

# رهپافت پارس

نشریه علمی، تخصصی و فنی

تحقیق و توسعه شرکت نفت پارس

سال نخست، شماره پنج، مرداد ماه ۱۳۹۶



- کار ایمن در پالایشگاه
- روغن های ترانسفورمر (بخش دو)
- حفاظت از پالایشگاه در برابر تروریسم
- فیلتر شدن آنتی فوم ها
- بالانس شفت های صلب (بخش دو)
- تصفیه هیدورژنی با نانو کاتالیست ها
- پودر های گرافیتی با خلوص بالا (بخش دو)
- تاریخچه گریس (ادامه)

## در این شماره می خوانید:

- ۲ کار ایمن در صنعت و پالایشگاه
- ۷ روغن ترانسفورماتور (بخش دو)
- ۱۴ محافظت پالایشگاه در برابر تروریسم
- ۱۹ امکان فیلتر شدن آنتی فوم در فیلترها
- ۲۳ کیفیت مورد نیاز برای بالانس شفت های  
صلب (بخش دو)
- ۲۷ کاربرد نانو کاتالیست ها در تصفیه  
هیدروژنی فراورده های نفتی
- ۳۱ پودرهای گرافیتی با خلوص بالا
- ۳۳ تاریخچه گریس
- ۳۷ نمایشگاه نفت و گاز در آفریقا

برداشت از مطالب نشریه با یاد آوری مرجع

آزاد می باشد.



تصویر روی جلد : روانکار دنده های مارپیچ (اینترنت)

## رهیافت پارس

موضوع : نشریه عملی ، تخصصی و فنی در زمینه

صنعت روانکارها

شیوه نشر: الکترونیکی

آدرس الکترونیکی:

[radmagazine@parsoilco.com](mailto:radmagazine@parsoilco.com)

محمد صادق تدین

مدیر تحقیق و توسعه

بگونه ای که بتوان از فاصله مناسب و بویژه در شرایط بحران آنها را دید.

چندین روش نشانه گذاری برای مواد شیمیایی مختلف که ممکن است تحت شرایط خاص، خطراتی برای انسان، حیوانات یا محیط زیست ایجاد کنند در دنیا رایج شده است که هر کدام از این روش ها با اهداف خاص طراحی و به اجرا گذاشته شده اند.

سه موردی که مهمتر از بقیه هستند و به طور عمومی پذیرفته شده اند عبارتند از:

- لوزی خطر NFPA 704
- پلاکارد DOT
- OSHA HazCom 2012

پلاکارد های دات<sup>۲</sup> مخاطرات هنگام جابجایی مواد شیمیایی را نشان می دهند و معمولاً روی تانکر های حمل، مخازن بالک، کانتینر ها و دیگر انواع بسته بندی های مواد شیمیایی نصب می شوند.

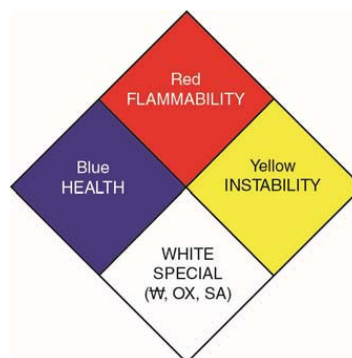


علایم و نشانه های سلامتی OSHA<sup>۳</sup> مخاطرات مواد شیمیایی را هنگام کارکرد معمول با آنها نشان می دهد و روی ظروف، بشکه ها، کانتینر ها، لوله ها نصب می شوند.

## کار ایمن در صنعت و پالایشگاه

### لوزی خطر و اهمیت آن در مواقع بحران

لوزی خطر بر اساس استاندارد NFPA-704 انجمن ملی آتش نشانی آمریکا<sup>۱</sup> برای آگاهی بخشی سریع به کاربران در خصوص مخاطرات مواد مختلفی که با آنها سرو کار دارند بویژه در مواقع بحرانی و اورژانس (ریختن مواد، آتش گرفتن آنها یا موارد مشابه) طراحی شده است.



این لوزی اطلاعات ضروری در مورد سلامتی، آتشگیری، پایدار بودن از نظر شیمیایی و مخاطرات خاص مواد را در بر می گیرد و یکی از مشخصات ویژه این لوزی آن است که اطلاعات ایمنی به صورت خلاصه در آن جمع آوری شده و افرادی که با مواد مختلف شیمیایی سرو کار دارند حتماً بایستی با کدها و مشخصات این لوزی آشنا باشند.

این لوزی ها در بیرون ساختمان ها، روی درب ها، روی مخازن، بشکه های و انبارهای مختلفی که مواد شیمیایی در آنها نگه داری می شوند در محل مناسب نصب می شود

<sup>2</sup> US Department Of Transportation (DOT)

<sup>3</sup> US Occupational Safety and Health Administration(OSHA)

<sup>1</sup> US National Fire Protection Association NFPA

کارکردن با این مواد هستند ، مدیریت می شوند<sup>۴</sup> و یا در مواقع اورژانس چه مواردی باید در نظر گرفته شوند. مثلا در صورت آتش سوزی می توان از آب برای خاموش یا سرد کردن استفاده کرد یا خیر؟



اخیرا به همت مدیریت QHSE ، در پالایشگاه چندین استند حاوی اطلاعات ایمنی برای مواد شیمیایی پرخطر و پرکاربرد در محل های مختلف نصب شده است اما نصب این استند ها با توجه به ابعاد آنها در همه مکان های لازم، میسر نیست.

لوزی خطر خود به چهار بخش یا لوزی کوچکتر تقسیم می شود . لوزی بالایی که به رنگ قرمز است ویژگی های آتش گیری ماده را مشخص می کند.



لوزی سمت چپ که به رنگ آبی است مخاطرات مربوط به سلامت افراد و لوزی زرد رنگ تمایل ماده به واکنش پذیری را نشان می دهد. برخی اطلاعات ویژه و خاص نیز در لوزی سفید رنگ درج می شود.

در هرکدام از لوزی های رنگی اعدادی یا علائمی نیز درج می شوند. اعداد درج شده بین ۰ تا ۴ می باشند و هرچه عدد بزرگتر باشد به معنی این است که مخاطرات کار با آن ماده جدی تر و احتیاط بیشتری می بایست در نظر گرفته شود.



در بخش قرمز رنگ معنی اعداد ۰ تا ۴ به شرح جدول شماره یک می باشد و در برگیرنده طیفی از موادی است که آتش گیر نمی باشند تا گازهای هیدروکربنی سبک و هیدروژن که به شدت خطر آتش گیری دارند.

با نصب لوزی خطر روی محل های نگهداری مواد ، اطلاعات لازم ایمنی و سلامتی به کاربران داده می شود و بویژه این اطلاعات در هنگام بروز بحران بسیار حیاتی هستند.

بر اساس اطلاعات لوزی خطر کاربران متوجه می شوند که چه تجهیزاتی را باید هنگام کار با این مواد بکار گیرند و فرایند های کاری که متضمن نکات ایمنی و سلامتی

<sup>4</sup> PSM: Process Safety Management

تا موادی که کوچکترین تماس می تواند منجر به مرگ شود را در بر می گیرد که شرح آن در جدول شماره ۲ آمده است.

کد	توضیح
0	در اثر تماس با این گروه از مواد، آثار منفی روی سلامتی انسانها تا کنون مشاهده و گزارش نشده است. مانند چوب، کاغذ و آب
1	دی اثر تماس بای این مواد ممکن است حساسیت های پوستی یا جراحات جزئی و محدود بوجود آید. موادی مانند استن، MEK
2	تماس زیاد اما نه دائمی با این مواد می تواند باعث جراحات یا ناتوانی موقتی در افراد شود. موادی مانند دی اتیل اتر، آمونیاک و تولوئن
3	تماس کوتاه مدت با این مواد می تواند جراحیات یا ناتوانی موقتی جدی بوجود آورد حتی اگر اقدامات سریع پزشکی بر روی فرد انجام شود. مانند هیدروژن مایع، مونو اکسید کربن، آمونیاک و ...
4	تماس آنی با این مواد می تواند منجر به مرگ یا جراحات جدی و ناتوانی دائمی شود حتی اگر اقدامات سریع پزشکی بر روی قربانی اعمال شود. موادی مانند سیانید هیدروژن، فوسژن و ...

جدول دو: تعاریف کد ها مربوط به بخش سلامتی لوزی خطر

کد	توضیح
0	ماده مورد نظر در شرایط معمول آتش گرفتن، نمی سوزد. مانند آب، یا بتن، ماسه (موادی که در محیط چنانچه به مدت ۵ دقیقه در دمای ۸۲۰ درجه سانتیگراد نگهداشته شوند نمی سوزند و آتش نمی گیرند)
1	موادی که در تمام شرایط محیطی محتمل قبل از اینکه آتش بگیرند نیاز به گرم کردن قابل توجهی دارند. ترکیبات با نقطه اشتعال بالای ۹۳,۳ درجه سانتیگراد. موادی مانند روغن های نفتی، آمونیاک
2	موادی که باید برای آتش گرفتن به صورت معمول (و نه شدید) گرم شوند یا در معرض دمای محیطی بالا قرار گیرند تا آتش بگیرند. نقطه اشتعال بین ۳۷,۸ تا ۹۳,۳ درجه سانتیگراد. موادی مانند گازوئیل
3	مایعات یا جامداتی که می توانند تقریباً در تمام دماها و وضعیت های محیطی معمول آتش بگیرند. نقطه اشتعال بین ۲۲,۸ تا ۳۷,۸ درجه سانتیگراد. موادی مانند بنزین، استن، MEK یا تولوئن.
4	این دسته از مواد شیمیایی در دمای محیط و فشار اتمسفر به سرعت تبخیر شده و به راحتی آتش می گیرند. نقطه اشتعال پایین تر از ۲۲,۸ درجه سانتیگراد است. موادی مانند استیلن، پروپان یا هیدروژن مایع.

جدول یک: تعاریف کد ها مربوط به بخش آتش گیری لوزی خطر

لوزی زرد رنگ که تمایل ماده به واکنش پذیری با دیگر مواد را نشان می دهد نیز به ۵ گروه تقسیم می شود و گستره از موادی که در شرایط معمول واکنش پذیر نیستند تا موادی که به راحتی تمایل به انفجار دارند را در بر می گیرد.

در بخش آبی رنگ نیز کد های ۰ تا ۴ میزان مخاطرات بر روی سلامتی کاربران را از موادی که در عمل خطری ندارند

کد	توضیح
OX	موادی که اکسید کننده هستند یعنی مواد دیگر در کنار آنها حتی بدون اکسیژن و هوا خواهند سوخت. مانند پتاسیوم پرکلرات
W	موادی که به شکلی خطرناک و غیر معمول با آب وارد واکنش می شوند. مانند اسید سولفوریک
SA	گازهای غیر سمی که واکنش پذیر نبوده اما در صورت نشت در محیط بویژه محیط های بسته با کاهش دادن درصد اکسیژن هوا موجب خفگی می شوند. مانند نیتروژن ، آرگون

جدول چهار: تعاریف کد ها مربوط به مشخصات ویژه لوزی خطر

البته در بخش سفید عباراتی یا سمبل های دیگر نیز نوشته می شود که استاندارد نیستند اما رایج می باشند.

مثلا درج عبارت CRY به معنی سرطان زا بودن ماده یا POI به معنی سمی بودن است.

#### آیا تماس با روانکارها برای سلامتی مضر است؟

اصولا کسب اطلاعات در مورد اینکه یک ماده - که ممکن است با آن به صورت روزمره یا موردی سروکار داشته باشیم - برای سلامتی ما تا چه حد می تواند خطرناک باشد از طریق مطالعه کتابچه اطلاعات ایمنی آن ماده یا محصول میسر خواهد بود.

کتابچه ایمنی (MSDS or SDS) هر ماده مخاطرات مربوطه به سلامتی هنگام استفاده از محصول و همچنین آثار

کد	توضیح
0	موادی که حتی در شرایط که در معرض آتش قرار می گیرند پایدار بوده و با آب نیز واکنشی که منجر به خطر شود نمی دهند. مانند هلیوم ، آرگون و نیتروژن ، آمونیاک
1	موادی که به طور معمول پایدار بوده و با مواد دیگر واکنش نمی دهند اما می توانند در دماها یا فشارهای بالا ناپایدار شوند. مانند پروپان
2	موادی که در دما یا فشارهای بالا دچار تغییرات شدید شیمیایی شده و با آب به شدت واکنش می دهند و یا ممکن است با آب ترکیبات انفجاری تولید کنند. مانند فسفر سفید یا فلزاتی مانند سدیم
3	این دسته از مواد می توانند منفجره باشند یا به صورت انفجاری تجزیه شوند اما برای شروع به یک منبع قوی مانند گرما ، فشار ، ضربه یا ماده آغاز کننده مثلا قرار گرفتن در معرض آب، نیاز داشته باشند. مواد چون نیترات آمونیوم
4	موادی که در دما و فشارهای معمول به راحتی تمایل به انفجار دارند. مانند نیترو گلیسرین

جدول سه : تعاریف کد ها مربوط به پایداری شیمیایی لوزی خطر

لوزی سفید در بر گیرنده اطلاعاتی از خواص ویژه مواد است که باید علاوه بر موارد دیگر بطور مجزا مورد توجه قرار گیرند و می توانند اطلاعات مفیدی بویژه در مواقع بحران مثل آتش سوزی ارائه نمایند.

کد ها در این لوزی به صورت اعداد نمی باشند بلکه حروف و یا در برخی موارد سمبل های تعریف شده هستند.

گروه D : این روانکارهای به احتمال زیاد برای انسان مخاطره آمیز نبوده و شامل روغن پایه هایی چون وایت اویل ها و پترولاتوم های می باشند.



منفی که ممکن است آن ماده بر روی محیط زیست داشته باشد را توضیح می دهد.

طبق تعاریف و استانداردهای بین المللی تمام تولید کنندگان موظف به ارایه این اطلاعات در هر شرایطی هستند و این اطلاعات در سازمان ها باید به صورت آزاد در اختیار تمام افراد قرار گیرد چرا که احتمال برخورد هر فرد با مواد مختلف وجود دارد.

در این کتابچه ها ملاحظات ایمنی که هنگام کار با مواد باید رعایت شود ، مثلا استفاده از دستکش یا عینک یا ماسک ، به روشنی مشخص می شوند.

در خصوص روانکارها و روغن های پایه ، آژانس پژوهشهای مربوط به سرطان<sup>5</sup> ، روانکارهای ساخته شده با روغن پایه های معدنی را بر اساس احتمال ایجاد سرطان پوست به شرح زیر طبقه بندی کرده است.

گروه A : موادی که برای مخاطره آمیز بودن آنها مستندات کافی وجود دارد و شامل روغن پایه هایی که به روش های قدیمی اسید شویی تولید می شوند یا روغن هایی که به روش پالایش ناقص با حلال های بدست می آیند و حاوی ترکیبات آروماتیک مضر می باشند و یا روغن هایی که به صورت جزئی هیدروژنه شده اند.

گروه B : مستندات کافی مبنی بر مخاطره آمیز بودن این دسته از روانکارها برای انسان ، وجود ندارد اما مستندات کافی بیانگر آسیب به حیوانات یا احتمال بروز سرطان در آنها است.

گروه C : روانکارهایی که برای انسان مخاطره آمیز طبقه بندی نمی شوند این گروه شامل روغن پایه هایی است که به طور کامل هیدروژنه شده و ترکیبات آروماتیک مضر در آنها بسیار کم است.

<sup>5</sup> International Agency for Research on Cancer (IARC)



مهدی براری

## رئیس تحقیق و توسعه

## روغن ترانسفورماتور

بخش دوم

### مقدمه

در بخش اول این مقاله آورده شد که روغن ترانسفورماتور یک نوع روغن معدنی پالایش شده است که از تقطیر جزء به جزء نفت خام به دست می آید. این روغن به عنوان عایق استفاده می شود و انتظار می رود از خواص عایقی و خنک کنندگی بالایی برخوردار باشد. روغن برای داشتن خاصیت خنک کنندگی بالا لازم است دارای ویسکوزیته پایین و برای داشتن خاصیت عایقی خوب ضریب دی الکتریک بالایی داشته باشد. داشتن خلوص بالا و عمر طولانی از دیگر ویژگی های مهم روغن ترانسفورماتور هستند. خلوص روغن ترانسفورماتور از این نظر که با دیگر اجزای یک ترانسفورماتور سازگار باشد مهم است.

در این بخش به موارد بیشتری در مورد انواع تستها و پارامترهای تاثیر گذار بر این مهم روغن و موارد مهم آن اشاره میکنیم.



آزمایشگاه روغن ترانسفورماتور :

روغن ترانسفورماتور بعنوان تنها عاملی است که می تواند وضعیت اکتیو پارت ترانسفورماتور را بازگو کند . انجام آزمایشهای زیر روی روغن ، نه تنها وضعیت فیزیکی و شیمیایی روغن را برای ما مشخص می کند ، بلکه میتواند فعل و انفعالات داخلی ترانسفورماتور را نیز بازگو نماید:

- ۱- گاز کروماتوگرافی ۲- ویسکوزیته ۳- کشش سطحی
- ۴- رنگ ۵- نقطه اشتعال ۶- اسیدیته ۷- سنجش ولتاژ شکست ۸- تانژانت دلتا روغن

آزمایشات روغن سه دسته می باشند:

- ۱- فیزیکی ۲- شیمیایی ۳- الکتریکی



COLOUR OF TRANSFORMER OIL	OIL QUALITY CLASS
Pale Yellow	Good oil
Yellow	Proposition A oil
Bright Yellow	Marginal oil
Amber	Bad oil
Brown	Very bad oil
Dark Brown	Extremely bad oil
Black	Oil in disastrous condition

۱- آزمایشات فیزیکی روغن:

(a) نقطه اشتعال

نقطه اشتعال حداقل دمایی است که روغن در آن دما در مجاورت یک شعله کوچک مشتعل می گردد. از آنجائیکه اشتعال روغن موجود در ترانسفورماتورهای قدرت فوق العاده خطرناک می باشد باید حداکثر دمای کار مجاز دستگاه بر مبنای این پارمتر مشخص گردد. این آزمایش بر اساس استاندارد ASTM D92 انجام می گیرد.

(b) ویسکوزیته

این مشخصه بیانگر زمان عبور حجم مشخصی از روغن از یک لوله موئین است و میزان نیروی لازم برای سیرکولاسیون روغن را مشخص می نماید. این ویژگی در سیستم خنک کننده ترانسفورماتور بسیار موثر می باشد. این آزمایش بر اساس استاندارد ASTM D445 انجام می گردد.

(C) کشش سطحی :

بیانگر نیروی حذف بین دو ماده مختلف است که در مورد روغن عایقی بین روغن و آب است. این روش یک روش فوق العاده حساس جهت تشخیص میزان آلودگی روغن با مواد قطبی است. این تست جزو تستهای دوره ای روغن عایقی است و بهترین مشخصه تشخیص زوال روغن است. آزمایش فوق بر اساس استاندارد ASTM D2285 انجام می گیرد.

(d) رنگ :

رنگ روغن یکی از ویژگیهای مهم روغن است که مبنای سنجش آن ASTM D1500 می باشد.

۲- آزمایشات شیمیایی روغن :

(a) آب موجود در روغن :

مقدار آب موجود در روغن با میزان تلفات عایقی نسبت مستقیم دارد همچنین آب باعث خوردگی اجزای فلزی و کاهش ولتاژ شکست می گردد. آزمایش فوق بر اساس استاندارد ASTM D1533 انجام می گردد.

(b) اندازه گیری گازهای محلول در روغن (DGA) :

این تست مهمترین تست دوره ای روغن عایقی می باشد و بر خلاف تست های دیگر که کیفیت روغن عایقی را مشخص می نماید ، جهت بررسی خطاهای ترانسفورماتور بکار می رود. در این آزمایش گازهای محلول در روغن نظیر هیدروژن ، دی اکسید کربن ، متان ، استیلن ، اتیلن ، اندازه گیری میگردد. این آزمایش بر اساس ASTM D3612 انجام می گیرد.

(C) اسیدیته :

اندازه گیری سنجشی خاصیت اسیدی روغن بر اساس استاندارد ASTM D664 می باشد.

این آزمایش برای کم کردن هدایت الکتریکی ( افزایش خاصیت عایقی ) و کم کردن خوردگی در فلز و افزایش طول عمر عایق سیستم ضروری است.

(b) تلفات عایقی (تأثرات دلتا) :

این مشخصه بیانگر میزان تلفات عایقی روغن است و مقادیر بالای آن بیانگر وجود مقادیر زیاد یونهای قطبی محلول در آن است. این مشخصه در روغن های کارکرده میزان زوال روغن را مشخص می کند. این آزمایشات بر اساس استاندارد ASTM D924 انجام می گردد.

Insulating oil property testing

		This time	Last time	Time before last
Oil sampling date		September 14, 2012	August 31, 2012	February 24, 2012
Analysis date		September 19, 2012	September 10, 2012	February 28, 2012
Oil sampling temperature		38°C	40°C	74°C
Control value				
Dielectric breakdown test	kV/2.5mm	over 40	85	40
Moisture	ppm	Less than 30	5	41
Total acid number	mg KOH/g	Less than 0.1	0.005	0.005
Volume resistivity	Ohm-cm (80°C)	over 0.01	-	-
Determination			Good	Abnormal

Sample: 154/3.45 kV, 15 MVA unit



۳- آزمایشات الکتریکی روغن :

(a) ولتاژ شکست :

ولتاژ قابل تحمل روغن می باشد و بیانگر حداکثر ولتاژ مجاز است. در مورد روغن های عایقی کارکرده علت کاهش این مشخصه وجود آب و سایر ذرات معلق هادی است. آزمایش ولتاژ شکست بر اساس استانداردهای زیر انجام می گیرد:

ASTM D1816, ASTM D877

(c) مقاومت ویژه الکتریکی :

مقاومت ویژه الکتریکی، نسبت گرادیان پتانسیل به جریان در نمونه می باشد و از میزان ترکیبات یونی محلول در روغن خبر می دهد. این آزمایش بر اساس استاندارد ASTM D1169 انجام می گردد.

- سیستم آنالیز روغن ترانسفورماتورهای قدرت :

همانطور که در بالا گفته شد یکی از روشهای خوب و مناسب جهت بررسی تحولات داخل ترانسفورماتورهای قدرت، آنالیز گازهای موجود و محلول در روغن ترانسفورماتور می باشد؛ این گازها از تنش های الکتریکی، حرارتی و مکانیکی در داخل ترانسفورماتور تولید می شوند و معمولاً عبارتند از هیدروژن (H<sub>2</sub>)، متان (CH<sub>4</sub>)، منو اکسید کربن (CO)، دی اکسید کربن (CO<sub>2</sub>)، اتیلن (C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>)، اتان (C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>)، و استیلن (C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>)

Measurement items and determination criteria

Item	Voltage kV	Standard value			
		6.6 or less	11 to 77	110 to 275	≥500
Moisture (ppm)		<40	<40	<30	<20
Dielectric breakdown voltage (kV)		>30	>30	>40	>50
Volume resistivity (×10 <sup>12</sup> Ω-cm 80°C)		>1.0	>1.0	>1.0	>5.0
Total acid number (mg KOH/g)		<0.3	<0.2	<0.1	<0.1

(1): Normal value, (2): Caution value, (3): Abnormal value



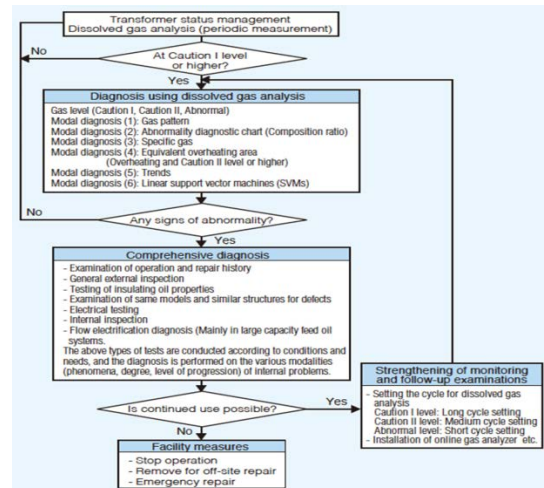
یکی از دستگاههای متداول جهت نصب بروی ترانسفورماتورهای قدرت دستگاه آنالیز گاز هیدروژن و سنجش رطوبت است که در اغلب خطاهای داخل ترانسفورماتورها گاز هیدروژن تولید میشود؛ رطوبت نیز یکی از خطاهای مخرب در روغن ترانسفورماتور و بروی عایق های آن است؛ عمر عایق ها متناسب با میزان جذب رطوبت آنهاست و از طرفی با افزایش میزان رطوبت در نواحی با شدت میدان الکتریکی بیشتر موجب آستانه شروع تخلیه جزئی و افزایش شدت آن می شود و در نهایت باعث وارد شدن خسارات جدی به ترانسهای قدرت می شود.

علاوه بر هیدروژن و رطوبت، میزان منواکسید کربن که در اثر تغییرات در مواد عایقی در داخل ترانسفورماتور تولید می شود یکی از علایم افزایش حرارت نقطه ای در داخل سیم پیچ های ترانسفورماتور است، میزان منواکسید کربن تولیدی میتواند نشان دهنده سطح وقوع تجزیه حرارتی سلولز باشد.

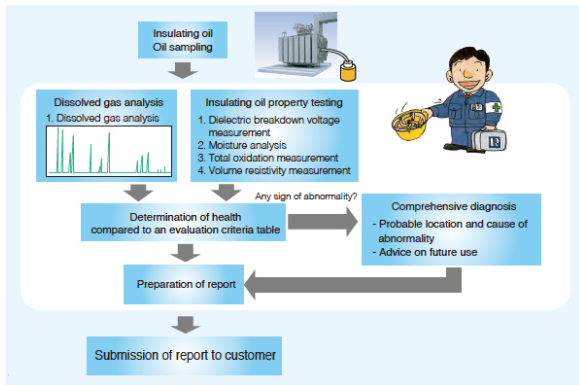
قبلا گفتیم که روغن ترانسفورماتورهای قدرت نقش بسیار مهمی در عملکرد ترانسفورماتورها دارند. نقش عایق کنندگی، خنک کنندگی و تشخیص عیب از جمله مهمترین وظایف روغن می باشند. با پیرشدن ترانسفورماتور، روغن این دستگاه بعضی از خصوصیات شیمیایی و الکتریکی خود را از دست می دهد. از جمله مهمترین این خصوصیات می توان به خصوصیات الکتریکی که حائز اهمیت می باشند، اشاره نمود. دلایل اصلی که روغن ترانسفورماتورهای قدرت را دچار مشکل می نمایند عبارتند از:

- افزایش ذرات معلق در روغن
- وجود آب به مقدار زیاد در روغن
- وجود آلودگی های شیمیایی مانند اسیدیتته و...

که اندازه و مقدار موجودیت هر یک از این گازها در روغن ترانسفورماتور بیانگر یک عیب ویژه ای در داخل ترانس قدرت است. مطابق با استاندارد (IEC 61599) و عدم توجه به میزان این گازها موجب خسارتهای مالی و جانی خواهد بود.



جهت اندازه گیری گازهای داخل روغن دستگاههای کوچک و بزرگ متفاوتی وجود دارد که در مدل های مختلف کار مشابهی را انجام می دهند. یکی از انواع این دستگاهها بروی خود ترانس نصب میشود که بصورت مداوم با روغن داخل ترانس ارتباط دارد و روغن را مورد تجزیه و تحلیل قرار می دهد. از جمله کارایی های این نوع آنالیزرها بررسی مداوم روغن ترانسفورماتور و تجزیه و تحلیل گازهای موجود در ترانسفورماتور است که حتی زیر بار و در حالت برق دار کار می کند و تعبیه کنتاکت های کمکی جهت ارسال آلارم و هشدار به اتاق فرمان در زمان زیاد شدن این نوع گازها در روغن ترانسفورماتور است، این دستگاهها در هر زمانی که اشکالی در ترانس بوجود بیاید حتی خیلی جزئی باشد با اعلام هشدار از وارد شدن صدمات بیشتر جلوگیری می کند.



### جمع بندی پارامترهای مهم

- مقدار گاز محلول در روغن حائز اهمیت می باشد. به علت وجود تنش‌های حرارتی و الکتریکی احتمال تجزیه و تخریب روغن‌های مورد استفاده در ترانسفورماتور وجود دارد. در اثر این عمل، محصولات و مواد مختلفی در روغن تشکیل می‌شوند. بیشتر این مواد به صورت محلول در روغن وجود دارد. مقدار، ترکیبات و نرخ تولید ترکیبات گازی در روغن ترانس، می‌تواند نشان‌دهنده‌ی میزان تخریب روغن ترانس باشد.

- وجود آب در روغن ترانسفورماتور سبب کاهش خاصیت دی الکتریک در آن می‌شود. به این دلیل باید مقدار آب در روغن ترانسفورماتور ناچیز باشد.

- عدد اسیدی یک روغن با کارکرد آن افزایش می‌یابد و معیار مقدار مواد اسیدی موجود در آن است.

- کشش سطحی یک روغن مقدار نیروی مورد نیاز برای پاره کردن لایه‌ی روغن در سطح مشترک روغن و آب است این مقدار برحسب "دین بر سانتیمتر" بیان می‌شود. در صورت وجود آلودگی‌هایی همچون رنگ، صابون، وارنیش و محصولات حاصل از اکسایش در روغن، کشش سطحی روغن کاهش می‌یابد. بنابراین کاهش مقدار کشش سطحی در روغن، نشان‌دهنده‌ی وجود آلودگی و محصولات اکسیداسیون در آن است. در نتیجه می‌توان از

مسائل فوق باعث تغییر پارامترهای متعدد می شوند. به عنوان مثال افزایش ذرات معلق و وجود آن باعث کاستن قدرت دی الکتریک روغن و افزایش اسیدیته، باعث خوردگی کاغذ و اجزای داخلی ترانسفورماتور می شود. برای بهبود روغن ترانسفورماتوری که دچار ضعف های متعدد شده است می توان از فیلتراسیون استفاده نمود. با فیلتر نمودن روغن می توان ذرات معلق آن را جدا نمود و در نتیجه ولتاژ شکست را بالا برد. می توان با خلاء نمودن روغن ، آب را بصورت بخار از روغن جدا نمود. حذف آلودگی های شیمیایی فقط با کمک فیلترهای شیمیایی ممکن است.

از جمله مهمترین آلودگی که روغن ترانسفورماتور را تحت تأثیر قرار می دهد وجود آب به مقدار کم در داخل روغن است. جدا نمودن آن در داخل ترانسفورماتور به راحتی امکان پذیر نمی باشد. علت این مسأله وجود مقادیر بسیار زیاد آب داخل کاغذ ترانسفورماتور می باشد که با جدا نمودن آب روغن دوباره جایگزین آن می شود.

بطور کلی دلایل اصلی بکار بردن روغن‌ها در ترانسفورماتورها را می توان بصورت زیر خلاصه نمود :

عایق کاری الکتریکی، کنترل درجه حرارت داخل ترانس و انتقال حرارت، جلوگیری از خوردگی مواد عایق و قسمتهای فلزی ترانسفورماتور، طول عمر زیادت و تضمین پایداری شیمیایی برای ترانسفورماتور، آب بندی و جمع آوری و حمل مواد ناخالص ناشی از کاربرد به خارج از محیط سیستم و خاموش کردن جرقه الکتریکی

معمول است که شرکت های توزیع در دوره های شش ماهه با نمونه گیری و تست روغن ، در صورت لزوم اقدام به تصفیه روغن می نمایند . در برخی از شرکتهای توزیع که دارای دستگاه سیار تصفیه روغن هستند پس از اعمال خاموشی روغن ترانس در محل نصب ، تصفیه میشود.

• به منظور تعیین مقدار سایش و آلودگی، تعداد ذرات با ابعاد بزرگتر از ۲، ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۵، ۵۰، ۱۰۰ میکرون مطالعه می‌شود. استفاده از این اطلاعات همراه با اطلاعات ناشی از مطالعه‌ی باقیمانده‌ی فلزات بسیار مفید است.

• پایداری خوب در برابر اکسیدشدن و کنترل مقدار ماده افزودنی بازدارنده اکسیداسیون از موارد اصلی مورد نیاز به منظور افزایش طول عمر روغن می‌باشد.

• ضریب توان یک روغن ترانسفورماتور، کسینوس زاویه‌ی فاز میان ولتاژ سینوسی به‌کار رفته در روغن و جریان حاصل در روغن است. ضریب توان نمایانگر کاهش خاصیت دی‌الکتریکی در روغن است. مقدار زیاد ضریب توان نشان دهنده‌ی آلودگی‌هایی مانند آب، کربن، صابون‌های فلزی، مواد رسانا و مواد حاصل از اکسیدشدن است.

• وزن مخصوص روغن‌های معدنی بر نرخ انتقال گرما تأثیر می‌گذارد.

• گرانروی یک روغن خنک‌کننده، بر روی نرخ انتقال گرما و به دنبال آن افزایش دمای دستگاه و همچنین بر روی سرعت حرکت اجزاء دستگاه تأثیر می‌گذارد. استفاده از روغن دارای گرانروی بالا، به ویژه در شرایط دمایی سرد، سبب ایجاد محدودیت‌هایی در جریان روغن می‌شود.

• چگالی بار استاتیکی تمایل روغن‌های ترانسفورماتور در باردار شدن استاتیکی را تعیین می‌کند. گاهی اوقات، تخلیه‌ی بار الکتریکی سبب ایجاد خرابی در ترانسفورماتورها می‌شود.

• روغن‌های دارای کلر و دیگر هالوژن‌ها با مقادیر بیش از ۰/۱ درصد به‌عنوان مواد خطرناک تلقی شده و مورد استفاده قرار نگیرد.

این روش به منظور تعیین میزان اکسیدشدن در روغن استفاده کرد. محصولات اکسیدسیون سبب کاهش خاصیت عایق‌بندی و خنک‌کنندگی روغن می‌شود.

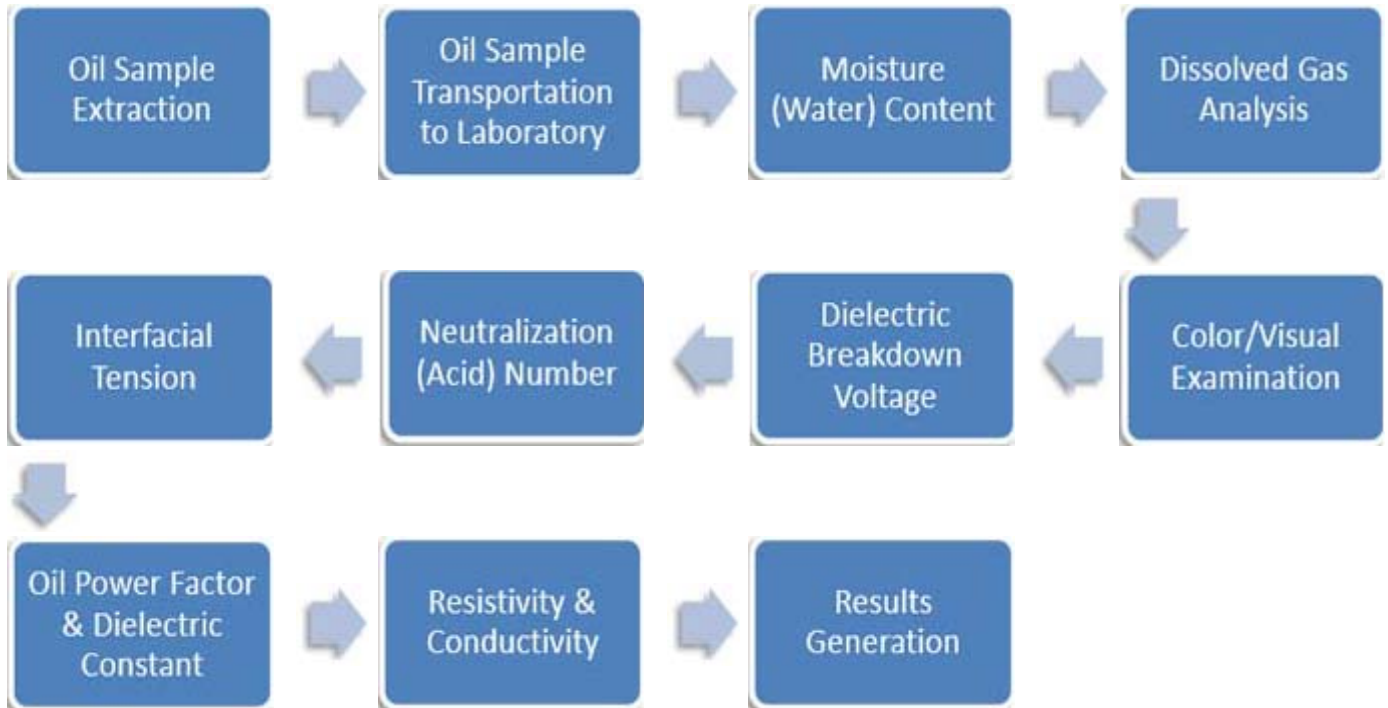
• رنگ روغن نشان‌دهنده‌ی درجه‌ی پالایش روغن است. برای روغن‌های در حال کارکرد، تغییر رنگ می‌تواند، نشان‌دهنده‌ی وجود آلودگی و تخریب روغن باشد.

• ثابت دی‌الکتریک، کمترین ولتاژی است که در آن ولتاژ، جرقه‌ی الکتریکی در روغن رخ می‌دهد. این خاصیت معیاری از مقاومت روغن در برابر تنش‌های الکتریکی است. کم بودن ثابت دی‌الکتریک نشان‌دهنده‌ی وجود آلودگی‌هایی همچون آب و ذرات رسانا در روغن است. دو روش استاندارد اندازه‌گیری ثابت دی‌الکتریک تدوین شده است.

• طبق قوانین زیست محیطی، استفاده از بی‌فیل‌های پلی‌کلرینه (PCB) در روغن‌های ترانسفورماتور ممنوع است. روغن ترانسفورماتور در صورت دارا بودن PCB به میزان کمتر از ۵۰ ppm، فاقد PCB و در صورت دارا بودن PCB به میزان ۵۰-۵۰۰ ppm، آلوده به PCB و در صورت دارا بودن PCB به مقدار بیش از ۵۰۰ ppm، دارای PCB نامیده می‌شود.

• ترکیبات فوران به‌عنوان محصولات جانبی حاصل از تخریب مواد سلولزی مانند کاغذهای عایق و چوب تولید می‌شوند. این ترکیبات به‌عنوان نشانگرهای مقدار از دست رفتن توانایی عایق‌بندی روغن به‌کار می‌روند.

• مقدار عناصری مانند مس، آهن، آلومینیوم، سرب، روی، نیکل، نقره، قلع، کادمیم و تنگستن به منظور تعیین شرایط دستگاه‌ها و تجهیزات همواره ملاحظه و مطالعه می‌شود.





رضا پناهی

کارشناس تحقیق و توسعه

## استراتژی های حفاظت از تاسیسات فرایندی علیه تروریسم، خرابکاری و سایر اقدامات مجرمانه

### چکیده:

رسانی مطرح می شود بسیج کرده است. چنین اعمالی می تواند به تلفات زیاد، آسیب های اقتصادی و زیست محیطی و از دست دادن اعتماد عمومی منجر شود.

احتمال وقوع چنین تهدیدهایی باید مورد سنجش قرار گیرد تا مشخص گردد که اقدامات امنیتی موجود و حفاظت ها کافی هستند یا نیاز به بهبود دارند. روشهای تجزیه و تحلیل ریسک توسط صنعت و دولت به سرعت در حال توسعه هستند.

در تجزیه و تحلیل ریسک امنیتی، اقدامات و حفاظتهای موجود فهرست شده و هر توصیه ای برای کاهش احتمال و شدت اعمال تروریستی و جنایی برای مدیریت بر اساس طبیعت تهدید، آسیب پذیری های فرآیند، عواقب احتمالی و اقدامات امنیتی موجود انجام می شود.

مدیریت امنیت سنتی برای محافظت از دارایی ها از مفاهیم بازدارندگی، تشخیص و تاخیر استفاده می کند. این رویکرد به خوبی از دارایی هایی مانند خزانه بانک حفاظت می کند اما هنگامی که دارایی های تحت حفاظت مواد شیمیایی خطرناک هستند و مهاجمان تروریست هستند، این رویکرد ناکارآمد است، زیرا در صورتیکه عملیات ناکام و مهاجمان شناسایی و متوقف گردند، برآورد می شود که یک نیروی واکنشی زمان کافی برای پاسخ دارد و اقدام مناسب را انجام خواهد داد. متأسفانه، در مورد مواد خطرناک و تروریست ها، زمان پاسخ معمولاً به اندازه کافی سریع نبوده که بتواند تروریست ها را از انجام اقدامات مورد نظرشان باز دارد. همچنین، توانایی واکنش معمولی تیم ها برای خنثی کردن یک گروه از تروریست های مضمم، مسلح و مجهز جای بحث دارد. در نتیجه،

صنایعی که مواد شیمیایی خطرناک را به کار می برند، یک هدف بالقوه برای تروریست ها، خرابکاران، مجرمان، و حتی کارمندان ناراضی می باشند. قبل از ۱۱ سپتامبر ۲۰۰۱ چنین اماکنی به ندرت چنین خطراتی را در نظر می گرفتند. حوادث آن روز، صنعت را به فعالیت واداشت و اقدامات مختلفی به کار گرفته شده است. با این حال، راهبردهای امنیتی سنتی لزوماً حفاظت مورد نیاز را فراهم نخواهند کرد. این مقاله پیشنهاد یک استراتژی است که تمرکز دارد بر اقدامات امنیتی خاص که احتمالاً بیشترین منفعت را برای تاسیسات به همراه دارند.



### مقدمه:

تهدیدات اقدامات تروریستی و جنایی در برابر کارخانجات شیمیایی، پالایشگاه های نفت و دیگر کارخانجات فرایندی معمولاً در هنگام ارزیابی ریسک تا قبل از ۱۱ سپتامبر ۲۰۰۱ در نظر گرفته نمی شدند.

حوادث آن روز بسیاری از سازمانها را برای رسیدگی به آنچه که اکنون خطر واقعی انتشار عمدی، عملیات انحرافی یا سرقت مواد شیمیایی خطرناک با هدف آسیب

داخلی را با مهارت ها و قابلیت های تروریست ها ترکیب می کند.

روش های جدید برای فکر کردن در مورد حفاظت از تاسیسات فرایندی مورد نیاز است.

### تاکتیک و توانایی های مهاجمان

کسب و کارها شدیداً هدف مورد علاقه تروریست ها هستند. تجزیه و تحلیل تهدید و آسیب پذیری می تواند برای ارزیابی خطر اقدامات عمدی روی یک تجهیز و شناسایی سناریوهای خاص تهدید به کار روند. با این حال می توان از احساس مشترک برای شناسایی بعضی از سناریوهای تهدید احتمالی که بر روی یک تجهیز تجربه شده استفاده کرد.

رها سازی یا تغییر مواد شیمیایی مستلزم دخالت درپروسه است. مکانیزم های احتمالی عبارتند از دستکاری تجهیزات فرآیند مانند شیرها، تحریک سوانح اتفاقی و کاربرد شلیک و انفجار. کارکنان ناراضی ممکن است اطلاعات دقیقی از یک تجهیز، کارکرد آن، موقعیت و مواد خطرناک آن داشته باشند. آنها همچنین دسترسی به این تجهیز دارند.

دستکاری تجهیزات فرآیند مانند شیرها، به طور مستقیم یا از طریق سیستم کنترل فرایند یک سناریوی محتمل است. قرار دادن مواد منفجره در مجاورت تجهیزات نیز امکان پذیر است. دانش مورد نیاز برای ساخت بمب ها و زمان بندی مکانیزم ها به آسانی در دسترس هستند، هرچند توسط افراد داخل مجموعه که با روش مستقیم به دستکاری فرایند می پردازند مورد نیاز نیست.



تروریست ها انگیزه های قوی برای حمله دارند، حتی اگر جانشان را از دست بدهند. تروریست ها اغلب از بمب استفاده می کنند. ساخت بمب دشوار نیست و حتی با وجود فاصله، موثرواقع می شوند.



در این مقاله، سناریوهای تهدید را که صنایع احتمالاً با آنها مواجه می شوند، تاکتیک هایی که توسط مهاجمان مورد استفاده قرار می گیرند و اقدامات کلیدی که باید به آنها رسیدگی شود بررسی می کنیم.

### تهدیدات:

تهدید ممکن است در داخل یا خارج ایجاد شود. تهدیدات داخلی عبارتند از خرابکاری و تخریب توسط کارکنان، پیمانکاران و افراد با دسترسی معمول به یک تجهیز. انگیزه ی فردی ممکن است ناآرامی های کارگری یا احساس بی عدالتی باشد.

حمله در چنین مواردی احتمالاً به دلیل میل به یک آسیب اقتصادی و نه آسیب دیدن افراد است، هرچند که ممکن است برخلاف تصور مهاجم رخ دهد.

تهدید اصلی خارجی از سوی تروریست هایی است که قصد انتشار گسترده مواد خطرناک، یا آسیب رساندن و از کار انداختن تجهیزات دارند. تهدیدات دیگری نیز شامل سرقت یا تغییر مواد شیمیایی یا آلوده سازی مواد ممکن است انجام گیرد که به دلایل سیاسی، مذهبی یا ایدئولوژیک انجام گیرند.

جدی ترین تهدید زمانیست که دشمن خارجی توسط خودی ها حمایت می گردد. این تهدید، دانش عوامل



- نشر اخبار واحدهای جدید، توسعه، محصولات جدید و غیره
  - اطلاعات فروش و بازرگانی
  - وب سایت شرکت
  - برنامه های توسعه
  - برنامه های شرایط اضطراری
  - گزارشات زیست محیطی
  - نقشه های ساختمانی که در مراکز عمومی ثبت شده اند
  - اطلاعات ارائه شده به تامین کنندگان، پیمانکاران و مشاورین
  - زباله های کاغذی خرد نشده
  - دسترسی های اینترنتی به شرکت که ممکن است هک شوند
  - نمایش تجهیزات به بازدید کنندگان
  - تابلوهای اطلاع رسانی بناها، تجهیزات، خطوط و...
  - مدارک فنی
  - کاتالوگها
  - دفاتر ثبت و راهنمای مصرف مواد
  - اطلاعات ارائه شده به مجامع اقتصادی ملی و محلی
  - اطلاعات ارائه شده در سمینارها
- دسترسی محدود و حفاظت شده به اطلاعات حساس و مهم شامل:

- تحلیل مخاطرات فرایند
- اطلاعات ایمنی فرایند
- اطلاعات امنیتی فرایند
- اطلاعات مربوط به برنامه مدیریت ریسک
- تحلیل نقاط ضعف امنیتی
- توصیف فرایند
- نقشه های فرایندی مانند PFD, P&ID
- جانمایی
- نقشه های برق

همچنین تروریست ها احتمالا دارای مواد منفجره نظامی، سلاح های اتوماتیک، بازوگا، نارنجک، تجهیزات ضد نفر و لباس ضدگلوله خواهند بود. آنها برای حمله خود آموزش دیده اند که شانس موفقیتشان را افزایش خواهد داد.



حریم فرایند می تواند از داخل یا خارج از محدوده واحد نقض شود. اقدامات بیرونی عبارتند از استفاده از بمب هایی که در وسایل نقلیه قرار داده شده و استفاده از پرتابه ها مانند نارنجک تفنگی یا حتی پهباد واقدمات درونی عبارتند از قرار دادن بسته و یا جاسازی بمب.

اقدامات متقابل کلیدی در برابر سناریوهای تهدیدات

خودی ها برای خرابکاری نیاز به دسترسی به بخش های بحرانی تجهیزات را دارند. شناسایی و حفاظت مناطق بحرانی به محافظت در برابر این تهدید کمک می کند. تجهیزات فیزیکی، سیستم های کنترل کامپیوتری و سیستم های پشتیبانی کلیدی مانند یوتیلیتی باید محافظت شود.

حفظ روابط خوب کاری مهم است. بخش منابع انسانی باید ناآرامی یا نارضایتی کارکنان که ممکن است منجر به اقدامات خصمانه علیه تجهیزات گردد را تحت نظر داشته باشد. البته، بررسی های نامحسوس برای نفرت جدید و غربالگری پیمانکاران و کسانی که دسترسی به تجهیزات دارند نیز مهم است.

تروریست هایی که قصد انهدام تجهیزاتی را دارند باید اطلاعات کافی برای حمله به آن تهیه کنند. پرهیز از نمایش ریز اطلاعات وموقعیت تجهیزات، مواد و مقادیر آن از اقدامات کلیدی حفاظتی است. مراقب موارد ذیل باشید:

- حتما پروسه لازم برای تهدید بمب و دسترسی به تیم خنثی سازی بمب را تعریف نمایید
- بسته های همراه کارکنان، پیمانکاران و یا دیگران دربدو ورود باید برای دستگاه های انفجاری اسکن گردند
- بازدارندگی در برابر مهاجمان باعث دلسردیشان نخواهد بود.

- پردازش های قطع اضطراری
- پردازش های واکنش به شرایط اضطراری
- لیست مواد شیمیایی
- موجودی کالا
- فرمولاسیون
- دستورالعمل ساخت
- لیست منابع و خریداران
- گزارشات سالیانه



مهاجمین مصمم، موفق خواهند بود. تمهیدات حراستی آشکار احتمال حمله را کاهش می دهند و باید مورد استفاده قرار گیرند. در نظر داشته باشید که همه اقدامات حفاظتی نباید آشکار باشد. اقدامات حفاظتی مخفیانه نیز برای غافلگیری مهاجمین مورد نیاز است.

- زمان و توان عکس العمل قانونی در صورت حمله بسیار مهم است. تشخیص زود هنگام تعرض برای مدیریت چنین سناریوهایی که ندرتا اتفاق می افتند بسیار مهم است

### نتیجه گیری

شرکت هایی تشخیص می دهند که ممکن است به تروریسم، خرابکاری و سرقت مواد خطرناکشان دچار شوند. در حالی که برخی از شرکت ها اقدام به اجرای برنامه های مدیریت امنیت فرآیند برای محافظت در برابر این اقدامات عمدی کرده اند

اطلاعات باید در تمام اشکال آن شامل مکتوب، الکترونیکی و گفتاری محافظت شود. تجسس و جمع آوری اطلاعات توسط تروریست ها نشانه های اولیه آغاز یک حمله است. در نتیجه، یک برنامه ضد جاسوسی برای شناسایی چنین فعالیت هایی توسط دشمنان الزامی است. این فعالیتها شامل:

- هر فرد مشکوک در حال عکسبرداری از سایت یا تحت نظر داشتن آن
- تماس با کارمندان یا پیمانکاران برای دریافت اطلاعات
- نظارت بر منشاء بازدید کنندگان وب سایت شرکت

### پیشگیری لازم برای حمل بمب توسط خودرو

- تعیین مناطق خطرناک شرکت که از خارج شرکت توسط خودرو بمب گذاری شده قابل آسیب هستند و نظارت دائم بر آنها
- محدود کردن دسترسی وسایل نقلیه خطرناک به واحد. قبل از ورود به کارخانه همه وسایل نقلیه را کاملا جستجو کنید. حضور آنها را در مناطق بحرانی محدود کنید.
- هر جا که امکان دارد، موانع را برای جلوگیری از برخورد وسایل نقلیه به مناطق حساس کارخانه فراهم کنید
- مسیرهای دسترسی که می تواند به وسایل نقلیه به سمت واحد شتاب دهد را با نصب موانع محدود کنید

بررسی پیشینه برای نیروهای استخدامی جدید و غربالگری پیمانکاران و افراد دارای دسترسی به تجهیزات انجام دهید

نظارت بر فعالیتهای مشکوک (اخطار برای آمادگی)

اجرای اقدامات بازدارنده برای کنترل خودرو های بمب گذاری شده و قاچاق مواد منفجره توسط کارکنان، پیمانکاران و افراد دیگر (پیشگیری از معمولترین روشهای حمله تروریستی)

اقدامات لازم را برای جلوگیری از دستکاری فرآیند از داخل یا خارج سیستم انجام دهید (جلوگیری از روشهای احتمالی حمله توسط خودیها)

اطمینان حاصل کنید که اقدامات امنیتی آشکاری در محل وجود دارد (بازدارندگی را ارائه می دهد)

اطمینان حاصل کنید که مهاجمین شناسایی می شوند (شناس عکس العمل فراهم کنید)

اگر تکیه بر بازدارندگی، تشخیص و زمینگیر کردن مهاجمان باشد، قطعا پاسخ به حمله توسط پرسنل انتظامی و استفاده موثر از سلاح خواهد بود

برخی مطمئن نیستند که چه کاری انجام دهند یا چگونه انجام دهند. این مقاله برخی از محتملترین سناریوهای تهدید را که صنایع ممکن است تجربه کنند و اقدامات کلیدی پیشگیرانه که می تواند برای حفاظت در برابر آنها استفاده شود نشان داده است

همه اقدامات حفاظتی تعهدات سازمانی نیست. برخی نیز مسئولیت کل جامعه است. به عنوان مثال، پرواز هواپیما در نزدیکی تاسیسات نمی تواند توسط واحد کنترل شود.

استراتژی زیر می تواند برای به حداقل رساندن خطر اقدامات عمدی علیه واحدهای فرایندی استفاده شود:

عناوین مختصر (چیزی که مشخص نیست، نمی تواند مورد حمله قرار گیرد)

حفاظت از اطلاعات حساس (چیزی که شناخته شده نیست، نمی تواند مورد استفاده قرار بگیرد)



by Paul Baybutt, Primatch Inc. and Varick Ready, Citadel, LLC

A version of this paper appeared in the Homeland Defense Journal, Vol. 2, p. 1,

February, 2003.



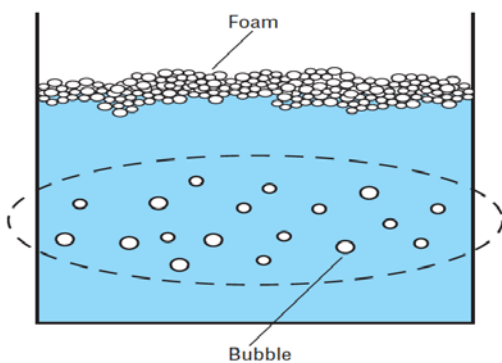
هادی محرابی

کارشناس تحقیق و توسعه

## آیا امکان فیلتر شدن ادتیو آنتی فوم وجود دارد؟

روغن خیلی کم باشد ممکن است برای دستگاه مشکلاتی بوجود بیاید و اگر غلظت آنتی فوم بیش از حد باشد به دلیل تغییر در کشش سطحی روانکار میتواند باعث تشکیل کف زیاد در سطح روانکار گردد.

آنتی فومها چگونه عمل می کنند ؟



همانطور که هوا وارد روغن می شود به تدریج به دلیل تلاطم ایجاد شده در اثر روانکاری مقدار حبابهای هوا در سطح روغن افزایش پیدا می کند . زمانی که یک حباب در حال بزرگ شدن در سطح روغن می باشد با این بزرگ شدن و رشد حباب ها در سطح روغن ادتیو آنتی فوم را که در روانکار مخلوط شده را با خود همراه می کنند. آنتی فومها با سایر ادتیو هایی که در روانکارها استفاده می شوند تفاوت دارند و در روانکارها به جای حل شدن به صورت معلق در می آیند این خاصیت بسیار مهم می باشد زیرا خاصیت آنتی فومها در صورت حلالیت در روانکارها بسیار پایین می آید .

تشکیل کف یکی از مشکلات عمومی روانکار هاست . بخصوص آنهایی که در سیستم عملکردی دارای تلاطم بسیاری می باشند . کف زمانی که خارج از کنترل باشد و بر روی عملکرد ماشین الات تاثیر گذار باشد تبدیل به مشکل می شود . به همین دلیل روانکارها با افزودنی های خاص به عنوان آنتی فوم فرموله می شوند . این ادتیو ها در سایز بزرگ بوده و در بسیاری از موارد تمایل به جدا شدن دارند . در روانکار های تمیز ( super clean ) با توجه به این که سیستم عملکردی دقیق تر می باشد این سنوال پیش می آید که آیا امکان فیلتر شدن و خارج شدن ادتیو آنتی فوم در روانکار وجود دارد یا خیر ؟

آنتی فوم چیست؟

آنتی فوم به عنوان یک افزودنی شیمیایی باعث کاهش و مانع شکل گیری کف می باشند این ادتیو ها در روغن با درصد های متفاوت و بر اساس ویسکوزیته و سایر مشخصات فیزیکی که برای عملکرد روانکاری برای آن طراحی شده اند مخلوط می شوند . گاهی اوقات کاربرد روانکار باعث ایجاد تفاوت در نوع عامل آنتی فوم مورد استفاده می باشد .

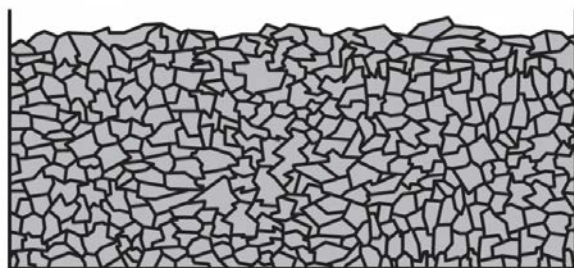
اکثر روان کننده ها دارای ادتیو آنتی فوم هستند تا خطرکف پایدار روی سطوح روغن را به حداقل برسانند . در روانکاری برای داشتن بهترین فرصت برای انجام اهداف مورد نظر می بایست تعادلی ظریف بین ادتیو آنتی فوم و سایر ادتیو های محلول در روغن وجود داشته باشد . اگر غلظت آنتی فوم در

آیا امکان فیلتر شدن ادتیو آنتی فوم وجود دارد؟

طولانی ، از آنجا که این مواد افزودنی به حالت تعلیق در آمده و حل نشده اند متمایل به خروج از روانکار می باشند ، آنتی فوم ها ممکن است بدون تلاطم کافی به طور کامل به ماشین اضافه نشوند . به خصوص اگر روغن در مدت زمان قابل توجهی ذخیره شده باشد. به همین دلیل است که تست های آزمایشگاهی (تست کف ) روغن های ذخیره شده بسیار توصیه می شود .

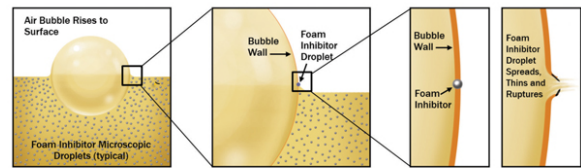
چرا آنتی فومها مورد نیاز هستند ؟

در بیشتر موارد ، روانکار ها اجازه می دهند هوا از روغن جدا شده و کف را در سطح قابل کنترلی حفظ می کنند ، این کار باید سریع انجام شده تا خللی در روانکاری تجهیزات ایجاد نگردد. همه دستگاهها مخازن کافی ندارند تا زمان برای خنک شدن به روانکار داده شود ، آلودگی ها از سیستم جدا شده و هوای وارد شده داخل روانکار خارج شده و کف را بشکنند. در واقع بسیاری از ماشین آلات دارای مخازن نیستند بنابراین روغن در این ماشین آلات در وضعیت تلاطم بسیاری است ، شایع ترین این نمونه ها تجهیزات پاششی روغن ، پمپ ها و گیربکس ها می باشند . در این موارد آنتی فوم می بایست کف را در کمترین حالت خود نگه دارد تا برای روانکاری کل سیستم مشکلی بوجود نیاید.



High surface area (more stable)

ماشین آلات با روغن های گردشی از آنتی فوم استفاده می کنند برای جلوگیری از ایجاد کف در مخزن و کاهش مشکلات مربوط به هوا . این مواد افزودنی به میزان قابل توجهی افزایش می یابند تا کف به سرعت از بین رفته و



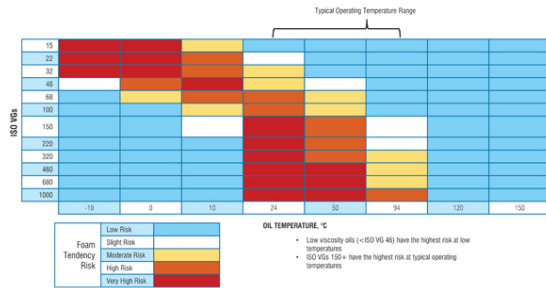
*This illustration shows how defoamants work*

هنگامیکه حباب هوا تشکیل می شود تعدادی از ادتیو های آنتی فوم را در دیواره خود گیر می اندازد و در نهایت به سطح روغن میرسد . در این هنگام آنتی فوم به دلیل اختلاف در کشش سطحی بین فیلم روغن و آنتی فوم به فیلم دیواره حباب آسیب می زند . کشش سطحی بین مولکول های روغن نسبتاً بالاست اما کشش بین فیلم روغن و ادتیو آنتی فوم خیلی کمتر است . در این نقطه ادتیو پخش شده و می ترکد و اجازه می دهد هوای آزاد شده از روانکار خارج گردد و کف پایدار بر روی سطح روغن به حداقل برسد.

در شرایط ایده آل ، آنتی فوم ها کار خود را به درستی انجام داده و کف هرگز مشکلی برای روانکار نخواهد بود . اگرچه این ادتیو ها می توانند در اثر بروز اشکالاتی اثر خود را از دست بدهند . احتمالاً یکی از گسترده ترین مشکلات در روانکار آلودگی می باشد. هر آلاینده ای که باعث کاهش کشش سطحی روانکار گردد ، می تواند عملکرد آنتی فوم را کاهش دهد . آب یکی از رایج ترین آلاینده ها است که می تواند کشش سطحی روانکار را کاهش داده و باعث ایجاد کف بسیار زیاد گردد . آلاینده های دیگر نظیر پاک کننده ها ، حلال ها ، سوخت و محصولات جانبی اکسیداسیون می باشند . با دور نگه داشتن آلودگی و همچنین بازرسی دوره ای از روانکار می توان کف را کنترل نمود .

دلیل دیگری که باعث بی اثر شدن آنتی فوم ها می گردد ، حذف آنتی فوم از روانکار می باشد که می تواند در حین انجام فیلتراسیون اتفاق بیفتد و یا انبارش روانکار برای مدت

آیا امکان فیلتر شدن ادتیو آنتی فوم وجود دارد؟



How temperature and viscosity influence the foam tendency for mineral oils

### حذف توسط فیلتراسیون

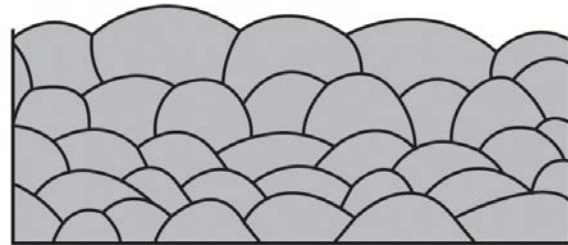
مطالعات انجام شده بطور مستقیم مشکلات مربوط به کف و آنتی فوم را در روانکارها ی کارکرده در تجهیزات صنعتی مربوط به فیلتراسیون می دانند . در واقع ، این امکان که آنتی فوم ها بر اثر فیلتراسیون از روانکار خارج شوند وجود دارد و اگر آنتی فوم ها دیگر در روغن وجود نداشته باشند بنابراین مزایایی نیز نخواهند داشت . متأسفانه از آنجا که تنوع در فرمولاسیون و غلظت عناصر مورد نیاز برای تجهیزات وجود دارد یک رویکرد مناسب برای اطمینان از اینکه فیلترها سطح ادتیو را تحت تاثیر قرار نمی دهند، وجود ندارد .

براساس اعلام استاندارد عدم انطباق در اندازه منافذ فیلتر وجود دارد ، این حالت اجازه می دهد برخی از مواد افزودنی از مسیر عبور کرده و مقداری از آنها نیز حذف شوند بخش عمده ای از این پروسه ، به اندازه متوسط قطر فیلتر و چگونگی کارایی آن در اندازه میکرون انتخاب شده بستگی دارد . بعضی از آنتی فوم ها می توانند باعث بسته شدن منافذ ریز فیلتر شوند .

### انتخاب صحیح فیلتر

با توجه به اطلاعات تولید کنندگان فیلتر و روان کننده شایع ترین حالت زمانی است که روغن بیش از حد فیلتر شده باشد یا سایز منافذ فیلتر انتخاب شده متناسب با اندازه

ناپدید شود بنابراین عملکرد و سلامت دستگاه را که در آن روان کننده عمل می کند را تحت تاثیر قرار نمی دهد.



Low surface area (unstable)

### خطرات مرتبط با کف

در حالی مقدار مشخصی از فوم قابل قبول است که می تواند به راحتی غیر قابل کنترل گردد و باعث از بین رفتن روانکار گردد. در ماشین آلاتی که روانکار پاشیده می شود کف زیاد باعث کاهش توانایی پاشش می گردد و نتیجه آن باعث کاهش روانکاری در برخی از اجزاء ماشین آلات می گردد . در سیستم های گردش کف می توانند مانع از توانایی روانکار جهت جاری شدن در لوله ها گشته و باعث مشکلاتی نظیر کاویتاسیون در لوله ها گردد . کف در روغن های هیدرولیک می تواند به صورت اسفنجی در آمده و یا رفتارهای غیر قابل کنترلی از خود نشان دهند .

از نظر سلامت روانکار ، کف بطور کلی برای روانکاری و فعالیت سیستم مضر می باشد. شایع ترین شکل تغییر روغن اکسیداسیون است . کف درصد زیادی از هوا را در خود دارد ، که ماده اصلی در فرآیند اکسیداسیون است . همانطور که کف پیشرفت می کند باعث محدود شدن روانکاری تجهیزات می گردد و دمای روغن شروع به افزایش می کند و نهایتاً با افزایش پیدا کردن دمای عملیاتی و همچنین حضور هوا در روانکار اکسیداسیون به سرعت افزایش پیدا می کند و این فرایند به طور مستقیم سلامت روانکار را تحت تاثیر قرار خواهد داد اگرچه چگونگی تغییر روانکار را نیز باید مد نظر قرار داد .

آیا امکان فیلتر شدن ادتیو آنتی فوم وجود دارد؟

با مقایسه این نتایج و نتایج روغن کارنکرده می توان درباره توان و کاربرد ادتیو تصمیم گیری کرد . البته چک کردن علائم کف در بازرسی های روزانه و سطح سنجی تجهیزات بهترین نشانه از هرگونه مشکلات بالقوه را ارائه می نماید.

با توجه مناسب و مراقبت ، آنتی فوم ها می توانند عملکرد مناسبی در تجهیزات و روانکار شما داشته باشند . فقط مطمئن شوید سایز فیلتر مناسب بوده و همچنین ارزیابی روزانه سطح ادتیو را برای مطمئن شدن از عملکرد شایسته و سلامت دستگاه و روانکار را انجام دهید.

۶۵٪ از گزارشات حرفه ای روانکاری اعلام می نمایند که کف می تواند مشکل بزرگی برای روانکار و همچنین تجهیزات باشد.

ذرات روانکار نبوده و باعث حذف آنتی فوم شود . فیلتراسیون بیش از حد ( over filtered ) به ندرت اتفاق می افتد ، اغلب تجهیزات صنعتی فیلتر مناسب ندارند یا اصلا فیلتراسیون انجام نمی دهند.

برای انتخاب فیلتر مناسب برای تجهیز خود ابتدا می بایست سطح تمیزی مورد نیاز را مشخص نمایید وقتی سطح تمیزی مورد نیاز مشخص شد برای رسیدن به سطح مورد نیاز تمیزی فیلتر مورد نیاز را تعیین نمود . اگر نسبت به سطح تمیزی و فیلتر مناسب شبه ای ایجاد شد میتوان از تولید کننده روانکار و همچنین تولید کننده فیلتر مشخصات مورد نیاز را درخواست نمود.

اجماع عمومی در میان شرکت های نفتی این است که بزرگترین ریسک فیلتر کردن آنتی فوم ها در سطح ۳ میکرون آغاز می شود. کاربرد گسترده ی این نوع فیلتراسیون در سیستم های هیدرولیک و توربین است که نیاز به تمیزترین و دقیق ترین فیلتراسیون را دارند . سیستم های دنده نیازی به روغن های super clean ندارند و نیازی به این سطح خوب فیلتراسیون ندارند.

بنابراین، نه تنها در نظر گرفتن نیاز دستگاه، بلکه توانایی فیلتر کردن روغن به این سطح بدون صدمه زدن به سطوح افزودنی نیز مهم می باشد.

### نحوه نظارت کردن

اگر آنتی فوم پایه سیلیکونی باشد، میتوان از طریق آنالیز عنصری مقدار سیلیکون را در نمونه روغن اندازه گیری کرد اگر مقدار سطح سیلیکون پایین آمده باشد ادتیو آنتی فوم تخریب شده است . بهترین روش برای ارزیابی آنتی فوم های آلی انجام تست های عملکردی نظیر پایداری کف یا تمایل به ایجاد کف در روانکار می باشد .

## کیفیت مورد نیاز بالانس برای شفت‌های صلب (ادامه)

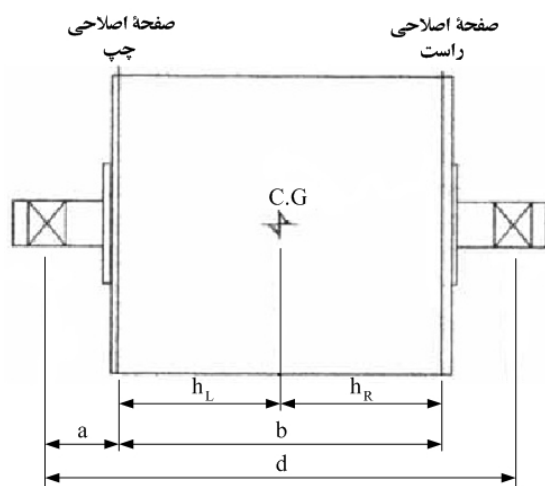
مقدار  $U_{per}$  اختصاص داده شده به هر یک از صفحات، می‌تواند تفاوت داشته باشد.

### روتورهای متقارن

روتور متقارن (شکل ۱) روتوری است که:

(۱) صفحات اصلاحی در حفاصل دو یاتاقان روتور قرار داشته باشند.

(۲) فاصله دو یاتاقان روتور ( $d$ ) بیشتر از سه برابر فاصله دو صفحه اصلاحی ( $b$ ) باشد.



شکل ۱: مدل نمادین از روتور متقارن

در صورتی که صفحات بالانس فواصل یکسانی تا مرکز جرم روتور داشته باشند:

$$U_{per,L} = U_{per,R} = U_{per}/2 \quad (4)$$

در صورتی که صفحات اصلاحی فواصل برابری نسبت به مرکز جرم نداشته باشند:

$$U_{per,L} = U_{per} \times (h_R/b) \quad (5)$$

$$U_{per,R} = U_{per} \times (h_L/b)$$

نکته حائز اهمیت این است که مقدار  $U_{per,L}$  و

$U_{per,R}$  نباید کمتر از ۳۰٪ و بیشتر از ۷۰٪ مقدار  $U_{per}$

باشند. در صورتی که این اتفاق رخ دهد به منظور تعیین

در شماره پیشین نشریه در ارتباط با تعاریف بنیادین در علم بالانس و همچنین انواع گریدهای مختلف بالانس و میزان نابالانسی مجاز برای هر گرید توضیحاتی ارائه شد. در این مقاله، پیرو بحث صورت گرفته، چگونگی تعیین و محاسبه مقدار مجاز نابالانسی باقیمانده برای ساختارهای مختلف روتور صلب ارائه می‌شود.

### تعیین مقدار مجاز نابالانسی باقیمانده $U_{per}$

$$U_{per} = e_{per} \times m \quad (2)$$

$m$ : جرم روتور

مقدار نابالانسی مجاز باقیمانده تابعی است از عدد  $G$ ، وزن و بیشترین سرعت دورانی روتور. به منظور پیدا کردن مقدار "نابالانسی ویژه" به جای استفاده از نمودار و ضرب مقدار  $e_{per}$  در وزن روتور، می‌توان از رابطه (۳) استفاده نمود.

$$U_{per} \text{ (g-mm)} = 9549 \times G \times W/N \quad (3)$$

$G$ : گرید کیفیت بالانس طبق جدول (۱)

$W$ : وزن روتور (Kg)

$N$ : بیشترین سرعت دورانی روتور (rpm)

منطق محاسباتی ارائه شده، در کتابچه اطلاعات

برخی سازندگان ماشین‌های بالانس ارائه شده است [۱].

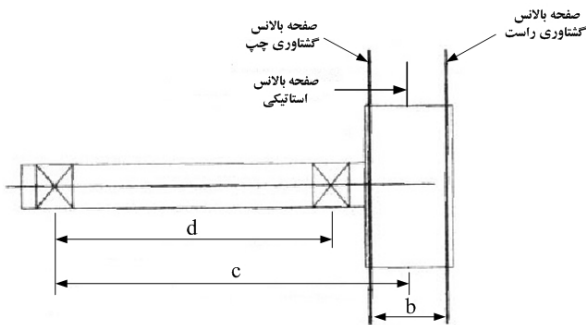
### اعمال $U_{per}$ به صفحات اصلاح کننده بالانس

عبارت  $U_{per}$  میزان نابالانسی مجاز کلی است و می‌بایست بر اساس ساختار و ابعاد روتور به صفحات اصلاحی بالانس اختصاص یابد. برای روتورهایی که به صورت تک‌صفحه‌ای بالانس می‌شوند، تمامی مقدار  $U_{per}$  برای همان تک صفحه در نظر گرفته می‌شود. برای روتورهایی که به صورت دو صفحه‌ای بالانس می‌شوند، بر اساس ساختار و ابعاد روتور،

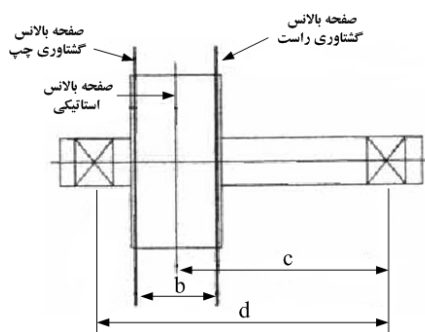


کیفیت مورد نیاز بالانس برای شفت‌های صلب

صفحات بالانس که عمدتاً صفحات اصلی تجهیز دوار اعم از صفحات پروانه پمپ یا فن می‌باشند، خارج از فاصله بین دو یاتاقان شفت قرار دارند.



شکل ۳: مدل نمادین از روتور یکسر گیردار



شکل ۴: مدل نمادین از روتور با صفحات باریک

قواعد برای روتورهای مذکور به قرار ذیل تعریف

می‌شود:

(۱) فاصله بین صفحات بالانس گشتاوری می‌بایست از

یک سوم فاصله بین یاتاقان‌ها کوچکتر باشد. یعنی:

$$b < 0.33d$$

(۲) فرض می‌شود که بار دینامیکی مجاز یاتاقان‌ها یکسان باشد.

(۳) اصلاحات گشتاوری در صفحات مربوطه با زاویه  $180^\circ$  نسبت به هم قرار می‌گیرد.

(۴) مطابق شکل‌های ۳ و ۴، صفحه بالانس استاتیکی صفحه سومی است که البته می‌تواند هر یک از صفحات بالانس گشتاوری نیز باشد.

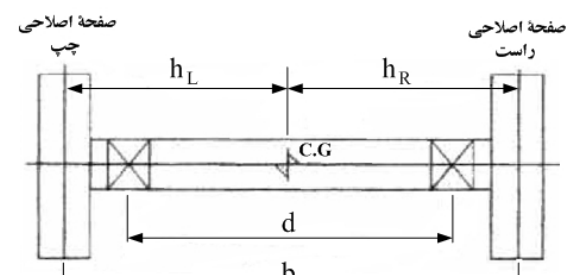
(۵) اختصاص  $U_{per}$  به عنوان میزان نابالانسی مجاز استاتیکی و گشتاوری طبق روابط (۸) نتیجه می‌شود.

$$\begin{aligned} U_{per-static} &= U_{per}/2 \times d / (2c) \\ U_{per-couple} &= U_{per}/2 \times 3d / (4c) \end{aligned} \quad (8)$$

مقادیر اصلاحی در صفحات بالانس می‌بایست از قوانین مربوط به روتورهای باریک<sup>۱</sup> (ادامه مطلب) استفاده کرد.

### روتورهای با صفحات اصلاحی خارجی

منظور از روتور با صفحات اصلاحی خارجی این است که دو صفحه اصلاحی در خارج از حد واصل یاتاقان‌های روتور قرار دارند (شکل ۳).



شکل ۲: مدل نمادین از روتور با صفحات اصلاحی خارجی

بدین جهت اغلب به روتورهای به این حالت، روتورهای دمبلی شکل می‌گویند. هر دو صفحه اصلاحی، خارج از محدوده یاتاقان‌ها قرار دارند. بنابراین  $b > d$

در این حالت ابتدا مقدار  $U_{per}$  طبق رابطه (۶)

اصلاح می‌شود (کاهش می‌یابد).

$$U_{per} = U_{per} \times (d/b) \quad (6)$$

در رابطه فوق،  $U_{per}$  مقدار اصلاح شده نابالانسی

ویژه می‌باشد. در حالتی که صفحات اصلاحی فواصل یکسانی از مرکز جرم نداشته باشند، با استفاده از رابطه (۷) مقدار نابالانسی ویژه هر صفحه اصلاحی تعیین می‌شود.

$$U_{per,L} = U_{per} \times (h_R/b) \quad (7)$$

$$U_{per,R} = U_{per} \times (h_L/b)$$

### روتورهای یکسر آویزان و روتورهای باریک

مدل نمادین روتورهای یکسر آویزان<sup>۲</sup> و روتورهای باریک<sup>۳</sup> به ترتیب در شکل‌های ۳ و ۴ نشان داده شده است. همان‌گونه که ملاحظه می‌شود، در روتورهای یکسر آویزان

<sup>1</sup> Narrow rotors

<sup>2</sup> Overhung rotors

<sup>3</sup> Narrow rotors

باعث خیز و خمش روتور می‌شود که این خمش، ارتعاشات محوری در یاتاقان‌ها را نتیجه می‌دهد.

در حالت طبیعی، نابالانسی، ارتعاشاتی در هارمونیک اول (1X) ایجاد می‌کند که مقدار دامنه آن ۸۰٪ از دامنه ارتعاشات کل تجهیز می‌باشد. اگر دامنه ارتعاشات هارمونیک اول کمتر از ۸۰٪ از ارتعاشات کل تجهیز باشد باید نسبت به وجود عیوب دیگر علاوه بر نابالانسی مشکوک بود. در این حالت ابتدا می‌بایست سایر عیوب را برطرف نمود و پس از آن به فکر بالانس کردن تجهیز بود.



نابالانسی همواره نیروهای شعاعی یکسانی اعمال می‌کند ولیکن ارتعاشات ناشی از آن تقریباً هیچوقت در راستاهای مختلف، دامنه‌های یکسانی ندارد. بسته به نوع و وضعیت تکیه‌گاه‌های تجهیز و همچنین، فاصله شفت تا تکیه‌گاه، سفتی تجهیز در دو راستای عمودی و افقی متفاوت می‌باشد که این امر تفاوت در دامنه‌های ارتعاشات در این دو راستا را نتیجه می‌دهد.

فاز یکی از ابزارهای بسیار مهم در شناسایی نابالانسی می‌باشد. چرا که چندین عیب مختلف در هارمونیک نخست روتور ایجاد ارتعاش می‌کنند که این مهم، تشخیص عیوب بر اساس دامنه ارتعاشات را دشوار می‌سازد. در ارتباط با نابالانسی استاتیکی یا همان تک‌صفحه‌ای، با مقایسه مقدار زاویه فاز برای موقعیت‌های شعاعی یکسان روی یاتاقان‌های روتور (منظور راستای عمودی یا افقی است)، ملاحظه می‌شود که هیچ اختلاف

## بالانس در دوره‌های کمتر از دور کاری تجهیز

به منظور بالانس یک روتور، بهتر است که این عمل در دور کاری آن صورت گیرد؛ ولیکن انجام این کار در همه موارد امکان‌پذیر نیست. چرا که در بسیاری موارد دوران موتور در دور کاری آن به روی دستگاه بالانس خطرناک بوده و نمی‌توان چنین کاری را انجام داد.

در مقوله بالانس در دوری کمتر از دور کاری، در نظر داشتن دو نکته حائز اهمیت است. نخست اینکه روتور موردنظر می‌بایست صلب بوده و یا برای رسیدن به دور کاری خود حداکثر از یکی از فرکانس‌های طبیعی‌اش عبور کند که در ارتباط با این موضوع، پیشتر توضیح داده شده است. نکته دومی که برای بالانس در دوری کمتر از دور کاری لازم است، دانستن گرید کیفیت بالانس تجهیز می‌باشد. زمانی که می‌خواهیم روتوری را در دوری کمتر از دور کاری آن بالانس کنیم با استفاده از نمودار شکل ۵ (بخش نخست مقاله) و دانستن گرید کیفیت آن می‌توانیم دور کاری آن را کاهش داده ولیکن برای میزان نابالانسی مجاز ثابت، گرید آن را افزایش دهیم. به عنوان مثال، در حالتی که گرید ۶۳ برای روتوری با دور ۳۰۰۰ rpm در نظر گرفته شده است با استفاده از نمودار شکل ۵، میزان نابالانسی مجاز آن ۲۰ μm به دست می‌آید. حال اگر بالانس این روتور در دور ۵۰۰ rpm مدنظر باشد، می‌بایست از گرید ۱ بدین منظور استفاده کرد و میزان نابالانسی مجاز باقیمانده را بر اساس گرید ۱ تعیین کرد.

## نکاتی از پایش وضعیت ارتعاشی نابالانسی

نابالانسی یک نیروی شعاعی است که ارتعاشاتی با فرکانسی برابر با دور کاری روتور ایجاد می‌کند. نیروی شعاعی بعضاً و به طور خاص در روتورهای یکسر آویزان می‌تواند ارتعاشاتی در راستای محوری نیز تولید کند. در این نوع از روتورها، دامنه ارتعاشات محوری حتی می‌تواند از دامنه ارتعاشات شعاعی بزرگتر باشد. نیروی شعاعی

یاتاقان‌ها را با یکدیگر مقایسه و در صورت برابری این دو مقدار با یکدیگر و وجود ارتعاش قابل توجه بر هارمونیک اول روتور، به وجود نابالانسی در آن پی برد.

فازی وجود نخواهد داشت. این مهم در ارتباط با نابالانسی گشتاوری مقدار ۱۸۰ درجه می‌باشد و برای نابالانسی دینامیکی که ترکیبی از دو نابالانسی مذکور می‌باشد، مقدار اختلاف فاز عددی بین صفر تا ۱۸۰ درجه می‌باشد. فاز می‌بایست پایدار و تکرارپذیر باشد. بدین منظور ابتدا لازم است تا برای هر یک از یاتاقان‌های روتور، اختلاف فاز در دو راستای عمودی و افقی به ازاء هر نوع نابالانسی تقریباً ۹۰ درجه باشد. یک نشانه خوب از نابالانسی این است که اختلاف فاز افقی بین دو یاتاقان با اختلاف فاز عمودی بین آنها برابر باشد. بدین ترتیب با اندازه‌گیری فاز در دو راستای عمودی و افقی و برای هر یک از یاتاقان‌های روتور، می‌توان اختلاف فاز عمودی و اختلاف فاز افقی

#### مراجع

- [1]. Static and Dynamic Balancing of Rigid Rotors. Application notes of Bruel & Kjaer
- [2]. Standard ISO 10816-3
- [3]. Andy Ruehs. When To Low Speed Balance ([www.toshiba.com](http://www.toshiba.com))
- [4]. Balance Quality Requirements of Rigid Rotors, the Practical Application of ISO 1940/1



سحر وهاب زاده

کارشناس تحقیق و توسعه

## کاربرد نانو کاتالیست‌ها در تصفیه هیدروژنی فرایندهای پالایش نفت

### چکیده

در فناوری نانو خواص فیزیکی مواد نانو ابعاد در حوزه ای بین اثرات کوانتومی و خواص توده قرار می‌گیرد. علوم و فنون نانو محصول مطالعات دانشمندان در رشته‌های مختلف بوده است، که با راه حل‌ها و روش‌های گوناگون و خلاقانه به صورت مجموعه ای از فنون علمی کارآمد در آمده است. در این نوشتار، ضمن بررسی فرایند تصفیه هیدروژنی، انواع کاتالیست‌های مورد استفاده در این فرایند و تاثیر فناوری نانو بر آن‌ها بررسی گردیده است.

### مقدمه

پالایش نفت با تقطیر جزء به جزء نفت خام به گروه های هیدروکربنی شروع شده و خواص محصولات، مستقیماً متناسب با نحوه انجام فرایند تبدیل نفت می باشد. فرایندها و عملیات پالایش نفت به پنج بخش اصلی تقسیم می‌شود:

(الف) تفکیک (تقطیر)

(ب) فرایندهای تبدیلی که اندازه و ساختار مولکولی هیدروکربن‌ها را تغییر می‌دهند این فرایندها شامل:

(۱) تجزیه (تقسیم)

(۲) همسان سازی (ترکیب)

(۳) جایگزینی (نوآرایی) می‌باشند.

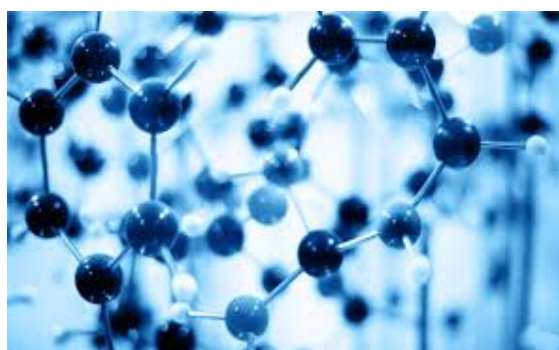
(ج) فرایندهای عمل آوری

(د) فرایندهای تنظیم و اختلاط

فرایند تجزیه که از زیرشاخه‌های فرایندهای تبدیلی محسوب می‌شود، شامل هیدروکراکینگ، شکست کاتالیستی و شکست گرمایی می‌شود.

### تصفیه هیدروژنی / هیدروتريتینگ کاتالیستی

هیدروتريتینگ کاتالیستی یک فرایند هیدروژناسیون است که برای خارج کردن حدود ۹۰ درصد مواد آلوده کننده نیتروژنی، سولفوری، اکسیژن دار و فلزات از برش های نفتی مایع مورد استفاده قرار می‌گیرد. این مواد آلاینده در صورتی که از سیالات نفتی جدا نشوند، مادامی که از درون لوله‌های واحدهای پالایش می‌گذرند، می‌توانند اثرات مخربی روی تجهیزات، کاتالیست‌ها و کیفیت محصولات نهایی داشته باشند. هیدروتريتینگ معمولاً پیش از فرایندهای بازآرایی کاتالیستی Catalytic Reforming انجام می‌شود به نحوی که کاتالیست‌ها با مواد اولیه تصفیه نشده، تماس پیدا نکنند. هیدروتريتینگ را همچنین می‌توان پیش از شکست کاتالیستی انجام داد تا میزان گوگرد کاسته شود و بازده محصولات بیشتر شود و برش‌های نفتی میان تقطیری Middle distillate بهبود یابند و به کروزون، سوخت دیزل و نفتن‌ها تبدیل شوند. به علاوه، هیدروتريتینگ اولفین‌ها و آروماتیک‌ها را به انواع اشباع شده تبدیل می‌کند.



فرایندهای گوگرد زدایی با هیدروژناسیون کاتالیستی

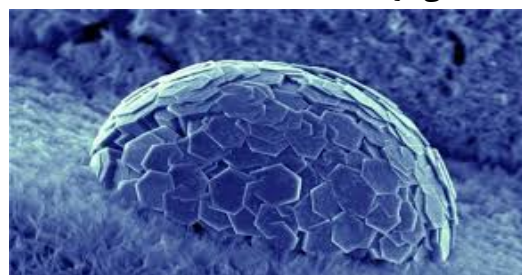
هیدروتريتینگ / تصفیه هیدروژنی برای خارج کردن سولفور، هیدرو دی سولفوریزاسیون (گوگرد زدایی با هیدروژناسیون) خوانده می‌شود. در یک واحد گوگرد زدایی

روغن‌ها، شامل اشباع اولفین‌ها و بهبود در رنگ، بو و طیف اسیدی روغن است. هیدروتريتینگ / تصفیه هیدروژنی معمولی روغن‌ها می‌توانند پس از فرآیند انحلال انجام شود. دماهایی که در آن این فرایند هیدروتريتینگ انجام می‌شود معمولاً زیر ۶۰۰ درجه فارنهایت و فشار معمولاً پایین‌تر از 800Psi می‌باشد. هیدروتريتینگ روغن در دماهایی در بازه ۶۰۰ تا ۷۵۰ درجه فارنهایت و فشار هیدروژن پایین‌تر از 3000Psi انجام می‌شود و قابلیت اشباع سازی حلقه‌های آروماتیکی به همراه خارج سازی سولفور و نیتروژن وجود دارد تا اینکه خواص ویژه‌ای که در شرایط معمولی بدست نیامده است حاصل شود.

هیدروتريتینگ / تصفیه هیدروژنی همچنین ممکن است برای پیشبرد کیفیت بنزین پیرولیز که یک محصول جانبی از فرایند ساخت اتیلن است، استفاده شود. معمولاً، خروجی بنزین پیرولیز یکی از ترکیبات بنزین موتور است (به واسطه عدد اکتان بالا). به هر جهت مقادیر کمی را می‌توان بدون تصفیه با بنزین موتور مخلوط نمود. (به واسطه بو، رنگ و امکان تشکیل صمغ این مواد).

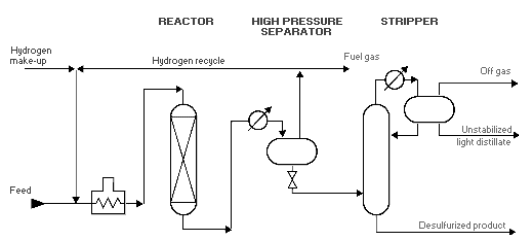
کیفیت این محصول به واسطه اینکه حاوی مواد دی‌الفینی زیادی است و می‌تواند به نحو راضی‌کننده‌ای با هیدروتريتینگ / تصفیه هیدروژنی بهبود یابد. چرا که تبدیل دی‌الفین‌ها به مونو‌الفین‌ها یک محصول قابل قبولی برای مخلوط شدن با سوخت موتور به وجود می‌آورد.

با هیدروژناسیون کاتالیستی ابتدا هوا از ناخالصی‌های اولیه خارج می‌شود و با هیدروژن مخلوط می‌شود و آنگاه در یک کوره با دمای ۶۰۰ تا ۸۰۰ درجه فارنهایت پیش گرم می‌شود. در راکتور، ترکیبات سولفور و نیتروژن دار در مواد اولیه تبدیل به  $H_2S$  و  $NH_3$  می‌شود. محصولات واکنشی از راکتور خارج شده و پس از سرد شدن تا دمای پایین به یک جداساز گاز و مایع داخلی می‌شوند. گاز غنی از هیدروژن از جداساز فشار بالا برای مخلوط شدن با مواد اولیه بازگردانده می‌شود و جریان گاز فشار پایین که غنی از  $H_2S$  است به واحد تصفیه گاز فرستاده می‌شود تا  $H_2S$  خارج شود. سپس گاز تمیز برای سوخت کوره‌های پالایشگاه مفید است. جریان مایع محصول هیدروتريتینگ / تصفیه هیدروژنی است که معمولاً به ستون استریپینگ برای جدایش  $H_2S$  و سایر محصولات نامطلوب فرستاده می‌شود. در مواردیکه بخار برای استریپینگ استفاده می‌شود، محصول به یک خشک کن خلاء فرستاده می‌شود تا آب از آن خارج شود. محصولات هیدرو دی‌سولفوریزاسیون شده یا مخلوط می‌شوند یا به عنوان مواد اولیه بازآرایی کاتالیستی استفاده می‌شود.



### سایر فرایندهای هیدروتريتینگ / تصفیه هیدروژنی

فرایندهای هیدروتريتینگ / تصفیه هیدروژنی بسته به مواد اولیه حاضر و کاتالیست‌های به کار رفته متفاوت هستند. از هیدروتريتینگ / تصفیه هیدروژنی می‌توان برای ارتقای مشخصات سوختن مواد تقطیر شده مانند کروژن استفاده کرد. هیدروتريتمنت / تصفیه هیدروژنی برش کروژن می‌تواند آروماتیک‌ها را به نفتن‌ها تبدیل کند که ترکیبات تمیزتری هستند. هیدروتريتینگ / تصفیه هیدروژنی روغن‌های روان ساز، از تصفیه کاتالیستی نفت با هیدروژن جهت ارتقای کیفیت محصولات استفاده می‌کند. اهداف هیدروتريتینگ / تصفیه هیدروژنی معمولی



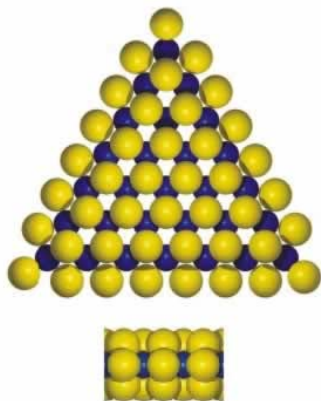
شکل ۱- نمایه‌ای از گوگرد زدایی با هیدروژناسیون

### کاربردهای فناوری نانو در کراکینگ کاتالیستی

(۱) بیشتر از ترکیبات سولفیدی و اکسیدی مولیبدن کبالت Mo-Co و مولیبدن- نیکل Mo-Ni برای حذف گوگرد استفاده می‌شود. بررسی دقیق این کاتالیست‌ها و موارد مشابه می‌تواند در چگونگی عملکرد آن به منظور ساخت نانو کاتالیست‌های مربوطه کمک کند. در این رابطه

استفاده شده است. فعالی کردن سایت‌های کاتالیست برای جبران کردن سطح ویژه کم آن‌هاست. کوچوبی و همکاران<sup>۳</sup> ساختار و فعالیت کاتالیست‌های  $\text{MoS}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  در واکنش گوگردزایی هیدروژنی تیوفن با کاتالیست‌های  $\text{MoS}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  که با روش پوسته سازی<sup>۴</sup> آماده سازی می‌شوند را بررسی کرده‌اند. در طی این عمل آوری ساختار  $\text{MoS}_2$  شدیداً واپیچیده می‌شود. فعالیت کاتالیستی این کاتالیست‌ها و کاتالیست‌های تجاری برای گوگرد زدایی تیوفن با هم مقایسه شده‌اند. ثابت شد که ابعاد پشته سازی<sup>۵</sup> دی اکسید مولیبدن  $\text{MoS}_2$  در کاتالیست‌هایی که با روش پوسته سازی  $200\text{\AA}$  است در حالی که در کاتالیست‌های مرسوم  $20\text{\AA}$  می‌باشد. این ثابت می‌کند که هر چند تعداد اتم‌های مولیبدن که در لبه صفحه قرار دارند در هر گرم از  $\text{MoS}_2$  آماده شده با پوسته سازی  $10$  برابر کوچکتر از کاتالیست های استاندارد است، فعالیت این کاتالیست‌ها به فعالیت کاتالیست‌های استاندارد نزدیک است.

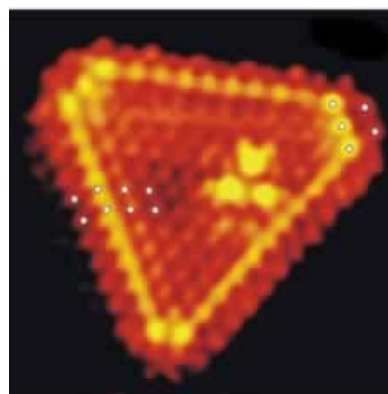
با رعایت این ملاحظه، به نظر می‌رسد که گوگرد زدایی هیدروژن تیوفن با صفحه بازال<sup>۶</sup>  $\text{MoS}_2$  که دارای ساختار بدون نقص در محیط واپیچیده مولیبدن می‌باشد انجام گیرد.



شکل ۳) خوشه مثلثی  $\text{MoS}_2$

در مطالعه‌های دیگر روی کانون های فعال کاتالیست‌های سولفید کبالت - مولیبدن توسط کوگان و همکاران<sup>۷</sup> مکانیسم گوگرد زدایی تیوفن توسط کاتالیست‌های

می‌توان به پالایشگاه‌های ژاپنی و اروپایی اشاره کرد که در حال سرمایه گذاری عظیم در توسعه نانو کاتالیست‌های جداکننده سولفور بر پایه یکی از نتایج کشف محققین در دانشگاه آرهاس در دانمارک هستند که از نانوخوشه‌های کوچک دی سولفید مولیبدن ( $\text{MoS}_2$ ) با نانو ذرات کبالت و نیکل به عنوان کاتالیست موثری برای هیدرو دی سولفوریزاسیون (HDS) نفت استفاده نموده‌اند.



شکل ۲- تصویر STM از تک لایه نانو خوشه‌های Co-Mo-S

(۲) برای نیتروژن زدایی با هیدروژناسیون از نانو کاتالیست های اکسیدهای تنگستن-نیکل ( $\text{W-Ni}$ ) استفاده شود.

(۳) فعالیت کاتالیستی تیتانیا ( $\text{TiO}_2$ ) بیشتر از کاتالیست آلومین است اما پایه  $\text{TiO}_2$  کاتالیست فلزی برای استفاده اقتصادی در هیدرو دی سولفوراسیون یا فرایندهای هیدروتريتینگ مناسب نیست زیرا  $\text{TiO}_2$  مورد نظر سطح ویژه کوچکی دارد. شاید بتوان با رفع مشکل فوق از اکسید تیتانیوم در گوگرد زدایی استفاده کرد. آقای چوی و همکاران<sup>۱</sup> روی کاتالیست  $\text{CoMo}$  بر روی پایه  $\text{Al}_2\text{O}_3$  به روش اسپری پیرولیزی تحقیق به عمل آوردند که طی این عملیات کره‌هایی با قطر  $1/2 - 0/5$  میکرومتر تشکیل یافته از ذرات ابتدایی در ابعاد  $10 - 20$  نانومتر می‌باشد، به وجود می‌آید. نشان داده شد که این مواد می‌تواند جایگزین مناسبی برای کاتالیست‌های تجاری فرآیند سولفورزدایی به کمک هیدروژن (HDS) باشد. واکنش‌های خفیف‌تر مابین  $\text{CoMo}$  و  $\text{H}_2\text{O}_2$  بوسیله  $\text{TPR}$ <sup>۲</sup>، روش طیف سنجی Roman برای فعال کردن نقاط بیشتری در کاتالیست

<sup>3</sup> D. I. Kochubei, V. A.

<sup>4</sup> exfoliation

<sup>5</sup> Stacking dimension

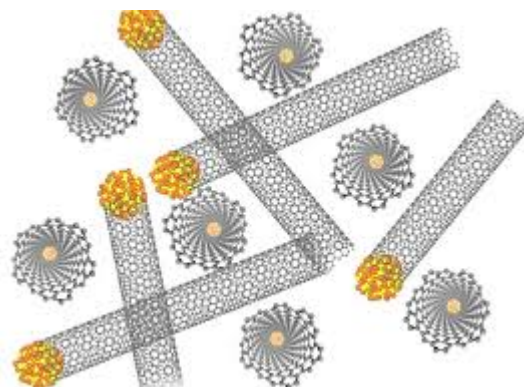
<sup>6</sup> Basal plane

<sup>7</sup> V. M. Kogan

<sup>1</sup> Ki-Hyouk Choi

<sup>2</sup> Temperature-Programmed Reduction

سولفیدی برای تصفیه هیدروژنی و همچنین اثر ترکیب کاتالیست و خوراک روی عدد، توزیع و عملکرد سایت‌های فعال مورد بررسی قرار گرفته که این امر با استفاده از ایزوتوپ‌های  $H^3$  و  $S^{35}$  در مطالعات رادیو ایزوتوپی به عنوان یک روش سیستماتیک آزمایشی و آشکارسازی، کاتالیست‌های سولفید  $Co(Ni)Mo$  فرآیند تصفیه هیدروژنی امکان پذیر شده است. این روش شامل ارزیابی کسر سطح فعالی که توسط گروه های SH اشغال می‌شود و نسبت بین غلظت گروه‌های SH سطح و سایت‌های غیر اشباع شامل سایت‌های فعال خالی از گروه‌های SH می باشد. شرایط عمومی برای شکل‌گیری و کارکردن مکان های فعال بر پایه داده‌های بدست آمده فرموله شده است. گروه تحقیقاتی اینو و همکاران<sup>8</sup> نانوکاتالیست جدیدی از اکسید تیتانیم را برای گوگردزدایی با هیدروژناسیون اختراع کرده‌اند. در این مطالعه، روش ساخت جدیدی با استفاده از ژله کردن  $TiO_2$  به عنوان پایه کاتالیست بررسی شده است. افزایش فعالیت کاتالیستی می‌تواند با خواص فیزیکی  $TiO_2$  کنترل شود و در ادامه  $TiO_2$  را به عنوان مواد کاتالیستی در حوزه تصفیه نفت برای هیدرو دی سولفوراسیون نفت گاز به کار برده‌اند.



<sup>8</sup> Shinichi Inoue, Akihiro Muto, Yukitaka Wada, Takeo Ono

سید حسین ثابتی فرد

کارشناس تحقیق و توسعه

سایشی این گروه 0.842 mm بوده است. اثر سایشی گرافیت ورقه ای طبیعی و گرافیت مصنوعی (۰,۹۹٪ کربن) میان 0.70 – 0.79 mm متغیر است و هیچگونه سایشی در مجاورت با رژیم جریان آشفته نشان نداده است البته در نمونه حاوی گرافیت ورقه ای طبیعی (۰,۹۵٪ کربن) مقدار کمی سایشی در ناحیه آشفته از خود نشان داده است. مخلوط هایی که شامل گرافیت غیر متبلور و گرافیت ورید طبیعی می باشند اثر سایشی بزرگتری را از خود نشان داده است و این مخلوط ها اثر سایشی بزرگتری را نسبت به گریس معمولی دارا می باشند.

ضرایب اصطکاک در مخلوط های گرافیت ورقه ای طبیعی و گرافیت مصنوعی بین ۰,۱۰۳-۰,۱۱۴ بوده است. همچنین ضرایب اصطکاک در مخلوط های گرافیت غیر متبلور و گرافیت ورید طبیعی برابر ۰,۱۴ است که در مقابل گریس معمولی با ضریب اصطکاک معمولی ۰,۱۲۱ بزرگ بوده است.

گرافیت ورقه ای طبیعی و گرافیت مصنوعی بهبود اصطکاک و و شاخص های سایشی بهتری را نسبت به گرافیت غیر متبلور و گرافیت ورید طبیعی از خود نشان داده است. در درصد وزنی ۵٪، نوع گرافیت در عملکرد گریس تاثیر بسزایی داشته است و تاثیر خلوص در عملکرد نمونه های گرافیت ورقه ای طبیعی و گرافیت مصنوعی بی نتیجه بوده است.

### افزودن ۱۰٪ گرافیت به گریس

ضخامت اثر سایشی در این گروه نمونه ها میان 0.71 – 0.96 mm متغیر بوده است و با اثر سایشی متوسط 0.825 mm کمتر از اثر سایشی در مخلوط ۵٪ گرافیت و گریس معمولی بوده است. در مخلوط ۱۰٪ وزنی، گرافیت با خلوص بالا کمترین اثر سایشی در بین این گروه را داشته است. متوسط ضریب اصطکاک در این گروه بین 0.078 – 0.132 بوده است.

### پودرهای گرافیتی با خلوص بالا

#### Super fine natural graphite powder

مشخصات نوع گریس و نمونه های گرافیت استفاده شده

گریس معمولی بدون ادتیو (Neat Grease) استفاده شده Clay Filled Polyalphaolefin با اثر سایشی (Wear Scar) = 0.99 mm و ضریب اصطکاک (COF) = 0.121 می باشد.

گرافیت مصنوعی با خلوص بین ۰,۹۵ - ۰,۹۹٪، گرافیت ورید طبیعی با خلوص بین ۰,۹۰ - ۰,۹۹٪، گرافیت ورقه ای طبیعی با خلوص بین ۰,۸۰ - ۰,۹۹٪، گرافیت غیر متبلور با خلوص بین ۰,۷۰ - ۰,۸۵٪ و اندازه ذرات استفاده شده در نمونه ها ۱۰ میکرون بوده است.

Graphite Grade	230U	146	4421	A99	2127	508
Type	High Carbon Flake	Flake	Purified Synthetic	Synthetic	Vein	Amorphous
Carbon Content	99.36	96.94	99.96	99.57	97.30	85.56
MT50th percentile	15 um	25 um	18 um	21 um	25 um	15 um
BET Surface Area	6.8	4.7	9.2	8.1	4.0	16.6
Weight % +325	0.0	1.84	0.11	0.11	1.6	1.18
Weight % -325	100	98.16	99.89	99.89	98.4	98.82

جدول شماره ۱: اندازه و خلوص مواد مورد استفاده را نشان می دهد

### افزودن ۵٪ گرافیت به گریس

A99، کمترین اثر سایشی حدود 0.7 mm را در بین تمامی درصد وزنی های افزوده شده به گریس را دارا بوده است. اثر سایشی این درصد وزنی ویژه صاف بوده و در اثر فشارهای بالا و جریان های آشفته سایشی از خود نشان نداده است و ضریب اصطکاک متوسط بزرگ ۰,۱۱ به ثبت رسیده است. اثر سایشی تمامی مخلوط های با درصد وزنی ۵٪ بین 0.7-1.06 mm و ضریب متوسط اثر



میانگین ضریب اصطکاک بین نمونه های ۲۰٪ درصد وزنی گرافیت بین ۰,۱۱۲ - ۰,۱۲۸ بوده است. در درصد وزنی ۲۰٪، نوع گرافیت و خلوص، تاثیرات بسیار کم و ناچیزی بروی خواص سایشی دارند.

### تست ASTM D2596 ، اندازه گیری خواص و روانکاری گریس در فشارهای بالا

از همان نوع گریس اولیه و نمونه هایی با همان ترکیب درصد وزنی در این آزمایش نیز استفاده شده است و نتایج در جدول شماره ۲ آورده شده است.

کم ترین ضریب اصطکاک مربوط به مخلوط 230u با مقدار ۰,۰۷۸ بوده است.

### افزودن ۲۰٪ گرافیت به گریس

ضخامت اثر سایشی در این گروه از نمونه ها میان 0.72 - 0.88 mm و تمامی اثر سایشی این گروه کمتر از گریس معمولی بوده است و میانگین 0.795 mm که کمترین میانگین بین ۳ گروه مورد مطالعه بوده است. مخلوط ۲۰٪ درصد وزنی از گرافیت مصنوعی با خلوص بسیار بالا کمترین اثر سایشی 0.72 mm را داشته است.

Table 2: ASTM D 2596: LWI and Raw Data

Mixture	Carbon %	LWI	Last Non-Seizure Scar			Last Seizure Scar		Weld Load Kg
		Kgf	Kgf	mm	Kgf	mm		
Veat		24.92	32	0.28	100	2.29	126	
5%230U	99.36	25.75	40	0.3	126	2.29	160	
10%230U	99.36	30.04	50	0.36	160	2.18	200	
20%230U	99.36	38.86	50	0.36	200	2.07	250	
5%146	96.94							
10%146	96.94	27.78	40	0.31	160	3.28	200	
20%146	96.94							
5%4421	99.96							
10%4421	99.96	31.65	50	0.34	160	2.21	200	
20%4421	99.96							
5%A99	99.57							
10%A99	99.57	31.46	50	0.35	160	2.24	200	
20%A99	99.57							
5%508	85.56	26.71	50	0.35	126	3.11	160	
10%508	85.56	30.36	50	0.35	160	2.22	200	
20%508	85.56	44.37	80	0.4	200	2.15	250	
5%2127	97.3							
10%2127	97.3	30.25	50	0.36	160	2.3	200	
20%2127	97.3							

مسابع:

<http://cn.linkedin.com/pub/eric-wang/34/601/1b6>

<http://sandblastingabrasives.com/hexagonal-boron-nitride-powder-order-page-781.html>

<http://www.exportersindia.com/kaiyuindustrial/products.htm?slno=428144>

<http://mineral-metals.exportersindia.com/products/industrial-minerals/graphite-powder.htm>



محیا اصغریان

کارشناس تحقیق و توسعه

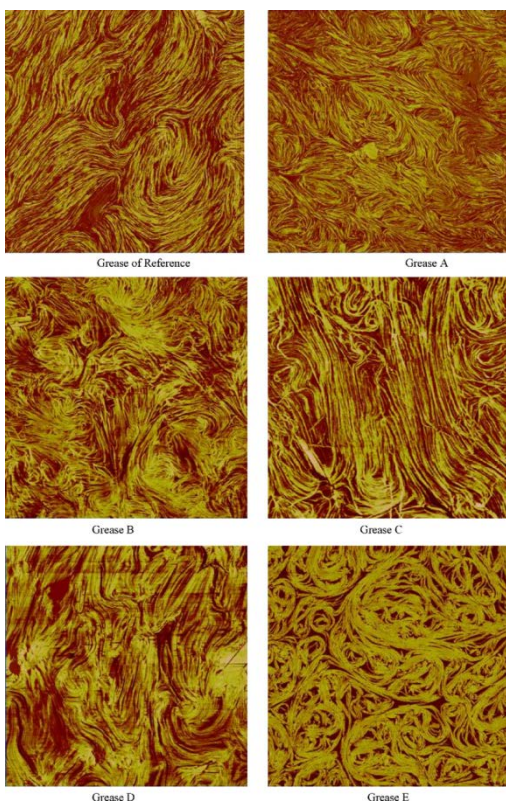


در مقاله قبلی به توضیحی در رابطه با اسیدهای آلی، قلیاها و مواد افزودنی پرداختیم؛ در این مقاله به توضیح الیاف صابونی و فرآیند پخت گریس خواهیم پرداخت.

### الیاف صابونی

آن کوتاه و پیچشی است. صابون گریس کلسیم ۱۲- هیدروکسی استئارات<sup>۱</sup> کمی بلندتر با پیچش بیش تر بوده و آنقدر کوتاه است که ساختار نرمی دارد. گریس پایه لیتیم ۱۲- هیدروکسی استئارات<sup>۲</sup> دارای شکل به طور کامل ماریچ، بخوبی در داخل یکدیگر پیچیده و بسیار کوتاه تر از صابون گریس پایه سدیم است.

همانگونه که در مقالات قبلی اشاره شد، گریس از پیدایش الیاف صابونی در روغن به دست می‌آید. این الیاف به چند گروه طبقه بندی شده است. بافت نرم مانند کره، الیاف کوتاه، الیاف بلند و ریش ریش. زمانیکه عمل پخت انجام می‌گیرد، الیاف صابونی در روغن تشکیل شده، مخلوط به صورت ژلاتینی درآمده و در نهایت گریس ساخته می‌شود. نوع و شکل الیاف صابونی بسیار متنوع بوده و قطر این الیاف از ۰/۰۱ و طول آن تا ۱۰۰ میکرون متفاوت است. برای مطالعه بر روی ساختار گریس از میکروسکوپ الکترونیکی و فیلمبرداری اشعه ایکس استفاده می‌شود. بسیاری از سازندگان اعتقاد دارند که هر چه نسبت طول الیاف به قطر آن کمتر باشد، گریس قوام بهتری خواهد داشت. ساختار این الیاف یکی از عوامل عمده اختلاف مابین گریس‌ها می‌باشد. صابون سدیم دارای الیاف بلند و درهم است. آب، صابون گریس کلسیم را ثابت کرده و نوع الیاف



<sup>1</sup> Calcium 12-hydroxy stearic acid

<sup>2</sup> Lithium 12-hydroxy stearic acid



### فرآیند تولید

دو ماده اصلی تشکیل دهنده گریس تشریح گردید. روغن پایه، بخش اصلی گریس که بیش از ۸۰ درصد را به خود اختصاص می‌دهد و صابون که عنصر دوم آن است. اگر در ساخت گریس از صابون آماده استفاده شود، ساخت صابون دیگر در اتوکلاو انجام نشده ولی اگر صابون به صورت آماده نباشد، نخست باید ساخته و سپس با روغن ترکیب گردد.

### (۱) ساخت صابون

صابون به عنوان پرکننده در گریس مورد استفاده قرار می‌گیرد. جهت ساخت آن نخست چربی و یا اسیدهای چرب، فتی اسید، به داخل دستگاه اتوکلاو شارژ می‌گردد.



این دستگاه یک دیگ پخت تحت فشار، دارای جداره گرمکن از نوع روغن داغ است. حرارت آن تا بیش از ۳۰۰ درجه

ساختار برخی گریس‌ها به صورت دانه‌ای بوده و این عامل باعث نرمی بافت آن مانند کره شده است. کریستالیزه شدن صابون، تشکیل الیاف صابونی در روغن، می‌تواند به صورت ثابت و یا فعال صورت گیرد. این بدان معنی است که پس از انجام پخت، تشکیل کریستال‌ها یا متوقف شده و یا برای مدتی ادامه خواهد داشت. در هر دو مورد، کنترل حرارت عامل بسیار موثری در تشکیل گریس است. قوام گریس بستگی به نوع کریستال‌ها دارد که اگر به صورت فشرده، متفرق، گسترده و چسبیده به هم باشند، ساختارهای متفاوتی را به وجود می‌آورند. برخی از گریس‌ها به علت ریز بودن کریستال‌های آنها بسیار شفاف است.

به طور کلی نسبت قطر به طول الیاف حدود یک به ده می‌باشد. برای عکسبرداری، نخست روغن گریس توسط برخی حلال‌ها، ترکیب‌های نفتی مانند n-Hexane، شسته تا امکان عکسبرداری بهتر به وجود آید. برخی از گریس‌های پایه لیتیم، سدیم، کلسیم و آلومینیوم دارای رشته‌های صابونی با قطر یا شعاع ۰/۲ میکرون و یا کمتر بوده و الیاف بلند دارای قطری معادل یک ده هزارم میلیمتر است. رشته های صابونی گریس‌های پایه کلسیم و لیتیم به صورت الیاف ماریپیچ، برخی به صورت نواری و یا میله‌ای بوده که به صورت متفرق تشکیل شده است. در برخی آزمایش‌ها، گریس ساخته شده به صورت مکعب بریده، بر روی یک صفحه قرار داده شده و حتی پس از تکان دادن آن، ساختار گریس پایدار مانده است. این بدان معنی است که الیاف صابونی در داخل یکدیگر بافته شده و امکان جداسازی آن میسر نیست. می‌توان الیاف صابونی گریس را به صورت کلی به سه دسته الیاف کوتاه، الیاف متوسط و الیاف بلند طبقه بندی کرد.

کردن پمپ گردشی مواد آغاز می‌گردد. زمان پخت بستگی به نوع گریس و دستورالعمل ساخت دارد. در اینجا نقش گریس ساز اهمیت زیادی داشته زیرا که ساخت این محصول نیاز به کسب تجربه زیاد دارد. تولید گریس فقط امتزاج چند ماده و انجام یک سری دستورهای ساخت نیست. اختلاط صابون در داخل روغن با توجه به استفاده از حرارت انجام می‌گردد. عناصر مختلفی جهت کنترل دما ممکنست بکار رود تا بتوان بعنوان کمک و یا کنترل کننده واکنش مورد استفاده قرار گیرد. به طور کلی فرآیند امتزاج و انتشار صابون در روغن باید تحت کنترل باشد. عمل کریستالیزه شدن صابون در روغن با همزنی و حرارت دهی تکمیل می‌شود. استفاده از آسیاب می‌تواند به عنوان عمل کمکی برای اختلاط و امتزاج کامل مواد به کار رفته و گریس را بطور کامل یکنواخت می‌کند. حلالیت صابون در روغن با افزایش دما بسرعت افزایش می‌یابد. این واکنش به نوع صابون و روغن بستگی مستقیم داشته ولی تاثیر نوع صابون به مراتب بیشتر است. کلیه صابون‌هاییکه تا کنون مورد مطالعه قرار گرفته است نشانگر حالت کریستال مایع شدن یا مزومورفیک را داشته است. تجربه نشان داده که به طور معمول صابون کلسیم در حدود ۱۲۰، سدیم ۱۶۰ و لیتیم ۱۸۰ درجه سانتیگراد شروع به حل شدن می‌کند. در بسیاری از صابون‌ها، چند اسید چرب موجود است. اختلاط صابون با روغن با تشکیل کریستال‌های صابون در روغن ادامه می‌یابد. پس از تکمیل عملیات پخت، نمونه گریس ساخته شده از نظر خنثی بودن، گریدبندی، تعیین نقطه قطره‌ای شدن به آزمایشگاه ارسال می‌شود. با به دست آوردن نتایج در صورت نیاز اصلاحاتی به صورت افزودن مواد، ادامه حرارت دهی و نظایر آن تا اخذ نتیجه مطلوب ساخت ادامه می‌یابد.

سانتیگراد قابل افزایش است. باید گفت که هر گریس روش ساخت خود را داشته اما به طور کلی ساخت صابون‌ها کم و بیش یکسان است. قلیاها مانند آهک، سود سوزآور و یا لیتیم هیدروکسی را نخست در یک مخزن با کمی روغن پایه ساخت گریس به طور کامل با همزن مخلوط و سپس به اتوکلاو منتقل می‌کنند. در صورت نیاز، روغن تکمیلی نیز از این خطوط به اتوکلاو تزریق می‌شود. مراحل حرارت دهی تا پایان ساخت صابون ادامه داشته، خنثی بودن آن از نقطه نظر اسیدی یا قلیایی با برداشت نمونه کنترل شده، تصحیحات لازم انجام و پس از اتمام، حرارت دور اتوکلاو قطع می‌شود. در اینجا صابون آماده بوده و باید با روغن ترکیب شود.

## ۲) پخت در دستگاه کتل

صابون ساخته شده به کتل منتقل می‌شود. دستگاه کتل یک دیگ پخت با ظرفیت‌های مختلف مانند ۱ یا ۳ تن بوده که مانند اتوکلاوها دارای لایه گرمکن دو جداره از نوع روغن داغ و یا بخار سوپرهمیت است. تفاوت آن با اتوکلاو آنست که تحت فشار نبوده و حجم آن چند برابر است.



پس از انتقال صابون به کتل، روغن پایه از خطوط انتقال لوله به آن شارژ و حرارت دهی، همراه با همزنی و روشن

### ۳) دستگاه آسیاب

در بسیاری موارد، پس از ساخت گریس آن را به دستگاه های آسیاب و یا هموژنایزر می فرستند. در دستگاه آسیاب، الیاف صابونی و برخی مواد دیگر دوباره یکنواخت می شود. این دستگاه دارای یک صفحه ثابت و یک صفحه متحرک بوده که با سرعت در گردش است. ممکنست در این مرحله، مقداری هوا هم وارد گریس شده و رنگ آن را کدر کند. بطور کلی پس از آسیاب کردن در دستگاه هواگیر، حباب های هوا شکسته، گریس عاری از هوا می شود.



### ۴) هموژنایزر

عمل یکنواخت سازی نیز می تواند در دستگاه هموژنایزر انجام شود. این دستگاه شامل چند پیستون بوده که گریس از یک قسمت وارد و پس از عبور از پیستون های تعبیه شده، تحت فشار بسیار زیادی قرار گرفته و سپس از یک روزنه بسیار کوچک خارج می شود. این عمل باعث یکنواختی و آسیاب شدن ذرات گریس می شود.

### ۵) هواگیری

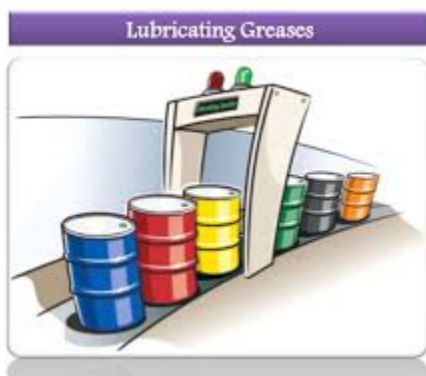
برای گرفتن هوای درون گریس از این دستگاه استفاده می شود. در واقع با ایجاد خلاء، هوا و حتی رطوبت درون گریس گرفته می شود.

### ۶) فیلتراسیون

در آخرین مرحله ساخت گریس، برای گرفتن ذرات بسیار کوچک، آن را از فیلترهای مخصوص با مش ۷۰ الی ۳۰۰ میکرون عبور می دهند. بعلت چسبندگی و ویسکوزیته گریس، این فیلترها مخصوص بوده و با فیلترهای روغن تفاوت های عمده ای دارد.

### ۷) مواد افزودنی

جهت بهبود کیفیت گریس ها از مواد افزودنی استفاده می شود. این مواد بطور عمومی بعد از ساخت گریس بدان افزوده می گردد. نوع و روش افزودن آن بستگی به گریس ساخته شده و پایه صابونی آن دارد. این مواد ساختار گریس مانند تحمل فشار مکانیکی را افزایش، اکسیداسیون را کاهش و نقطه افت را بهبود می بخشند. افزودن این مواد می تواند قبل از فرایند آسیاب، هموژنایزر و حتی فیلتراسیون نیز انجام شود.



ادامه دارد...



محیا اصغریان

کارشناس تحقیق و توسعه

- کابل، آمبلیکال و تجهیزات
- ارتباطات
- نرم افزار و سخت افزار کامپیوتری
- کنترل، کنسول و پنل
- زنگ زدگی، حفاظت کاتدی، عایق کاری و پوشش
- لایروبی، چاه زنی و مقاوم سازی
- مته زنی و تجهیزات تکمیلی
- کنترل اورژانسی و سیستم خاموشی
- تجهیزات زیست محیطی و واکنش به نشت نفت
- ساخت، ایجاد و تعمیرات حوزه نفتی
- مواد و سیستم آتش نشانی
- سیستم و تجهیزات روشنایی
- تجهیزات کشتی نفت کش
- تجهیزات شناور FPSO
- تجهیزات هیدرولیک و الکترومکانیک
- هیدروگرافی، متروولوژی، ارتعاشات، گنجایش و بازدید
- بازرسی، نگهداری و تعمیرات
- تجهیزات لیفت، جرثقیل و وینچ
- روشنایی / روشنایی محل کارگاه
- شارع بندی، خط کشی و بست
- پردازش ال ان جی
- حمل و نقل با کشتی و ترمینال
- لنگر، زنجیر، طناب و لنگر انداختن
- بازرسی لوله نفتی و نگهداری از آن
- خط لوله و لوله کشی
- ژنراتور و پیش ران



نمایشگاه نفت و گاز تانزانیا

۲۷-۲۵ مرداد ۱۳۹۶

دارالسلام ، تانزانیا

مرکز کنفرانس Mlimani City دارالسلام

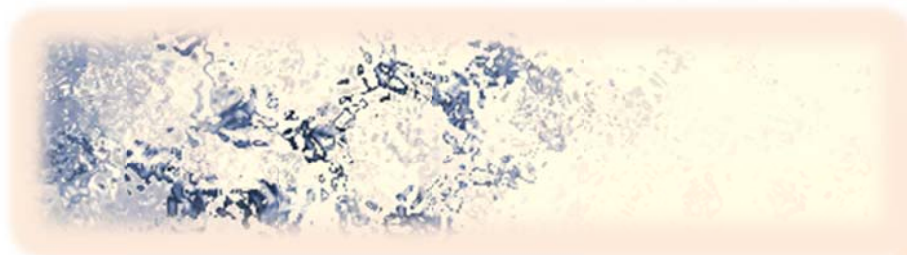
نمایشگاه نفت و گاز تانزانیا در یک نگاه

نمایشگاه نفت و گاز تانزانیا مرکزی برای افراد کلیدی صنعت نفت و گاز است که برجسته ترین شرکت ها در این حوزه را از سراسر جهان به خود جذب می کند. این رویداد به شرکت کنندگان فرصت نمایش آخرین دستاوردها و فناوری های صنعت را در کنار امکان ایجاد شبکه ارتباطی با افراد شناخته شده منطقه در بخش نفت و گاز ارائه می دهد. نمایشگاه نفت و گاز تانزانیا تمامی فعالان صنعت را در یک گردهمایی جمع می کند تا به تجارت بپردازند. این نمایشگاه نه تنها رویداد بین المللی اصلی در کشف نفت و گاز در تانزانیاست، بلکه جایگاهی مهم برای ایجاد روابط تجاری در سطح جهانی محسوب می شود.

بخش های اصلی نمایشگاه نفت و گاز تانزانیا ۲۰۱۷:

- حمل و نقل هوایی، هلیبرد و لوجستیک
- مخزن و مواد سیستم هندلینگ

- فیلترینگ، پردازش و جدا سازی و تصفیه آب
  - سرویس های پیشرفته آموزش و طبقه بندی
  - مدیریت و مشاوره پروژه
  - کمپرسور و پمپ
  - مخزن و مراقبت از تولیدات
  - راک دامپینگ
  - ROVها
  - استیل، فلزات مخصوص، کامپوزیت و جوش آلیاژی
  - امنیت، مراقبت و نگهداری
  - سوپاپ و اکتیویتور
  - ابزارآلات خدماتی
- جهت کسب اطلاعات بیشتر به وبسایت رسمی رویداد به آدرس [www.tanzaniaoilgas.com](http://www.tanzaniaoilgas.com) مراجعه فرمایید.
- محل برگزاری نمایشگاه نفت و گاز تانزانیا:  
مرکز کنفرانس Mlimani City دارالسلام  
Sam Nujoma Rd, Dar es Salaam +255,  
Tanzania



نشریه علمی، تخصصی و فنی

سال نخست، شماره پنج، مرداد ماه ۱۳۹۶

## رهیافت پارس

لطفا مقالات خود را به آدرس ایمیل [radmagazine@parsoilco.com](mailto:radmagazine@parsoilco.com) ارسال فرمایید.