



روانکاری صنعتی و کاربرد آن

احسان الله شریفی

کارشناس ارشد آموزش‌های کاربردی و تخصصی

انتشارات معتبر

۱۳۹۵

سرشناسه	: شریفی، احسان الله، ۱۳۶۲ -
عنوان و نام پدیدآور	: روانکاری صنعتی و کاربرد آن/ احسان الله شریفی.
مشخصات نشر	: اهواز: موسسه فرهنگی هنری آداب، انتشارات معتبر، ۱۳۹۵.
مشخصات ظاهری	: ۲۴۴ص.
شابک	: ۹۷۸-۶۰۰-۴۱۹۰-۱۹-۰
وضعیت فهرست نویسی	: فیا
موضوع	: روغن و روغن کاری
موضوع	: Lubrication and lubricants
موضوع	: روغن و روغن کاری -- آزمایش
موضوع	: Lubrication and lubricants -- Testing
موضوع	: یاتاقان های غلظتی
موضوع	: Roller bearings
رده بندی کنگره	: TJ ۱۰۷۷/۹ ۱۳ -
رده بندی دیویی	: ۶۶۵/۸ ۱۵
شماره کتابشناسی ملی	: ۴۰ ۹۴۸

اهواز: چهارراه نادری، اول خیابان شهید سراج شماره ۳۲

تلفن: ۰۶۱-۳۲۲۱۱۳۶۸ فاکس: ۰۶۱-۳۲۲۲۵۴۹۶

پست الکترونیکی: Moatabar_alavi@yahoo.com



نام کتاب: روانکاری صنعتی و کاربرد آن

تألیف: احسان الله شریفی

ناشر: انتشارات معتبر

نوبت چاپ: اول

تاریخ نشر: ۱۳۹۵

شمارگان: ۱۰۰۰

طراح جلد: سید عبدالمجید علوی شوشتری

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۴۱۹۰-۱۹-۰

قیمت: ۲۵۰۰۰ تومان

فهرست مطالب

پیشگفتار مؤلف

فصل اول - اصول روانکاری

- ۱-۱ تاریخچه روانکاری ۱۱
- ۲-۱ مقدماتی بر روانکاری و انواع آن ۱۴
- ۳-۱ حذف استریک و بررسی پایداری رژیم‌های مختلف روانکاری ۱۷
- ۴-۱ تعریف روانکار، ته‌لوی و روانکاری ۱۹
- ۵-۱ خواص فیزیکی روانکار ۲۰
- ۶-۱ درجه ویسکوزیته ۲۳
- ۷-۱ اهمیت ویسکوزیته ۲۴
- ۸-۱ کنترل ویسکوزیته ۲۶
- ۹-۱ نقطه ریزش ۲۷
- ۱۰-۱ نقطه اشتعال ۲۷
- ۱۱-۱ طبقه‌بندی ویسکوزیته روغن براساس ISO ۲۷
- ۱۲-۱ طبقه‌بندی ویسکوزیته روغن براساس AGMA ۲۸
- ۱۳-۱ درجات ویسکوزیته روغن موتور و دنده براساس SAE ۲۹
- ۱۴-۱ شاخص ویسکوزیته ۳۲
- ۱۵-۱ افزودنی‌ها ۳۷
- ۱۶-۱ طبقه‌بندی روانکارها براساس API ۴۰
- ۱۷-۱ روغن پایه‌ی سینتتیک ۴۶
- ۱۸-۱ مقایسه ساختار ملکولی روغن‌های معدنی و سینتتیک ۴۷
- ۱۹-۱ روانکارهای جامد ۴۹
- ۲۰-۱ کاهش دما و حدود ویسکوزیته ۵۱
- ۲۱-۱ سیستم روانکاری خود شامل ۵۴
- ۲۲-۱ سیستم روانکاری چرخشی ۵۷
- ۲۳-۱ سیستم روانکاری متمرکز ۶۳

فصل دوم - گریس‌های صنعتی

- ۱-۲ تعریف گریس ۷۳
- ۲-۲ ساختار گریس ۷۳

۷۵	۲-۲ شناخت انواع مختلف گریس
۷۶	۴-۲ عملکرد گریس
۷۶	۵-۲ کاربردهای مناسب برای گریس
۷۷	۶-۲ خواص عملکردی گریس
۷۷	۷-۲ مزایای گریس
۷۸	۸-۲ معایب گریس
۷۸	۹-۲ مشخصات اساسی گریس
۸۴	۱۰-۲ سازگاری گریس‌ها
۸۶	۱۱-۲ گام به گام انتخاب گریس

فصل سوم - روانکاری چرخنده‌ها و انواع افزودنی‌های دنده

۹۳	۱-۳ عوامل مؤثر انتخاب روانکارهای چرخنده صنعتی
۹۵	۲-۳ ویسکوزیته و انتی‌آب و دوزیته برای چرخنده
۱۰۴	۳-۳ افزودنی‌های روانکار چرخنده

فصل چهارم - یاتاقان‌های ژورنال روانکاری آنها

۱۰۹	۱-۴ مقدمه
۱۰۹	۲-۴ یاتاقان‌های ژورنال بوشی
۱۰۹	۳-۴ یاتاقان ژورنال خشک
۱۱۰	۴-۴ یاتاقان ژورنال کفشک لولایی یا بالشتک متحرک
۱۱۵	۵-۴ روانکاری با روغن در یاتاقان‌های ژورنال
۱۱۸	۶-۴ اثرات انتخاب ویسکوزیته ناصحیح در یاتاقان‌های ژورنال
۱۲۰	۷-۴ تعیین جریان روغن مناسب برای یاتاقان‌های ژورنال
۱۲۱	۸-۴ چرخش روغن در یاتاقان ژورنال
۱۲۴	۹-۴ پدیده oil whipping
۱۲۶	۱۰-۴ روانکاری با گریس در یاتاقان‌های ژورنال

فصل پنجم - یاتاقان‌های غلتشی و روانکاری آنها

۱۲۹	۱-۵ ساختمان و مشخصات یاتاقان‌های غلتشی
۱۳۲	۲-۵ طبقه‌بندی یاتاقان‌های غلتشی
۱۳۵	۳-۵ نمایی از انواع یاتاقان‌های غلتشی
۱۳۷	۴-۵ روانکاری روغنی یاتاقان‌های غلتشی
۱۴۰	۵-۵ انتخاب روغن روانکاری یاتاقان غلتشی براساس جدول‌های مرجع
۱۴۲	۶-۵ انتخاب روانکار یاتاقان غلتشی براساس نمودارهای مرجع

فصل ششم - آنالیز روغن

- ۱-۶ مقدمه ۱۵۱
- ۲-۶ بکارگیری آنالیز روغن ۱۵۲
- ۳-۶ چرا آنالیز روغن اجرا می شود؟ ۱۵۲
- ۴-۶ رئوس کلی یک برنامه آنالیز روغن مؤثر ۱۵۵
- ۵-۶ مزایای آنالیز روغن ۱۵۵
- ۶-۶ تعیین اهداف اولیه خود در آنالیز روغن ۱۵۶
- ۷-۶ ارزیابی و بررسی بهترین انتخاب برای آنالیز روغن ۱۵۶
- ۸-۶ انتخاب آزمایش های مناسب برای کاربرد مورد نظر ۱۵۷
- ۹-۶ تعیین روش و زمان مناسب برای نمونه گیری ۱۶۱
- ۱۰-۶ مقرر نمودن اطلاعات پایه آنالیز روغن به طور پایدار ۱۶۴
- ۱۱-۶ استفاده صحیح از تفسیر آزمایشگاه از داده های آزمایش ۱۶۵
- ۱۲-۶ اصول نمونه گیری روغن ۱۶۶
- ۱۳-۶ بطری ها و سخت افزار نمونه گیری ۱۷۷
- ۱۴-۶ نکات مهم برای نمونه گیری روغن مؤثر ۱۸۰
- ۱۵-۶ آزمایش ها و معنی و مفهوم آنها ۱۸۱
- ۱۶-۶ آنالیز فیزیکی ۱۸۷
- ۱۷-۶ آنالیز مادون قرمز ۱۸۹
- ۱۸-۶ عدد خنثی سازی ۱۹۵
- ۱۹-۶ فروگرافی ۱۹۶
- ۲۰-۶ تشریح ذرات فرسایشی براساس مورفولوژی و توپولوژی ۱۹۹
- ۲۱-۶ شمارش ذرات و گداهای تمیزی روغن براساس ISO ۴۴۰۶ ۲۱۰
- تصاویر کتاب ۲۱۵
- فهرست منابع ۲۳۹

سخن نخست

شرکت ملی مناطق نفت‌خیز جنوب به‌عنوان مولد و منشأ تولید نفت و گاز کشور و میراث دار بیش از یکصد سال تلاش و تجربه در صنعت نفت خاورمیانه، از پیشگامان توسعه و بهره‌برداری میادین نفت و گاز بوده و هم‌اکنون نیز مسئولیت خطیری در راهبری و مدیریت بهره‌برداری از منابع هیدروکربوری جنوب غرب ایران دارد.

مناطق نفت‌خیز جنوب تا قبل از پیروزی شکوهمند انقلاب اسلامی توسط دو شرکت خاص خدمات نفت ایران مشهور به "آسکو" و شرکت عملیات غیرصنعتی اداره می‌شد. پس از انقلاب و با آغاز جنگ تحمیلی، مدیریت مناطق نفت‌خیز در شرکت ملی نفت ایران تشکیل شد و راهبری عملیات تولید از این مناطق را بر عهده گرفت.

این مدیریت پس از جنگ تحمیلی به "مدیریت تولید مناطق خشکی" تغییر نام داد و حوزه فعالیت آن سرتاسر کشور به استثنای مناطق ساحلی، را در بر گرفت. سرانجام در سال ۱۳۷۹ همگام با تحولات پدید آمده در شیوه اداره شرکت‌ها، در راستای سیاست‌ها و برنامه‌های جدید وزارت نفت، مبنی بر ایجاد تغییر و تحول در نحوه‌ی اداره‌ی فعالیت‌ها و راهبری تولید نفت و گاز کشور، ساختار سازمانی مناطق نفت‌خیز جنوب مجدداً مورد تحلیل و ارزیابی قرار گرفت و یک شرکت مادر به نام "شرکت ملی مناطق نفت‌خیز جنوب" با نشان بین‌المللی NISOC متشکل از یک ستاد مرکزی و ۹ شرکت فرعی و تابع، شکل گرفت. بار دیگر و در تحولی در راستای اهداف وزارت نفت، در نیمه دوم سال ۱۳۹۳، یکی از شرکت‌های خدماتی تابع مناطق نفت‌خیز جنوب با ادغام به واحدهای ستادی موجب شد تا ستاد شرکت‌های تابع از ۹ شرکت به ۸ شرکت کاهش یابد. هم‌اکنون حوزه عملیاتی مناطق نفت‌خیز جنوب در استان‌های خوزستان و بخش‌هایی از استان‌های کهگیلویه و بویراحمد، فارس و بوشهر به وسعت تقریبی ۴۰۰ هزار کیلومترمربع قرار دارد که بخش اعظم میادین هیدروکربوری خشکی ایران را شامل می‌شود. این شرکت با بیش از ۶۰ میدان هیدروکربوری بزرگ و کوچک، حدود ۸۰ درصد نفت خام و ۱۶ درصد گاز کشور را تولید می‌کند.

با توجه به اشتغال و تمرکز بخش مهمی از سرمایه‌های انسانی صنعت نفت در این شرکت موجب شده است تا سالانه ده‌ها اثر فاخر و ارزشمند علمی و تخصصی توسط کارشناسان مناطق نفت‌خیز جنوب تألیف، ترجمه و بعضاً به زیور چاپ آراسته گردد. روابط عمومی مناطق نفت‌خیز جنوب در راستای سامان بخشیدن به فرایند بررسی و انتشار بهنگام این آثار و صیانت

از سرمایه معنوی و علمی حاصله در محدوده این شرکت، در سال ۱۳۸۸ اقدام به ایجاد کمیته مطالعات و انتشارات نمود. این کمیته متشکل از کارشناسان و متخصصان بخش‌های مختلف با هدف ایجاد زمینه‌ی رشد و شکوفایی و تسهیل در انتشار آثار علمی همکاران فرهیخته ایجاد شده است. از زمان تأسیس در سال ۱۳۹۱ افزون بر ۲۰ اثر را ارزیابی، بررسی و از این میان موفق به انتشار ۸ اثر علمی شده است.

کتاب پیش روی که با عنوان "روانکاری صنعتی و کاربرد آن" نامگذاری گردیده است، پیش‌تر با هدف آشنایی از سیستم‌های نوین روانکاری و کاربردهای آن در صنعت نفت انتشار یافته که حاصل دسترنج تألیف و ترجمه آقای احسان الله شریفی از کارمندان و متخصصان شرکت به برداری نفت و گاز مسجدسلیمان است که پس از بررسی و رفع برخی کاستی‌ها، با تأیید کمیته مطالعات انتشارات شرکت ملی مناطق نفت‌خیز جنوب به زیور چاپ آراسته می‌شود. هرچند با توجه به اینکه در اینگونه از تألیف‌ها و ترجمه‌های تخصصی معنای کامل مفاهیم، جمله‌ها، اصطلاحات، اژه‌ها، محاسبات و معادلات ریاضی و دیگر عبارات درج شده در برگرداندن به زبان فارسی همیشه بجای نقد و اصلاح دارد، این کتاب نیز خالی از اشکال نبوده و امید است خوانندگان و صاحب‌نظران مجتهد و متخصص در این زمینه نکات اصلاحی، پیشنهادها و انتقادهای سازنده‌ی خود را در خصوص تکمیل این مجموعه ارزشمند و رفع اشکالات احتمالی آن در ویراست‌های بعدی دبیرخانه کمیته مطالعات و انتشارات مستقر در روابط عمومی مناطق نفت‌خیز جنوب اعلام فرمایند.

رابط عمومی شرکت ملی مناطق نفت‌خیز جنوب

پاییز ۱۳۹۵

پیشگفتار مؤلف

خداوند متعال را سپاس بیکران می‌گویم که به این بنده کمترین خود، توفیق نگارش این مجموعه را عنایت فرمودند.

مطالعه‌ی سایش و فرسایش در ماشین‌آلات، تریبولوژی^۱ نامیده می‌شود و روانکار ماده‌ای است که با کاهش اصطکاک بین سطوح متقابل، منجر به کاهش تولید گرما، هنگام حرکت سطوح می‌گردد. دانش تسهیل حرکت سطوح نسبت به یکدیگر، روانکاری نامیده می‌شود. علم روانکاری به عنوان یکی از شاخه‌های بسیار مهم در علوم مهندسی، شناخته شده است به‌طوری که اجرای موفقیت‌آمیز بسیاری از طراحی‌ها و نیز کارایی صحیح و دقیق تجهیزات و ماشین-آلات صنعتی، در گرو فهمیدن دانش خواهد بود. روانکاری در مصارف عمومی تا صنایع پیشرفته یکی از مهمترین و اامال عملیات صحیح تجهیزات متحرک است و روانکار برای تجهیز به منزله‌ی خون در رگ‌های بدن است. تجهیز، جریان دارد. هنگام با پیشرفت در صنعت ساخت و تولید ماشین‌آلات و تجهیزات؛ تحقیق و توسعه در علم روانکاری جهت دستیابی به آخرین تکنولوژی‌ها در تولید انواع مختلف روانکار، رگار با تجهیزات مدرن صورت می‌پذیرد. روانکاری صحیح و مناسب می‌تواند بسیاری از خدمات و آسیب‌های ناشی از خرابی و از کار افتادگی تجهیز را کاهش و طول عمر مفید آن را افزایش دهد.

گرچه نویسندگان بزرگواری قبلاً کتب و جزواتی را تحت عنوان "روانکاری صنعتی و کاربرد آن" و یا عناوین مشابه منتشر نموده‌اند که جای سپاس و قدردانی دارد، لیکن برخی نیازهای کاربردی از جمله انتخاب روانکار صحیح و مناسب برای انواع چرخنده یا اکان‌های ژورنال و غلتشی و سیستم‌های هیدرولیک و نیز جایگاه آنالیز روغن به عنوان یکی از بخش‌های پایش وضعیت تجهیزات، اینجانب را برآن داشت ضمن بهره‌گیری از منابع متنوع در و کتب و استانداردهای مرجع و همچنین تجربیات چندین ساله شرکت‌های سازنده انواع روانکار در سراسر جهان و استفاده از پایگاه‌های اطلاع رسانی شبکه جهانی اینترنت و نیز شرکت در دوره‌های آموزشی مختلف، مجموعه در پیش روی را به رشته تحریر درآورم.

* هدف این اثر کمک به تمام کسانی است که به نوعی درگیر با ماشین‌آلات و تجهیزات صنعتی هستند تا با آگاهی و شناخت بیشتر از اصول روانکاری، باعث افزایش میزان بازده و قابلیت اطمینان و همچنین کاهش هزینه‌های مربوط به تعمیرات و نگهداری شوند. این اثر به شش بخش تقسیم شده است:

بخش اول شامل مقدمه و اصول روانکاری می‌باشد که در آن به بیان یک تاریخچه تفصیلی از علم روانکاری پرداخته شده است و سپس تعریف روانکار و علم تریبولوژی و معرفی انواع مختلف رژیم‌های روانکاری و منحنی استریبک ارائه می‌گردد. در ادامه خصوصیات فیزیکی و شیمیایی روانکار از جمله ویسکوزیته، شاخص ویسکوزیته، نقطه‌ی ریزش و اشتعال و نیز عوامل و اثرات حاصل از افزایش یا کاهش ویسکوزیته‌ی روانکار، مورد بحث قرار خواهند گرفت. سپس طبقه‌بندی ویسکوزیته روغن براساس استانداردهای موجود از جمله SAE، ISO، و AGMA و معادل‌یابی انواع ویسکوزیته روغن ارائه می‌گردد. همچنین در این قسمت معرفی انواع مختلف روانکار از جمله روانکارهای جامد، گازی، روغن‌های سینتتیک و خواص و مقایسه آنها و نیز انواع افزودنی، مورد بررسی قرار گرفته شده است. در پایان انواع سیستم‌های روانکاری از جمله سیستم‌های خود شامل یا خود روانکار، سیستم‌های چرخشی و سیستم‌های مه روغن و نیز حدود ویسکوزیته و کلاس دما به تفصیل مورد بحث واقع می‌گردد.

بخش دوم در مورد گریس‌ها و معرفی ساختار آنها و خواص عملکردی و مزایا و معایب به‌کارگیری آنها در مقایسه با سایر روانکارها بحث کرده است. در ادامه مشخصات اساسی انواع گریس موجود می‌باشد. سپس سازگاری گریس‌ها و گام به گام انتخاب گریس مورد بررسی قرار می‌گیرد. در پایان، حجم و تناوب روانکاری با گریس ارائه شده است.

در بخش سوم، روانکاری انواع چرخنده‌ها از جمله ی‌های دنده مورد بررسی قرار گرفته شده است. ابتدا به عوامل مؤثر بر انتخاب روانکارهای چرخنده بحث می‌شود و سپس روش‌های مختلف انتخاب ویسکوزیته روانکار دنده از جمله استاندارد AGMA به تفصیل، تشریح می‌گردد. در پایان انواع افزودنی روانکار دنده بحث شده است.

موضوع بخش چهارم، روانکاری انواع یاتاقان‌های ژورنال می‌باشد. ابتدا با بیان یک مقدمه بر این نوع اجزای مکانیکی به معرفی انواع یاتاقان ژورنال و ساختمان آنها و نیز مکانیزم روانکاری با روغن، مورد بررسی قرار گرفته شده است. در ادامه روانکاری با روغن در یاتاقان‌های ژورنال و انتخاب درجه ویسکوزیته روانکار مطابق استاندارد ایزو، بحث می‌گردد. سپس اثرات انتخاب ویسکوزیته ناصحیح و به‌کارگیری روانکار نامناسب و پدیده‌های رایج در این نوع یاتاقان‌ها از جمله شلاق روغن (oil whipping) و روش‌های موقتی و دائمی رفع این پدیده به تفصیل بیان شده است. در پایان روانکاری با گریس در یاتاقان‌های ژورنال بحث شده است.

بخش پنجم، به شرح روانکاری یاتاقان‌های غلتشی می‌پردازد. ابتدا تعاریف اولیه، ساختمان، طبقه‌بندی و مشخصات عملکردی انواع یاتاقان غلتشی از جمله بالبرینگ‌ها و رولربرینگ‌ها مطابق جداول سازندگان برجسته جهانی از جمله SKF، FAG، NTN، ... به تفصیل موجود می‌باشد. در ادامه روش‌های مختلف روانکاری روغنی یاتاقان‌های غلتشی تشریح می‌گردد. در

پایان چندین روش انتخاب درجه ویسکوزیته بهینه و مینیمم مورد بررسی قرار گرفته شده است.

۱- در فصل پایانی این اثر، آنالیز روغن به عنوان یکی از شاخص‌ترین روش‌های نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه تجهیزات و ماشین‌آلات صنعتی به تفصیل بحث شده است. با وجود تمام تلاش‌ها و حساسیت‌های اینجانب برای دقت در ارائه صحیح مطالب، امکان اشتباه و سهو قلم در اولین ویرایش این اثر اجتناب‌ناپذیر است. از کلیه سروران و همکاران گرامی که این مجموعه را مطالعه خواهند نمود تمنا دارم موارد را برای تصحیح در ویرایش‌های بعدی به آدرس اینترنتی: sharifi.ehsanallah@gmail.com ارسال فرمایند.

در پایان، بزرگوارم می‌دانم از حمایت‌های معنوی کلیه دوستان و همکاران گرامی و نیز رئیس محترم اداره آموزش شرکت بهره‌برداری نفت و گاز مسجدسلیمان که اینجانب را در تدوین این اثر، تشویق و دلگرم نمودند، کمال تشکر و قدردانی را ینمایم. مجموعه‌ای حاضر طی ساعت‌ها تحقیق و ترجمه، تدوین گردیده است. این خدمت ناچیز را به ساحت مقدس ربوبی تقدیم می‌نمایم و امیدوارم مورد قبول و رضایت آن یار مهربان و مورد توجه تلاشگران صنعت نفت قرار گیرد و از درگاه خداوند متعال توفیق روز افزون همگان را خواستارم.

استان ۱۳۹۴

احسان‌الله شریفی

کارشناس ارشد آموزش می‌ترب و فنی و تخصصی