



شرکت مهندسی ارتعاشات به‌روش



مرکز پایش وضعیت  
دانشگاه صنعتی شریف

# عناوین دوره‌های آموزشی

## سال ۱۳۹۵

آدرس: خیابان آزادی - بلوار شهید اکبری - خیابان قاسمی - خیابان صادقی - کوچه مپنا - پلاک ۲  
- واحد ۲

تلفکس: ۳-۶۶۰۸۳۰۶۲ وبگاه: behvibro.com پست الکترونیک: info@behvibro.co

## عنوان دوره: قابلیت اطمینان در نگهداری و تعمیرات-RCM

### اهداف دوره:

هدف از برگزاری این دوره، آشنایی شرکت‌کنندگان با مفاهیم کلیدی در زمینه نگهداری و تعمیرات و RCM می‌باشد. تشریح معانی تئوری و کاربردی واژه‌هایی مانند قابلیت اطمینان Reliability، قابلیت در دسترس بودن Availability و ... به همراه ارتباط ریاضی آنها با یکدیگر بخشی دیگر از اهداف این دوره می‌باشد. فرآیند اجرای RCM در یک واحد صنعتی در این دوره نقد و بررسی می‌گردد. در همه زمینه‌ها سعی می‌گردد با ارائه مسائل عملی، کاربردها تبیین گردد. در پایان نتایج حاصل از اجرای RCM بررسی و بحث می‌گردد.

### موضوعات دوره:

- ۱- مقدمه‌ای بر روشهای مختلف نگهداری و تعمیرات
- ۲- مروری بر جایگاه RCM در نگهداری و تعمیرات (نت)
- ۳- نقش RCM در مقایسه با سایر روشهای نت
- ۴- تعریف Reliability، Maintainability، Availability، Quality، Failure و ارتباط آنها با هم
- ۵- قابلیت اطمینان در سیستم‌های موازی و سری
- ۶- اهمیت RCM در بهره‌برداری تجهیزات
- ۷- قدم‌های اصلی در اجرای RCM در یک واحد صنعتی
- ۸- RCM و استانداردها

## عنوان دوره: آنالیز ارتعاشات ماشینها – سطح ۱

### اهداف دوره:

ارتعاشات یکی از پارامترهای کلیدی در تعیین سلامت ماشین آلات دوار است که در سال‌های اخیر به عنوان ابزاری قوی در تشخیص عیوب بکار گرفته شده است. آنالیز ارتعاشات در ماشین‌های مختلف نظیر توربین، کمپرسور، ژنراتور، موتور، پمپ، فن و ... بکار گرفته می‌شود. سنجش ارتعاشات در صنعت یک رشته تخصصی است و بعنوان اصلی‌ترین روش Condition Monitoring بکار گرفته می‌شود. آنالیز ارتعاشات شامل مراحل اندازه‌گیری، پردازش، تحلیل و نتیجه‌گیری است که یک متخصص ارتعاشات باید با آنها آشنایی کافی داشته باشد. آشنایی با این روش برای کارشناسان بخش CM و کسانی که کار عیب‌یابی در ماشین‌آلات دوار را انجام می‌دهند ضروری است. این دوره شامل بخشهای تئوری و کار عملی می‌باشد و اطلاعات کافی برای آشنایی با مفاهیم آنالیز ارتعاشات، اندازه‌گیری ارتعاشات و کاربرد آن در پایش وضعیت ماشین‌ها در اختیار شرکت‌کنندگان قرار می‌دهد.

### موضوعات دوره:

- ۱- پایش وضعیت در ماشینها
- ۲- مشخصه‌های ارتعاشی
- ۳- ترانسدیوسرها و اندازه‌گیری ارتعاشات
- ۴- جمع‌آوری داده‌های ارتعاشی
- ۵- آشنایی با ماشین‌های دوار
- ۶- تشدید در سیستم‌های مکانیکی
- ۷- ارزیابی شدت ارتعاشات و استانداردها
- ۸- آشنایی با آنالیز فرکانسی
- ۹- نامیزانی
- ۱۰- کار در آزمایشگاه

## عنوان دوره: روش‌های نوین نگهداری و تعمیرات

### اهداف دوره:

نگهداری و تعمیرات در چند دهه اخیر تغییرات زیادی داشته‌است. گذر از تعمیرات به هنگام شکست (Break Down Maintenance) به تعمیرات دوره‌ای (Preventive Maintenance) و سپس به Predictive Maintenance را می‌توان به عنوان نمونه ذکر کرد. در این دوره آموزشی روش‌های مختلف نگهداری و تعمیرات به همراه مزایا و معایب و کاربردهای آن مورد بحث قرار می‌گیرد.

### موضوعات دوره:

- ۱- مروری بر روشهای مختلف نگهداری و تعمیرات
- ۲- مزایا و معایب هر یک از روشها
- ۳- آشنائی با پایش وضعیت Condition Monitoring
- ۴- روشهای مختلف Condition Monitoring

## عنوان دوره: آنالیز ارتعاشات ماشینها - سطح ۲

### اهداف دوره:

در این دوره مباحث پیشرفته آنالیز ارتعاشات و کاربرد آن در عیب‌یابی ماشینها مورد بحث قرار می‌گیرد. این دوره برای کسانی طرح ریزی شده که با مفاهیم تئوری و عملی آنالیز ارتعاشات آشنا بوده و دارای حداقل یک سال تجربه کاری در خصوص اندازه‌گیری و آنالیز ارتعاش می‌باشند. جهت گیری این دوره به سمت آشناسازی متخصصین با روشها و ابزار لازم برای تحلیل سیگنال ارتعاشی به منظور تشخیص عیب در ماشین می‌باشد.

### موضوعات دوره:

- ۱- مروری بر مبانی ارتعاشات
- ۲- پردازش سیگنال ارتعاشات (Sampling, Aliasing, Filters, Fourier transform, Windowing, Averaging)
- ۳- زاویه فاز و اندازه‌گیری آن
- ۴- روشهای تحلیل ارتعاشات (شکل موج، اربیت، اسپکتروم، کپستروم، انولوپ، نمودارهای بُد و نایکوئیست)
- ۵- پاسخ فرکانسی ماشینها
- ۶- عیب‌یابی در محورهای دوار (نامیزانی، خمیدگی، ناهمراستایی، لقی، برخورد)
- ۷- عیب‌یابی در اجزاء ماشین (یاتاقان‌های غلتشی، یاتاقان‌های ژورنال، گیربکس، تسمه)
- ۸- عیب‌یابی در ماشینهای الکتریکی و توربوماشینها
- ۹- استانداردهای ارتعاشی
- ۱۰- طرح‌ریزی مراحل انجام عیب‌یابی
- ۱۱- بررسی مثالهای عملی
- ۱۲- کار در آزمایشگاه

## عنوان دوره: بالانس ماشین آلات دوار

### اهداف دوره:

امروزه استفاده از انواع ماشینهای دوار نظیر الکتروموتورها، پمپها و فنهای سانتریفیوژ، کمپرسورها، توربینهای گازی و بخاری و غیره در صنایع مختلف امری رایج محسوب می‌گردد و تقریباً در تمامی کارخانه‌ها و صنایع تعدادی از این ماشینها بکار گرفته می‌شوند. دور بالای برخی از این ماشینها و شرایط کارکرد، سبب بروز انواع مشکلات در آنها شده که در نهایت بصورت ارتعاشات غیر مجاز در آن ظاهر می‌گردد. رایج‌ترین عامل ارتعاش، نامیزانی روتور است. هدف از این دوره آشنایی شرکت‌کنندگان با چگونگی تحلیل ارتعاشات ناشی از نامیزانی و تشخیص صحیح آن و در نهایت رفع نامیزانی در انواع روتورها می‌باشد. شرکت‌کنندگان در این دوره درک صحیحی از دامنه و فاز ارتعاشات پیدا کرده و با چند روش مختلف بالانس آشنا می‌شوند. این دوره با کار عملی همراه می‌باشد.

### موضوعات دوره:

- ۱- مروری بر پارامترهای مهم ارتعاشی (دامنه، فرکانس، زاویه فاز)
- ۲- ارتعاشات ناشی از نامیزانی
- ۳- انواع نامیزانی و عوامل ایجاد آن
- ۴- تشخیص نامیزانی به کمک سیگنال ارتعاشی
- ۵- بالانس در یک صفحه (روش برداری)
- ۶- بالانس دو صفحه‌ای (روش ضریب اثر)
- ۷- بالانس چهار مرحله‌ای
- ۸- استانداردهای بالانس
- ۹- کار عملی بالانس

## عنوان دوره: روشهای کاهش و کنترل ارتعاشات

### اهداف دوره:

ارتعاشات بالای ایجاد شده بواسطه عوامل مختلف در یک ماشین یا سازه از مشکلات شایع در صنعت است. امروزه مسأله کاهش ارتعاشات اضافی در صنعت، مورد توجه خاص مهندسان و صاحبان صنایع قرار گرفته است چرا که کنترل ارتعاشات سبب افزایش عمر قطعات و کاهش تعداد توقفهای خارج از برنامه خواهد گردید. با استفاده از این تکنولوژی، هزینههای بسیار زیادی در نگهداری ماشین آلات و صنایع صرفه جویی شده، قابلیت اطمینان ماشین آلات افزایش می یابد و کاربرد آن سبب افزایش کیفیت محصولات، کاهش آلودگی های صوتی و افزایش ایمنی در محیطهای کار می شود.

سه روش عمده برای کنترل ارتعاشات وجود دارند که عبارتند از کنترل ارتعاشات غیرفعال، کنترل ارتعاشات نیمه فعال و کنترل ارتعاشات فعال. یک مهندس با دانستن مفاهیم مقدماتی در زمینه ارتعاشات و با شرکت در این دوره می تواند با این سه روش کاهش و کنترل ارتعاشات آشنا شده و اطلاعات کافی در زمینه روشهای کاهش و کنترل ارتعاشات در صنعت کسب نماید. این دوره شامل مباحث تئوری، همراه با کار آزمایشگاهی می باشد.

### موضوعات دوره:

- ۱- مروری بر انواع روشهای کاهش و کنترل ارتعاشات
- ۲- روشهای کنترل ارتعاشات بصورت غیر فعال شامل: شیوه های مبتنی بر نصب صحیح ماشین آلات، جاذبه های دینامیکی، tuned mass dampers و شیوه های طراحی آنها
- ۳- روشهای کنترل ارتعاشات نیمه فعال شامل: استفاده از مواد هوشمند، استفاده از سیالهای MR tuned mass damper و magnetorheological
- ۴- مروری بر عملگرها و حسگرهای پیزوالکتریک
- ۵- روشهای کنترل فعال ارتعاشات

## عنوان دوره: تعمیر روتور توربو ماشین‌ها بر اساس استاندارد API 687

### اهداف دوره:

توربو ماشین‌ها از ماشین‌آلات مهم و حساس در صنعت می‌باشند که به لحاظ سرعت‌های کارکرد بالا، تعمیرات آنها از حساسیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد. به همین خاطر استاندارد API مراحل و شرایط تعمیر روتور این ماشین‌ها را به دقت بیان کرده است. تبعیت از روش استاندارد در تعمیر روتور احتمال آسیب‌دیدگی، خرابی و اشتباه در تعمیر روتور را که می‌تواند منجر به از دست رفتن این بخش گران‌قیمت از ماشین بشود به حداقل می‌رساند. در این دوره روش تعمیر بر اساس استاندارد تشریح می‌گردد و شرکت‌کنندگان با مراحل صحیح انجام تعمیرات از ابتدا تا انتها آشنا می‌شوند.

### موضوعات دوره:

- ۱- استراتژی‌های نگهداری و تعمیر
- ۲- مراحل عمومی تعمیر روتور در توربو ماشین‌ها
- ۳- بازرسی‌های روتور (چشمی، غیرمخرب، ابعادی)
- ۴- حمل و نقل روتور
- ۵- تعمیر اجزاء روتور شامل شفت، کوپلینگ، ژورنال و ...



## عنوان دوره: همراستا سازی محورها

### اهداف دوره:

عدم هم محوری یکی از مهم ترین عیوب ماشین آلات دوار به شمار می آید. سالیانه هزینه زیادی ناشی از عدم هم محوری ماشین آلات دوار به صنایع مختلف تحمیل می گردد. هدف از برگزاری این دوره آشنایی با فرآیند صحیح همراستاسازی سیستم های دوار دو محوره می باشد. در این دوره ضمن معرفی ابزارهای اندازه گیری و بررسی اولیه عدم هم محوری به شرح دو روش مفید همراستاسازی و مدلسازی ریاضی-ترسیمی آن ها پرداخته می شود.

### موضوعات دوره:

- ۱- تشخیص عدم هم محوری در ماشین آلات
- ۲- بررسی اولیه عدم هم محوری (Run Out)، وضعیت فونداسیون، انبساط سیستم پایپینگ، لقی انطباقات، نوع کوپلینگ و ...)
- ۳- آشنایی با ابزارهای اندازه گیری هم محوری
- ۴- همراستا سازی سیستم های دو محوره به روش Inverse Indicator Method
- ۵- همراستا سازی سیستم های دو محوره به روش Face and Rim
- ۶- مدلسازی ریاضی-ترسیمی روش های مذکور جهت انجام عملیات همراستاسازی

## عنوان دوره: روتور دینامیک

### اهداف دوره:

روتور و یاتاقان از اجزای اصلی یک ماشین دوار بوده و بررسی رفتار دینامیکی آنها حائز اهمیت فراوانی در صنایع نیرو، نفت، سیمان و ... می‌باشد. در این دوره ارتعاشات خمشی، پیچشی و محوری روتورها و نحوه محاسبه فرکانس‌های طبیعی مربوطه و شکل مدها مورد بحث قرار می‌گیرد. تأثیر یاتاقان‌های لغزشی Oil whip و Oil whirl بر این ارتعاشات و رفتار اربیت محور و اندازه‌گیری‌های مربوطه توضیح داده می‌شود. در آزمایشگاه نیز تعیین فرکانس طبیعی و عبور از سرعت بحرانی بصورت عملی آزمایش می‌شود. بخش پایانی دوره به پایش وضعیت روتورها، پاسخ به نامیزانی و پایداری روتور اختصاص خواهد داشت.

### موضوعات دوره:

- ۱- مقدمه و اهداف دوره
- ۲- مدهای ارتعاشی روتورها
- ۳- محاسبه سرعت‌های بحرانی روتورها به روش‌های عددی
- ۴- محاسبه سرعت‌های بحرانی روتورها به روش تجربی
- ۵- تأثیر یاتاقان بر رفتار روتور
- ۶- Oil whip و Oil whirl
- ۷- اربیت و اندازه‌گیری آن
- ۸- پاسخ به نامیزانی و ناپایداری
- ۹- کار تجربی و عملی در آزمایشگاه.

## عنوان دوره: عیب‌یابی در یاتاقان‌های غلطشی و لغزشی با آنالیز ارتعاشات

### اهداف دوره:

یاتاقان‌ها یکی از اجزای اصلی ماشین‌های دوار بوده و همواره وزن و تنش‌های دینامیکی قابل توجهی را تحمل می‌کنند. نگهداری و تعمیرات این عناصر در صنایع حائز اهمیت فراوانی است. در این کارگاه آموزشی ابتدا انواع یاتاقان‌ها و طراحی آن‌ها مرور شده سپس به تشریح الگوی ایجاد ارتعاش و روش‌های مختلف عیب‌یابی در دو دسته بزرگ یاتاقان‌های لغزشی و غلتشی پرداخته می‌شود. شرکت‌کنندگان در این دوره باید با مباحث مقدماتی آنالیز ارتعاشات مانند آنالیز فرکانسی آشنایی داشته باشند. مباحث پیشرفته‌تر مانند آنالیز انولوپ، شوک پالس و چرخش روغن در این دوره مطرح می‌گردد.

### موضوعات دوره:

- ۱- معرفی انواع یاتاقان
- ۲- عیوب متداول یاتاقان‌ها
- ۳- مشخصه‌های ارتعاشی یاتاقان‌های غلتشی
- ۴- تکنیک‌های عیب‌یابی در یاتاقان‌های غلتشی
- ۵- مشخصه‌های ارتعاشی یاتاقان‌های لغزشی

## عنوان دوره: نگهداری و تعمیرات کمپرسورهای صنعتی

### اهداف دوره:

در این دوره آموزشی انواع کمپرسور های صنعتی و مشخصات آنها تشریح گردیده و در ادامه منحنی های عملکرد و نحوه استفاده از آنها بیان خواهد شد. سپس اجزای اصلی کمپرسورها و نحوه مونتاژ و ديمونتاژ بيان و محاسبات اوليه ولي کاربردى مورد نياز کمپرسورها تشریح می گردند. در پایان نیز عيوب متداول کمپرسور و ریشه يابی و روش پيش گیری و تشخيصی هر يك بيان می گردد.

### موضوعات دوره:

- ۱- مقدمه و آشنایی با کمپرسورهای جایجایی مثبت و دینامیکی، معرفی اجزاء، مونتاژ و ديمونتاژ
- ۲- تعاریف و اصطلاحات، قوانین اول و دوم ترمودینامیک، قانون بویل، قانون چارل، قانون آمونوتوس
- ۳- آشنایی با کمپرسورهای متداول صنعتی شامل تعاریف، معرفی اجزاء، نحوه مونتاژ و ديمونتاژ کمپرسورها
- ۴- شناخت مشکلات بهره برداری و تعمیرات در کمپروسورهای هوای واحدهای صنعتی ( دورانی- رفت و برگشتی) و کمپرسورهای پروسس گاز ( رفتت و برگشتی - گریز از مرکز)

## عنوان دوره: نگهداری و تعمیرات پمپ های صنعتی

### اهداف دوره:

در این دوره آموزشی انواع پمپ های صنعتی و مشخصات آنها تشریح گردیده و در ادامه منحنی های عملکرد و نحوه استفاده از آنها بیان خواهد شد. سپس اجزای اصلی پمپ ها و نحوه مونتاژ و ديمونتاژ بيان و محاسبات اوليه ولي کاربردى مورد نياز پمپ ها تشریح می گردند. در پایان نیز عيوب متداول پمپ و ریشه يابی و روش پيش گیری و تشخصى هر يك بيان می گردد. ضمنا ساختار انواع پمپ های API نیز در این دوره بيان خواهد گردید.

### موضوعات دوره:

#### ۱- مقدمه

- تعاریف و اصطلاحات، دسته بندی پمپ ها، کاربرد پمپ های مختلف، دسته بندی پمپ های سانتریفیوژ

#### ۲- اصول پمپ های سانتریفیوژ

- اصول کارکرد پمپ های سانتریفیوژ، مفهوم فشار، هیدرولیک پایه، فشار بخار، کاویتاسیون، هد مثبت در مکش، منحنی های عملکرد پمپ و سرعت ویژه

#### ۳- پمپ های API

- انواع پمپ های محور عمودی، محور افقی، Overhang

- ساختار پمپ های API، مونتاژ و ديمونتاژ پمپ های API، رینگ فرسایشی، انواع آب بندهای مکانیکی، سیستم خنک کاری، سیستم روانکاری

#### ۴- عیب يابی پمپ های سانتریفیوژ

- بررسی مشکلات پمپ های سانتریفیوژ، مشخصه ها و علائم مشکلات پمپ های سانتریفیوژ، دلایل پیدایش و نحوه رفع مشکلات بهره برداری پمپ های سانتریفیوژ

## عنوان دوره: نگهداری و تعمیرات توربین های گازی صنعتی

### اهداف دوره:

هدف از این دوره آشنایی با نسل های مختلف توربین های گازی صنعتی و پیشرفت های صورت گرفته در آنها و همچنین شناخت اصول حاکم بر این نوع تجهیزات دوار می باشد. در ادامه مباحث، ساختار و اجزای مهم انواع توربین های گازی معرفی و عملکرد آنها تشریح می گردد. سیکل های حاکم بر توربین های گازی و عملکرد توربین های گازی بیان و مشکلات ناشی از بخش های مختلف و روشهای شناسایی آنها تشریح می گردند.

### موضوعات دوره:

- ۱- مقدمه
- ۲- اصول کارکرد توربین های گازی
- ۳- ساختار و اصول کارکرد توربین های گازی
- عملکرد توربین، تشریح اجزاء، جریان توربین، سیستم هوای ورودی، بخش کمپرسور، بخش محفظه احتراق بخش اگزوز، یاتاقانها و شفت ها، اسپیندل توربین و کمپرسور، یاتاقانها
- ۴- سیستم های جانبی توربین های گازی
- سیستم روغنکاری، سیستم هیدرولیک، هوای خنک کاری و آببندی، سیستم سوخت گاز و مایع HVAC، سیستم اتمایزینگ، تمیز کاری کمپرسور، ورودی، استارت، محافظت، NOx سیستم کنترل
- ۵- سیستم کنترل
- ۶- برنامه ریزی تعمیراتی توربین های گازی
- ۷- بازرسی های بخش محفظه احتراق
- ۸- بازرسی های بخش توربین
- ۹- بازرسی های عمده
- ۱۰- الاینمنت توربین گازی
- ۱۱- استارت و تست

## عنوان دوره: نگهداری و تعمیرات انواع فن های صنعتی

### اهداف دوره:

فن های صنعتی علیرغم کاربردهای وسیعی که در صنایع مختلف دارند ولی پارامترها و مشخصات آنها در عملکرد بصورت مناسبی شناخته شده نیستند. در این دوره انواع فن های صنعتی تشریح و ساختار، عملکرد و همچنین کاربردهای آنها بیان خواهند شد. جدیدترین استانداردهای مرتبط با بهره برداری و تعمیرات فن ها تشریح و دسته بندی فن ها بر این اساس صورت خواهد گرفت. در ادامه دوره مشکلات و نحوه انتخاب و سائز نمودن فن های مختلف بر حسب منحنی عملکرد سیستم و فن بیان و محاسبات لازم بصورت مطالعه موردی تشریح خواهد گردید.

### موضوعات دوره:

مقدمه ای بر سیالات- هوا فشار استاتیک و دینامیک

۱- ایروفویل- صفحات ضخامت ثابت برای ایروفویلها

۲- انواع فن ها، ساختار مکانیکی و اصطلاحات آنها

۳- فن های جریان محوری

۴- قوانین فن ها

۵- فن های شعاعی

۶- انتخاب فن - سرعت های ویژه

۷- فن های جریان شعاعی - محوری

۸- ضرائب جریان و فشار در فن ها

۹- بررسی نمودارهای فن ها و مشخصات کارکرد در کاتولوگها

۱۰- بررسی استاندارد AMCA

۱۱- بررسی مشکلات کارکرد فنها، عیب یابی، نصب و بهره برداری

## عنوان دوره: OCM تجهیزات مکانیکی

### اهداف دوره:

### موضوعات دوره:

- ۱- نقش و اهمیت نگهداری و تعمیرات
- ۲- استراتژیهای نگهداری و تعمیر
- ۳- تعریف CM
- ۴- تعریف OCM
- ۵- تعامل برنامه PM و CM و ضرورت ایجاد سیستم CMMS
- ۶- اهداف برنامه OCM و الویتها
- ۷- برنامه های ضروری، جهت تحقق اهداف برنامه OCM
- ۸- سرفصل های اطلاعات حاصل از نمونه روغن مربوط به خود روغن
- ۹- اطلاعات حاصل از نمونه روغن مربوط به سیستم مکانیکی
- ۱۰- ارزیابی روند فرسایش، شناسائی و کنترل عوامل فرسایش غیر عادی
- ۱۱- نمونه گیری و نقش آن در اجرای برنامه OCM
- ۱۲- آسیب شناسی CM
- ۱۳- مکانیزمهای فرسایشی
- ۱۴- تحلیل و تفسیر نتایج آنالیز روغن
- ۱۵- بررسی ابعاد اقتصادی اجرای CM



## عنوان دوره: روشهای نصب و الاینمنت توربین بخار

### اهداف دوره:

### موضوعات دوره:

- ۱- ساختار توربین
- ۲- تجهیزات جانبی
- ۳- فونداسیون
- ۴- لیفت توربین
- ۵- نصب یاتاقان
- ۶- نصب ولوها و اکچویترها
- ۷- الاینمنت اول
- ۸- الاینمنت نهایی
- ۹- ابزار دقیق
- ۱۰- عایق کاری
- ۱۱- Blow out
- ۱۲- Commissioning

## عنوان دوره: نگهداری و تعمیر جعبه دنده‌های صنعتی

### اهداف دوره:

جعبه دنده‌ها یکی از اجزای پر کاربرد سیستم‌های صنعتی می‌باشد و نگهداری و تعمیر آنها از اهمیت خاصی برخوردار است. از آنجایی که امروزه گرایش به سمت تعمیرات پیشگیرانه (Preventive Maintenance)، تعمیرات پیش‌بینانه (Predictive Maintenance) و پایش وضعیت (Condition Monitoring) تمامی ماشین‌ها از جمله جعبه دنده‌ها، به جای تعمیرات به هنگام شکست (Break Down Maintenance) می‌باشد، لذا درک صحیح و مبتنی بر اصول علمی از جعبه دنده اولین گام در جهت نیل به اهداف فوق می‌باشد. در این دوره آموزشی ضمن آشنایی با اجزای مختلف جعبه دنده‌های صنعتی، مباحث کاربردی به صورت تئوری و عملی در اختیار شرکت‌کنندگان قرار می‌گیرد.

### موضوعات دوره:

- ۱- معرفی انواع سیستم‌های انتقال قدرت (ویژگیها، کاربرد، محاسن و معایب)
- ۲- معرفی انواع چرخ‌دنده‌ها (ویژگیها، کاربرد، محاسن و معایب)
- ۳- تنظیم Back lash چرخ دنده‌های موازی محور
- ۴- تنظیم چرخ‌دنده‌های عمود محور مارپیچ
- ۵- محاسبات ساده چرخ‌دنده
- ۶- معرفی انواع یاتاقان‌های غلتشی
- ۷- تنظیم پیش بار رولبرینگ‌های مخروطی
- ۸- تقسیم‌بندی جعبه دنده‌ها
- ۹- روغن و روغنکاری جعبه دنده
- ۱۰- روش نصب جعبه دنده و ملاحظات هم راستا سازی
- ۱۱- روش‌های عیب‌یابی
- ۱۲- عیب‌یابی جعبه دنده
- ۱۳- باز کردن و بستن جعبه دنده

## عنوان دوره: آشنایی با کاربرد و مشخصات انواع روانکارها

## اهداف دوره:

## موضوعات دوره:

- ۱- مشخصات و شمای تولید انواع روغن های پایه معدنی (Mineral Base Oil)
- ۲- مشخصات انواع روغن های پایه سنتزی (Synthetic Base Oil) و مقایسه خواص آنها با روغن های پایه معدنی
- ۳- خصوصیات روغن های پایه نیمه سنتزی
- ۴- فرآیند تصفیه مجدد روغن های کار کرده
- ۵- آشنایی با طبقه بندی API، SAE و ISO
- ۶- بررسی سطوح کیفی روغن های موتور و کاربرد انواع مواد افزودنی موجود در آن
- ۷- بررسی سطوح کیفی روغن های دنده خودرو، اتوماتیک و صنعتی
- ۸- بررسی سطوح کیفی انواع روغن های هیدرولیک
- ۹- بررسی سطوح کیفی روغن های توربین و عوامل موثر در طول عمر آنها
- ۱۰- انواع سطوح کیفی روغن های خوراکی (Food Grade) و روشهای تولید White Oil
- ۱۱- وظایف و خصوصیات روغن های انتقال حرارت و مایعات ضد آتش
- ۱۲- آشنایی با مشخصات و شرایط کار کرد انواع گریس ها
- ۱۳- ویژگی های سیال ضد یخ-ضد جوش
- ۱۴- مشخصات روغن ترانسفورماتور طبق استاندارد IEC
- ۱۵- چگونگی انتخاب روغن های معادل

## عنوان دوره: آشنایی با انواع روانکارها و کاربرد تست‌ها در پایش وضعیت تجهیزات مکانیکی و روغن نو

### اهداف دوره:

- آشنایی با انواع آزمون‌های آنالیز روغن‌های نو و کارکرده و کاربرد هر یک از آنها بر اساس استانداردهای بین‌المللی می‌باشد
- آشنایی با خصوصیات انواع روغن‌های پایه - روغن‌های موتور- روغن‌های صنعتی و ارائه استانداردهای بین‌المللی و ملی در ارتباط با چگونگی ارزیابی این روغن‌ها
- شناخت انواع مواد افزودنی مورد استفاده در ساخت روغن‌ها و نحوه کنترل آنها

### موضوعات دوره:

- ۱- آشنایی با آزمایشات آنالیز روغن و کاربرد هر یک از آنها بر اساس استانداردهای بین‌المللی
- ۲- خصوصیات روغن‌های پایه معدنی - سنتزی - نیمه سنتزی و تصفیه مجدد
- ۳- آشنایی با طبقه بندی API، SAE و ISO
- ۴- آشنایی با سطوح کیفی روغن‌های موتور-دنده خودرو، صنعتی و هیدرولیک
- ۵- افزودنی‌های روغن و تشریح کاربرد آنها
- ۶- بررسی سطوح کیفی روغن‌های توربین و عوامل موثر در طول عمر آنها
- ۷- چگونگی انتخاب روغن‌های معادل
- ۸- نگهداری روغن‌های در حال استفاده و استانداردهای مرتبط با آن
- ۹- کار عملی در کلاس

## عنوان دوره: آشنایی با مشخصات روغن ترانسفورماتور، کاربرد تست‌ها و استانداردهای مرتبط با روغن

### اهداف دوره:

- آشنایی با انواع آزمون‌های آنالیز روغن های ترانسفورماتور و کاربرد هر یک از آنها بر اساس استانداردهای بین المللی می باشد
- آشنایی با خصوصیات روغن ترانسفورماتور و تشریح استاندارد های بین المللی در ارتباط با چگونگی ارزیابی این روغن ها
- آشنایی با نحوه کنترل و نگهداری روغن‌های ترانسفورماتور در حال استفاده و انتخاب روغن جهت تعویض و یا سرریز روغن

### موضوعات دوره:

- ۱- مقدمه‌ای بر تولید روغن های ترانسفورماتور
- ۲- انواع روغن ترانسفورماتور
- ۳- نقش روغن ترانسفورماتور
- ۴- استانداردهای مرتبط با روغن
- ۵- آشنایی با آزمایشات آنالیز روغن و کاربرد هر یک از آنها بر اساس استاندارد های بین المللی
- ۶- مشخصات فیزیکی و شیمیایی روغن ترانسفورماتور
- ۷- روغن نو در ترانسفورماتور پیش از برق دار کردن
- ۸- نگهداری روغن‌های در حال استفاده و استاندارد های مرتبط با آن
- ۹- چگونگی انتخاب روغن معادل جهت سر ریز
- ۱۰- آب محلول در روغن‌های ترانسفورماتور و تخمین میزان آب در کاغذ
- ۱۱- پایداری اکسیداسیون روغن ترانسفورماتور
- ۱۲- کار عملی در کلاس

## عنوان دوره: OCM تجهیزات مکانیکی

### اهداف دوره:

دوره با مروری بر روشهای نگهداری و تعمیرات شروع شده، کنترل کیفیت و ارزیابی روغن معادل و بررسی تغییرات مشخصات فیزیکی و شیمیایی از دیگر عناوین آن می باشد. ضمن مرور عناوین دوره در ذیل یادآور می گردد، کارشناسان شرکت کننده با مباحث مختلف پایش وضعیت با آنالیز روغن OCM و نتایج آن آشنا می شوند. معرفی توانایی شرکت البرز تدبیرکاران در رابطه با OCM از مباحث پایانی این دوره می باشد.

### موضوعات دوره:

- ۱- استراتژی های نگهداری و تعمیرات
- ۲- نقش CM در اجرای برنامه PM
- ۳- کنترل کیفیت، صحت و مطابقت روغنهای مصرفی
- ۴- ارزیابی روغن معادل در مقایسه با روغن توصیه سازنده
- ۵- ارزیابی تغییرات مشخصات فیزیکی و شیمیایی روغنها
- ۶- شناسائی و کنترل آلودگی روغن نو و روغن در حال سرویس
- ۷- شناسائی و کنترل سطح تمیزی روغن (Cleanliness Oil Level) نو و روغن در سرویس
- ۸- پارامترهای تعیین کننده نیاز به تصفیه فیزیکی روغن
- ۹- ارزیابی عمر روغن و پارامترهای تعیین تاریخ تعویض روغن
- ۱۰- ارزیابی عملیات فلاشینگ سیستمهای مکانیکی (در زمان راه اندازی و یا پس از اورهال)
- ۱۱- ارزیابی روند فرسایش
- ۱۲- شناسائی و کنترل عوامل تشدید فرسایش ماشین آلات و سیستم های مکانیکی
- ۱۳- روش تحلیل نتایج تستها
- ۱۴- ارائه نمونه های مختلف (Case Study)
- ۱۵- چگونگی ایجاد سیستم CM در هر صنعتی
- ۱۶- لیست آزمایشهای آنالیز روغن و ذرات فرسایشی برای تجهیزات مکانیکی
- ۱۷- معرفی امکانات این شرکت در تحقق قابلیتهای فوق الذکر
- ۱۸- پرسش و پاسخ

## عنوان دوره: OCM ترانسفورماتورها

### اهداف دوره:

ترانسفورماتورها یکی از تجهیزات کلیدی در صنایع مختلف و شبکه‌های توزیع برق می‌باشند. با توجه به اهمیت آنالیز روغن در تعیین وضعیت این تجهیزات، این موضوع در چند سال اخیر کاربرد فراوانی در صنایع پیدا کرده است. هدف از این دوره آشنایی شرکت‌کنندگان به مباحث مختلف آنالیز روغن و پایش وضعیت و بررسی استانداردهای مرتبط می‌باشد.

### موضوعات دوره:

- ۱- ارزیابی کیفیت/ صحت و مطابقت روغن نو (New Oil)
- ۲- ارزیابی خواص الکتریکی، فیزیکی و شیمیایی روغن در حال کار (Used Oil)
- ۳- ارزیابی گازهای محلول در روغن
- ۴- ارزیابی وضعیت ترانسفورماتور
- ۵- تشخیص نیاز به انجام تست های الکتریکی جهت عیب یابی
- ۶- شناسایی و کنترل عوامل ایجاد خرابی و خارج شدن ترانس از مدار
- ۷- شناسایی و کنترل عوامل ایجاد پیری زودرس ترانسفورماتور
- ۸- بررسی نحوه اختلاط روغن‌ها
- ۹- بررسی نیاز به تعویض و یا تصفیه روغن
- ۱۰- روش تحلیل نتایج تست ها (ارزیابی کیفی روغن/ازریابی نتایج گاز کروماتوگرافی)
- ۱۱- معرفی استانداردهای IEC و IEEE در ارتباط با آنالیز روغن ترانسفورماتورها و بوشینگ ها و کلیدهای فشار قوی
- ۱۲- لیست آزمایشهای آنالیز روغن ترانسفورماتورها
- ۱۳- روش نمونه‌گیری از ترانسفورماتورها
- ۱۴- پرسش و پاسخ

## عنوان دوره: گاز کروماتوگرافی ترانسفورماتورها

### اهداف دوره:

این دوره به منظور آشنائی کارشناسان CM در تحلیل نتایج تست گاز کروماتوگرافی ترانسفورماتورها برنامه ریزی شده است.

### موضوعات دوره:

- ۱- آشنایی با تحلیل گاز کروماتوگرافی براساس استاندارد IEC
- ۲- آشنایی با تحلیل گاز کروماتوگرافی براساس استاندارد IEEE
- ۳- آشنایی با روش تحلیل ژاپنی
- ۴- روش تحلیل نتایج تست ترانسفورماتور با در نظر گرفتن سوابق تست‌های قبلی (Trend)



**عنوان دوره: آشنایی با انواع روانکارها و کاربرد تست‌ها در پایش وضعیت تجهیزات مکانیکی و روغن  
نو**

**اهداف دوره:**

آشنایی با انواع آزمایش‌های روغن و ذرات فرسایشی به همراه تشریح استانداردهای مرتبط از اهداف اصلی این دوره بوده و مطالعات موردی مورد بحث قرار می‌گیرند.

**موضوعات دوره:**

- ۱- لیست آزمایشات آنالیز روغن و ذرات فرسایشی
- ۲- تشریح آزمایشات و کاربرد هر یک از آنها براساس استانداردهای بین‌المللی
- ۳- بررسی چند مورد Case Study

## عنوان دوره: آنالیز خرابی و روانکاری بیرینگهای غلتشی

### اهداف دوره:

هدف از دوره آموزش اصول و روشهای آنالیز خرابی بیرینگها خراب و از کار افتاده (بعلت سروصدا، دما، ارتعاش و ...) می باشد. یافتن علت اصلی خرابی بیرینگها و ارائه راه حل جهت جلوگیری از خرابی مجدد در این دوره به شرکت کنندگان آموزش داده میشود.

بیش از ۵۰٪ خرابی بیرینگها ناشی از روانکاری و آلودگیها می باشد. در این دوره اصول اولیه روانکاری و انتخاب روغن و گریس برای کاربردهای مختلف به همراه اثر روانکار و آلودگیها بر عمر بیرینگ آموزش داده می شوند.

### موضوعات دوره:

- ۱- اصول اولیه بیرینگها شامل تاریخچه و دلایل استفاده از بیرینگهای غلتشی، اجزای بیرینگ، تفرانسها، سرعتها، لقی و پیش بار و چیدمان بیرینگهای ثابت و شناور
- ۲- الگوهای بار در مسیر غلتش و تفسیر الگوهای نرمال و غیر نرمال
- ۳- روش آنالیز خرابی بیرینگها
- ۴- انواع خرابی بیرینگها مطابق استاندارد ISO (به همراه نمایش نمونه های بیرینگهای خراب) و روشهای جلوگیری از آنها
- ۵- اصول اولیه روانکاری، انتخاب روغن و گریس، میزان روانکار و فاصله زمانی روانکاری مجدد (به همراه برنامه کامپیوتری جهت انجام محاسبات)
- ۶- عمر سرویس بیرینگها، محاسبه عمر  $L_{10}$  و عمر اصلاح شده

## عنوان دوره: بیرینگهای غلتشی در موتورهای الکتریکی

### اهداف دوره:

موتورهای الکتریکی محرک اصلی تجهیزات دوار در صنایع مختلف می باشند که اکثرا از بیرینگهای غلتشی در آنها استفاده می شود. در این دوره بیرینگهای غلتشی در موتورهای الکتریکی با هدف افزایش قابلیت اطمینان آنها به شرکت کنندگان آموزش داده می شوند.

### موضوعات دوره:

- ۱- اصول اولیه بیرینگها شامل تاریخچه و دلایل استفاده از بیرینگهای غلتشی، اجزای بیرینگ، تفرانسها، سرعتها، لقی و پیش بار و چیدمان بیرینگهای ثابت و شناور
- ۲- انواع بیرینگهای مورد استفاده در موتورهای الکتریکی و خصوصیات آنها
- ۳- چیدمان بیرینگها در موتورهای الکتریکی
- ۴- انتخاب انطباق شفت و هوزینگ، نصب و درآوردن بیرینگها
- ۵- اصول اولیه روانکاری، لزجت روغن، میزان روانکار و فاصله زمانی روانکاری مجدد و محاسبه عمر گریس  
بیرینگهای آببند
- ۶- عمر بیرینگها

## عنوان دوره: نگهداری و تکنولوژی بیرینگهای غلتشی

### اهداف دوره:

بیرینگها قلب ماشین آلات دوار میباشند. انتخاب و شناسایی توانایی های هربیرینگ بهمراه نصب صحیح و روانکاری آن نقش مهمی در کاهش توقفات ناخواسته و افزایش قابلیت اطمینان ماشین آلات دارند. در این دوره مهارتهای لازم و اصول اساسی و کاربردی بیرینگهای غلتشی آموزش داده میشوند.

### موضوعات دوره:

- ۱- اصول اولیه بیرینگها شامل تاریخچه و دلایل استفاده از بیرینگهای غلتشی، اجزای بیرینگ، تفرانسها، سرعتها، لقی و پیش بار و چیدمان بیرینگهای ثابت و شناور
- ۲- انواع بیرینگها شامل بلبیرینگها، رولربیرینگها، بیرینگهای کف گرد، مجموعه بیرینگها و هوزینگها و انواع اسلیوها
- ۳- شماره گذاری بیرینگها
- ۴- انطباقات بیرینگها بر روی شفت و هوزینگ
- ۵- نصب و درآوردن بیرینگها
- ۶- اصول اولیه روانکاری با روغن و گریس، لزجت روغن، میزان روانکار و فاصله زمانی روانکاری مجدد
- ۷- عمر بیرینگها

## عنوان دوره: بیرینگهای غلتشی در پمپهای سانتریفیوژ

### اهداف دوره:

پمپهای سانتریفیوژ یکی از مهمترین تجهیزات در صنایع فرآیندی می باشند که کارکرد مطمئن آنها یکی از دغدغه های مهندسین تعمیر و نگهداری است. بیرینگها از قطعات اصلی پمپها هستند که یکی از عوامل اصلی از کار افتادن آنها می باشند. در این دوره بیرینگهای مورد استفاده در پمپهای سانتریفیوژ با هدف افزایش قابلیت اطمینان پمپ آموزش داده می شوند.

### موضوعات دوره:

- ۱- دلایل استفاده از پمپها، انواع و عملکرد پمپهای سانتریفیوژ
- ۲- اصول اولیه بیرینگها شامل تاریخچه و دلایل استفاده از بیرینگهای غلتشی، اجزای بیرینگ، تلرانسها، سرعتها، لقی و پیش بار و چیدمان بیرینگهای ثابت و شناور
- ۳- بیرینگها در پمپهای سانتریفیوژ، روش انتخاب بیرینگها و عمر آنها، چیدمان بیرینگها در پمپهای گوناگون، انواع بیرینگها و خصوصیات آنها، مشخصات بیرینگها در پمپهای API و ANSI
- ۴- انطباقات بیرینگها در پمپها و نصب و درآوردن بیرینگها
- ۵- اصول اولیه روانکاری با روغن و گریس، لزجت روغن، میزان روانکار و فاصله زمانی روانکاری مجدد
- ۶- آنالیز خرابی بیرینگها و جلوگیری از خرابی مجدد بیرینگها

## عنوان دوره: نظام علمی مدیریت نگهداری و تعمیرات بهره‌ور فراگیر (TPM)

### اهداف دوره:

آشنایی با اصول اساسی نظام علمی "مدیریت نگهداری و تعمیرات بهره‌ور فراگیر (TPM)" عوامل اثر گذار در طراحی آن، تدوین اهداف، نحوه استقرار و ارزیابی فنی و اقتصادی نگهداری و تعمیرات انجام شده.

### موضوعات دوره:

- ۱- سیر تکاملی و تاریخچه نظام‌های نگهداری و تعمیرات
- ۲- برنامه ریزی نگهداری و تعمیرات "نت"
- ۳- سازماندهی امور مهندسی نگهداری و تعمیرات "نت"
- ۴- عوامل تاثیر گذار در طراحی نظام مهندسی نگهداری و تعمیرات
- ۵- ویژگی‌های نظام نگهداری و تعمیرات مناسب
- ۶- روش‌های کنترل و ثبت اطلاعات
- ۷- بخش‌های اصلی تشکیل‌دهنده امور مهندسی نگهداری و تعمیرات
- ۸- طبقه‌بندی کارها و روش‌های معمول "نت"
- ۹- استانداردهای مورد نیاز نظام "نت"
- ۱۰- اهداف استقرار نظام‌های نگهداری و تعمیرات بهره‌ور
- ۱۱- نگهداری و تعمیرات بهره‌ور فراگیر TPM
- ۱۲- ضایعات عمده شش گانه در واحدهای تولیدی و صنعتی
- ۱۳- بررسی و تجزیه و تحلیل فنی - اقتصادی نگهداری و تعمیرات انجام شده
- ۱۴- تجزیه و تحلیل میزان اثر بخشی و مفید بودن عملیات "نت"
- ۱۵- نحوه ارزیابی و عیب‌یابی تجهیزات
- ۱۶- فرازی به نگهداری و تعمیرات بر مبنای شرایط

**عنوان دوره: بازرسی فنی مبتنی بر ریسک (RBI)****اهداف دوره:**

آشنایی با اصول اساسی "بازرسی فنی مبتنی بر ریسک (RBI)" عوامل اثر گذار در طراحی آن، تدوین اهداف، نحوه استقرار و ارزیابی فنی و اقتصادی آن

**موضوعات دوره:**

- ۱- تعریف ریسک
- ۲- انواع ریسک
- ۳- اندازه‌گیری ریسک
- ۴- تعریف و اهداف RBI
- ۵- متدولوژی:
- ۶- ملاحظات RBI در طی بهره‌برداری تجهیزات
- ۷- قابلیت‌های RBI
- ۸- دست آوردهای حاصل از اجرای RBI
- ۹- اثر RBI در چرخه عمر تجهیزات و ماشین‌آلات
- ۱۰- اجزا و فرآیند مدیریت RBI
- ۱۱- ارزیابی RBI

## عنوان دوره: مدیریت ریسک

### اهداف دوره:

آشنایی با اصول اساسی "مدیریت ریسک"، کاربرد سیستماتیک سیاست‌های مدیریتی، رویه‌ها و فرآیندهای مربوط به فعالیت‌های تحلیل، ارزیابی و کنترل ریسک

### موضوعات دوره:

- ۱- تعاریف ریسک
- ۲- انواع و دسته‌بندی ریسک‌ها
- ۳- منابع ریسک
- ۴- دارایی در معرض ریسک شرکت‌ها
- ۵- اجزا ریسک
- ۶- سطوح پیچیدگی ریسک
- ۷- شاخص‌های اندازه‌گیری ریسک
- ۸- فاکتورهای درونی و بیرونی
- ۹- تعاریف مدیریت ریسک
- ۱۰- پیامدهای مدیریت ضعیف ریسک
- ۱۱- مزایای مدیریت ریسک
- ۱۲- مدیریت جامع ریسک
- ۱۳- روش‌های مقابله با ریسک
- ۱۴- سیر تحول مدیریت ریسک
- ۱۵- رویکردها و فرآیندهای مدیریت ریسک
- ۱۶- مدل‌های مدیریت ریسک
- ۱۷- ابزارهای مدیریت ریسک
- ۱۸- تکنیک‌های تجزیه و تحلیل و ارزیابی ریسک
- ۱۹- گام‌های مدیریت ریسک
- ۲۰- واژگان و مفاهیم مدیریت ریسک