بررسی اثر عوامل مختلف بر روی کیفیت روغن پایه تولیدی در کارخانجات تصفیه دوم

بابک مهردل، مهرداد منطقیان و(*) شهرزاد باقری فام
مهندسی شیمی- دانشگاه تربیت مدرس
mehrdel@modares.ac.ir
(*)دانشگاه آزاد اسلامی- واحد کرج

چکیده

تفاوت عمده آن دسته از روانکارهایی که از برش نفتی (Petroleum fraction) حاصل می‌شوند با محصولات کارخانجات پالایش دوم، در کیفیت رنگ این محصولات می‌باشد که می‌توان آنرا از جمله مشکلات بارز این فراورده ها به شمار آورد. در این مقاله تغییرات قابل اجرا برروی خط تولید کارخانجات پالایش روغن‌های کارکرده به منظور بهبود کیفیت رنگ محصولات نهایی مورد بررسی قرار گرفته است. روشی که در صنعت پالایش روغن‌های کارکرده به کار گرفته می شود، روش Acid wash و خنثی‌سازی آن و در نهایت عمل روشن‌سازی رنگ محصول توسط ترکیبات جاذب سطحی همچون بنتونت می‌باشد که بسته به کیفیت کار صورت گرفته درهربخش،رنگ محصولات این کارخانجات طبق اندازه‌گیری LOVIBOND از۲ تا ۴/۵ متغیر می‌باشد.

در این تحقیق مراحل مختلف در خط تولید مورد بررسی قرار گرفت و عوامل موثر بر کیفیت فراورده، شناسایی شد. از بین آنها عواملی که بالاترین درصد تأثیرگذاری را از طریق آزمون‌های صورت گرفته برروی نمونه داشتند انتخاب و میزان تاثیر آنها بررسی شد. از جمله این موارد بررسی تغییرات دما در برج تقطیر، مقدار اسید مصرفی، دمای شستشوی اسیدی، تغییر میزان ماده رنگبر و دمای مخازن رنگبری بود . به منظور اطمینان از کیفیت محصول به دست آمده خواص فیزیکی، شیمیایی محصول مورد بررسی دقیق قرار گرفت.

گرانروی، شاخص گرانروی ، نقطه اشتعال (Flash point) و نقطه ریزش از جمله خواص مورد بررسی بودند.

Experimental study of some parameters on the quality of the base oil Manufactured in the reclaim units

Babak Mehrdel ,Mehrded Manteghian andShahrzad Baqerifam1
Chemical Engineering Division, The University of Tarbiat Modares, I. R. Iran

ABSTRACT

Difference in color is a major source of distinction between the lubricants extracted directly from the lubecuts and those manufactured in the reclaim units.The mentioned difference can be regarded as one of the main problesm for these products.In order to imporve the color quality of final product, possible modifications in the reclamation method have been investigated. Th effort has been described in this paper. Acid wash, followed by neutralization and a final discoloration using surface active agents such as bentonite,is the method which has been used,and depending on the quality of what has been done,the level of clearness of the product could therefore vary between 2 to 4.5 on the LOVIBOND scale.

In this research, different processes in production line has been investigated and the dominant parameters on the product quality, has been indentified. Among these, the factors which have the maximum effectiveness on the samples, have been chosen. Temperature variation in the

distillation tower, the amount of acid used, the acid wash temperature, the amount of surface active agents, the discoloration temperature and temperature required for discoloring reservoirs, were among the studied parameters. In order to make sure about the quality of the obtained product, the physical and chemical properties of the product have been taken under the precise consideration. Viscosity index, flash point, and fall-out point are among the properties which have been studied.

بررسی عوامل مهم در Acid Wash

سیستم را در مرحله اسید زنی می‌توان یک سیستم دو جزئی در نظر گرفت. ضمن ثابت نگه داشتن فشار، تغییرات دو عامل بسیار مهم و اساسی، دما و میزان اسید مصرفی بررسی شد. شایان توجه است که این بخش از خط تولید از قسمتهای بسیار مهم و حساس در امر تولید مطلوب به شمار رفته و تغییرات کوچک، موجب اثرات مثبت یا منفی بزرگی در امر تولید می‌شود. با علم به اینکه واکنش روغن تقطیر شده با اسید سولفوریک واکنش گرمازاست لذا انجام واکنش در دماهای پائین ،نتایج مطلوبی را در بردارد. تغییرات دمایی بررسی شده در این بخش $۲۰^{\circ}C$ تا $۳۸^{\circ}C$ می‌باشد. طبق قانون اول ترمودینامیک انرژی داخلی سیستم ثابت می‌ماند مگر آنکه با انجام کار یا انتقال گرما مقدار آن تغییر کند.در این مرحله نیز موقعی که سیستم از حالت اولیه i با انرژی داخلی u_i و در نتیجه افزودن اسید به حالت نهایی با انرژی u_f منتقل شود، تغییرات انرژی داخلی آنرا می‌توان به صورت $\Delta u=u_f-u_i$ نمایش داد [۲].

تغییرات انرژی در این مرحله بسیار تأثیرگذار و نباید چندان محسوس باشد. با توجه به دیاترمیک بودن مخازن، انرژی داخلی سیستم تغییر می‌کند که اثر این تغییر ممکن است بسته به دمای محیط، مطلوب یا نامطلوب باشد. چنانچه دمای محیط، کمتر از دمای سیستم بعد از اضافه کردن اسید باشد (به دلیل گرمازا بودن واکنش) شرایطی مناسب برای پیشرفت واکنش فراهم می شود و در صورتی که دمای محیط گرمتر از محیط واکنش باشد، طبق اصل لوشاتلیه واکنش در جهت برگشت، پیش خواهد رفت که موجب نامطلوب شدن رنگ و کیفیت روغن خواهد شد. در چنین مواردی باید از تغییر انرژی داخلی سیستم توسط محیط خارجی، جلوگیری کرد.

میزان اسید مصرفی در اسیدزنی

در این مرحله اسید سولفوریک با ترکیبات غیراشباع قطبی و آسفالتی ترکیب می‌شود و ترکیبات املاح اسیدی تولید می‌کند که با اختلاف وزن مخصوص از روغن جدا می شوند.

چنانچه شرایط مناسب از جمله دما و میزان اسید در این مرحله به کار گرفته شود این لجن پس از ۲۴ ساعت کاملاً در ته مخازن نشست کرده و قابل جداسازی است .چنانچه میزان اسید مصرفی از حد مورد نیاز کمتر و یا بیشتر باشد مدت زمان نشست لجن بیشتر خواهد شد که این امر خود موجب تیرگی رنگ محصول می شود زیرا با ماندگاری بیش از لزوم اسید در سیستم ، واکنش‌های اضافی انجام می‌گیرند. مثلاً فلزاتی که در افزودنی های ضدخوردگی به کار گرفته می شوند، با اسید واکنش داده و تولید سولفات های فلزی خواهند کرد و موجب تیرگی رنگ محصول می شوند.یکی از عوامل مهم در شستشوی اسیدی، کاربرد مناسب همزن برای کامل شدن واکنش می‌باشد که در این مورد نیز بکارگیری بیش از زمان لازم همزن موجب شکستن مولکول‌های ترکیبات غیراشباع می شود و نشست لجن اسیدی را به تعویق می‌اندازد.

مرحله بعد که می‌توان آنرا مرحله آخر محسوب کرد خنثی سازی اسید مصرفی توسط آهک و یا کربنات سدیم و انجام عمل Bleaching توسط خاک رنگبر می باشد.

میزان خاک رنگبر در شفاف سازی روغن موثر بوده و لیکن استفاده بیش از حد آن، سیستم فیلتر پرس را در مرحله نهایی دچار مشکل خواهد کرد. لذا درصد وزنی بین ۷ تا ۸/۵ در صد نتیجه مطلوبی را به همراه خواهد داشت. در کارخانه هایی که سیستم رنگبری آنها به صورت بسته است، استفاده از خاکهای رنگبرفعال شده در دمای بالای ۱۸۰°C توصیه می شود لیکن در کارخانه هایی که مخازن رنگبری از نوع باز است دمای بالای ۱۷۰°C توصیه نمی‌شود چراکه این کار بر رنگ محصول اثر نامطلوب خواهد داشت. دمای مناسب در این شرایط بین ۱۵۰تا ۱۶۰ درجه سانتیگراد است تا فرصت عمل لازم برای بنتونیت فراهم شود ، ضمن‌آنکه روغن هم اکسید نخواهد شد.

شرح آزمایش

مقداری مواد اولیه را که توسط حرارت ، سوخت و مواد فرا ر از آن جدا شده است و اصطلاحاً روغن جوشیده نامیده می‌شود، مورد بررسی قرار دادیم . ویژگی نمونه و شرایط آزمایش در جدول ۱ ارایه شده است.

جدول ۱- ویژگی و شرایط آزمایش روغن جوشیده

وزن روغن جوشیده آزمایش(g)	۵۰۰ گرم
دمای آزمایش	۲۱درجه سانتیگراد
جرم حجمی نمونه	۰/۸۸ (g/m^3)
مولاریته اسید مورد مصرفی	۱۶/۸
مدت زمان اسید زنی	۲۰ دقیقه
مدت زمان ته نشست (ساعت)	۲۴

سپس به مقدار مورد نظر اسید اضافه کرده وپس از گذشت مدتی که لجن اسیدی ته نشست کرد با مقدار مشخص خاک رنگبر ، مخلوط کرده و آن را حرارت دادیم بعد فیلتر کرده، دوباره میزان رنگ ، گرانروی ، جرم حجمی و نقطه فلش(جرقه) را در دمای ۱۰۰ درجه سانتیگراد اندازه گیری کردیم.به این ترتیب جدولی شامل سه متغیر مستقل و سه متغیر وابسته به دست آوریم. چون در اینجا هدف ما بررسی اثر این متغیرهای مستقل بر روی چهار عامل رنگ، گرانروی، جرم حجمی و نقطه فلش است، همه داده ها را در یک جدول وارد کرده (جدول ۲) و سپس بررسی آماری بر روی داده ها انجام شد.

روش بررسی آماری

در این قسمت برای بررسی اطلاعات و داده‌ها یک مدل درجه دوم و یا درجه چهارم از k متغیر پردازش شد. معادله به کار رفته برای مدل درجه دوم به صورت زیر است:

$$y = c + \sum_{i}^{k} c_i x_i + \sum_{i}^{k}\sum_{j}^{k} c_{ij} x_i x_j \qquad (۱)$$

این معادله را به صورت گسترده نوشته و با استفاده از داده‌ها و روش least squares ضرایب عامل ها به دست می‌آیند. البته برای ساده‌سازی، با استفاده از نرم‌افزار Eviews هریک از جمله‌ها به صورت زیر تغییر می‌کنند.

$A_1=X_1$
$A_2=X_2$

جدول۲–جایگزین سازی متغیرها برای استفاده در نرم افزار Eviews

$A_۱=X_۱$	$A_۹=X_۳^۲$	$A_{۱۷}=X_۳^۳$
$A_۲=X_۲$	$A_{۱۰}=X_۱^۳$	$A_{۱۸}=X_۱ X_۲^۲$
$A_۳=X_۳$	$A_{۱۱}=X_۲X_۱^۲$	$A_{۱۹}=X_۲ X_۳^۲$
$A_۴=X_۱X_۲$	$A_{۱۲}=X_۲X_۱^۲$	$A_{۲۰}=X_۱^۴$
$A_۵=X_۱X_۳$	$A_{۱۳}=X_۱X_۲^۲$	$A_{۲۱}=X_۲^۴$
$A_۶=X_۲X_۳$	$A_{۱۴}=X_۱X_۲X_۳$	$A_{۲۲}=X_۳^۴$
$A_۷=X_۱^۲$	$A_{۱۵}=X_۲^۳$	
$A_۸=X_۲^۲$	$A_{۱۶}=X_۳X_۲^۲$	

با جایگزین کردن متغیرها معادله ۱ به صورت زیر بازآرایی می شود.

$$Y = C+C_1A_1+ C_2A_2+ C_3A_3+ C_{12}A_4+ C_{13}A_5+C_{23}A_6 + C_{11} A_7+ C_{22} A_8+ C_{33} A_9 \quad (2)$$

مدل سازی

در ابتدا داده‌های به دست آمده از آزمایش را در جدول ۳ برحسب متغیرهای مستقل زیر مرتب کردیم:

میزان درصد اسید مورد استفاده (X_1)

میزان درصد خاک بنتونیت مورد استفاده (X_2)

دمای فرایند رنگبری برحسب درجه سانتیگراد (X_3).

تعداد ۵۰ آزمایش انجام شد که ۳۰ نمونه از آنها انتخاب شده است. برخی از آزمایشهایی که نتایج دور از انتظاری داشتند دوبار تکرار شدند و سپس از تایید و یا رد جواب یکی از آنها در بررسی آماری مورد استفاده قرار گرفته است و برخی از آزمایشها نیز به خاطر احتمال وجود خطا در انجام آزمایش دوباره تکرار شده اند.

ابتدا برای سهولت محاسبات هر یک از پارامتر های وابسته را با یک متغییر اندیس دار نشان می دهیم(جدول ۳).

Y_1: میزان رنگ محصول بر اساس لاوی باند

Y_2: میزان گرانروی را در دمای ۱۰۰°C

Y_3: میزان flash point محصول بر حسب درجه سانتیگراد

Y_4: میزان جرم حجمی محصول براساس g/cm^3 ،

تأثیر پارامترهای مختلف بر روی رنگ

در ابتدا یک الگوی مرتبه دوم را در نظر می‌گیریم:

$$Y = C+C_1A_1+ C_2A_2+ C_3A_3+ C_{12}A_4+ C_{13}A_5+ C_{23}A_6 + C_{11} A_7+ C_{22} A_8+ C_{33} A_9 \quad (3)$$

با در نظر گرفتن الگوی مرتبه دوم میزان ضریب هر یک از عوامل به صورت جدول۴ قابل دسترسی است.

با توجه به نتایج به دست آمده از جدول۴ و میزان وابستگی، می‌توان برخی از عوامل را نیز حذف کرد. لذا معادله حاصله با میزان خطای ۶۹٪ به صورت زیر خواهد بود:

$$y=C+C_1A_1+C_2A_2+C_3A_3+ C_{12}A_4+ C_{13} A_5+C_{23}A_6+ C_{11} A_7 \quad (4)$$

با توجه به میزان وابستگی از جدول ۴ می توان نشان داد که اهمیت عامل X_1 بسیار بیشتر از X_2 می‌باشد. یعنی اینکه رنگ محصول بیشتر از میزان اسید متاثر است.

حال اگر یک معادله با ۲۲ عامل در نظر بگیریم، نتایج جدول ۵ حاصل خواهد شد. که میزان مجذور خطا به ۹۶ درصد خواهد رسید. بدیهی است که در استفاده از الگوی معادله درجه۴، در برخی جمله ها از عوامل A_{13}، A_{16}، A_{11} به علت کوچک بودن وابستگی حذف شده است.

جدول۳- مقدار عوامل مستقل و وابسته به دست آمده از آزمایش

درصد اسید	درصد خاک رنگبر	درجه حرارت فرایند°C	رنگ لاوی باند	گرانروی	°Cدمای جرقه	جرم حجمی g/m^3
X_1	X_2	X_3	Y_1	Y_2	Y_3	Y_4
۱۰	۱۱	۱۵۰	۱	۹/۶۸	۱۹۰	۰/۸۷۸
۶	۱۱	۱۵۰	۱/۵	۹/۸	۱۹۰	۰/۸۸
۱۱	۱۱	۱۵۰	۱	۹/۶۸	۱۹۰	۰/۸۷۸
۹	۱۱	۱۶۰	۱/۵	۹/۷۸	۱۹۰	۰/۸۷۸
۸	۱۱	۱۶۰	۲	۹/۸	۱۹۰	۰/۸۸
۹	۸	۱۸۰	۲	۹/۷۸	۱۸۹	۰/۸۷۹
۱۰	۱۰	۱۴۰	۱/۵	۹/۶۸	۱۸۸	۰/۸۷۷
۹	۷	۱۸۰	۲	۹/۷۷	۱۸۹	۰/۸۷۸
۸	۸	۱۴۰	۲	۹/۸	۱۹۰	۰/۸۷۸
۹	۱۰	۱۷۰	۱/۵	۹/۸	۱۸۹	۰/۸۸۷
۱۰	۷	۱۴۰	۱/۵	۹/۶۸	۱۹۰	۰/۸۷۸
۱۰	۷	۱۴۰	۱/۵	۹/۷۸	۱۹۰	۰/۸۸
۸	۷	۱۸۰	۲	۹/۸	۱۹۰	۰/۸۸
۱۰	۱۰	۱۷۰	۱	۹/۷۷	۱۹۰	۰/۸۷۹
۹	۸	۱۴۰	۱/۵	۹/۸۶	۱۸۹	۰/۸۸۷
۹	۱۰	۱۵۰	۱/۵	۹/۸۱	۱۹۰	۰/۸۷۶
۶	۶	۱۵۰	۱/۵	۹/۸۱	۱۹۰	۰/۸۷۶
۶	۸	۱۵۰	۲	۹/۹۴	۱۹۰	۰/۸۸۱
۱۱	۱۰	۱۵۰	۱	۹/۸۸	۱۹۰	۰/۸۸
۹	۸	۱۶۰	۲	۱۰/۰۷	۱۹۰	۰/۸۸۲
۸	۸	۱۵۰	۲	۹/۶۸	۱۸۸	۰/۸۷۴
۱۱	۱۱	۱۶۰	۱	۹/۷۵	۱۹۰	۰/۸۸
۸	۱۱	۱۶۰	۱/۵	۹/۸	۱۸۸	۰/۸۸۲
۸	۸	۱۶۰	۲	۹/۸۸	۱۹۰	۰/۸۸۲
۱۰	۸	۱۵۰	۱/۵	۹/۶۸	۱۹۰	۰/۸۷۶
۱۰	۱۰	۱۶۰	۱/۵	۹/۷	۱۹۰	۰/۸۷۶
۱۱	۱۰	۱۶۰	۱/۵	۹/۶۸	۱۹۰	۰/۸۷۶
۹	۱۰	۱۵۰	۱/۵	۹/۷	۱۹۰	۰/۸۸
۱۱	۶	۱۶۰	۲	۹/۶۸	۱۸۸	۰/۸۷۸
۹	۶	۱۶۰	۱/۵	۹/۷	۱۹۰	۰/۸۸

جدول ۴- ضرایب عوامل و خطای معادله(۴)

متغییر وابسته Y_1				
متغییر	ضریب	خطای استاندارد	t– آماری	وابستگی
ا	-۱۴/۲۳	۱۳/۸۹	-۱/۰۲	۰/۳۱
أ	۰/۳۷	۰/۷۵	۰/۴۹	۰/۶۲
۲	۱/۴۴	۰/۶۳	۲/۲۸	۰/۰۳
۳	۰/۱۰	۰/۱۳	۰/۷۸	۰/۴۳
۴	-۰/۰۱	۰/۰۲۲	-۰/۸۲	۰/۴۲
۵	-۰/۰۴	۰/۰۲	-۲/۰۲	۰/۰۵
۶	۰	۰	-۰/۷۹	۰/۴۳
۷	-۰/۰۳	۰/۰۱	-۲/۲۱	۰/۰۳
۸	۰/۰۰۱	۰	۰/۱۹	۰/۸۴
۹	۰	۰	-۰/۹۲	۰/۳۶
R-squared	0/69	Mean dependent var		۱/۵۸
Adjusted R-squared	0/56	S/D. dependent var		۰/۳۴

جدول ۵ – ضرایب عوامل و خطای معادله(۵)

متغییر وابسته Y_1				
متغییر	ضریب	خطای استاندارد	t- آماری	وابستگی
C	۱۲۲۴۰/۷۶	۲۹۷۳/۴۲	۴/۱۱	۰/۰۰۴
A_1	-۶۴/۱۲	۴۴/۵۴۴	-۱/۴۳	۰/۱۹۳
A_2	۳۹۲/۱۱	۱۴۰/۱۶	۲/۷۹	۰/۰۲۶
A_3	-۳۳۱/۶۸	۸۱/۳۴۷	-۴/۰۷	۰/۰۰۴
A_4	۱/۸۱	۰/۸۹۷۶	۲/۰۲۲	۰/۰۸۲
A_5	۰/۳۹	۰/۱۹۳	۲/۰۵۸	۰/۰۷۸
A_6	-۰/۶۲	۰/۲۷۸	-۲/۲۴	۰/۰۵۹
A_7	۵/۱۰	۶/۷۴۸	۰/۷۵۵	۰/۴۷۴
A_8	-۶۲/۱۴	۲۲/۲۵۶	-۲/۷۹	۰/۰۲۶
A_9	۳/۱۸	۰/۷۸۸	۴/۰۴۳	۰/۰۰۴
A_{10}	-۰/۴۹	۰/۵۴۷	-۰/۹۰	۰/۳۹۶
A_{11}	۰	۰/۰۲۳	۰/۳۸۱	۰/۷۱۴
A_{12}	۰	۰/۰۰۸	۰/۹۰۲	۰/۳۹۶
A_{13}	۰	۰/۰۱۱	-۰/۰۱	۰/۹۸۹
A_{14}	-۰/۰۱	۰/۰۰۸	-۱/۵۹	۰/۱۵۴
A_{15}	۴/۸۰	۱/۷۲۱	۲/۷۸۸	۰/۰۲۷
A_{16}	۰	۰/۰۰۲	-۰/۲۵	۰/۸۰۶
A_{17}	-۰/۰۱	۰/۰۰۳	-۴/۰۱	۰/۰۰۵
A_{18}	۰	۰	-۲/۲۱	۰/۰۶۲
A_{19}	۰	۰	۲/۶۴۷	۰/۰۳۳
A_{20}	۰/۰۱	۰/۰۱۵	۰/۹۱۳	۰/۳۹۱
A_{21}	-۰/۱۳	۰/۰۴	-۲/۷۸	۰/۰۲۷
A_{22}	۰	۰	۳/۹۹۴	۰/۰۰۵
R-squared	۰/۹۶۱	Mean dependent var		۱/۵۸۳
Adjusted R-squared	۰/۸۴۲	S.D. dependent var		۰/۳۴۹

درمعادله ۵ نیز این مسئله که اهمیت پارامتر X1 بیشتر از X2 می‌باشد مورد اثبات قرار گرفت.

$$y=C+C_1A_1+ C_2A_2+ C_3A_3+ C_4A_4+C_5A_5+C_6A_6+ C_7 A_7+ C_8 A_8+C_9A_9+ C_{10}A_{10} + C_{14}A_{14} + C_{15} A_{15} +C_{17}A_{17}+ C_{20}A_{20}+ C_{21}A_{21} \quad (۵)$$

می‌توان نتیجه‌گرفت که در مورد رنگ محصول، آنچه که در مرحله نخست اهمیت قرار دارد، میزان درصد وزنی اسید به کار رفته است. سپس میزان اهمیت X_2 یا میزان درصد وزنی خاک اضافه شده قرار دارد و در نهایت میزان حرارت مورد استفاده در قسمت رنگبری دارای اهمیت است.

بررسی اثر عوامل مختلف برروی گرانروی محصول

در این قسمت اثر عوامل یاد شده را برروی گرانروی در دمای ۱۰۰°C مورد بررسی قرار داریم. در ابتدا از یک الگوی درجه دوم استفاده کردیم، نتایج در جدول ۶ آورده شده است.

معادله حاصله با حذف A_5 و A_6 به شرح زیر است:

$$y=C+C_1A_1+ C_2A_2+ C_3A_3+ C_{12}A_4 +C_{11}A_7+C_{22}A_8+C_{33}A_9 \quad (۶)$$

(A_6 به دلیل کوچک بودن ضریب حذف شد و نه وابستگی)

در معادله۶ میزان مجذور خطا ۳۶٪ می‌باشد، با استفاده از معادله درجه چهار میزان مجذور خطا از ۳۶ به ۷۶درصد افزوده شده است ولی با اضافه کردن عامل های جدید، به میزان دقت معادله اندکی افزوده شده است. با توجه به داده های به دست آمده فقط می‌توان A_5 را حذف کرد. لذا معادله‌ای که از روی این آزمایش‌ها و داده های مربوط به آن به دست آمده به صورت تقریبی می‌تواند گرانروی را پیشگویی کند. از بررسی جدول۷ و توجه به عوامل A_1 و A_7 می‌توان نتیجه گرفت که میزان درصد اسید مصرفی دارای بیشترین تأثیر بر گرانروی محصول است و هر چه میزان اسید مصرفی بیشتر باشد میزان گرانروی روغن پایه (محصول) کمتر خواهد شد.

کمترین اهمیت و تأثیرگذاری را نیز دمای رنگبری دارد. در مورد تأثیر میزان درصد خاک رنگبر نیز هرچه میزان خاک مورد استفاده بیشتر باشد، گرانروی پایین‌تر خواهد بود.

تأثیر عوامل مختلف بر نقطه جرقه محصول تصفیه شده

برای بررسی ، نقطه جرقه محصول از روش کاپ استاندارد و دماسنج استفاده شده است [۳].در ابتدا مانند موارد قبل از یک الگوی درجه دوم استفاده شد. نتایج در جدول ۸ آمده است.

جدول ۶- ضرایب عامل ها و خطای معادله(۶)

متغییر Y_2				
متغییر	ضریب	خطای استاندارد	t– آماری	وابستگی
C	۳/۷۹۷	۵/۲۴	۰/۷۲۴	۰/۴۷
A_1	۰/۱۵۴	۰/۲۸۳	۰/۵۴۶	۰/۵۹
A_2	۰/۲۰۰	۰/۲۳۸	۰/۸۳۷	۰/۴۱
A_3	۰/۰۵۶	۰/۰۵۱	۱/۰۹۴	۰/۲۸
A_4	۰/۰۰۵	۰/۰۰۸	۰/۶۷۵	۰/۵۰
A_5	-۰/۰۱۷	۰/۰۰۸	-۲/۱۱۷	۰/۰
A_6	۰	۰/۰۰۰۱	-۱/۰۴۶	۰/۳۰
A_7	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۶	۰/۰۴۵	۰/۹۶
A_8	-۰/۰۰۲	۰/۰۰۲	-۰/۸۸۶	۰/۳۸
A_9	۰/۰۰۰۵	۰/۰۰۱	۰/۴۸۶	۰/۶۳
R-squared	۰/۳۶۲	Mean dependent var		۹/۷۷
Adjusted R-squared	۰/۰۷۵	S.D. dependent var		۰/۰۹

جدول-۷ ضرایب عامل ها و خطا دریک معادله درجه چهار

متغییر $Y_۲$				
متغییر	ضریب	خطای استاندارد	t- آماری	وابستگی
C	-۱۹۹۳/۸۶	۱۹۳۴/۱۹	-۱/۰۳	۰/۳۴
$A_۱$	-۴۳/۶۰	۲۸/۹۸	-۱/۵۰	۰/۱۸
$A_۲$	-۱۰۳/۲۸	۹۱/۱۸	-۱/۱۳	۰/۲۹
$A_۳$	۶۱/۶۲	۵۲/۹۲	۱/۱۶	۰/۲۸
$A_۴$	-۰/۲۱	۰/۵۸	-۰/۳۶	۰/۷۳
$A_۵$	-۰/۰۱	۰/۱۳	-۰/۰۵	۰/۹۶
$A_۶$	۰/۲۳	۰/۱۸	۱/۲۴	۰/۲۵
$A_۷$	۷/۶۷	۴/۳۹	۱/۷۵	۰/۱۲
$A_۸$	۱۵/۵۵	۱۴/۴۸	۱/۰۷	۰/۳۲
$A_۹$	-۰/۶۲	۰/۵۱	-۱/۲۰	۰/۲۷
$A_{۱۰}$	-۰/۵۴	۰/۳۶	-۱/۵۱	۰/۱۸
$A_{۱۱}$	-۰/۰۱	۰/۰۲	-۰/۸۷	۰/۴۱
$A_{۱۲}$	-۰/۰۱	۰/۰۱	-۰/۹۶	۰/۳۷
$A_{۱۳}$	۰	۰/۰۱	-۰/۱۴	۰/۸۹
$A_{۱۴}$	۰	۰/۰۱	۰/۵۶	۰/۵۹
$A_{۱۵}$	-۱/۲۰	۱/۱۲	-۱/۰۷	۰/۳۲
$A_{۱۶}$	۰	۰	-۰/۶۷	۰/۵۳
$A_{۱۷}$	۰	۰	۱/۲۳	۰/۲۶
$A_{۱۸}$	۰	۰	۰/۵۶	۰/۵۹
$A_{۱۹}$	۰	۰	-۱/۲۷	۰/۲۴
$A_{۲۰}$	۰/۰۲	۰/۰۱	۱/۵۵	۰/۱۶
$A_{۲۱}$	۰/۰۳	۰/۰۳	۱/۰۹	۰/۳۱
$A_{۲۲}$	۰	۰	-۱/۲۶	۰/۲۵
R-squared	۰/۷۶۱۹	Mean dependent var		۹/۷۷
Adjusted R-squared	۰/۰۱۳۸	S.D. dependent var		۰/۰۹۰۸

جدول۸-ضرایب پارامترها و خطا دریک معادله درجه دوم

متغییر $Y_۳$				
متغییر	ضریب	خطای استاندارد	t– آماری	وابستگی
C	۱۷۳/۷۶	۴۸/۲۲	۳/۶۰	۰
$A_۱$	۰/۲۸	۲/۶۰	۰/۱۱	۰/۹۲
$A_۲$	-۱/۲۴	۲/۲۰	-۰/۵۶	۰/۵۸
$A_۳$	۰/۲۵	۰/۴۸	۰/۵۳	۰/۶۰
$A_۴$	۰/۰۴	۰/۰۸	۰/۵۶	۰/۵۸
$A_۵$	-۰/۰۲	۰/۰۷	-۰/۳۲	۰/۷۵
$A_۶$	۰	۰	-۰/۵۶	۰/۵۸
$A_۷$	۰/۰۶	۰/۰۶	۱/۱۵	۰/۲۶
$A_۸$	-۰/۰۱	۰/۰۲	-۰/۵۶	۰/۵۸
$A_۹$	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۶۴	۰/۵۳
R-squared	۰/۱۵۰	Mean dependent var		۱۸۹/۶
Adjusted R-squared	-۰/۲۳۲	S.D. dependent var		۰/۷۲۴

میزان مجذور خطا (R^2) ۱۵درصد می‌باشد(جدول۸). بنابراین خطای آن زیاد است. در استفاده از یک الگوی درجه چهار اصلاح شده همراه با ۲۲ عامل، میزان مجذور خطا (R^2) به ۷۰ درصد می‌رسد (جدول ۹).

با توجه به جداول ۸ و ۹ از لحاظ اهمیت عامل ها و نحوه تأثیر گذاری آنها برروی نقطه جرقه می‌توان گفت میزان اسید به کار رفته دارای تأثیر بیشتری نسبت به سایر عوامل خواهد بود و دمای قسمت رنگبری دارای کمترین تأثیر خواهد بود. افزایش میزان اسید باعث افزایش دمای نقطه جرقه(Flash Point) خواهد شد چرا که این اسید موجب شکسته شدن زنجیر های روغن شده و زنجیر های کوتاه تر و سبک تر در قسمت حرارت دهی وارد فاز گاز می شوند لذا باقیمانده دارای دمای نقطه جرقه بالاتری خواهد بود. ولی سرعت تأثیر آن بسیار کند است. در مورد خاک رنگبر مورد استفاده، هر چه میزان مصرف آن بیشتر باشد دمای نقطه جرقه تنزل خواهد یافت. در مورد دمای فرایند رنگبری نیز هر چه دما افزایش یابد میزان دمای نقطه جرقه افزوده خواهد شد. از لحاظ تئوری نیز، افزایش دما موجب انتقال هیدروکربن‌های سبک به فاز گاز شده و لذا باقیمانده که دارای هیدروکربن های سنگینتری است موجب افزایش دمای نقطه جرقه خواهد شد[۴] از عوامل دیگر هرگاه که روغن مستعمل دارای نقطه جرقه بالایی باشد روغن پایه تولیدی در انتهای خط نیز دارای نقطه جرقه بالایی خواهد بود.

جدول۹- ضرایب عامل ها و خطا دریک معادله درجه چهار

متغییر Y_3				
متغییر	ضریب	خطای استاندارد	t- آماری	وابستگی
C	−۱۰۰۰۲/۷۹	۱۷۱۶۸/۱۹	−۰/۵۸	۰/۵۸
A_1	۳/۸۶	۲۵۷/۲۰	۰/۰۲	۰/۹۹
A_2	−۹۴۵/۳۷	۸۰۹/۳۲	−۱/۱۷	۰/۲۸
A_3	۳۲۸/۹۲	۴۶۹/۶۹	۰/۷۰	۰/۵۱
A_4	−۷/۷۳	۵/۱۸	−۱/۴۹	۰/۱۸
A_5	۰/۴۰	۱/۱۲	۰/۳۶	۰/۷۳
A_6	۱/۸۲	۱/۶۱	۱/۱۳	۰/۳۰
A_7	−۵/۸۴	۳۸/۹۷	−۰/۱۵	۰/۸۹
A_8	۱۴۸/۰۰	۱۲۸/۵۱	۱/۱۵	۰/۲۹
A_9	−۳/۳۵	۴/۵۵	−۰/۷۴	۰/۴۹
A_{10}	۱/۲۴	۳/۱۶	۰/۳۹	۰/۷۱
A_{11}	−۰/۱۱	۰/۱۳	−۰/۸۵	۰/۴۲
A_{12}	−۰/۰۶	۰/۰۵	−۱/۳۳	۰/۲۲
A_{13}	۰/۰۱	۰/۰۶	۰/۲۰	۰/۸۵
A_{14}	۰/۰۶	۰/۰۵	۱/۳۲	۰/۲۳
A_{15}	−۱۱/۳۲	۹/۹۴	−۱/۱۴	۰/۲۹
A_{16}	−۰/۰۱	۰/۰۲	−۰/۶۱	۰/۵۶
A_{17}	۰/۰۱	۰/۰۲	۰/۷۶	۰/۴۷
A_{18}	۰	۰	۰/۱۷	۰/۸۷
A_{19}	−۰/۰۱	۰/۰۱	−۱/۳۵	۰/۲۲
A_{20}	−۰/۰۳	۰/۰۹	−۰/۳۸	۰/۷۱
A_{21}	۰/۳۲	۰/۲۸	۱/۱۴	۰/۲۹
A_{22}	۰	۰	−۰/۷۷	۰/۴۷
R-squared	۰/۷۰۴	Mean dependent var		۱۸۹/۶۰
Adjusted R-squared	−۰/۲۲۴	S.D. dependent var		۰/۷۲

اثر عوامل یاد شده برروی جرم حجمی

هنگامی که از یک الگوی درجه دوم با ۱۰ عامل برای ارزیابی تغییرات جرم حجمی محصول استفاده شد نتایج طبق جدول ۱۰ به دست آمد و میزان مجذور خطا برابر ۰/۱۹ شد. در استفاده از یک الگوی درجه چهار، نتایج طبق جدول ۱۱ می باشد و میزان مجذور خطا به ۰/۹۱ می‌شود. از نتایج به دست آمده در جداول۱۰و۱۱ مشخص می‌شود که جرم حجمی محصول بیشتر به دما بستگی دارد و این نتیجه تا اندازه‌ای قابل پیش بینی است زیرا هرچه دما افزایش یابد میزان انتقال هیدروکربن‌های سبک به فاز گاز بیشتر شده و محصول دارای هیدروکربن‌های سنگین‌تری خواهد بود، لذا جرم حجمی افزوده خواهد شد. باید توجه داشت که عامل دیگری نیز در تعیین جرم حجمی اهمیت دارد و آن جرم حجمی روغن مستعمل در ابتدای تولید می‌باشد.

نتیجه گیری

در این تحقیق اثر عواملی چند بر روی روغن پایه تولیدی مورد بررسی قرار گرفت که اولاً بتوان به محصولی با کیفیت بالا با هزینه کمتر دست یافت، ثانیاً برای بدست آوردن محصولی با مشخصات خاص از روشی استفاده شود که آسیب کمتری به محیط زیست وارد سازد زیرا نباید فراموش کرد که دفع ته نشست اسیدی(لجن) خسارت های جبران ناپذیری به محیط زیست وارد می سازد لذا باید با اصلاح روشها تلاش کرد میزان آسیب کمتری به محیط کمتر شود. چنانچه بدانیم برای تولید محصولی با کیفیت خاص، چه عواملی را می توانیم تغییر دهیم این خود موجب تولید ضایعات کمتر شده که اهمیت خاصی را از نقطه نظر هزینه و محیط زیست دارا می باشد.

جدول۱۰-ضرایب عامل ها و خطا دریک معادله درجه دوم

متغییر $Y_۴$				
متغییر	ضریب	خطای استاندارد	t- آماری	وابستگی
C	۰/۸۷۵۴	۰/۱۸۹۰	۴/۶۳۲۷	۰/۰۰۰۲
$A_۱$	۰/۰۱۰۹	۰/۰۱۰۲	۱/۰۶۹۵	۰/۲۹۷۶
$A_۲$	-۰/۰۰۵۶	۰/۰۰۸۶	-۰/۶۴۷۵	۰/۵۲۴۷
$A_۳$	-۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۱۹	-۰/۱۶۶۵	۰/۸۶۹۴
$A_۴$	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۶۶	۰/۹۹۴۸
$A_۵$	-۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۳	-۰/۴۰۲۸	۰/۶۹۱۳
$A_۶$	۰	۰	۰/۲۷۰۸	۰/۷۸۹۳
$A_۷$	-۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۲	-۰/۹۲۰۱	۰/۳۶۸۵
$A_۸$	-۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	-۰/۸۲۵۱	۰/۴۱۹۰
$A_۹$	۰/۰۰۰۱	۰	۱/۴۳۰۴	۰/۱۶۸۰
R-squared	۰/۱۹۶	Mean dependent var		۰/۸۸
Adjusted R-squared	-۰/۱۶۵	S.D. dependent var		۰

جدول ۱۱- ضرایب عامل ها و خطا دریک معادله درجه چهار

متغییر $Y_۴$				
متغییر	ضریب	خطای استاندارد	t- آماری	وابستگی
C	-۱۳۰/۳۵۸	۳۶/۲۹۶	-۳/۵۹۱	۰/۰۰۹
$A_۱$	-۱/۱۷۹	۰/۵۴۴	-۲/۱۶۸	۰/۰۶۷
$A_۲$	-۴/۴۷۹	۱/۷۱۱	-۲/۶۱۷	۰/۰۳۵
$A_۳$	۳/۷۳۴	۰/۹۹۳	۳/۷۶۱	۰/۰۰۷
$A_۴$	۰/۰۰۶	۰/۰۱۱	۰/۵۲۲	۰/۶۱۸
$A_۵$	-۰/۰۰۳	۰/۰۰۲	-۱/۴۴۱	۰/۱۹۳
$A_۶$	۰/۰۱۲	۰/۰۰۳	۳/۵۳۱	۰/۰۱۰
$A_۷$	۰/۲۶۴	۰/۰۸۲	۳/۲۰۶	۰/۰۱۵
$A_۸$	۰/۶۲۱	۰/۲۷۲	۲/۲۸۵	۰/۰۵۶
$A_۹$	-۰/۰۳۷	۰/۰۱۰	-۳/۸۰۳	۰/۰۰۷
$A_۱۰$	-۰/۰۲۲	۰/۰۰۷	-۳/۲۷۶	۰/۰۱۴
$A_۱۱$	۰	۰	۱/۳۶۷	۰/۲۱۴
$A_۱۲$	۰	۰	۱/۳۰۰	۰/۲۳۵
$A_۱۳$	۰	۰	۲/۱۵۱	۰/۰۶۹
$A_۱۴$	۰	۰	-۱/۱۴۹	۰/۲۸۸
$A_۱۵$	-۰/۰۴۸	۰/۰۲۱	-۲/۲۶۶	۰/۰۵۸
$A_۱۶$	۰/۰۰۰	۰	-۱/۵۵۹	۰/۱۶۳
$A_۱۷$	۰	۰	۳/۸۳۱	۰/۰۰۷
$A_۱۸$	۰	۰	۰/۷۶۱	۰/۴۷۱
$A_۱۹$	۰	۰	-۲/۸۶۶	۰/۰۲۴
$A_۲۰$	۰/۰۰۱	۰	۳/۲۳۸	۰/۰۱۴
$A_۲۱$	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۲/۲۶۸	۰/۰۵۸
$A_۲۲$	۰	۰	-۳/۸۴۸	۰/۰۰۶
R-squared	۰/۹۱۹	Mean dependent var		۰/۸۸
Adjusted R-squared	۰/۶۶۳	S.D. dependent var		۰

منابع

[۱]. B.K.Bhaskara Rao, Modern Petroleum Refining Processes, UBS Publisher’s distributors,... ,2001.

[۲] ترمودینامیک مهندسی شیمی ،اسمیت ون نس ، ۱۳۷۸

[۳] استاندارد ملی ایران شماره ۱۹۸

[٤].Douglas. M. Ruthhven, Principle of adsorption & adsorption processes, John Wily&sons,...,1999.