

System měření a monitorování vibrací pro zabezpečení a diagnostiku točivých strojů pro Paroplynový zdroj 840 MW_e Elektrárny Počerady

U projektu uvedeného v titulku se generální dodavatel (ŠKODA PRAHA Invest s.r.o.) rozhodl, na základě zkušeností z komplexní obnovy Elektrárny Tušimice II, instalovat komplexní a jednotný systém měření a monitorování vibrací a diagnostiky. Tuto rozsáhlou zakázku realizuje společnost PROFESS, spol. s r.o. Příspěvek je zaměřen na vibrodiagnostický systém točivých strojů. Autor v článku popisuje potřeby a přínosy měření vibrací, přibližuje použitý monitorovací systém a diagnostický software a popisuje způsoby instalací u jednotlivých strojů.

Konkrétně půjde o tato zařízení:

- 2 x spalovací turbina SIEMENS, generátor SIEMENS,
- 1 x parní turbina ŠKODA, generátor SIEMENS,
- ostatní kritické točivé stroje (kondenzátní čerpadla, napájecí nízkotlaká čerpadla, napájecí vysokotlaká čerpadla, čerpadla chladičí vody a další).

Životnost a spolehlivost rotujících strojů jsou významně závislé na velikosti a působení vnitřních dynamických sil. Tyto síly, až na vzácné výjimky, nejsou přímo měřitelné a jejich nepřímým projevem jsou vibrace strojů. Trvalé sledování vibrací je dnes vyžadováno nejen na velkých turbínách a generátorech, ale i na ostatních kritických agregátech (OTS – ostatní točivé stroje).

Sledovanými veličinami jsou:

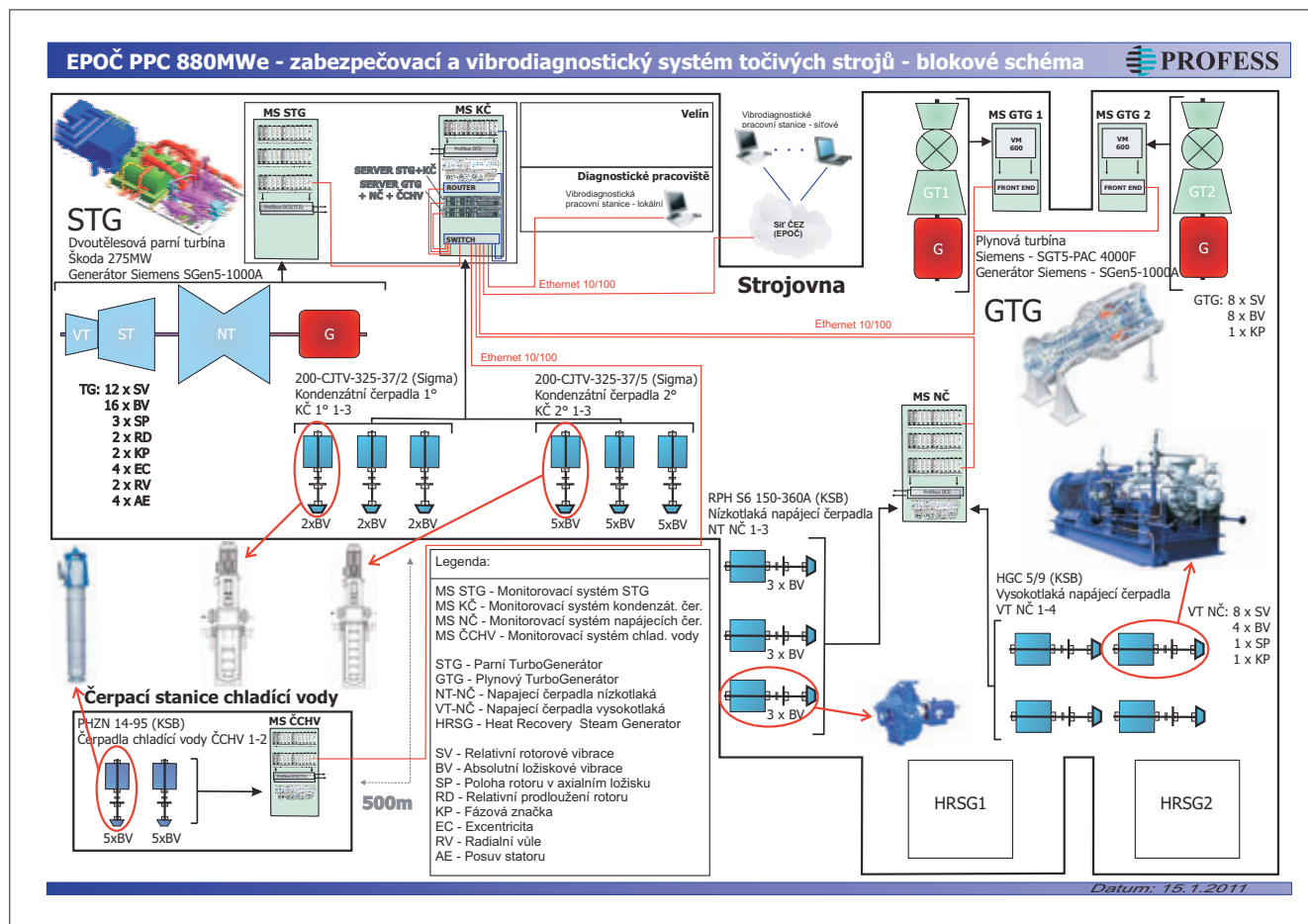
- relativní výchylky vibrací rotorů měřené pomocí bezdotykových snímačů,
- rychlosti vibrací ložiskových stojanů případně skříňi strojů měřené pomocí seizmických snímačů rychlosti,
- zrychlení vibrací u strojů s valivým uložením, u převodovek a u spalovacích komor turbíny měřené pomocí seizmických snímačů zrychlení.

Měřicí systém vibrací slouží k:

- zabezpečení strojů, tzn. kontinuálnímu on-line sledování celkové úrovně vibrací na vybraných měřicích místech a jejich porovnávání s limity stanovenými výrobcem nebo normami (ČSN ISO 10816, ČSN ISO 7919). Jsou používány dvě úrovně limitů, nižší

úroveň (výstraha) sloužící k varování obsluhy a vyšší úroveň (přerušeni provozu) sloužící k automatickému odstavení stroje,

- monitorování vibrací, tzn. kontinuálnímu nebo multiplexovanému on-line ukládání celkové úrovně vibrací bez binárních výstupů pro odstavování stroje,
- vibrodiagnostice strojů, tzn. ukládání veškerých měřených hodnot podle specifikovaných pravidel do databází. Do databází jsou současně ukládány i vybrané procesní parametry (činný výkon, jalový výkon, teploty páry, teploty ložisek, ...). Data jsou určena pro diagnostické pracoviště, kde pomocí speciálního softwaru je možno posuzovat stav stroje, sledovat trendy a korelace s procesními parametry, analyzovat poruchové stavy,



Blokové schéma

- k identifikaci příčin změn ve vibracích a určení míry jejich pravděpodobnosti pomocí expertních systémů tvořících nadstavbu k vibrodiagnostickému softwaru.

Charakteristika projektu

K realizaci projektu byl zvolen zabezpečovací systém MMS 6000 firmy epro, monitorovací systém firmy ADASH a diagnostický software MMS 6850 též firmy. Stejný systém byl použit i u projektu komplexní obnovy elektrárny v Tušimicích. Celkové uspořádání je zřejmé z blokového schématu.

Všechna měřená data budou ukládána pomocí software MMS 6850 na dva samostatné vibrodiagnostické servery. Jeden je určen pro data parního turbosoustrojí a kondenzátních čerpadel a v druhém serveru budou data z plynových turbin, nízkotlakých napájecích čerpadel, vysokotlakých napájecích čerpadel a čerpadel chladicí vody. Součástí projektu je i lokální diagnostické pracoviště. Diagnostiku bude možné provádět i v rámci sítě ČEZ na libovolném počítači s nainstalovaným uvedeným diagnostickým softwarem (z pracoviště v elektrárnách Tušimice, Poříčí, Mělník a Dukovany). Zvolený koncept licencí umožňuje současnou a nezávislou práci až osmi pracovníků.

Dále je projekt připraven na vzdálenou správu v rámci sítě ČEZ. Umožňuje například pracovníkům z firmy PROFESS připojit se na jednotlivé servery vibrodiagnostiky nebo na lokální diagnostické pracoviště z pracoviště v Plzni a provádět změny v nastavení softwaru podle požadavků uživatele, aktualizovat jednotlivé softwarové komponenty, poskytovat operativní servis a diagnostickou podporu.

Popis instalací u jednotlivých strojů

Plynový turbogenerátor (GTG)

- Plynová turbina SIEMENS SGT5-PAC 4000F
- Generátor SIEMENS SGen5-1000A

Zabezpečovací systém plynového turbogenerátoru je VM 600 firmy VibroMeter tvořící součást dodávky Siemens. Pro potřeby diagnostiky jsou analogové signály vibrací přenášeny u každého turbogenerátoru pomocí interfacového

modulu (8 × relativní rotorové vibrace, 8 × vibrace ložiskových stojanů, 3 × zrychlení vibrací spalovací komory, 1 × fázová značka) a ukládány do diagnostického serveru GTG.

Parní turbogenerátor (STG)

- Parní turbina ŠKODA 275 MW
- Generátor SIEMENS SGen5-1000A

Zabezpečovací systém parního turbogenerátoru je MMS 6000 firmy epro. Pro potřeby diagnostiky jsou signály vibrací ukládány do databázi serveru STG (12 × relativní rotorové vibrace, 16 × ložiskové vibrace, 3 × poloha rotoru v axiálním ložisku, 2 × relativní prodloužení rotoru, 2 × fázová značka, 4 × posuv statoru). Na turbině je navíc použito speciální měření pro kontrolu ohnutí rotoru a měření vnitřních radiálních vůlí v NT tělese (2 × radiální vůle, 4 × excentricita).

Vysokotlaká napájecí čerpadla (VT NČ)

- Výrobce KSB, typ HGC 5/9

Napájecí čerpadla budou osazena monitorovacím systémem Adash a současně systémem epro MMS 6000 pro zabezpečení. Pro potřeby diagnostiky jsou signály vibrací ukládány do databázi serveru GTG (8 × relativní rotorové vibrace, 4 × vibrace ložiskových stojanů, 1 × fázová značka, 1 × poloha rotoru v axiálním směru).

Nízkotlaká napájecí čerpadla (NT NČ)

- Výrobce KSB, typ RPH-S6 150-360A

Na těchto čerpadlech bude instalován monitorovací systém jako u VT NČ. Pro potřeby diagnostiky jsou signály vibrací ukládány do databázi serveru GTG (1 × motor a 2 × ložiskový kozlík čerpadla).

Čerpadla chladicí vody (ČCHV)

- Výrobce KSB, typ PHZN 14-95

Na každém čerpadle bude použit monitorovací systém Adash. Pro potřeby diagnostiky jsou signály vibrací ukládány do databázi systému serveru GTG (2 × sestava závěsného a radiálního ložiska čerpadla, 1 × radiální ložisko motoru

a 2 × sestava závěsného a radiálního ložiska motoru).

Kondenzátní čerpadla (KČ)

- KČ 1° : Výrobce Sigma, typ 200-CJTV-325-37/2
- KČ 2° : Výrobce Sigma, typ 200-CJTV-325-37/5

Na kondenzátních čerpadlech 1° i 2° bude instalován monitorovací systém Adash. Pro potřeby diagnostiky jsou signály vibrací ukládány do databázi serveru STG (KČ 1°: 1 × sestava závěsného ložiska čerpadla a 1 × sestava závěsného ložiska motoru, KČ 2°: 2 × sestava závěsného ložiska čerpadla, 1 × radiální ložisko motoru a 2 × sestava závěsného ložiska motoru).

Měřicí aparatura

Zabezpečovací systém MMS 6000

MMS 6000 tvoří moduly zabudované do standardních rámu 19". Moduly jsou sestaveny do logických skupin. Každý dvoukanálový modul pracuje s vlastním vestavěným mikroprocesorem a je nezávislý na ostatních modulech. Moduly jsou snadno konfigurovatelné pomocí dodávaného softwaru. Každý modul je vybaven komunikačním rozhraním RS485 propojeným



Čelní panel zabezpečovacího systému MMS 6000



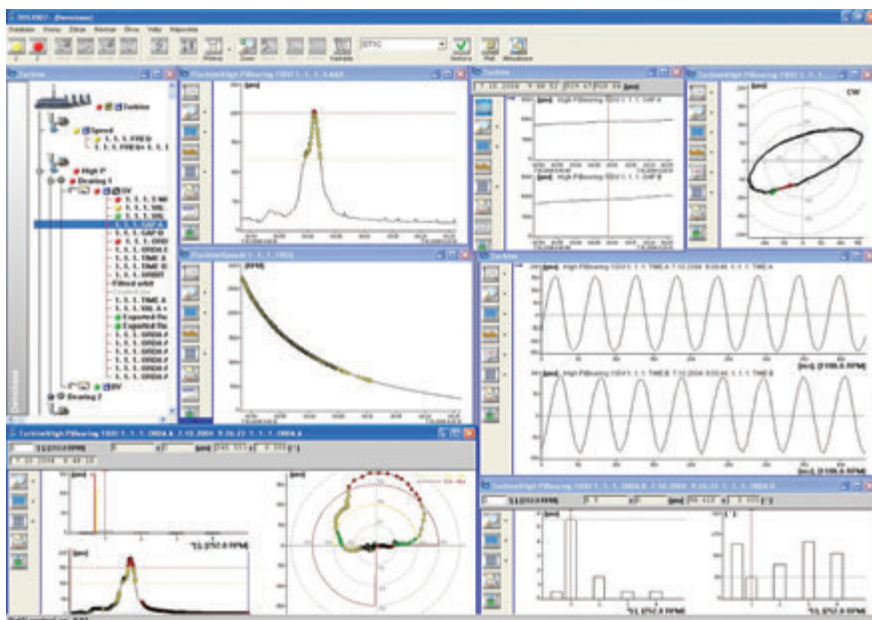
Monitorovací systém Adash - příklady modulů

na komunikační modul MMS 6825. Pomocí tohoto modulu je zajištěn přenos diagnostických dat do serverů, a to síťovým standardem TCP/IP.

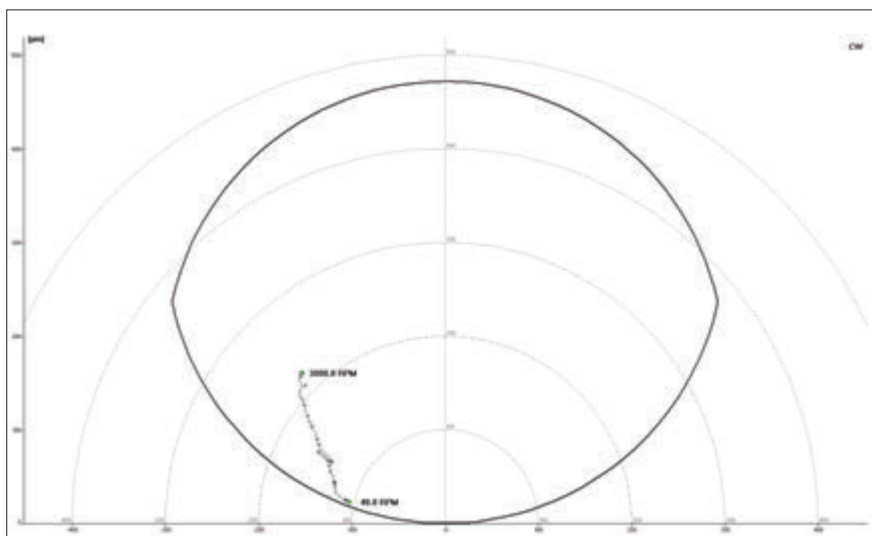
Monitorovací systém Adash

Systém umožňuje měření efektivních nebo špičkových hodnot vibrací, měření frekvenčních spekter a časových záznamů o zadaném počtu

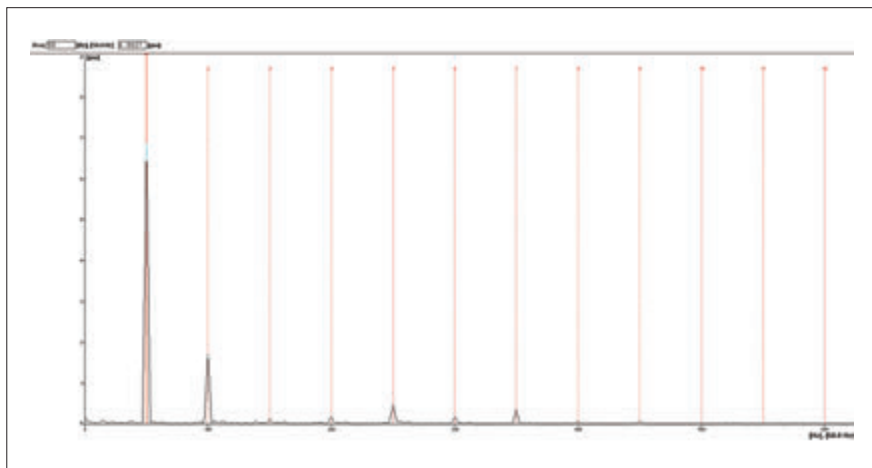
vzorků až do frekvence 16 kHz. Předávání charakteristických hodnot vibrací do řídicího systému (ŘS) se uskutečňuje přes výstupní proudové smyčky.



Diagnostický software – příklad uživatelské sestavy



Ukázka zobrazení dráhy čepu v rámci vůlí v radiálním ložisku při doběhu (centerline)



Ukázka zobrazení frekvenčního spektra rotorových vibrací

Diagnostický software MMS 6850

Uvedený softwarový balík zpracovává měřená vibrační data včetně procesních parametrů získaných z řídicího systému bloku. Představuje diagnostický nástroj pro archivaci, vizualizaci a vyhodnocení dat.

MMS 6850 DM (Data Manager)

Je OPC klient, který je jádrem systému MMS 6850. Zprostředkovává přenos a správu dat ze zabezpečovacího systému MMS 6000 pomocí aplikace MMS 6855 Requester (OPC Server) do databáze (MS SQL Server). Součástí systému je kruhová paměť, do které jsou ukládána data maximální možnou přenosovou rychlostí (cca 1 sec). Systém umožňuje:

- Rychlý, kontinuální a synchronní sběr a ukládání statických i dynamických veličin prostřednictvím OPC protokolu do SQL databáze
- Sběr dat během ustálených i přechodových stavů stroje
- Časové a událostní řízení dlouhodobého ukládání dat
- Časové a událostní řízení komprese dat bez ztráty informačního obsahu pro dlouhodobou archivaci

MMS 6850 DS (Diagnostic System)

Reprezentuje diagnostický nástroj pro evaluaci, vizualizaci a práci s uloženými daty. Data jsou uspořádána ve stromové struktuře, což umožňuje:

- Zobrazení pomocí standardních diagnostických forem: trend, časový průběh, orbit, řádová a spektrální analýza, kaskády, dráhy středu čepů, Fourierova analýza, Bodeho a Nyquistovy křivky, grafy s diferenciálním vektorem
- Nastavení diagnostických limitních hodnot pro statická i dynamická data
- Vkládání doplňujících informací do databáze formou fotografií
- Výstupy formou tisku, souborů i formou „clipboardu“
- Administraci SQL serveru a zálohování časového intervalu databáze
- Vytváření uživatelských grafických sestav
- Autentizaci uživatelů: 4 úrovně zabezpečení přístupu k softwaru.

Software VIBEX (ŠKODA POWER)

Expertní systém pro parní turbosoustrojí tvoří nadstavbu k vibrodiagnostickému softwaru a je vybaven komunikačním modulem se systémem MMS 6850. Identifikuje příčiny změn ve vibračním chování turbosoustrojí, stanovuje míru jejich pravděpodobnosti a přispívá k redukci dat zaznamenaných vibrodiagnostickým systémem vyhledáním významných událostí.

PROFESS

- Společnost s dlouholetými zkušenostmi v oboru
projekce, dodávky a montáž systémů pro zabezpečení chodu rotačních strojů
(zabezpečovací systémy, přetáčkové ochranné systémy SIL 3)
dodávky vibrodiagnostických systému s integrovaným know-how výrobců
- Spolupráce s výrobcí na vývoji nových diagnostických metod
- Vývoj a výroba speciálních testovacích přístrojů
- Expertíza a poradenství v oboru vibrodiagnostika

Účast na projektech: Tušimice NZ 4x 200MW

Počerady PPC 880MW

Ledvice NZ 660MW

Mochovce blok 3-4, 2x 440MW

Partner společností: EMERSON – epro : monitorovací a zabezpečovací systémy



Adash : diagnostický software



Wiloxon Research – MEGGITT : průmyslové snímače vibrací

Wiloxon Research
MEGGITT

OROS : analyzátory vibrací a hluku v reálném čase



ŠKODA POWER : expertní systém, detektor ohnutí rotoru, měření radiální vůle, ...



Certifikace: ISO 9001:2009

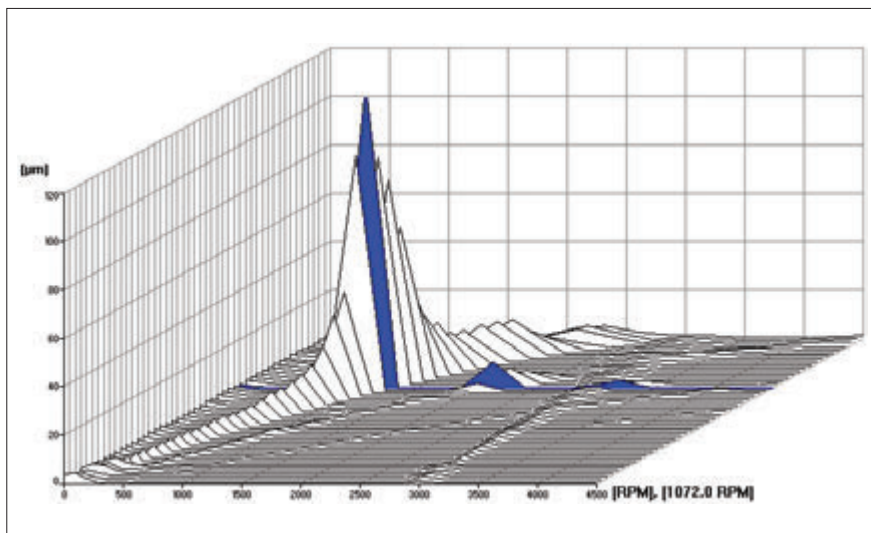
ISO 14000:2005



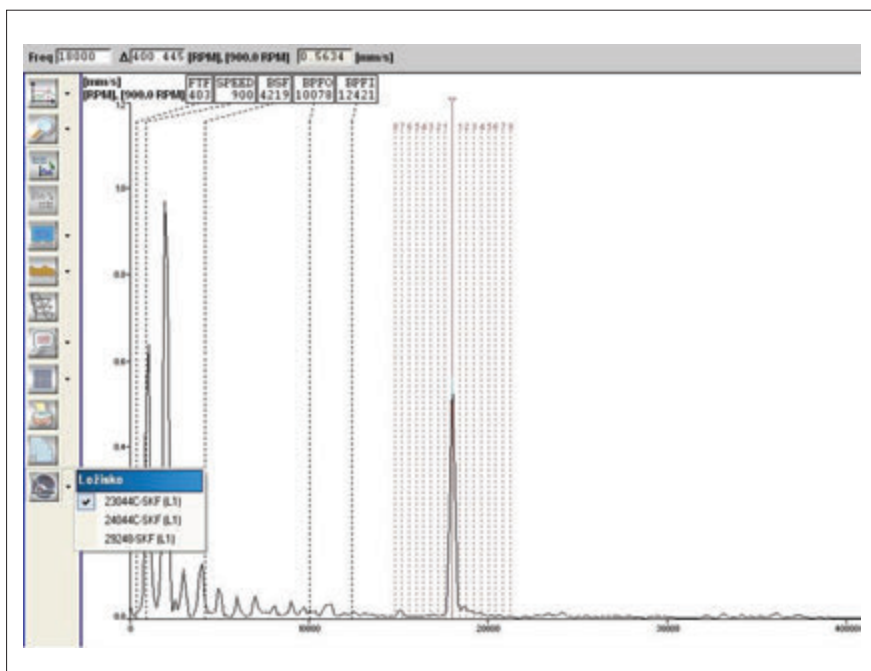
Kontakt:

PROFESS, spol. s r.o.
Květná 5, 326 00 Plzeň
Česká republika
Tel.: +420 377 454 411
Fax.: +420 377 240 472
email : mms@profess.cz

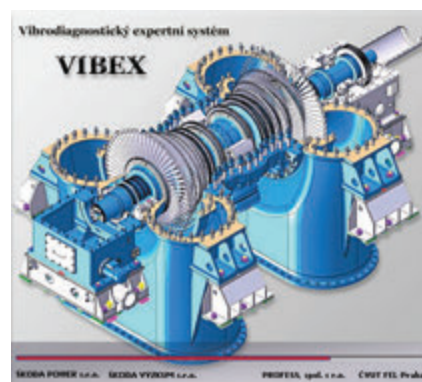
PROFESS, spol. s r.o.
Hudcova 78b, 612 00 Brno
Česká republika
Tel.: +420 734 616 686
email : brno@profess.cz



Ukázka zobrazení kaskádového diagramu rotorových vibrací při doběhu



Příklad analýzy valivých ložisek



Úvodní obrazovka softwaru VIBEX

FASIT (ADASH)

Expertní systém pro ostatní točivé stroje, implementovaný v diagnostickém softwaru MMS 6850, obsahuje tyto funkce:

- Systém kontroly a hlášení o změnách provozního stavu strojů
- Statistickou metodu ASTAT pro analýzu změn doby do poruchy
- Statistické funkce pro nastavení a ladění systému
- SAB (Spectral Alarms Bands) pro analytické zpracování spekter umožňující určení zdroje závady
- MBFA (Multiple Bearings Faults Analysis) pro rozšířenou analýzu valivých ložisek.

Závěr

Projekt vibrodiagnostiky pro nový paroplynový zdroj v Elektrárně Počerady představuje moderní a komfortní systém. Je řešen s ohledem na minimalizaci nákladů při zachování vysoké kvality. Splnění těchto požadavků může být dosaženo mimo jiné využitím zabezpečovacích jednotek i jako zdroje signálu pro diagnostiku a volbu multiplexování u monitorovacích jednotek.

Ing. Tomáš Melichar, aplikační inženýr,
Ing. Vladimír Horák, expert diagnostiky strojů,
 PROFESS, spol. s r.o.

The system of measuring and monitoring vibrations for and rotary machine diagnostics for the 840MW_e steam-gas source in Počerady Power Plant

The general supplier for the project (ŠKODA PRAHA Invest s.r.o.) decided on the basis of their previous experience with a similar project at Tušimice II Power Plant to install a comprehensive and uniform system for measuring and monitoring vibrations and diagnostics. This large order is to be implemented by PROFESS, spol. s r.o. The article focuses on the vibration diagnostic system for rotary machines. In the article the author describes the requirements and contributions for measuring vibrations, describes the monitoring system and diagnostic software used, as well as the installation of individual machines.

Система измерений и мониторинга вибраций для диагностики машин вращения парогазового генератора мощностью 840 МВт на Электростанции Почерады

Опираясь на опыт, полученный при работе над проектами для Электростанции Тушимце II, генеральный подрядчик приведенного в названии проекта ШКОДА ПРАГА ИНВЕСТ решил установить комплексную единую систему измерений и мониторинга вибраций и диагностики. Этот большой заказ реализовывает компания PROFESS. Статья посвящена системе диагностики вибраций машин вращения. Автор в статье описывает условия и значение измерения вибраций, использованную мониторинговую систему и диагностирующий софтвер, даёт способы инсталляции у разных видов оборудования.