درخواست خودرو، صنایع خودروسازی در جهان و به دنبال آن ایران رشد چشمگیری داشته‌اند. این رشد هم در تعداد تولید خودرو و هم در تعداد شرکت‌های تولیدی بوده است. از جمله کارخانه خودروسازی ایران خودرو، اقدام به گسترش و احداث واحدهای متعدد تولید خودرو نموده است. که این امر با افزایش فاضلاب صنعتی، تغییر کیفیت فاضلاب موجود و نیاز به تصفیه ویژه همراه بوده است [۲، ۱]. با توجه به اهمیت و نقش صنایع خودروسازی در توسعه همه جانبه اقتصاد کشور و تجربه بیش از چهار دهه در این صنعت، ارزیابی و بهبود بهره‌وری در این صنایع کلیدی، از اهمیت بالایی برخوردار است. عوامل اصلی رقابت در صنعت خودروسازی همانند سایر بخش‌های صنعتی، رقابت در صنعت خودروسازی و تلاش برای کاهش هزینه‌ها از یک سو و افزایش کارایی و غلبه بر مشکلات زیست‌محیطی، از سوی دیگر می‌باشد [۵-۳] بخش‌های مختلف کارخانجات خودروسازی شامل خطوط تولید (سالن‌های چندگانه)، سالن‌های لوازم تکمیلی و تزئینی، مونتاژ، اسکلت‌سازی، رنگ، فوم و غیره، آلاینده‌های متعددی را به شکل گاز، ذرات معلق، زائدات جامد و پساب ایجادکرده که سبب آلودگی هوا، آب و خاک می‌گردند. پساب صنایع خودروسازی عمدتاً ناشی از عملیات شستشو و رنگ بر روی خودرو و مراحل تولید شاسی می‌باشد که حاوی روغن و چربی، رنگدانه‌ها، فسفات، سیانورها، ترکیبات آروماتیک، برخی فلزات سنگین نظیر تیتانیم، کرم، سرب، جیوه، آرسنیک و دیگر آلاینده‌ها می‌باشد [۸-۶]. لجن این صنایع، در صورت عدم خنثی‌سازی و دفع غیر اصولی آلودگی زیست‌محیطی شدیدی را به دنبال خواهد داشت. با توجه به این که تیتانیم یک عنصر استراتژیک بوده و قیمت و درصد آن در مقایسه با سایر فلزات سنگین موجود در لجن صنایع فوق بالاتر می‌باشد، لذا ضرورت تحقیق بر روی جداسازی و بازیافت این ماده از اولویت خاصی برخوردار بوده و مطالعه بر روی روش‌های ساده، سریع و ارزان‌قیمت در این زمینه ضروری می‌باشد [۹]. درسال‌های گذشته تحقیقات مختلفی توسط کارخانجات خودروسازی بزرگ جهان، مانند جنرال موتورز آمریکا، سوبارو، فورد، تویوتا و غیره در زمینه بازیافت فلزات مختلف از لجن رنگ و تبدیل آنها به محصولات مفید صورت گرفته است. به طور مثال بر اساس US patent شماره ۰۶۱،۰۹۴،۴ در سال ۱۹۷۸ از روش جداسازی مرطوب برای بازیافت لجن رنگ استفاده شده است که از مشکلات این روش، صرف زمان زیاد برای به دام انداختن رنگ و هم چنین تعویض صافی‌های آلوده است [۱۰]. در فعالیتی دیگر، محققین شرکت فورد در سال ۱۹۹۶ برای خشک‌کردن لجن رنگ و حذف آب و بازیافت مواد آلی و معدنی از روش پیرولیز استفاده نموده‌اند.تیتانیم بصورت باریم تیتانات و روتیل تیتانات اکسید در ابعاد ۰،۲ تا ۰،۳ میکرون استخراج گردیده است [۱۱]. مطابق گزارش‌های ارائه شده توسط موسسه محیط زیست ایالت اوهایو در سال ۲۰۰۲ لجن رنگ تولیدی در این منطقه درتهیه مواد ساختمانی نظیر آسفالت، بتن و آجر سفالی به کار می‌رود. همچنین متخصصین شرکت فورد در سال ۲۰۰۳ برای اولین بار از فرآیند بازیابی لجن رنگ، برای تولید سنگ فرش استفاده کردند [۱۲]. البته لازم به ذکر است اکثر نتایج مطالعات انجام گرفته در کارخانجات بزرگ دنیا جزء اسناد محرمانه آنها است و دسترسی به آنها به سادگی امکان‌پذیر نمی‌باشد. لذا تحقیق حاضربا هدف بررسی میزان آلایندگی لجن رنگ پایه حلال، پساب سالن رنگ شرکت ایران خودرو، کاهش آلودگی آن در سطح استانداردهای زیست محیطی و بازیافت ترکیب دی اکسید تیتانیوم از پساب، صورت گرفت. لازم به ذکر است در مطالعه حاضر، جهت مقایسه بازده فرآیند بازیافت، از روش‌های شناورسازی و الکترولیز استفاده گردید. از آنجایی که در اکثر مطالعات انجام گرفته در کشور، از لجن پایه آب استفاده شده و همچنین فلزات دیگری مانند آلومینیم که از نظر ارزش اقتصادی نسبت به تیتانیم در سطح پایین‌تری قرار دارند، بررسی شده‌اند، در حالی که در تحقیق حاضر لجن پایه رنگ و اکسید تیتانیم که رنگدانه اصلی رنگ اتومبیل می‌باشد، مورد بررسی قرار گرفته است و به صورت هم‌زمان نتایج دو روش مختلف مورد مقایسه و ارزیابی قرار گرفته است، کلیه موارد فوق جنبه‌های نوآوری آن می‌باشد.

۲ـ بخش تجربی

۲ـ۱ـ مواد

جهت نمونه‌برداری از لجن رنگ از سالن دی اسلاج شماره ۱ شرکت ایران خودرو استفاده شد. در این سالن از رنگ‌های پایه حلال جهت رنگ‌کاری بدنه اتومبیل استفاده می‌شود. کلیه مواد مورد استفاده، نظیر هیدروکسید سدیم، اسید نیتریک، اسید کلریدریک و اسید سولفوریک با درجه خلوص آزمایشگاهی از شرکت مرک آلمان تهیه گردید.

۲ـ۲ـ روش کار

دستگاه XRF مدل PW2404 جهت آنالیز کمی و کیفی نمونه‌ها، pH متر مدل pH222 شرکت LUTRON برای اندازه‌گیری pH ، دستگاه شناورسازی مدل DENVER و دستگاه الکترولیز جهت استخراج و کوره ۱۲۰۰ درجه دیجیتال جهت خشک‌کردن نمونه‌ها و همچنین انجام الکترولیز مذاب در داخل کوره مورد استفاده قرار گرفت [۱۵-۱۳].

جهت انجام عملیات نمونه‌برداری ، تعداد ۲ نمونه به صورت ماهیانه در ۳ فصل متوالی از لجن رنگ پایه حلال مربوط به پساب سالن دی اسلاج شماره ۱ شرکت ایران خودرو تهیه شد. ابتدا لجن رنگ در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد خشک شد. سپس بر روی

Archive of SID
www.SID.ir

نمونه‌های لجن خشک شده در این دما، آزمون XRF جهت تعیین نوع و غلظت عناصر مختلف موجود در نمونه انجام گرفت.

در ادامه برای جداسازی دی اکسید تیتانیم از بقیه فلزات، در مرحله اول از روش شناورسازی استفاده شد. در این روش، مقدار ۱۰۰ gr از لجن خشک‌شده در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد اندازه‌گیری شده، سپس این مقدار ماده در داخل سلول فلوتاسیون به همراه کف‌سازها و تنظیم‌کننده‌ها و کلکتورها قرار داده شده و با استفاده از پمپ هوا، حباب‌های هوا وارد نمونه شده و بعد از مدتی دو فاز معلق و رسوب تشکیل و قابل جداسازی گردید. سپس در مراحل بعدی برای دستیابی به تیتانیم با خلوص بیشتر، از روش الکترولیز استفاده شد. لازم به ذکر است برای آماده‌سازی نمونه‌ها جهت استفاده در روش الکترولیز، ابتدا از روش هضم شیمیایی با استفاده از چهار نوع اسید شامل اسید سولفوریک ۱:۱ ، اسید نیتریک ۱:۱، اسید کلریدریک ۱:۱ و هم چنین تیزاب سلطانی استفاده شد.

به طوری که ابتدا نمونه‌ها وزن شده و ۴ نمونه ۱۰۰ گرمی از لجن خشک‌شده در ۴ بشر مختلف در دمای ۷۰۰ درجه سانتی‌گراد آماده‌سازی شد. سپس در هریک از نمونه‌ها به ترتیب مقدار ۵۰ میلی‌لیتر از اسید سولفوریک ۱:۱ در بشر اول، ۵۰ میلی‌لیتر اسید نیتریک ۱:۱ در بشر دوم، ۵۰ میلی‌لیتر اسید کلریدریک ۱:۱ در بشر سوم و cc ۵۰ تیزاب سلطانی در بشر چهارم اضافه گردید [۱۷، ۱۶].

در ادامه بشرها بر روی گرمکن در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد قرارگرفته و هنگامی که لجن کاملاً در اسیدها حل شد، نمونه‌ها با استفاده از کاغذ صافی، صاف گردید. سپس محلول زیر کاغذ صافی به حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر رسانده شده و تمامی نمونه‌ها به روش ترسیب شیمیایی توسط قلیایی‌کردن با استفاده از سود ۶ نرمال تیترگردید. به طوری که در ضمن عمل تیتراسیون، pH دائماً توسط pH متر کنترل شد و تا تنظیم pH در محدوده ۱۰-۹ ادامه داده شد. سپس مجدداً رسوبات حاصل در ۴ نمونه صاف شده و از رسوبات حاصل بر روی کاغذ صافی آزمون XRF و از محلول باقی‌مانده در زیر کاغذ صافی آزمون ICP جهت تعیین مقدار عناصر موجود در آنها انجام گرفت.

در ادامه جهت خالص‌سازی نمونه‌های رسوبی حاصل از مرحله ترسیب شیمیایی از روش الکترولیز استفاده شد. همچنین از نمونه‌های خشک‌شده در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد نیز برای استفاده در روش شناورسازی طبق روشی که قبلاً شرح داده شد استفاده گردید. لازم به ذکر است، کلیه آزمایش‌ها با ۳ تکرار انجام گرفته و میانگین اعداد به دست آمده جهت ارائه در جدول‌ها و تجزیه و تحلیل داده به کار رفته است. همچنین برای تعیین مقدار عناصر بر روی تمامی نمونه‌های حاصل از روش‌های الکترولیز و شناورسازی آزمون XRF انجام شد [۱۸].

۳ـ نتایج و بحث

۳ـ۱ـ نتیجه آزمون XRF لجن رنگ خشک‌شده در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد

جهت آنالیز عناصر موجود در لجن رنگ آزمون XRF گرفته شده، با مقایسه نتایج XRF اولیه و استانداردهای مربوط، نتیجه‌گیری می‌شود که میزان عناصر سنگین در ترکیب لجن رنگ بالا می‌باشد و در بین این عناصر سنگین، همان‌طور که در جدول نشان داده شده است میزان TiO_2 با مقدار ۷۸۳۷٪ از بقیه عناصر بیشتر است (جدول ۱).

جدول ۱: نتیجه آزمون XRF لجن رنگ خشک‌شده در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد.

Sun 3/15/2009 at 7:45:53 AM
Method name : Oxford Geol. Majors + Traces
غلظت (درصد وزنی)

نوع ماده	Concentration	شدت
Na_2O	۱,۱۰ wt ٪	۱,۷
MgO	۰,۵۲ wt ٪	۴,۴
Al_2O_3	۶,۱۶ wt ٪	۱۸۵,۶
SiO_2	۲,۴۶ wt ٪	۱۶۶,۷
P_2O_5	۰,۱۸ wt ٪	۳۱,۱
SO_3	۲,۶۳ wt ٪	۷۷۳,۹
Cl	۰,۱۲ wt ٪	۲۳,۱
K_2O	۴۰۰ ppm	۷,۶
CaO	۱,۲۰ wt ٪	۳۲۱,۳
TiO_2	۷۸,۳۷ wt ٪	۲۲۰۶۸,۸
Cr_2O_3	۲,۳۴ wt ٪	۸۷۱,۱
Fe_2O_3	۲,۳۱ wt ٪	۱۳۴۵,۷
Cu_2O	۵۰۰ ppm	۲۲,۲
Zn	۷۰۰ ppm	۴۳,۹
SrO	۵۵۰ ppm	۱۴۷,۶

۳ـ۲ـ استفاده از روش شناورسازی جهت جداسازی دی اکسید تیتانیم از سایر اکسید فلزات

در این روش، مقدار ۱۰۰ gr از لجن خشک‌شده در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد اندازه‌گیری شده، سپس این مقدار ماده در داخل سلول شناورسازی به همراه کف‌سازها و تنظیم‌کننده‌ها و کلکتورها قرار داده شده و با استفاده از پمپ هوا، حباب‌های هوا وارد نمونه شده و بعد از مدتی دو فاز معلق و رسوب تشکیل شده که پس از انجام آزمون XRF مقدار TiO_2 در فاز معلق ۵۸,۴٪ و در فاز رسوب ۳۴,۲۸٪ به دست آمد (جدول ۲).

Archive of SID

جدول ۲: نتیجه آزمون XRF پس از انجام شناورسازی.

نام نمونه	فاز معلق	فاز رسوب
Na_2O	-	۱,۱۲ ٪
MgO	۰,۶۶ ٪	-
Al_2O_3	۳۵,۳۷ ٪	۱۹,۲۹ ٪
SiO_2	۱,۲۰ ٪	۲,۰۶ ٪
P_2O_5	-	۰,۲۷ ٪
SO_3	۰,۶۵ ٪	۶,۴۹ ٪
K_2O	-	۶۰۰ ppm
CaO	۰,۵۱ ٪	۷,۴۶ ٪
TiO_2	۵۸,۴۱ ٪	۳۴,۲۸ ٪
V_2O_5	۰,۲۱ ٪	-
Cr_2O_3	۰,۸۹ ٪	۱,۶۱ ٪
Fe_2O_3	۰,۶۵ ٪	۰,۳۰ ٪
ZrO_2	۰,۲۲ ٪	-
Cu_2O	۳۰۰ ppm	۴۰۰ ppm
BaO	۰,۴۷ ٪	۲۵,۶۱ ٪
Zn	۴۰۰ ppm	۴۵۰ ppm
Sr	-	۰,۲۷ ٪

۳ـ۳ـ روش هضم اسیدی برای استحصال دی اکسید تیتانیم

در روش هضم اسیدی با استفاده از اسید، نمونه مورد نظر هضم داده می‌شود تا نمونه به طور کامل در اسید مورد نظر حل شود، سپس نمونه هضم شده با اسید از کاغذ صافی با مش ریز عبور داده شده و از رسوب باقی‌مانده روی کاغذ صافی و محلول زیر صافی آزمون ICP گرفته شد (جدول ۳).

طبق نتیجه آزمون ICP انجام شده، اسید سولفوریک بهترین اسید برای هضم اسیدی لجن رنگ شناخته شد.

۳ـ۴ـ رسوب‌دهی شیمیایی توسط قلیایی‌کردن

در این قسمت مایعی را که زیر صافی پس از هضم با اسیدهای مورد نظر به دست آمد با سود شش نرمال تیتر کرده و pH را به حدود ۹ رسانده و محلول را صاف نموده و از محلول زیر صافی آزمون ICP گرفته شد. طبق نتیجه آزمون ICP گرفته شده از محلول زیر صافی پس از تیتر با NaOH ، بیشتر TiO_2 روی صافی باقی‌مانده و در محلول زیر صافی مقدار TiO_2 بسیار ناچیز است. بنابراین برای خالص‌سازی در مراحل بعد، از ماده خشک روی صافی استفاده شد.(جدول ۴)

جدول ۳: آنالیز ICP از مایع ریز صافی پس از هضم با اسیدهای مورد نظر.

	نام عنصر	غلظت (mg/l)
واکنش با اسید نیتریک	Al	۷۹۰,۲
	Ba	۱,۳۰
	Ti	۷۶,۶۰
واکنش با تیزاب سلطانی	Al	۷۵۰,۰
	Ba	۰,۶۵
	Ti	۱۰۴,۲
واکنش با اسید کلریدریک	Al	۷۶۶,۸
	Ba	۰,۱۸
	Ti	۳۱۱,۶
واکنش با اسید سولفوریک	Al	۶۲۰,۰
	Ba	۰,۲۵
	Ti	۱۰۳۶,۸

جدول ۴: نتیجه آزمون ICP گرفته شده ازغلظت مایع زیر صافی پس از تیتر با NaOH.

	نام عنصر	غلظت (mg/l)
مایع حاصل از واکنش با تیزاب سلطانی و تیتر شده با NaOH	Al	۱,۶۱
	Ba	۰,۰۰۱
	Ti	< ۰,۰۱
مایع حاصل از واکنش با اسید کلریدریک و تیتر شده با NaOH	Al	۲۵۴,۲
	Ba	۰,۰۰۲
	Ti	< ۰,۰۱
مایع حاصل از واکنش با اسید نیتریک و تیتر شده با NaOH	Al	۱۳۸,۳
	Ba	۰,۰۰۶
	Ti	< ۰,۰۱
مایع حاصل از واکنش با اسید سولفوریک و تیتر شده با NaOH	Al	۵۴,۲
	Ba	۰,۰۱۲
	Ti	< ۰,۰۱

۳ـ۵ـ خالص‌سازی

در این مرحله، به علت این که فلز تیتانیم و آلومینیم از نظر ابعاد، بسیار به هم نزدیک هستند جداسازی این دو فلز کمی مشکل به نظر می‌رسد. روش‌های مورد استفاده در این تحقیق برای خالص‌سازی دی‌اکسید تیتانیم، شامل استفاده از روش الکترولیز (احیای مستقیم الکترو شیمیایی) می‌باشد [۲۰، ۱۹].

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۵: نتیجه آزمون آنالیز عنصری XRF پس از الکترولیز در آند.

ردیف	ترکیبات موجود در لجن رنگ	فرمول شیمیایی ترکیبات موجود در لجن رنگ	درصد ترکیبات موجود در لجن رنگ
۱	دی اکسید سیلسیم	SiO_2	۱,۲۷ ٪
۲	دی اکسید تیتانیم	TiO_2	۷۵,۳ ٪
۳	اکسید باریم	BaO	۶۰۰ ppm
۴	اکسید کلسیم	CaO	۱,۳۰ ٪
۵	اکسید آهن	Fe_2O_3	۴۰۰ ppm
۶	L . O . I	-	۳۰,۳ ٪

۳ـ۵ـ۱ـ الکترولیز

یکی دیگر از روش‌هایی که جهت خالص‌سازی دی اکسید تیتانیوم از بقیه اکسیدها استفاده شد، روش الکترولیز مذاب دی اکسید تیتانیوم بود. که در این روش الکترولیز در داخل کوره در محدوده دمایی ۸۵۰ تا ۹۵۰ درجه سانتی‌گراد و با استفاده از کلرید کلسیم مذاب انجام شد. پس از الکترولیز مذاب، مقدار دی اکسید تیتانیم در آزمون XRF به حدود ۷۵,۳٪ در قطب آند الکترود رسید (جدول ۵).

۴ـ نتیجه‌گیری

به منظور جداسازی دی اکسید تیتانیم از دیگر اکسیدها ابتدا از روش شناورسازی استفاده شد تا بر اساس وزن اکسیدها از یکدیگر جدا شدند. پس از شناورسازی و با کمک آزمون XRF ترکیبات در دو فاز متشکله در آب مشخص شد. ترکیبات تیتانیم حدود ۴۱٪ در فاز معلق و حدود ۳۴,۲۸٪ در رسوبات بود. اما با توجه به این که درصد خلوص تیتانیم به دست آمده مقدار بهینه‌ای محسوب نمی‌شد از این روش صرف نظر شده و از روش الکترولیز برای جداسازی تیتانیم از سایر عناصر به خصوص دی‌اکسید آلومینیم استفاده شد. نتایج آزمون‌های XRF صورت گرفته پس از الکترولیز نشان داد که خلوص دی اکسید تیتانیم حاصله پس از الکترولیز ۷۵ درصد بوده که نسبت به روش شناورسازی درصد بالاتری از این ماده به دست آمده است. این روش نسبت به روش‌های دیگر مانند روش‌های تصفیه لجن رنگ و حتی روش‌های دیگر بازیافت لجن رنگ هزینه اقتصادی کمتری در برداشته و دی اکسید تیتانیم با کیفیت بهتری بازیافت خواهد شد که در فرآیند رنگ‌سازی صنایع خودروسازی قابل استفاده دوباره خواهد بود.

۵ـ مراجع

1. S. Khazir, Investigation of accepting treatment wastewater of automobile manufactories of Iran ,Msc thesis ,Azad University Science and Research University branch ,Iran, 2001, (In Persian).
2. M. Afsharpanah, Investigation of capasibility of recycling metal industry and non-metallic wastewater of Tehran, Msc thesis,Tehran University of Medical Sciences, Iran, 2002,(In Persian).
3. A. R. Tehrani –Study of the effective parameters on decolorization of C.I. reactive black 5 wastewater by ozonation. *J. Color Sci. Tech*. 2(2007), 67-75.
4. M. Ziayi, Planning a model of productivity promotion automobilie industries with the using benchmarking method ,Msc thesis, Amir Kabir University, Iran, 2003 (In Persian).
5. M. Khezri, S.Tabibian, M. Shariat, Reduction of pollutants in painting operation and suggestion of an optimal technique for extracting titanium dioxide from paint sludge in car manufacturing industries-case study(SAIPA), TIH, technol, 28(2011), 28-41.
6. N. L. Nemrow, Industrial wastet treatment, Butterworth – Heinman, Inc, UK, 2007, 187.
7. M. Mirabi, Management of minimization of hazardouse wasts in paint booth at Iran Khodro factory .Msc thesis, Tarbiat Modarres University, Iran, 2001.
8. Z. Mesgari, M. Gharagozlou, A. Khosravi, K. Gharanjig, Synthesis and characterization of novel hybrid nanocomposite containing modified titanium dioxide nanoparticles and tetraisoindole organic pigment. *J. Color Sci. Tech*. 5(2011), 227-233.
9. A. Dalvand –Investigation of electrochemical coagulation process efficiency for removal of reactive red 198 from colored wastewater. *J. Color Sci. Tech*. 3(2008), 97-105.
10. Tp. Brannan ,Recovery and Reuse of Paint Solid from Wastewater, Us Pat.4096061,1978
11. K. Narula Chaitanya ,Pyrolytic Conversion of Paint Sludge to Useful Material ,Us Pat .5543367,1996
12. Ford award –Winning Technology Improves Paint Quality Emmisions, 2001
13. B. Rezaei, Flotation, University of Hormozgan, Inc. Tehran, 1971, 25-41.
14. A. Jalaei, Investigation of factors in titanium oxide electrolysis, Msc thesis, Tarbiat Modarres University, Iran,

Archive of SID

www.SID.ir

2002.
15. L. Clesceri, A.Greenberg, Standard Method for Examination Water and Wastewater, 2002.
16. E. Douglas, Instrumental analysis principles, ALIBRIS, Inc. NewYork, 2010, 23-40
17. E. Douglas, Instrumental Analysis Principles,UPC, Inc. 2002, 34-48.
18. APHA, AWWA, WPCF, Standard Method for Examination Water and Wastewater,20th Ed, American and Water Pollution Control Federation Washington, DC,1998
19. H. Sanghvi, J. L. Massingill, Recycling paint overspray. *J. Coat. Technol*. 74(2002), 143-145.
20. A. Reife, H. S. Freeman, Environmental Chemistry of Dyes and Pigments, John Wiley and Sons,Inc:,1996.

Archive of SID

www.SID.ir