

آموزش های آنالیز ارتعاشات



سخن مدیر عامل



آنالیز ارتعاشات طیف وسیعی از کاربردها را در صنعت طراحی، سافت و نگهداری ماشین آلات دوار و ثابت و سازه ها را پوشش میدهد. اما آنچه که در کشور ما بیش از همه کاربردها مورد توجه قرار گرفته کاربرد آن در نگهداری و تعمیرات و عیب یابی ماشین های دوار است. اگر چه شنیده می شود برنامه های دوره های دانشگاهی آموزش تفصیل آنالیز ارتعاشات نیز در حال تدوین و اجرا است اما نیاز برگزاری دوره های کاربردی تئوری/عملی برای کارشناسان صنایع یک نیاز اساسی و دائمی است. من از سال ۱۳۷۰ درگیر با آنالیز ارتعاشات شدم و از سال ۷۴ شروع به برگزاری ۴ دوره ارتعاشات او ۲ و بالانس و همراستاسازی بصورت اختصاصی و عمومی برای شرکت های مختلف شدم. از آن روزگار تا کنون توسعه بسیاری در تکنولوژی های آنالیز ارتعاشات و تجهیزات و آنالیزها صورت گرفته است و همچنان در حال پیشرفت است. فوشبفتانه شرکت های مختلفی نیز در زمینه ارائه خدمات و مشاوره و آموزش نیز رشد پیدا کرده و به دنبال آن این تکنولوژی توسعه یافته است، اما بدلیل جدید بودن و پیشرفت های روز افزون این تکنولوژی، متأسفانه این توسعه ناهمگن بوده و متی در برقی مباحث کارشناسان مختلف هم مشاهده می شود که بعضی اصول و قواعد اساسی نادیده گرفته میشود.

موسسه Vibration Institute آمریکا برنامه های آموزشی و سطح بندی کارشناسان آنالیز ارتعاشات را مطابق با استاندارد ISO 18436-2 در ۴ سطح مختلف ارائه نموده تا نظم مشخصی در ارتقاء تخصص آنالیز ارتعاشات ارائه کند. از این رو من نیز تصمیم گرفتم تا برنامه های آموزشی خود را به همراه آزمون های تعیین سطح شرکت کنندگان مطابق با این استاندارد از باز طراحی و برنامه ریزی کنم. امیدوارم با این روش بتوانم به نمو موثرتری تجربیات خود را اختیار کارشناسان صنایع کشور قرار دهم.

علی اکبر وکیلی

مدیر عامل

اردیبهشت ۱۴۰۱

مقدمه

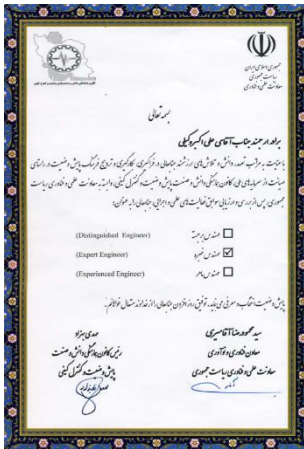
هدف

اجرای دوره های تخصصی آموزشی آنالیز ارتعاشات در سطح های تعریف شده در استاندارد ISO 18436-2 و دو دوره اجرایی تعمیراتی بالانس و همراستاسازی ماشین های دوار مطابق با تکنیک های بروز شده و همچنین برگزاری آزمون های تعیین سطح مطابق با استاندارد فوق که در صورت اعلام نیاز شرکت کنندگان در پایان هر دوره اجرا می شود. فهرست دوره ها به شرح زیر است:

- ارتعاشات سطح ۱
- ارتعاشات سطح ۲
- ارتعاشات سطح ۳
- بالانس تجهیزات دوار
- همراستاسازی ماشین های دوار

تاریخچه

علی اکبر وکیلی فارغ التمصيل سال ۱۳۷۰ کارشناسی ارشد مکانیک از دانشگاه صنعتی اصفهان، از سال ۱۳۷۰ فعالیت خود را در زمینه ارائه خدمات آنالیز ارتعاشات شامل، پایش وضعیت، بالانس و همراستاسازی لیزری، آزمایشگاه ارتعاشات و آنالیز مودال در مرکز تحقیقات مهندسی جهاد اصفهان شروع و اولین دوره های آموزشی را در سال ۱۳۷۴ برنامه ریزی و اجرا نمود. در سال ۱۳۷۹ وی به همراه همکاران خود شرکت مهندسی تواتر سپاهان را تاسیس و در کنار ارائه خدمات پایش وضعیت، بالانس درمحل، همراستاسازی لیزری، مشاوره و آموزش با طراحي و سافت ماشین بالانس و کارگاه بالانس، بالانس کارگاهی را به دیگر خدمات خود افزودند. اجرای قراردادهای پایش وضعیت و بالانس و همراستاسازی در شرکت هایی همچون فولاد مبارکه، پالایشگاه اصفهان، پتروشیمی اصفهان، از قراردادهای اولیه این شرکت بود که پس از چندین سال به سایر کارخانجات فولاد، نیروگاه، پتروشیمی، پالایشگاه، شیمیایی و .. تعمیرم داده شد. در کنار ارائه خدمات، کار تحقیقاتی ساخت تجهیزات آنالیز ارتعاشات نیز شروع شد و اولین سیستم مانیتورینگ آنلاین ۱۶ کاناله این شرکت در سال ۱۳۸۵ تولید شد و در سالهای بعد در شرکت های مختلف پالایشگاه و فولاد و سیمان و پتروشیمی نصب گردید. در حال



ماضر تولیدات این شرکت دامنه وسیع تری از آنالیزهای ۱۶ کاناله، رک، ۱۶ کاناله، تک کاناله، ماژول بالانس، بالانس، آنالیز پرتابل و .. را تشکیل می دهد. در کنار تولیدات این شرکت در طول این سالها دوره های آموزشی این شرکت مطابق با توسعه تکنولوژی آنالیز ارتعاشات نیز بازنویسی و بروز گردید و در سال ۱۳۹۵ تصمیم گرفته شد تا برنامه های آموزشی این شرکت مطابق با استاندارد که در این فصول ارائه شده، یعنی استاندارد ISO 18436-2 تمت عنوان زیر بازنویسی و طراحی مجدد گردد:

استاندارد ایزو ۱۸۴۳۶-۲ " پایش وضعیت و عیب یابی ماشین ها -مقرارات آموزش و ارزیابی کارشناسان - قسمت دوم، پایش وضعیت و عیب یابی ارتعاشات "

مدرس دوره ها آقای مهندس علی اکبر وکیلی کارشناس ارشد و مدیر عامل شرکت، دارای تأییدیه مهندس فبره از معاونت علمی و فن آوری ریاست جمهوری و عضو کمیته علمی کنفرانس پایش وضعیت است. در حال ماضر این دورهها با پشتوانه بیش از ۳۰ سال سابقه اجرایی در ارائه خدمات، مشاوره و آموزش، طراحی و سافت سیستم های اندازه گیری، پردازش، تحلیل و عیب یابی ارتعاشات ماشین آلات، ارائه می گردد.



سطح بندی تخصصی های آنالیز ارتعاشات ISO 18436-2

قابلیت های کارشناسی سطح های مختلف

بر اساس استاندارد ISO 18436-2 هر یک از سطح های تخصصی باید شامل توانایی های زیر باشند:

کارشناس با تاییدیه سطح ۱ (Category 1)

این کارشناسان اپراتورهای اندازه گیری هستند بنابراین باید با اصول اولیه ارتعاشات مکانیکی در مدی که وامدها و پارامترهای اندازه گیری پیش وضعیت را بدانند آشنا باشند. باید بتوانند اندازه گیری های از پیش تعریف شده در آنالیزهای تک کاناله را با اطمینان انجام دهند، مقادیر اندازه گیری شده را در مقابل مدود هشدار از پیش تعیین شده ارزیابی کنند، بتوانند خطاهایی که در این اندازه گیری ها بوجود آمده را شناسایی کنند، گزارش هایی از مشاهدات خود از وضعیت کلی ماشین بدهند و نهایتاً داده های اندازه گیری شده را به کامپیوتر منتقل کنند.

کارشناس با تاییدیه سطح ۲ (Category 2)

این کارشناسان، تحلیل گران اولیه هستند بنابراین در ابتدا باید همه تفصص های سطح ۱ را دربر داشته باشند. علاوه بر آن باید قادر باشند داده برداری های روتین را تعریف کنند یعنی بتوانند تنظیمات داده برداری و آنالیز مربوط به آنالیز سیگنال پایه، و اندازه گیری های اضافی هنگام ظهور شرایط غیر معمول را انجام دهند، تست ضربه تک کاناله را انجام دهند، نتایج آزمایش ها را مطابق با مشخصات و استانداردهای مربوطه تفسیر و ارزیابی کنند. عیب های معمول را شناسایی کنند و راه مل های اصلاحی اولیه را توصیه کنند. این کارشناسان باید نسبت به سایر تکنیک های پیش وضعیت که توصیه شده نیز آگاهی و کارآیی داشته باشند تا بتوانند مشکلاتی که از پیش وضعیت روتین ناشی می شود را نیز ارزیابی کنند.

کارشناس با تاییدیه سطح ۳ (Category 3)

این کارشناسان تحلیل گران متفصص هستند بنابراین در ابتدا باید همه دانش و مهارت های سطح ۲ را دربر داشته و بتوانند به کارشناسان سطح پایین تر آموزش داده و دانش فنی ارائه کنند. کارشناس سطح ۳ باید درک عمیقی از اصول و تکنیک آنالیز ارتعاش ماشین آلات داشته باشد در مدی که در یک اندازه گیری تک کاناله، طیف فرکانسی، سیگنال زمانی، اوربیت، تغییر شکل عملی ODS پایه و اینولوپ شتاب

INTERNATIONAL
STANDARD

ISO
18436-2

First edition
2003-11-15

Condition monitoring and diagnostics of
machines — Requirements for training
and certification of personnel —
Part 2:
Vibration condition monitoring and
diagnostics

Surveillance et diagnostic d'état des machines — Exigences relatives à
la formation et à la certification du personnel —
Partie 2: Surveillance des vibrations et diagnostic d'état des machines

را بخوبی بشناسد. آنها باید شایستگی طراعی، هدایت و مدیریت یک برنامه پایش وضعیت روتین را داشته باشند، بتوانند عیب یابی های غیر روتین را هدایت کنند، و سایر تکنیک های پایش وضعیت را بفهمند و راهبری کنند تا بتوانند مشکلاتی که به روش پایش وضعیت ارتعاشی نمی شود حل کرد را مورد مطالعه و ارزیابی قرار دهند. این کارشناسان باید بتوانند عملیات اصلاحی همچون انجام عملیات بالانس را هدایت کرده و شایستگی توصیه ممدودیت یا توقف کار ماشین را داشته باشند.

کارشناس با تاییدیه سطح ۴ (Category 4)

این کارشناسان تحلیل گران فبره هستند بنابراین باید دانش عمیق، مهارت و تجربه کافی داشته و با استفاده از تئوری ارتعاشات مکانیکی، آنالیز سیگنال، آنالیز طیفی چند کاناله، دینامیک روتور، دینامیک ضربان گازها، تکنیک های ایزولاسیون و دمپینگ، عیب های ماشین ها را تشخیص داده و روش اصلاح آنها را ارائه کنند. این کارشناسان باید بتوانند فرکانس های طبیعی، شکل مود، میرایی، و شکل مودهای عملی را با اعمال تکنیک های شناسایی پارامتر بدست آورند. آنها باید بتوانند بالانس دو صافه ای را هدایت کنند و باید بتوانند با روشهایی مانند اصلاح طراعی، نصب انعطاف پذیر و طراعی مجدد فونداسیون، توصیه هایی برای اصلاح نصب ماشین ها ارائه کنند. و نهایتاً باید قادر باشند کد ها و استاندارد هایی را که در زمینه آنالیز ارتعاشات منتشر می شود تفسیر کنند.

فهرست و مدت زمان سرفصل های دوره های آنالیز ارتعاشات

در استاندارد ISO 18436-2 سرفصل هایی که برای سطوح مختلف پیشنهاد شده به قرار زیر است:

مدت ساعت آموزشی				سرفصل ها
سطح ۴	سطح ۳	سطح ۲	سطح ۱	
۴	۲	۴	۶	۱- اصول ارتعاشات
	*	*	*	اصول حرکت ارتعاشی
	*	*	*	دوره تناوب، فرکانس
	*	*	*	دامنه: پیک P ، پیک تا پیک PP ، مقدار موثر rms
	*	*	*	پارامترها: جابجایی، سرعت، شتاب
	*	*	*	وامد ها، تبدیل وامد
	*	*	*	ممدوده زمانی، ممدوده فرکانس
*	*			بردارها، ممدولاسیون

<p>فاز</p> <p>فرکانس طبیعی، تشدید، سرعت های بحرانی</p> <p>نیرو، پاسف، میرایی، سفتی</p> <p>ناپایداری، سیستم های غیر فطی</p>	<p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p>	<p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p>	<p>✱</p>	
<p>۲- داده برداری</p> <p>تجهیزات اندازه گیری</p> <p>ممدوده دینامیکی، نسبت سیگنال به نویز</p> <p>میدل های ارتعاشی</p> <p>نصب سنسور، فرکانس طبیعی نصب</p> <p>Fmax، زمان داده برداری</p> <p>قواعد سنسور پروکسی</p> <p>روش های شروع اندازه گیری (Triggering)</p> <p>برنامه ریزی انجام تست ارتعاشی</p> <p>فرآیند اجرای تست ارتعاشی</p> <p>فرمت های داده ها</p> <p>انتقال داده به/از پایگاه داده کامپیوتر</p> <p>تشفیص داده های ضعیف</p>	<p>۲</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p>	<p>۴</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p>	<p>۸</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p>	
<p>۳- بردارنش سنگنال</p> <p>آشکار سازی مقدار RMS/Peak</p> <p>تبدیل آنالوگ به دیجیتال</p> <p>نمونه برداری آنالوگ، نمونه برداری دیجیتال</p> <p>مماسبات FFT</p> <p>کاربرد FFT</p> <p>پنجره های زمانی، پیوسته، هنینگ، فلت تاپ</p> <p>فیلترها: بالا گذر، پایین گذر، میان گذر، ردگیر</p> <p>آنتی آلیاسینگ</p> <p>پهنای باند، دقت تفکیک</p> <p>کاهش نویز</p> <p>معدل گیری: فطی، همزمان، نمایی</p>	<p>۸</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p>	<p>۳</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p>	<p>۴</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p>	<p>۲</p> <p>✱</p>

<p>ممدوده دینامیک</p> <p>نسبت سیگنال به نویز</p> <p>نقشه طیف</p>	<p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p>	<p>✱</p> <p>✱</p>	<p>✱</p>	<p>✱</p>
<p>۴- نانش و وضعیت</p> <p>پیدمان و نگهداری پایگاه داده کامپیوتر</p> <p>ارزیابی و اولویت بندی تجهیزات</p> <p>طراحی برنامه پایش</p> <p>تنظیم هشدار ها: باند باریک، انولوپ</p> <p>ارزیابی اندازه گیری های مبنا، رد گیری</p> <p>طراحی روتین ها</p> <p>تکنیک های جایگزین: آنالیز روغن، ترموگرافی، آنالیز جریان موتور،</p> <p>تشخیص مرملة فرایی</p>	<p>۱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p>	<p>۳</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p>	<p>۴</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p>	<p>۲</p> <p>✱</p>
<p>۵- تملل عدب ها</p> <p>آنالیز طیف فرکانسی، هارمونیک، ساید باند</p> <p>آنالیز شکل موج زمانی</p> <p>آنالیز فازی</p> <p>آنالیز حالت گذرا</p> <p>آنالیز اوربیت</p> <p>آنالیز جابجایی مرکز شافت</p> <p>تکنویک انولوپ</p> <p>نابلانسی جرمی</p> <p>ناهمراستایی</p> <p>لقی های مکانیکی</p> <p>مالش، ناپایداری</p> <p>فرایی های یاتاقان: المان غلطکی، ژرنال</p> <p>فرایی های موتورهای الکتریکی</p> <p>ارتعاشی ناشی از جریان سیال، آبرودینامیک و مایعات</p> <p>آنالیز معبه دنده ها</p> <p>تشدید و سرعت بمرانی</p>	<p>۸</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p>	<p>۸</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p>	<p>۴</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p>	<p>۲</p> <p>✱</p>

*	*		*	توربوماشین ها تشفیص عیب عمومی
۱۶	۶ * * * * * *	۴ * * *	۲ *	۶- عملیات اصلاحی همراستاسازی شافت ها بالانس در ممل تعویض قطعات ماشین کنترل جریان ایزولاسیون و میرایی کنترل تشدید عملیات اصلاحی اولیه
-	۴ * * * * * * * * * * * * * * *	۴ * * * * * * * * * * * * * * *	۸ * * * * * * * * * * * *	۷- شناخت ماشین ها موتورهای الکتریکی، ژنراتورها و ممرک ها پمپ ها و فن ها توربین های بخار، توربین های گازی کمپرسورها ماشین های رفت و برگشتی غلطک نورد، ماشین های کاغذ سازی، سایر ماشین های فرآیندی ماشین ابزار سازه ها، لوله کشی ها بعبه دنده ها یاتاقان های المان غلطکی یاتاقان های ژرنال پرغ دنده ها کوپلینگ ها، تسمه ها
-	۲ * *	۲ * *	۲ *	۸- آزمون های پذیرش فرآیند آزمون مشفصات و استانداردها گزارش نویسی
۴	۳	۲	-	۹- آزمون های تمهيزات و عیب داد

<p>آزمون ضربه</p> <p>آزمون پاسف امباری</p> <p>آنالیز مالت گذرا</p> <p>توابع انتقال</p> <p>ارزیابی میرایی</p> <p>فاز ضربدری، وابستگی (coherence)</p> <p>تغییر شکل عملی سازه</p> <p>آنالیز مودال</p> <p>ارتعاشات پیشی</p>	<p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p>	<p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p>	<p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p>	<p>۱۰- استانداردهای مرجع</p> <p>ISO</p> <p>IEC</p> <p>استانداردهای ملی</p>
<p>۱۱- گزارش نویسد و مستند سازی</p> <p>گزارش های پایش وضعیت</p> <p>گزارش های عیب یابی ارتعاشات</p>	<p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p>	<p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p>	<p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p>	<p>۱۰- استانداردهای مرجع</p>
<p>۱۲- تعیین میزان شدت عبدها</p> <p>آنالیز طیف فرکانسی</p> <p>آنالیز شکل موج زمانی، آنالیز اوربیت</p> <p>دامنه ها: کل، باند باریک، مولفه ها</p> <p>جدول های شدت ارتعاش، روابط و نمودارها</p>	<p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p>	<p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p>	<p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p>	<p>۱۱- گزارش نویسد و مستند سازی</p>
<p>۱۳- دینامیک روتور/ یاتاقان</p> <p>مشفصه های روتور</p> <p>مشفصه های یاتاقان</p> <p>بالانس روتور</p>	<p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p>	<p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p>	<p>✱</p> <p>✱</p> <p>✱</p>	<p>۱۲- تعیین میزان شدت عبدها</p>

مشخصات دوره های آموزشی و آزمون آنالیز ارتعاشات

شکل محتوای دوره های آموزشی

جزوه های آموزشی پرینت شده از اسلاید های آموزشی و فایل های نرم افزار های مرتبط با سطح مربوطه در اختیار شرکت کنندگان قرار میگیرد. شکل محتوای دوره عمدتاً در قسمت تئوری بصورت فایل های پاور پوینت، انیمیشن ها و تصاویر گویا از مطالب و تجربیات عملی است و در قسمت عملی از دستگاه های شبیه ساز و آنالایزهای پرتابل برای اندازه گیری و آنالیز عملی استفاده می شود. در مواردی که دوره ها بصورت اختصاصی در محل کارخانه اجرا شود، قسمت عملی را می توان در سایت روی ماشین های کارفرما و با استفاده از تجهیزات کارفرما انجام داد.

آزمون ارزیابی

شرکت کنندگان در آزمون باید براساس استاندارد 2-18436 به تعداد مشخصی سؤال در موضوعات مختلف در زمان مشخص پاسخ دهند. دسته بندی این موضوعات در جدول شماره یک ضمیمه آورده شده است. ترکیب سئوالات انتخابی بر اساس مفاهیم، اصول اولیه، و کاربردهای مورد نیاز در اجرای اندازه گیری و آنالیز ارتعاشات ماشین آلات است. در آزمون ها انجام محاسبات ریاضی، تفسیر جدول ها و نمودار ها مورد نظر می باشد.

براساس استاندارد ISO 18436-2 زمان و تعداد سئوالات آزمون به شرح زیر است:

سطح ۱	سطح ۲	سطح ۳	سطح ۴	
۶۰	۱۰۰	۱۰۰	۶۰	تعداد سؤال
۲ ساعت	۳ ساعت	۴ ساعت	۵ ساعت	زمان آزمون

آزمون کتاب بسته خواهد بود و معادلات مربوطه در اختیار شرکت کنندگان قرار خواهد گرفت. شرکت کنندگان باید مداد و خودکار و ماشین حساب به همراه داشته باشند. براساس استاندارد افرادی که حداقل به ۷۵ درصد سئوالات پاسخ صحیح بدهند حق دریافت تاییدیه را خواهند داشت و اعلام نمرات آزمون ممنوع است. زمان و مکان برگزاری آزمون ها معمولاً یک روز بعد از برگزاری هر دوره آموزشی خواهد بود. این برنامه سالانه برنامه ریزی شده و بصورت آنلاین از طریق سایت شرکت

www.tavator.com و همچنین کانال تلگرام شرکت <https://t.me/TavatorSepahanCo> اعلام خواهد شد.

شرایط مورد نیاز شرکت کنندگان دوره ها و آزمون ها

کلاس های آموزشی از متقاضیان با تمصیلات، تفصص ها، سابقه ها و آموخته های متنوعی تشکیل می شود. بر اساس استاندارد ISO 18436-2 شرکت کنندگان می بایست دارای شرایط زیر باشند:

تحصیلات

برای شرکت کنندگان سطح ۱ و سطح ۲ تمصیلات دیپلم و فوق دیپلم کفایت می کند و شرکت کنندگان سطح ۳ و ۴ باید توانایی حل معادلات جبری ساده، استفاده از ماشین حساب علمی، و سواد کامپیوتری داشته باشند. برای این سطح ها تمصیلات بالاتر از ۳ سال در رشته های مهندسی مکانیک توصیه می شود.

مدت زمان آموزش

شرکت کنندگان در آزمون سطح های مختلف باید مدت زمان آموزشی معینی را برای هر سطح گذرانده باشند. براساس استاندارد ISO 18436-2 ساعت های آموزشی نباید از مقادیر جدول زیر کمتر باشد:

سطح ۱	سطح ۲	سطح ۳	سطح ۴
۳۰ ساعت	زمان سطح ۱ + ۳۸ ساعت	زمان سطح ۲ + ۳۸ ساعت	زمان سطح ۳ + ۶۴ ساعت

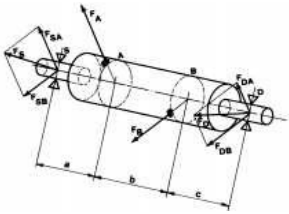
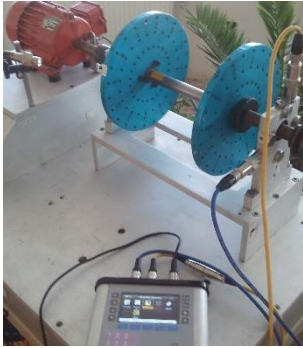
تجربه مورد نیاز برای اخذ گواهی سطح های مختلف

کسانی می توانند در آزمون اخذ تاییدیه تخصصی سطح های آنالیز ارتعاشات شرکت کنند که علاوه بر گذراندن دوره های آموزشی مربوطه، گواهی تجربه عملی در زمینه پایش وضعیت و عیب یابی ماشین آلات و تکنولوژی های مکانیک و برق را ارائه دهند.

براساس استاندارد ISO 18436-2 تجربه جمعیتی مورد نیاز نباید از مقادیر جدول زیر کمتر باشد:

سطح ۱	سطح ۲	سطح ۳	سطح ۴
۶ ماه	۱۸ ماه	۳ سال	۵ سال

دوره آموزشی بالانس تجهیزات دوار



نابالانسی عمومی ترین مشکل ارتعاشی ماشین های دوار است و توسعه تجهیزات ارتعاش سنجی در جهت اصلاح آن تا کنون ابداع و مورد استفاده قرار گرفته که عموماً به دو صورت استفاده از ماشین بالانس های مختلف و تجهیزات بالانس در محل به بازار آمده است. رفتار دینامیکی متنوع ماشین آلات به خصوص ماشین های بزرگ - توربو ماشین ها- عملیات بالانس متنوعی را طلب می نماید. در این دوره آموزشی در ابتدا شناخت رفتار دینامیکی و تشخیص نابالانسی تشریح می گردد سپس به توضیح روشهای مختلف می پردازد. ویژگی های دستگاه های مدرن امروزی تشریح شده و تفاوت بین بالانس در محل و بالانس توسط ماشین بالانس به بحث آورده شده است.

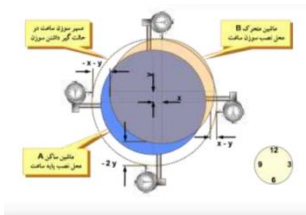
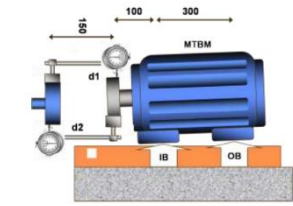
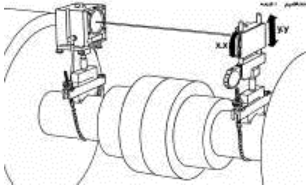
بالانس تک صفحه ای، دو صفحه ای، چند صفحه ای، بالانس (روتورهای انعطاف پذیر، روشهای مختلف و از جمله روش ضرایب تاثیر و استفاده عملی از بالانس های جدید پرتابل و فرآیندی که در عملیات بالانس لازم است در نظر گرفته شود و همچنین اجتناب از خطاهای معمول در بالانس و افتلاط آن با سایر عیوبی مانند لقی یا تاقان، ناهمراستایی و کمانش شافت در تقسیم بندی های زیر در این دوره آموزشی ارائه شده است:

فصل دوم: روشهای بالانس

فصل اول: مقدمه و تعاریف

- | | |
|---------------------------|-----------------------|
| • بردارها | • مقدمه |
| • سنسورها | • تارینچه |
| • بالانس تک صفحه ای | • نکات عملی |
| • روش چهار دامنه بدون فاز | • تعریف ها و مفهوم ها |
| • بالانس دو صفحه ای | • بالانس بدون تجهیزات |

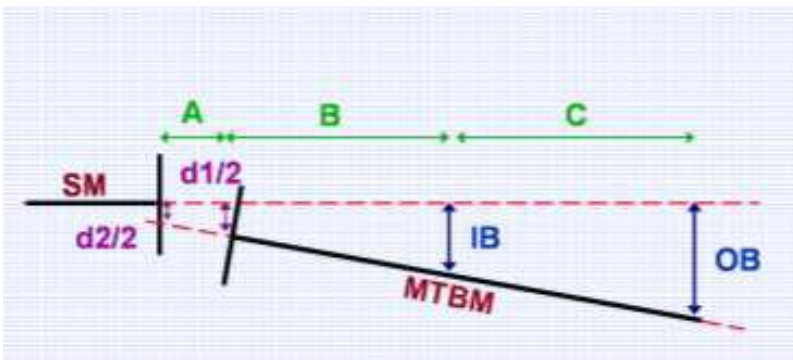
دوره آموزشی همراستاسازی ماشین های دوار



در کنار نابالانسی، ناهمراستایی دومین عیب شایع در ماشین های دوار است. اگر چه عملیات همراستاسازی از زمان پیدایش ماشین های دوار همیشه مد نظر بوده و به روشهای متنوع صورت گرفته است اما این مسئله در ماشین های پرسرعت و ظریف امروزی جایگاه ویژه ای دارد. نکات بسیار ریزی در این عملیات وجود دارد که عموماً مورد توجه قرار نمی گیرد و عموماً بصورت نهفته در ماشین باقی مانده و عمر المانهای ماشین مخصوصاً یاتاقانها را بطور جدی تحت الشعاع قرار می دهد. در این دوره آموزشی سعی شده نگرشی علمی و تکنیکی دقیق به پدیده ناهمراستایی و اثرهایی که ایجاد می کند شود و با بیان روشهای مختلف از جمله روشهای مدرن سیستم های لیزری کارآموز را با انجام یک همراستاسازی اصولی و نمونه تمویل گرفتن آن و اجتناب از خطاهای معمول آشنا سازد. روشهای سنتی استفاده از شمش و فیلر با اجتناب از خطاهایی که می تواند داشته باشد در کنار روشهای مختلف استفاده از ساعت اندازه گیر به روش لبه و صفمه، روش ساعت معکوس، روش سه ساعته، روش پیشنهادی پیشنهادی و غیره و روابط و نمونه محاسبات آنها به همراه روشهای جدید تجهیزات اپتیک لیزری و همچنین در نظر گرفتن رشد مرارتی، تغییر همراستایی حالت کاری و.. بحث های متنوعی است که در این دوره آموزشی مد نظر قرار می گیرند.

• تعاریف

- مقدمات همراستاسازی
- روش استفاده از شمش و فیلر
- روشهای اندازه گیری با ساعت
- جبران کمانش پایه ساعت
- جبران اثرات رشد مرارتی
- تفسیر و گزارش نویسی
- روش اپتیک لیزری



اطلاعات شرکت

شرکت مهندسی تواتر سپاهان
اصفهان ، بلوار دانشگاه صنعتی، شهرک علمی و تحقیقاتی اصفهان، خیابان ۱۲، شماره ۳۰۸

تلفن ۰۳۱-۳۳۹۳۲۰۸۰

فکس ۰۳۱-۳۳۹۳۲۰۷۹

www.tavator..com

info@tavator.com

<https://t.me/TavatorSepahanCo>



علی اکبر وکیلی

موبایل: ۰۹۱۳۱۱۳۲۶۰۱

vakili@tavator.com