

پنجمین کنفرانس تخصصی پایش وضعیت و عیب یابی ماشین آلات  
ایران ، تهران ، دانشگاه صنعتی شریف ، اسفند 1389

## اندازه گیری و ارزیابی ارتعاشات واحد 6 نیروگاه برق آبی شهید عباسپور

محمدرضا سامی پور ، محمد توحیدیان

اهواز : گلستان - بلوار فروردین - خیابان اسفند - کوچه شهرپور  
شرکت نصب ، تعمیر و نگهداری نیروگاه های برق آبی خوزستان

E-mail : [tohidian@khpimc.com](mailto:tohidian@khpimc.com)

### چکیده

در سال های اخیر در کشورهای پیشرفته صنعتی ، روش های نوینی در خصوص نگهداری و تعمیرات ماشین آلات ایجاد شده است ، به منظور وارد شدن به عرصه رقابت تنگاتنگ اقتصادی و افزایش بهره وری و کیفیت محصولات ، روی آوردن به پایش وضعیت ( Condition Monitoring ) ماشین آلات ، تجهیزات و سازه ها امری ضروریست ، واحد شش نیروگاه سد شهید عباسپور با استفاده از تکنولوژی پایش وضعیت باعث صرفه جویی در انرژی و بالا رفتن راندمان ماشین و جلوگیری از خسارات ناشی از تعمیرات نابجا شده است .

یاتاقان توربین ( Turbine Guide Bearing ) ، یاتاقان پایینی ( Lower Guide Bearing ) ، یاتاقان بالایی ( Upper Guide Bearing ) ، یاتاقان بالایی ( Bearing Event ) ،

## مقدمه

یکی از مزایای مهم نیروگاه دوم سد شهیدعباسپور برخورداری از سیستم مانیتورینگ (Condition Monitoring) بوده که این امر باعث افزایش بهره وری در خط تولید انرژی خواهد شد. Event های متنوع یا همان آلارم های بوجود آمده در سیستم مانیتورینگ باعث جلوگیری از پیامدهای ناگوار، و صدمه شدید به تجهیزات مکانیکی، الکتریکی و ابزار دقیق در نیروگاه می گردد، از جمله این Event ها بالا بودن ارتعاش واحد شماره شش نیروگاه سد شهیدعباسپور است که منجر به آلارم و تریپ واحد می گردید، که کارشناسان شرکت تعمیرات نیروگاههای برق آبی خوزستان را بر آن داشت که جهت رفع عیب و وقوع اشکالات فنی احتمالی، واحد مذکور را به همراه کارشناسان شرکت مهندسی بهروش در تاریخ ۸۸/۱۱/۲۰ جهت آنالیز و رفع عیب آن در نیروگاه حاضر و ارتعاشات بالای واحد را اندازه گیری و علت را مشخص نمایند و این مقاله چگونگی و علت بالا بودن ارتعاشات یاتاقان توربین گاید بیرینگ واحد شماره شش را مورد بحث و بررسی قرار خواهد داد.

## نحوه اندازه گیری ارتعاشات

برای اندازه گیری ارتعاشات نیروگاه شهید عباسپور، از سنسورهای جابجایی سنج از نوع Proximity Probe که به طور دائمی در محل یاتاقان به صورت شعاعی در دو جهت X و Y نیروگاه نصب شده اند استفاده می شود. این سنسورها بر روی هر سه یاتاقان UGB، LGB و TGB نصب می باشند و جابجایی نسبی شفت و یاتاقان را اندازه گیری می نمایند. در اندازه گیری ۸۸/۱۱/۲۰ علاوه بر سنسورهای دائمی مذکور، از سنسور جابجایی سنج IN-085 نیز به طور موقت استفاده شد. قرائت و آنالیز داده ها، علاوه بر پنل خود واحد، توسط دستگاه های پرتابل Vibrotest 60 و STD-3300 انجام گرفت.

## مقادیر اندازه گیری شده ارتعاشات

در تاریخ ۸۸/۱۱/۲۰ پس از راه اندازی واحد شش، مقادیر ارتعاشات یاتاقانها از روی پنل واحد قرائت شد و توسط دستگاه های پرتابل نیز از پورتهای خروجی تعبیه شده بر روی پنل اندازه گیری شد. اندازه گیری با دستگاه های ارتعاش سنج، علاوه بر امکان مقایسه با مقادیر اتاق کنترل و پنل، امکان عیب یابی به کمک طیف فرکانسی و سیگنال زمانی را هم فراهم می کند. همچنین توسط دستگاه VT60 و سنسور موقت IN-085 که قبل از راه اندازی واحد، در محل یاتاقان TGB (هم ارتفاع با سنسور دائمی این یاتاقان) نصب شده بود، اندازه گیری در حال بدون بار انجام شد که با مقادیر سنسور دائمی مطابقت خوبی داشت. پس از توقف واحد و تغییر محل سنسور موقت به ارتفاع کمی بالاتر، واحد مجدداً راه اندازی شد و اندازه گیری ها در وضعیت بدون بار تکرار شدند.

پنجمین کنفرانس تخصصی پایش وضعیت و عیب یابی ماشین آلات  
ایران ، تهران ، دانشگاه صنعتی شریف ، اسفند 1389

محل نصب سنسور TGB و سنسور موقت در شکل (۱) نشان داده شده است. کلیه مقادیر اندازه‌گیری شده، در جداول (۱) و (۲) موجود می‌باشند. مقادیر ارتعاشات اندازه‌گیری شده واحد ۶ در تاریخ‌های ۸۴/۲/۲۱ و ۸۵/۳/۲۲ و ۸۶/۲/۲۵ نیز برای مقایسه در جداول (۳) الی (۵) آورده شده است.



شکل ۱: محل نصب سنسور IN-085 در دو مرحله راه‌اندازی و محل سنسور TGB

جدول ۱: مقادیر ارتعاشات اندازه‌گیری شده در تاریخ ۸۸/۱۱/۲۰ در راه‌اندازی اول (بر حسب  $\mu\text{m-pp}$ )

Sensor	Instrument	Power (MW)	TGB	LGB	UGB
Channel A	Panel	0	271	165	231
Channel B	Panel	0	293	211	290
Channel A	VT60 (1-1000 Hz)	0	420	190	
IN-085	VT60 (1-1000 Hz)	0	400		
Channel A	STD3300 (1-500 Hz)	0	405.2	259.4	

پنجمین کنفرانس تخصصی پایش وضعیت و عیب یابی ماشین آلات  
ایران، تهران، دانشگاه صنعتی شریف، اسفند 1389

جدول ۲: مقادیر ارتعاشات اندازه‌گیری شده در تاریخ ۸۸/۱۱/۲۰ در راه‌اندازی دوم (بر حسب  $\mu\text{m-pp}$ )

Sensor	Instrument	Power (MW)	TGB	LGB	UGB
Channel A	Panel	0	259	132	183
Channel B	Panel	0	290	176	213
Channel A	VT60 (1-1000 Hz)	0	413	153	225
IN-085	VT60 (1-1000 Hz)	0	200		

جدول ۳: مقادیر ارتعاشات اندازه‌گیری شده توسط دستگاه VT60 از روی پنل واحد در تاریخ ۸۴/۲/۲۱ (بر حسب  $\mu\text{m-pp}$ )

Sensor	Instrument	Power (MW)	TGB	LGB	UGB
Channel A	VT60 (1-100 Hz)	250	118.70	17.06	58.00
Channel B	VT60 (1-100 Hz)	250	116.33	19.48	58.56
Channel A	VT60 (1-100 Hz)	187	139.41	23.65	61.42
Channel B	VT60 (1-100 Hz)	187	140.60	23.79	57.90

جدول ۴: مقادیر ارتعاشات اندازه‌گیری شده توسط دستگاه VT60 از روی پنل واحد در تاریخ ۸۵/۳/۲۲ (بر حسب  $\mu\text{m-pp}$ )

Sensor	Instrument	Power (MW)	TGB	LGB	UGB
Channel A	VT60 (1-100 Hz)	250	216.64	29.98	86.55
Channel B	VT60 (1-100 Hz)	250	211.33	41.09	90.91
Channel A	VT60 (1-100 Hz)	190	244.61	40.94	244.61
Channel B	VT60 (1-100 Hz)	190	255.60	48.00	255.60

جدول ۵: مقادیر ارتعاشات خوانده شده از روی پنل واحد و توسط دستگاه VT60 در تاریخ ۸۶/۲/۲۵ (بر حسب  $\mu\text{m-pp}$ )

Sensor	Instrument	Power (MW)	TGB	LGB	UGB
Channel A	Panel	0	250		
Channel B	Panel	0	266		
Channel A	VT60 (1-250 Hz)	0	400		
Channel B	VT60 (1-250 Hz)	0	420		
IN-085	VT60 (1-250 Hz)	0	138		

### علت تفاوت ارتعاشات TGB توسط سیستم اندازه‌گیری نیروگاه و دستگاه پرتابل

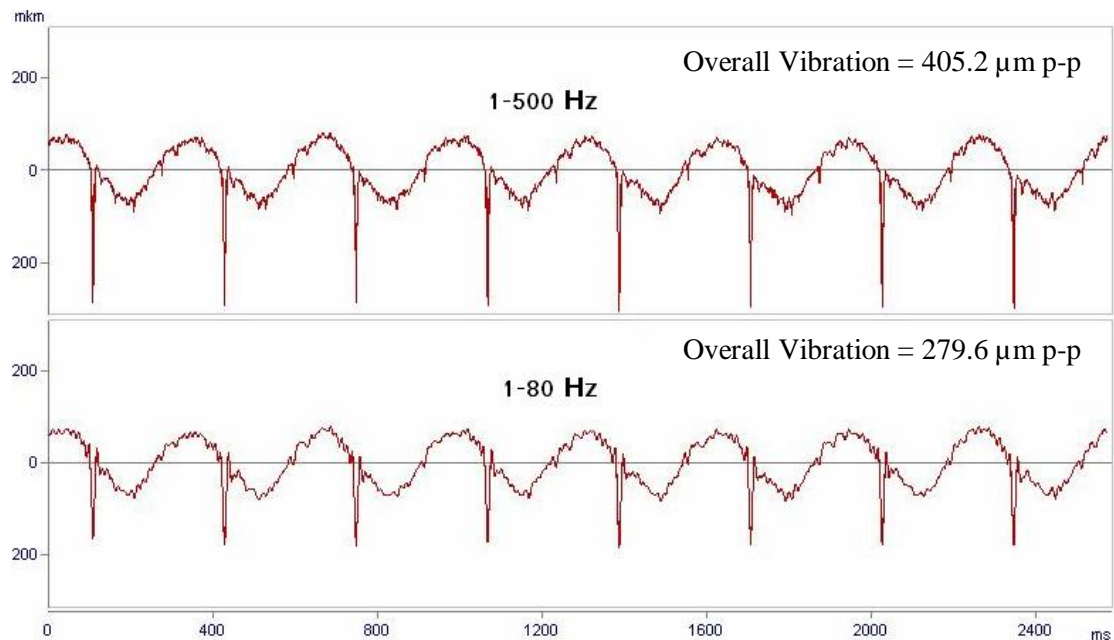
در داده‌برداری و پردازش سیگنال، لازم است ابتدا تنظیمات مربوط به فیلترهای بالاگذر و پایین‌گذر فرکانسی مشخص گردد. از آنجا که هر سیگنالی ترکیبی از فرکانسهای متعددی است که محدوده وسیعی را شامل می‌شوند و بسته به شرایط کاری، فقط محدوده مشخصی از این طیف دارای اهمیت هستند؛ با تعیین مقادیری برای حد بالایی و حد پایینی فرکانسهای مورد نظر، به ابزار اندازه‌گیری اعلام می‌شود که فرکانسهای خارج از این محدوده حذف گردد.

پنجمین کنفرانس تخصصی پایش وضعیت و عیب یابی ماشین آلات  
ایران ، تهران ، دانشگاه صنعتی شریف ، اسفند 1389

برای اینکه دو دستگاه اندازه‌گیری مقادیر یکسانی را قرائت نمایند، لازم است که از فیلترهای بالاگذر و پایین‌گذر یکسانی استفاده شود. ولی به‌خاطر مشخص نبودن این تنظیمات در سیستم اندازه‌گیری ارتعاش نیروگاه، این کار مقدور نمی‌باشد و این مسأله سبب اختلاف قرائت بین دو سیستم می‌گردد.

در مورد توربین ژنراتور نیروگاه برق‌آبی، با توجه به دور کارکرد پایین، در حالت طبیعی و حتی با وجود عیوب معمول این نوع ماشین‌آلات، عمده ارتعاشات این ماشین در فرکانسهای پایین اتفاق می‌افتد، و اگر حد بالایی فیلتر فرکانسی بالاتر از حد مناسب تنظیم شود، نباید در مقدار اندازه‌گیری شده ارتعاشات، تأثیر مشهودی داشته باشد. به همین دلیل، با وجود یکسان نبودن فیلترهای فرکانسی در دستگاه پرتابل و سیستم اندازه‌گیری آنلاین واحد، مقادیر اندازه‌گیری شده سنسورهای یاتاقان‌های LGB با دستگاه پرتابل تفاوت چندانی با مقادیر ارتعاشات همین سنسورها در سیستم آنلاین ندارند.

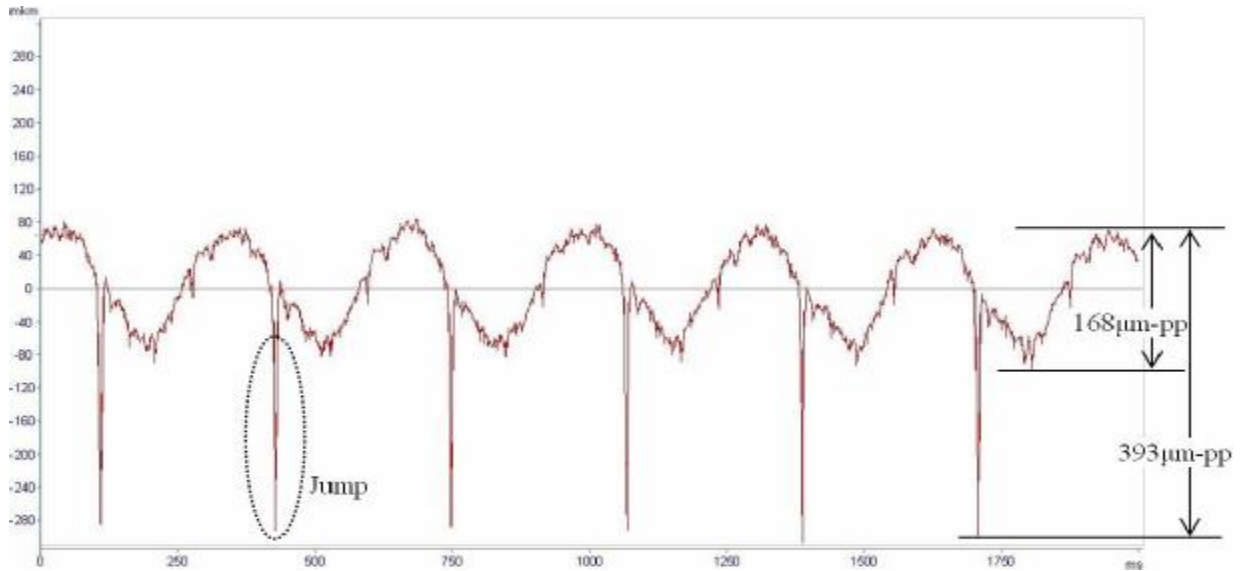
ولی در مورد یاتاقان TGB، وجود عیب غیرعادی در سیگنال زمانی، خود را به‌صورت جهش ناگهانی نشان می‌دهد، و در تبدیل فوریه به مضارب متعدد دور کاری تبدیل می‌شود و فرکانس‌های خیلی بالاتر را نیز در بر می‌گیرد. بنابراین در چنین وضعیتی، تفاوت فیلترهای اعمال شده، در نتیجه اندازه‌گیری مؤثر خواهد بود. پس از تغییر محدوده‌های فرکانسی اندازه‌گیری‌های انجام شده (در نرم‌افزار کامپیوتری)، نتیجه حاصله برای فیلتر 1-80 Hz با مقادیر قرائت شده از پنل ارتعاشی مطابقت دارد. در شکل (۲)، سیگنال زمانی ارتعاش یاتاقان TGB با اعمال فیلتر 1-500 Hz و 1-80 Hz نشان داده شده است.



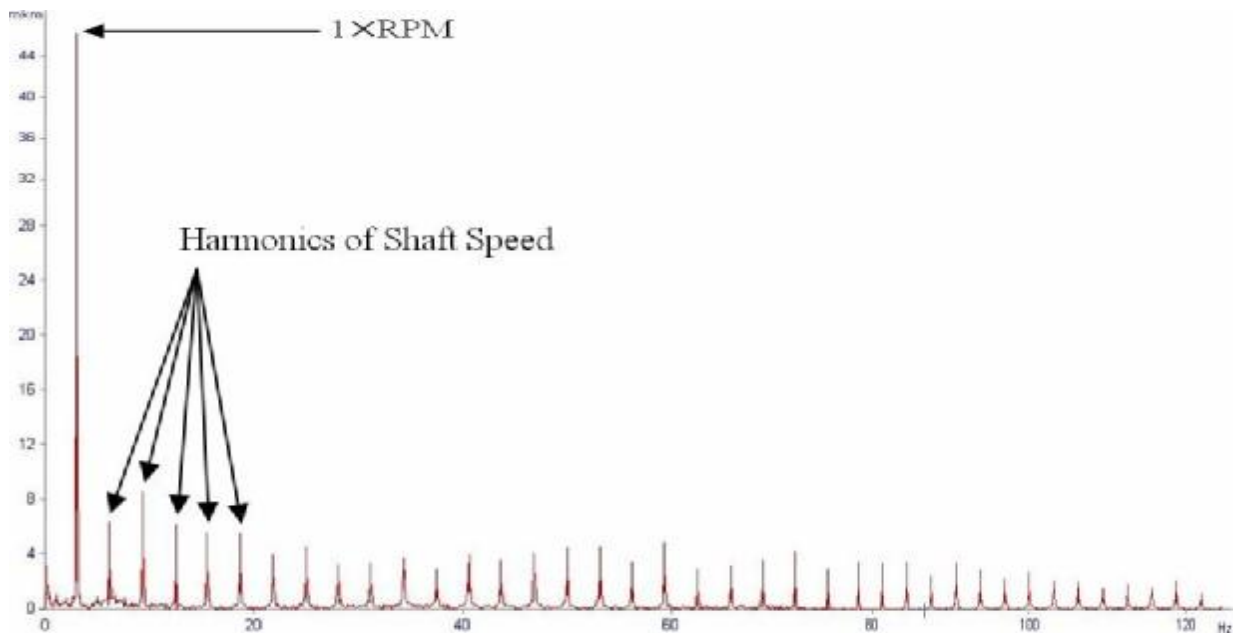
شکل ۲: سیگنال زمانی ثبت شده از کانال A یاتاقان TGB توسط دستگاه STD-3300 با اعمال فیلترهای مختلف

### تشخیص علل ارتعاش بالای یاتاقان توربین

بررسی جداول (۱) و (۲)، تغییر قابل توجه مقدار ارتعاشات پس از تغییر محل سنسور موقت را نشان می‌دهد. با مراجعه به سیگنال زمانی ثبت شده از سنسور TGB، که در شکل (۳) نشان داده شده است، یک منحنی سینوسی مشاهده می‌شود که در محل ثابتی از هر سیکل، یک جهش خیلی بزرگ گذرا وجود دارد و این اتفاق در طیف فرکانسی شکل (۴)، به صورت مضارب متعدد دور کاری شفت خود را نمایان می‌سازد.



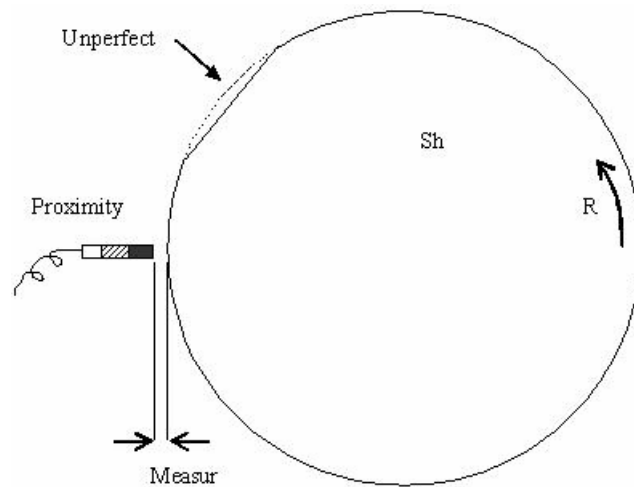
شکل ۳: سیگنال زمانی ثبت شده از کانال A یاتاقان TGB توسط دستگاه STD-3300



شکل ۴: طیف فرکانسی ثبت شده از کانال A یاتاقان TGB توسط دستگاه STD-3300

پنجمین کنفرانس تخصصی پایش وضعیت و عیب یابی ماشین آلات  
ایران ، تهران ، دانشگاه صنعتی شریف ، اسفند 1389

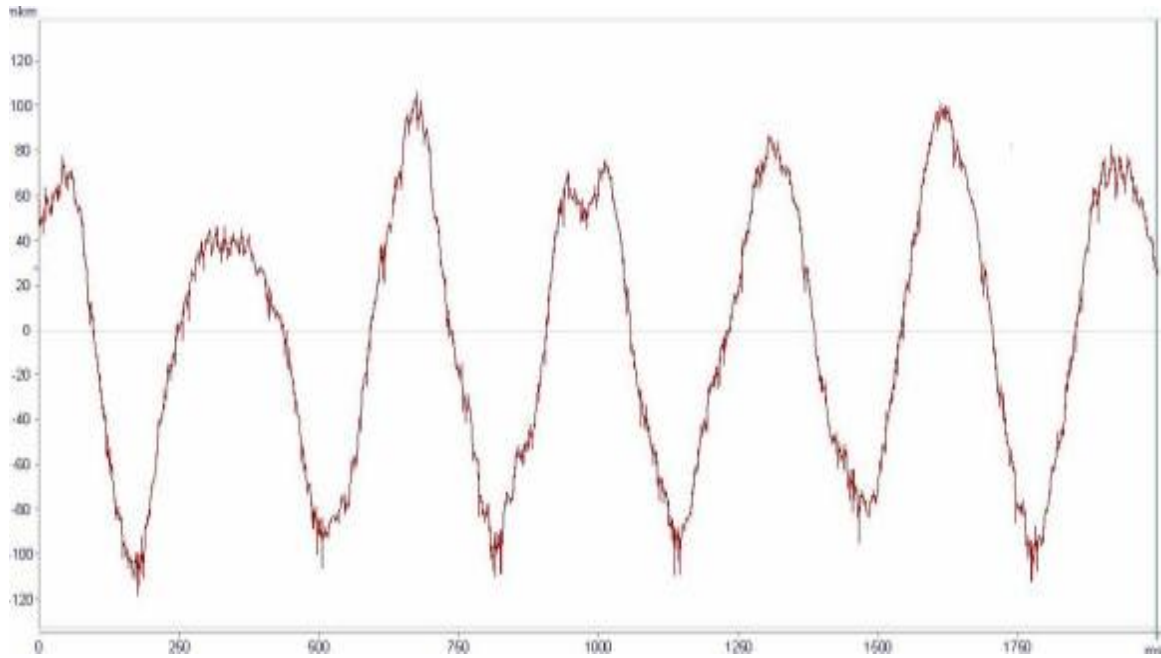
چون اساس کار سنسورهای پراکسیمیتی، اندازه‌گیری فاصله سطح مرتعش از نوک سنسور می‌باشد، می‌توان اینگونه نتیجه‌گیری کرد که در بازه خیلی کوچکی از هر دور دوران شفت، نوک سنسور به‌طور ناگهانی از سطح شفت فاصله می‌گیرد. از آنجاییکه با اندکی تغییر محل محوری سنسور موقت، این وضعیت کاملاً اصلاح شد، می‌توان نتیجه گرفت که فاصله گرفتن شفت از نوک سنسور، ناشی از ارتعاش شفت نیست و تنها احتمال موجود عیب موضعی شفت در محل نصب سنسور می‌باشد. این وضعیت به‌طور شماتیک در شکل (۵) مشخص شده است. مقدار واقعی ارتعاشات شفت طبق شکل (۳) برابر  $168 \mu\text{m-pp}$  می‌باشد که در محدوده نرمال کارکرد واحد قرار دارد.



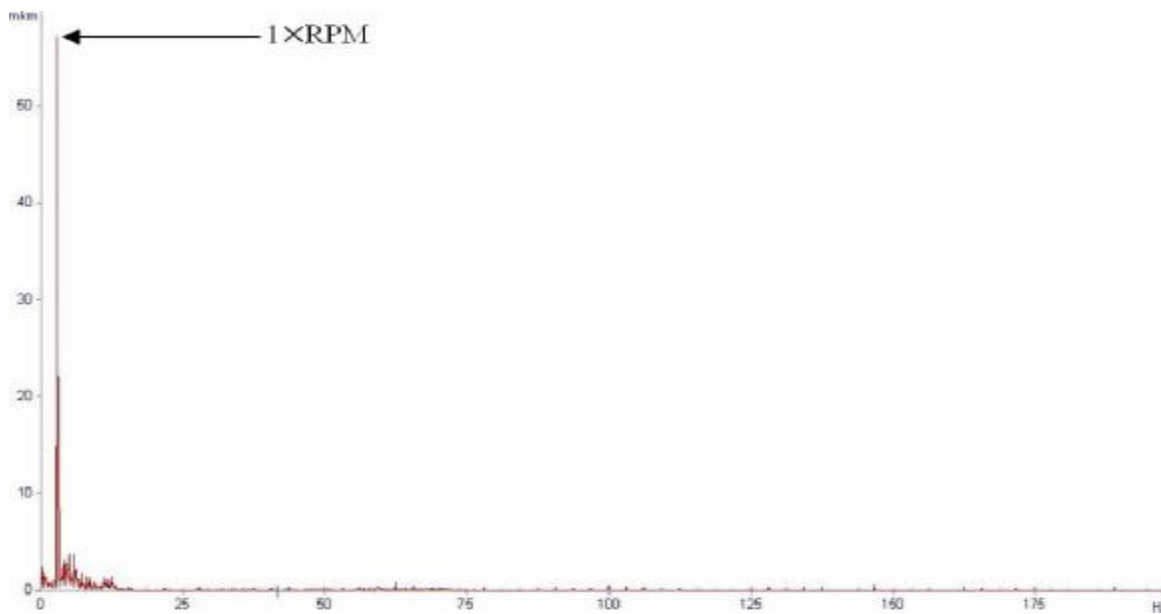
شکل ۵- عیب موضعی شفت در محل نصب سنسور

پنجمین کنفرانس تخصصی پایش وضعیت و عیب یابی ماشین آلات  
ایران ، تهران ، دانشگاه صنعتی شریف ، اسفند 1389

برای مقایسه سیگنالهای مربوط به شفت سالم و مدور با سیگنالهای سنسور TGB، شکل های (۶) و (۷) که از کانال A سنسور LGB گرفته شده اند، قابل استفاده می باشند.



شکل ۶- سیگنال زمانی ثبت شده از کانال A یاتاقان LGB



شکل ۷- طیف فرکانسی ثبت شده از کانال A یاتاقان LGB



پنجمین کنفرانس تخصصی پایش وضعیت و عیب یابی ماشین آلات

ایران ، تهران ، دانشگاه صنعتی شریف ، اسفند ۱۳۸۹

امور بهره برداری نیروگاه دوم

بمکن ۱۳۸۸

نرم: ارقام دما و ویبراسیون واحدها در اتاق فرمان

کد فرم: FR - OP08 - 0515

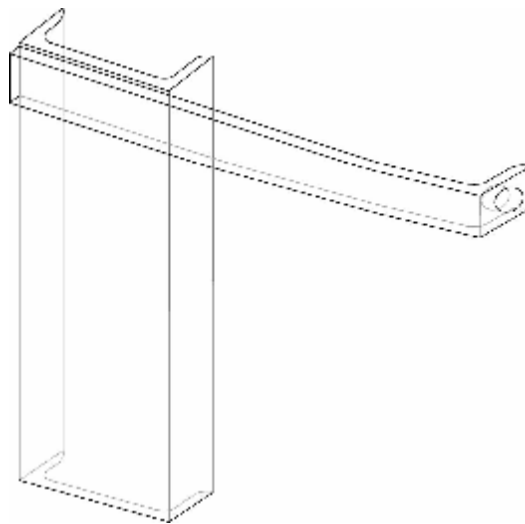
واحد شماره ۶

جریان روغن یاتاقان توربین	مگاوات MW	اسکار Mvar	درصد گشودگی درجه های توربین	دمای سیم پیچ استاتور C°		دمای هسته استاتور C°	دمای حوزینگ اسلیپ رینگ C°	دمای فیلد تحریک C°	دمای یاتاقان فوقانی C°	دمای یاتاقان تحتانی C°	دمای یاتاقان کنگرد C°	ویبراسیون یاتاقان فوقانی		ویبراسیون یاتاقان تحتانی		ویبراسیون یاتاقان توربین		دمای یاتاقان توربین C°	جریان روغن یاتاقان توربین	
				S#	S#							P#	P#	P#	X	Y	X			Y
L/min																			L/min	
N/A																			N/A	
۱	۶۵	۴۷	۳۴	۳۸.۰	۱۴۵	۳۰.۲	۴۱.۹	۵۰.۳	۵۱.۶	۶۴.۷	۱۹۴	۱۹۴	۱۴۴	۱۴۴	۲۵۴	۲۵۴	۲۵۴	۲۵۴	۲۵۴	۲۵۴
۲	۶۵	۴۲	۳۷	۳۸.۰	۱۴۵	۳۱.۲	۴۱.۹	۵۰.۳	۵۱.۶	۶۴.۷	۲۰.۵	۲۰.۵	۱۴۵	۱۴۹	۲۵۰	۲۵۰	۲۵۰	۲۵۰	۲۵۰	۲۵۰
۳	۶۵	۵۴	۳۷	۳۸.۰	۱۴۵	۳۱.۲	۴۱.۹	۵۰.۳	۵۱.۶	۶۴.۷	۱۹۴	۱۹۴	۱۴۴	۱۴۴	۲۵۴	۲۵۴	۲۵۴	۲۵۴	۲۵۴	۲۵۴
۴	۶۴	۴۴	۳۵	۳۸.۰	۱۴۵	۳۱.۲	۴۱.۹	۵۰.۳	۵۱.۶	۶۴.۷	۲۱.۹	۲۱.۹	۱۴۸	۱۴۱	۲۴۴	۲۴۴	۲۴۴	۲۴۴	۲۴۴	۲۴۴
۵	۶۵	۴۹	۳۷	۳۸.۰	۱۴۵	۳۱.۲	۴۱.۹	۵۰.۳	۵۱.۶	۶۴.۷	۲۰.۵	۲۰.۵	۱۵۷	۱۴۱	۲۵۱	۲۵۱	۲۵۱	۲۵۱	۲۵۱	۲۵۱
۶	۶۵	۴۹	۳۷	۳۸.۰	۱۴۵	۳۱.۲	۴۱.۹	۵۰.۳	۵۱.۶	۶۴.۷	۲۱.۰	۲۱.۰	۱۵۱	۱۵۵	۲۵۵	۲۵۵	۲۵۵	۲۵۵	۲۵۵	۲۵۵
۷	۶۴	۵۰	۳۷	۳۸.۰	۱۴۵	۳۱.۲	۴۱.۹	۵۰.۳	۵۱.۶	۶۴.۷	۱۷.۸	۱۸.۱	۱۴۴	۱۴۱	۲۴۷	۲۴۷	۲۴۷	۲۴۷	۲۴۷	۲۴۷
۸	۶۴	۴۷	۳۴	۳۸.۰	۱۴۵	۳۰.۲	۴۱.۹	۵۰.۳	۵۱.۶	۶۴.۷	۱۹۴	۱۹۴	۱۴۴	۱۴۴	۲۵۴	۲۵۴	۲۵۴	۲۵۴	۲۵۴	۲۵۴
۹	۶۵	۴۲	۳۷	۳۸.۰	۱۴۵	۳۱.۲	۴۱.۹	۵۰.۳	۵۱.۶	۶۴.۷	۲۰.۸	۲۰.۸	۱۴۱	۱۴۱	۲۵۱	۲۵۱	۲۵۱	۲۵۱	۲۵۱	۲۵۱
۱۰	۶۵	۵۹	۳۵	۳۸.۰	۱۴۵	۳۱.۲	۴۱.۹	۵۰.۳	۵۱.۶	۶۴.۷	۲۰.۸	۲۰.۸	۱۲۸	۱۲۷	۲۵۴	۲۵۴	۲۵۴	۲۵۴	۲۵۴	۲۵۴
۱۱	۶۵	۴۷	۳۵	۳۸.۰	۱۴۵	۳۱.۲	۴۱.۹	۵۰.۳	۵۱.۶	۶۴.۷	۱۹۴	۱۹۰	۱۴۴	۱۴۴	۲۵۴	۲۵۴	۲۵۴	۲۵۴	۲۵۴	۲۵۴
۱۲	۶۴	۴۷	۳۵	۳۸.۰	۱۴۵	۳۱.۲	۴۱.۹	۵۰.۳	۵۱.۶	۶۴.۷	۲۱.۱	۲۰.۸	۱۴۱	۱۴۰	۲۴۵	۲۴۵	۲۴۵	۲۴۵	۲۴۵	۲۴۵
۱۳	۶۵	۵۵	۳۷	۳۸.۰	۱۴۵	۳۱.۲	۴۱.۹	۵۰.۳	۵۱.۶	۶۴.۷	۱۹۴	۱۹۴	۱۴۴	۱۴۴	۲۵۴	۲۵۴	۲۵۴	۲۵۴	۲۵۴	۲۵۴
۱۴	۶۵	۴۷	۳۷	۳۸.۰	۱۴۵	۳۱.۲	۴۱.۹	۵۰.۳	۵۱.۶	۶۴.۷	۱۹۹	۱۹۹	۱۴۴	۱۴۴	۲۵۴	۲۵۴	۲۵۴	۲۵۴	۲۵۴	۲۵۴
۱۵	۶۴	۴۷	۳۷	۳۸.۰	۱۴۵	۳۱.۲	۴۱.۹	۵۰.۳	۵۱.۶	۶۴.۷	۲۰.۲	۲۰.۲	۱۲۷	۱۲۷	۲۴۴	۲۴۴	۲۴۴	۲۴۴	۲۴۴	۲۴۴
۱۶	۶۴	۱۷	۳۷	۳۸.۰	۱۴۵	۳۱.۲	۴۱.۹	۵۰.۳	۵۱.۶	۶۴.۷	۱۹۴	۱۹۴	۱۴۴	۱۴۴	۲۵۴	۲۵۴	۲۵۴	۲۵۴	۲۵۴	۲۵۴
۱۷	۶۵	۵۵	۳۷	۳۸.۰	۱۴۵	۳۱.۲	۴۱.۹	۵۰.۳	۵۱.۶	۶۴.۷	۱۹۱	۱۹۱	۱۴۵	۱۴۵	۲۵۱	۲۵۱	۲۵۱	۲۵۱	۲۵۱	۲۵۱
۱۸	۶۴	۴۰	۳۷	۳۸.۰	۱۴۵	۳۱.۲	۴۱.۹	۵۰.۳	۵۱.۶	۶۴.۷	۲۰.۲	۲۰.۲	۱۲۷	۱۲۷	۲۴۴	۲۴۴	۲۴۴	۲۴۴	۲۴۴	۲۴۴
۱۹	۶۵	۵۲	۳۷	۳۸.۰	۱۴۵	۳۱.۲	۴۱.۹	۵۰.۳	۵۱.۶	۶۴.۷	۲۰.۵	۲۰.۵	۱۴۱	۱۴۱	۲۴۵	۲۴۵	۲۴۵	۲۴۵	۲۴۵	۲۴۵



## ارائه راه حل

چنانکه در قسمتهای قبلی توضیح داده شد، علت بالا بودن ارتعاشات اندازه گیری شده توسط سنسورهای یاتاقان TGB، عیب موضعی شفت است و با تغییر محل سنسور، این عیب قابل رفع می باشد. در شکل (۸) نمای شماتیک پایه نصب سنسور نشان داده شده است. با توجه به اینکه محل مناسب برای سنسور مورد نظر، فاصله بین رینگ های *Over speed* و *Tooth ring* می باشد و در این فاصله محدودیت زیادی از نظر عدم برخورد سنسور و پایه آن با زائده های قسمت دوار وجود دارد؛ ابعاد دقیق این نقشه، باید در محل مشخص شوند. ارتفاع پروفیل ناودانی، حدوداً ۲۵ سانتیمتر خواهد بود.



شکل ۸- نمای شماتیک پایه سنسور یاتاقان TGB

## نتیجه گیری

بر اساس اندازه گیری های انجام شده، نتایج زیر در مورد وضعیت ارتعاش واحد ۶ نیروگاه شهید عباسپور قابل بیان است:

- ۱- سنسورهای نصب شده بر روی یاتاقان TGB سالم بوده و دارای عملکرد صحیح می باشند.
- ۲- مقدار ارتعاشات نمایش داده شده بر روی کارت *Vibrocontrol 4000* غیر واقعی بوده، بخش عمده ای از آن مربوط به یک عیب موضعی بر روی شافت می باشد.
- ۳- مقدار ارتعاشات واقعی کلیه یاتاقان های واحد ۶ زیر حد آلارم ( $350 \mu m$ ) بوده و وضعیت ارتعاش واحد نرمال می باشد.
- ۴- برای قرائت صحیح ارتعاش، می توان محل نصب سنسور را جابجا نمود و در محلی با صافی سطح مناسب، سنسور را نصب کرد.
- ۵- با آگاهی نسبت به غیر واقعی بودن ارتعاش، امکان کارکرد واحد در وضعیت ارتعاشی فعلی وجود دارد.

پنجمین کنفرانس تخصصی پایش وضعیت و عیب یابی ماشین آلات  
ایران ، تهران ، دانشگاه صنعتی شریف ، اسفند 1389

۶- هرچند که مقادیر ارتعاشات این واحد، زیر حد آلام هستند؛ ولی با انجام بالانس، می توان دامنه ارتعاشات را در کلیه یاتاقان ها از مقدار فعلی کاهش داد.

**مراجع :**

کار عملی در نیروگاه توسط کارشناسان شرکت تعمیرات به همراه کارشناسان شرکت بهروش