



Výzkumný a zkušební ústav Plzeň s.r.o.

System pro zjišťování zbytkové životnosti lopatek parních turbín

Miroslav Balda
Olga Červená
Petr Kindelmann
Jakub Mrštík

INOVACE 2016, Praha, 6.-9.12.2016

- Oběžné lopatky posledních stupňů parních turbín pracují v nadzvukovém režimu proudění v agresivním prostředí mokré páry.
- S ohledem na jejich délku, hmotnost i napěťové poměry od odstředivých sil, přenášeného výkonu a vibrací patří oběžné lopatky k nejohroženějším částem turbín.
- Každá neplánovaná odstávka stroje způsobená poruchou lopatkování je spojena s extrémními finančními ztrátami ať už za nevyrobenou elektřinu nebo za penále za nedodanou nasmlouvanou energii.
- Výrobci turbosoustrojí proto vybavují některé stroje zařízeními pro monitorování vibrací oběžných lopatek.

- Zařízení, označovaná jako BTT, jsou založena na měření pohybu špiček lopatek na vybraných stupních.
- Zařízení měří přesné časy průchodů špiček oběžných lopatek kolem senzorů umístěných ve statoru stroje.
- Tato časová data ukládá do datových souborů, ze kterých pak vyhodnocuje frekvence, útlumy a amplitudy kmitání.
- Díky těmto informacím lze zjišťovat vliv provozních parametrů na úroveň kmitání lopatek.
- Neříkají však nic o okamžitém stavu lopatkování, který se dá zčásti odhalit až pečlivou fyzickou kontrolou při plánované odstávce a rozebraném stroji.

- System RFLB je zařízení pro zjišťování zbytkové únavové životnosti oběžných lopatek turbín.
- Využívá výstupní soubory z BTT a ty dále zpracovává a kumuluje do informací o aktuálním stavu poškození každé lopatky na měřeném oběžném kole.
- V případě nutnosti zařízení varuje obsluhu o blízkosti vyčerpání zbytkové únavové životnosti konkrétních lopatek.
- Umožňuje
 - včas plánovat dobu odstávky pro otevírání turbinových těles pro výměnu významně poškozených lopatek za nové,
 - objednávat přiměřený počet náhradních lopatek a
 - identifikovat výkonové oblasti provozu stroje s velkým dopadem na únavová poškození, jimž je účelné se vyhnout.

■ Příprava

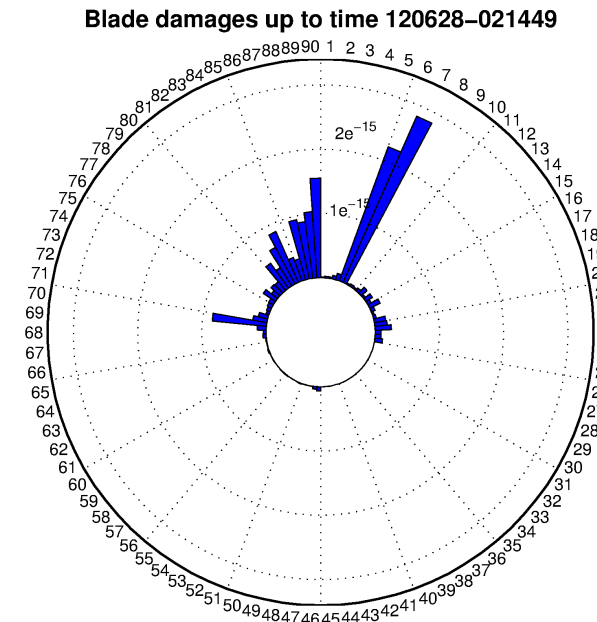
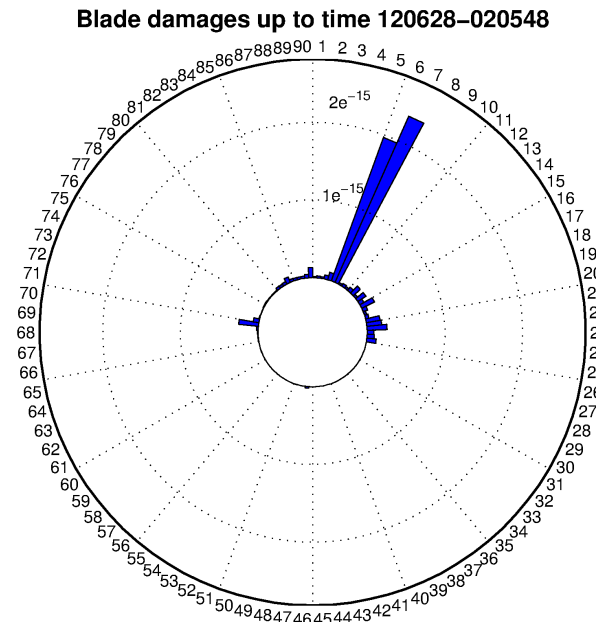
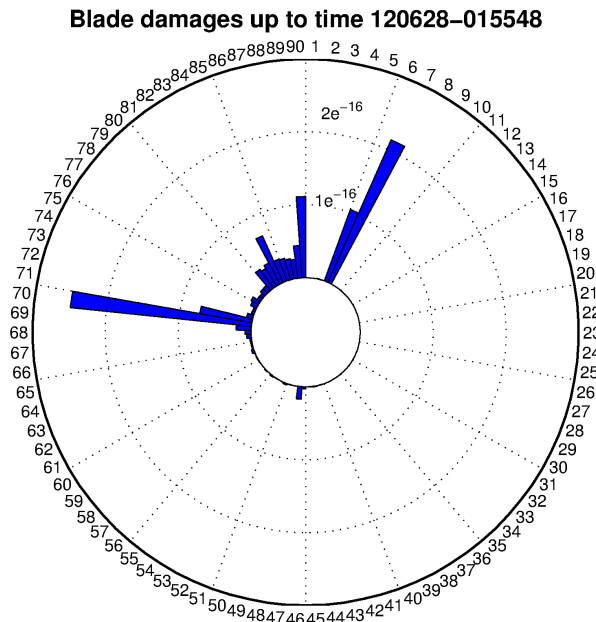
Numerický výpočet modální analýzy dané lopatky na kole podle dodané dokumentace za účelem stanovení vlastních frekvencí a frekvenčních odezev vibrací špiček lopatek na poškozující napětí v kritických místech. Realizuje se před vlastním měřením jen jednou pro daný typ lopatky komerčním programem pracujícím na bázi metody konečných prvků.

■ Měření

Snímání a dekompozice výstupních souborů z konkrétního systému BTT.

■ Vyhodnocení

Informace získané z měření se automaticky zpracovávají až do odhadu přírůstku poškození vyvolaného za dobu měření u každé z lopatek na měřeném kole. Přírůstky poškození se pro každou z lopatek kumulují, takže průběžně je znám stupeň jejího poškození a následně i odhad zbývajícího bezpečného života.



- Obrázky ukazují, jak kumulace poškození postupuje přes všechny lopatky.
- Je zřejmé, že míra růstu poškození není rovnoměrná v čase.
- Časový interval mezi obrázky je přibližně 10 minut.

- V tuzemsku ani v zahraničí podobný systém neexistuje.
- Dne 11. 12. 2014 byla podána na Úřad průmyslového vlastnictví patentová přihláška.
- Po přezkoumání byl dne 25. 11. 2015 byl udělen patent č. 305 615/B6 na **Způsob monitorování zbytkové životnosti oběžných lopatek turbostrojů.**
- Oznámení o udělení patentu lze nalézt ve Věstníku č. 1/2016.

- Systém RFLB je provozně nasazen od poloviny roku 2015 v elektrárně Temelín na stroji 1000 MW.
- Je zájem o jeho nasazení i v dalších elektrárnách.
- Z jeho nasazení poplynou uživatelům značné úspory z redukce nebezpečí neočekávaných lomů lopatek a z toho plynoucích neplánovaných prostojů, ztrát z nevyrobené energie a odstraňování následků havárie.
- Další úspory vzniknou z možnosti kvalifikovaného plánování oprav a minimalizace zásob drahých náhradních oběžných lopatek ve skladu na základě predikce jejich výměn.

- Systém RFLB významně rozšiřuje poznatky o životnosti lopatek na kolech měřených pomocí systémů BTT.
- Jeho výsledky mohou sloužit nejen pro údržbu strojů, ale i pro plánování zásob náhradních lopatek a to i v době jejich nahrazení.
- Kontrola lopatek může být směřována jen k lopatám s vyhodnoceným velkým poškozením nebo změnou rezonanční frekvence.
- Všechny části systému RFLB byly pečlivě vyvinuty s ohledem na budoucí obsluhu zařízení.
- Rychlost systému umožňuje zpracovávat údaje téměř v reálném čase.
- Systém pomáhá zabránit těžkým haváriím velkých turbosoustrojí, které mohou mít nepříznivý dopad na životní prostředí.

Havárie turbosoustrojí







Děkuji za pozornost.