

ÚDRŽBA

MAINTENANCE - INSTANDHALTUNG
SLOVENSKÁ SPOLOČNOSŤ ÚDRŽBY

VYDÁVA

Ročník XVIII

ISSN 1336 - 2763

Číslo 4/december 2018

Maintenance – Automotive 2018

GABRIEL DRAVECKÝ

Slovenská spoločnosť údržby spolu so Zväzom automobilového priemyslu Slovenskej republiky dňa 17.10.2018 v príjemnom prostredí hotela Mikado v Nitre zorganizovali už tretí ročník konferencie Maintenance – Automotive 2018. Uvedená konferencia si našla svoje miesto v odbornom priestore pracovníkov údržby v automobilovom priemysle na Slovensku. Generálnym partnerom konferencie bol Volkswagen Slovakia, a.s., čo bolo jednou zo záruk jej vysokej úrovne. Po prihovore predstaviteľov oboch spoločností ako aj generálneho partnera, v prvej časti konferencie bol priestor pre kľúčovú prednášku autorov: Anny Nagyovej a Hany Pačaiovej z technickej univerzity v Košiciach: „**Bezpečnosť a Kvalita v riadení údržby podľa ISO 9001:2015 a IATF v automobilovom priemysle**“. Nasledovala ďalšia kľúčová prednáška od Rastislava Šindolára na tému: **Optimalizácia procesov údržby v aktuálnych podmienkach spoločnosti ZKW Slovakia spol. s r.o.**

Po obidvoch veľmi zaujímavých prednáškach bol priestor pre panelovú dis-



kusiu ktorá si našla obľubu u účastníkov konferencie v ktorej boli zapojení mnohí naslovovzatí odborníci z praxe, ako aj z akademickej pôdy. Medzi zúčastnenými v panelovej diskusii boli: Miroslav Rakyta zo Žilinskej univerzity, Rastislav Šindolár zo ZKW Slovakia, Štefan Kacvinský z Magna Getrag, Viera Peťková – prezidentka technických diagnostikov SR, Juraj Grenčík zo Slovenskej spoločnosti údržby a Hana Pačaiová a Anna Nagyová z Technickej univerzity v Košiciach.

Prevažná časť otázok prirodzene smerovala na ZKW Slovakia a Magna Getrag ktoré sa týkali organizácie TPM, mo-

tivácie zamestnancov, kľúčových ukazovateľov ako aj duálneho vzdelávania.

Po zodpovedaní množstva otázok, aj za pomoci mobilnej aplikácie Sli-do, sme na konferencii privítali už stálicu konferencie, doc. Jána Lešinského zo Slovenskej technickej univerzity v Bratislave, ktorý opäť obohatil účastníkov konferencie s prednáškou „**Automobil ako stroj plný pokrokových riešení**“.

V druhej polovici konferencie viceprezident zväzu automobilového priemyslu SR, Miroslav Morháč, pútať prednáškou **Maintenance 4.0 a optimalizácia výrobných procesov**, predstavil trendy



Industry 4.0 v údržbe automobilového priemyslu. Napokon pred panelovou diskusiou zaujala účastníkov konferencie prednáška od generálneho partnera Volkswagen Slovakia, zastúpená Luciou Komůrkovou, s témou: **Koncept prediktívnej údržby vo Volkswagen Slovakia.**

Opäť nasledovala panelová diskusia, v ktorej Jaroslav Holeček zo Zväzu automobilového priemyslu privítal odborníkov Miroslava Morháča, viceprezidenta ZAP SR, Milana Obucha z VW Slovakia, Rastislava Šindolára zo ZKW Slovakia, Štefana Rydžiho – PredictiveDataScience s.r.o. a Martina Jesného – Slovenský automobilový inštitút. Opätovne aj pomocou mobilnej aplikácie väčšina otázok smerovala na spoločnosti ZKW a VW Slovakia, ku ktorým sa vyjadrovali všetci členovia panelovej diskusie. Komerčná časť konferencie bola obohatená spoločnosťami Datalan, Reca Slovakia a Predictive Data Science, ktorí predstavili svoje produkty. V pozitívnych vyjadreniach účastníkov konferencie, okrem uznania za organizáciu konferencie, mnohí poďakovali aj za ich odborné obohatenie od prednášateľov, členov panelovej diskusie, ale aj vzájomne od samotných účastníkov konferencie. Práve to bolo aj poslaním tejto konferencie. Štvrtý ročník bude 17.10.2019 v hoteli Mikado v Nitre, na ktorú opäť pozývame širokú odbornú verejnosť. Ešte raz vyslovujeme poďakovanie generálnemu partnerovi VW Slovakia, partnerom konferencie, mediálnemu partnerovi ATP Journal ako aj všetkým prednášajúcim, členom panelovej diskusie ako aj všetkým účastníkom konferencie. **Dovidenia o rok.**



ČLENOVIA SSU SA ZÚČASTNILI NÁVŠTEVY MSV BRNO 2018

Myšlienka zorganizovať návštevu Medzinárodného strojárského veľtrhu v Brne sa zrodila v hlavách členov P a DR SSU už dávnejšie.

Treba poznamenať, že Medzinárodný strojársky veľtrh v Brne je najdôležitejší priemyselný veľtrh v centre Európy, kde ročná účasť dosahuje viac ako 1 600 vystavovateľov a 80 000 návštevníkov. Zo zahraničia pochádza viac ako 50% vystavovateľov a 10% návštevníkov. Ako hlavný prínos udáva viac ako polovica hostí informácie o nových technológiách a nadviazanie kontaktov. Zastúpené sú všetky kľúčové oblasti zo strojárského a elektrotechnického priemyslu. Hlavnou témou MSV 2018 v Brne bola prezentácia priemyselnej automatizácie, meracej, riadiacej, automatizačnej a regulačnej techniky. Tomuto veľtrhu je tradične venovaná vysoká pozornosť médií, akreditovaných bolo viac ako štyri stovky novinárov. Súčasťou veľtrhu je špičkový sprievodný program odborných konferencií, seminárov a workshopov na aktuálne technické, obchodné a ekonomické témy. Mimo chodu naša partnerská česká údržbárska organizácia

- ČSPU sa stala odborným garantom seminára Fórum údržby 2018. Úvodnú prednášku celého seminára mal predseda ČSPU - prof. Ing. Václav Legát, DrSc. V rámci panelovej diskusie odpovedal na otázky prítomných aj Ing. Jan Hroch, výkonný riaditeľ ČSPU.

K realizácii návštevy MSV pristúpilo vedenie SSU v apríli tohto roku na zasadnutí P a DR SSU. V súlade so smernicami P SSU bol vypracovaný a schválený projekt Návšteva MSV v Brne 2018. Všetkým členom SSU (vrátane členov SUZ) boli odoslané prvé informácie o možnej návšteve MSV. Aj keď predstava bola, že členovia SSU sa zúčastnia tejto akcie vo väčšom množstve, P a DR SSU napokon zorganizovalo akciu aj pre menší počet účastníkov z firiem:

- GD Project
- Hella Slovakia Signal-Lighting s.r.o.
- Chemobal s.r.o.
- NAFTA a.s.
- SLOVCEM spol. s r.o.

Účastníci sa stretli dňa 2. 10. (utorok) poobede v Bratislave a minibusom sa dopravili do veľmi pekného hotelového zariadenia

vinárskej spoločnosti Skoupil vo Veľkých Bíloviciach. Najbližšie okolie hotela tvoria lány vinohradov a ovocných sádov, z hotela bol za slnečného počasia krásny výhľad.



Dobrý dojem sa ešte umocnil na našej návšteve vyhlídky na kopci nad Veľkými Bíloviciami, kde sme si uvedomili aké hektáre pôdy vinohradníci na Morave obrábajú. Slniečko nám prialo, takže sme dovideli až na Slovensko, kde sme spoznávali na úpätí Malých Karpát aj jednotlivé kopce a fliačky hradných zručností (napr. Plavecký hrad).



Výhled na obcou Velké Bílovice

Vynikajúca večera so zabíjačkovými špecialitami spolu s ochutnávkou moravských vín (ročník 2017) bola veľmi príjemným zakončením utorňajšieho dňa. V tejto obci si naozaj môžete vybrať - sú tu desiatky vínnych pivníc, ulice pomenované podľa druhov vín, hotely, reštaurácie aj lacnejšie ubytovanie...

Náš sprievodca pán Michal Moravec vybral pivnicu „Na vyhlídce“, vinára pána Hromeka a urobil dobre. Odborný a zaujímavý výklad sa znamenite snúbil s jeho chutnými, lahodnými a vyváženými vínami Veltlínské zelené, Müller Thurgau, Pálava, Chardonnay, Neuburské,



Ochutnávka vín

Tramín červený, Rulandské šedé, André, Frankovka...

Na druhý deň (v stredu) sme sa po výdatných raňajkách presunuli autobusom do areálu Medzinárodného strojárského veľtrhu v Brne, kde sme mali od 10. do 15. hodiny čas na prehladku veľtrhu.

Náš kolega Gabriel Dravecký (firma GD Projekt) člen predstavenstva SSU, sa venoval okrem súkromných aktivít aj hľadaniu ďalšej spolupráce údržbárskych firiem so SSU najmä v rámci budúcich konferenčných akcií (Národné fórum údržby, ŠPIČKOVÁ ÚDRŽBA V AUTOMOBILOVOM PRIEMYSLE), ktorých prezentácie by mohli byť prínosom pre členov SSU (Hoffmann-group, Spectra, John Quest, Atos,...).

Kolegovia z Hella Slovakia Signal-Lighting sa stretli s ich už existujúcimi dodávateľmi ako sú KraussMaffei, Kuboušek, Festo, Mapro, Wittmann, Hoffmann, Engel, atď.... Tu diskutovali o ďalšej budúcej spolupráci, o myšlienkach, ktoré by túto dobrú kooperáciu ešte zefektívni. Navštívili aj nových potenciálnych dodávateľov, hlavne z oblasti opravy šnekov, vstrekovacích komôr a opravy drtiacich mlynčekov.

Pán Zdeněk Národa z Chemobal s.r.o. navštívil v mene SUZ spoločnosti, s ktorými prerokoval možnosti ich prezentácie na niektorej konferencii SUZ v roku 2019, odovzdal im pripravený dokument: vytačenú úvodnú stranu z webu SUZ s kontaktom a štruktúrou SUZ. Boli to spoločnosti -. DIN-TECHNIK - údržbársky materiál; WUTRH - montážna a upevňovacia technika; CHEMSTR - čističe, mazivá, lepidlá a tmely, chémia nielen pre stroj. priemysel; TOTAL - mazivá, kvapaliny, oleje; ADITEG - lisované a výsekové tesnenia, krúžky, profily. V rámci aktivít spoločnosti CHEMOBAL, s.r.o. rokoval so spoločnosťami JHL - PRODUKT- transportné vozíky; RATAJ - bezosé špirálové dopravníky; WANZL SK- vychystávacie vozíky pre výroby; ECOSOND - sušiacie pece; MTPP - dopravníkové pásy; FORMAT 1 - multifunkčné váhy.

Pracovníci SLOVCEM spol. s r.o. mali prospešné rokovania s firmami První hanácká, Bosch, Proma a Boukal, kde hľadali možnosti pohonov strojov na obrábanie na mieste, stretli sa so zástupcami spoločnosti Hennlich (slovenská sestra je členom SUZ). Zaujala ich aj ponuka od zástupcov firmy Dietrich Karnasch, ktorí vyrábajú vysoko špecializované

korunkové vrtáky. S firmou AMPO sa dohodli na dodávke ďalších kusov lineárnych vedení. So spoločnosťou EUTIT rokovali o možnosti spolupráce pri ochrane oceľových resp. liatinových potrubí proti extrémnej abrázii.

Dostatok času zostal na prezretie si konkurencie, strojárskych noviniek, ale aj špeciálnej ponuky MSV 2018 - výstavy „100RIES“. Táto unikátna výstava doplnila tohtoročný jubilejný 60. ročník o nezvyčajné zážitky. Priblížila 100 príbehov československých priemyslových legiend uplynulého storočia. Videli sme traktor Zetor Crystal, autá Aero 50 Dynamik a Aero 750 Sport Coupé, obrábacie stroje Šmeral Brno, Žďas či Kovošvit alebo vlak „Stříbrný šíp“, teda motorovú súpravu, vyrobenú firmou ČKD v roku 1939,... Spoznali sme aj auto Škoda 743 Garde kupé z roku 1982 s výrobným číslom 00001 (išlo o historicky prvý sériovo vyrábaný osobný automobil na Slovensku) alebo pôvodný bicykel Favorit z roku 1955, či legendárny moped Babetta. Zaujímavý bol aj príbeh sochy Tomáša Garrigua Masaryka (originál od sochára Otakara Španiela), ktorá pôvodne krásila dnešnú rotundu pavilónu A pri otvorení prevádzky výstavniska v roku 1928. Jej repliku teraz špeciálnym frézovaním polymérnej hmoty vytvoril na výstaviske, priamo pred očami divákov, robot spoločnosti MCAE Systems pomocou 3D technológie (pod vedením sochára Ladislava Jezberu).

V stredu podvečer sme sa v Bratislave rozlúčili s priateľmi ešte veľa takých zážitkov, ktoré nás postretli za posledných 24 hodín.



Návšteva MSV Brno

Využitie prostriedkov z 2% daní za rok 2018

Vážení členovia a priaznivci SSU,

dovoľte Vám pripomenúť možnosť využitia prostriedkov z 2% daní odvodených do SSU, na pre Vás prospešné vzdelávacie aktivity.

SSU má notársky vybavené registrovanie za rok 2016 pod spisovou značkou NCR-po 3219/2017.

Dáta potrebné pri vyplňovaní daňového priznania za rok 2018.

IČO: 378 033 10
PRÁVNÁ FORMA: 701, ZDRUŽENIE
NÁZOV: SLOVENSKÁ
SPOLOČNOSŤ
ÚDRŽBY
SÍDLO: KOCELOVA 15,
PSČ: 815 94
OBEC: BRATISLAVA

Právnické osoby a fyzické osoby, ktoré si samé podávajú daňové priznanie, poukážu 2 % z dane príjmu priamo v tlačive daňového priznania, ktoré podávajú do 31. marca 2019.

Fyzické osoby – zamestnanci vyplnia Vyhlásenie a požiadajú svojho zamestnávateľa o potvrdenie o zaplatení dane a obidve tlačivá doručia do 30. apríla 2019 na daňový úrad podľa svojho bydliska.

FRAMATOME – STRATÉGIA RIADENIA STARNUTIA

HELMUT NOPPER
ANDRÉ ZANDER
RONALD LANDEFELD

Väčšina jadrových elektrární (nuclear power plants - NPP), ktoré dnes fungujú, je navrhnutá na prevádzkovú životnosť 30 až 40 rokov. Napriek tomu, že účinky starnutia pôsobia na elektrárne, väčšina systémov, konštrukcií a komponentov (SSC - Systems, Structures and Components) je v dobrom „zdraví“, schopná pracovať nad rámec projektovanej životnosti. Ak je však možné mať informácie o príslušných procesoch starnutia, výsledná zostávajúca životnosť SSC, ako aj riziko ich zlyhania,

Riadenie starnutia je proces riadený smernicami, ako sú IAEA, NUREG, KTA 1403 atď. Cieľom je monitorovať a kontrolovať degradačné účinky, ktoré by mohli ohroziť bezpečnostné funkcie príslušných SSC.

Riadenie starnutia, alebo inými slovami, riadenie životnosti elektrárne sa zameriava na ochranu hodnoty a strednodobú a dlhodobú ziskovosť majetku.

Integrácia riadenia starnutia do plánovania a prípravy umožňuje optimalizáciu rozsahu kontrol a údržby pri zachovaní alebo dokonca zvyšovaní bezpečnostnej

systému dodávky pary jadrovej elektrárne, konvenčnej časti, chladiacej vody a pomocných systémov. Posudzovanie zahŕňa mechanické, elektrické, systémy I & C, ako aj stavebné konštrukcie.

Stratégia dohľadu je zobrazená na obrázku na strane 5.

Ciele riadenia starnutia sú:

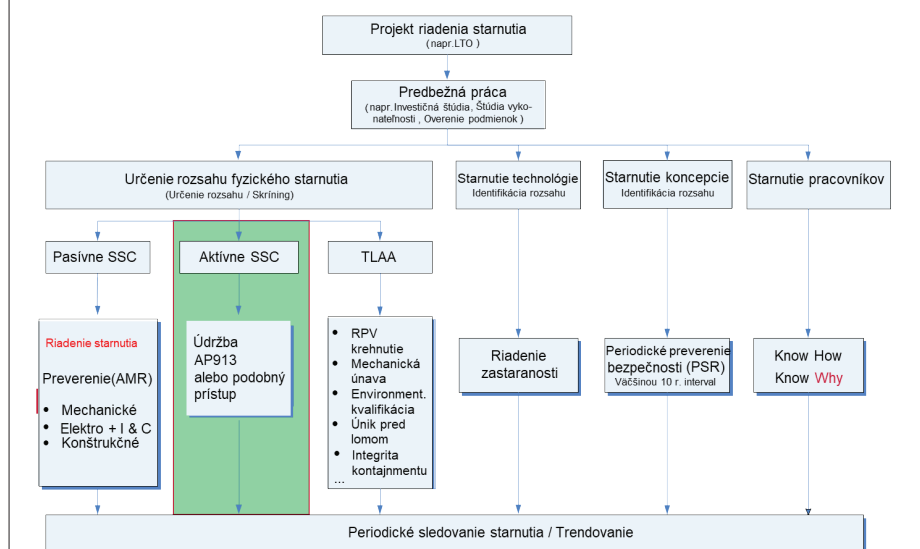
- Identifikovať systémy, konštrukcie a komponenty citlivé na starnutie,
- vypracovať vhodné opatrenia na zmiernenie,
- identifikovať potrebu zlepšení modernizáciou,
- optimalizovať plánovanie, prípravu a realizáciu údržby a odstávok pri výmene paliva,
- zlepšiť poznanie stavu zariadení a prípravu projektov na predĺženie životnosti.

Predpokladom pre implementáciu úspešného riadenia starnutia je identifikácia bezpečnostne kritických SSC. Na základe skúseností autorov bude výsledkom hodnotenia zhruba 500 objektov pre každú výrobnú jednotku. Kritériá sú odvodené z funkcie príslušného SCC v bezpečnostnom systéme zariadenia. SCC s najvyššou možnou dôležitosťou sú SCC s dopadom na:

- a) integritu tlakového chladenia jadrového reaktora,
- b) schopnosť odstaviť reaktor a udržiavať ho v bezpečnom odstavenom stave,
- c) schopnosť zabrániť kritickosti paliva.

V súlade so smernicami IAEA (napr. Bezpečnostná správa 57 [5]) sa počas procesu stanovenia obsahu definuje jasná sústava kritérií špecifických pre elektrárne. Počas nasledujúceho procesu preskúmania sa určia skutočné hranice pre príslušné SSC. Na základe toho sú definované komoditné skupiny pre všetky oblasti a v závislosti od oblasti sú pripravené podrobné zoznamy komponentov podliehajúcich

Oblasti obsiahnuté spoločnosťou Framatome



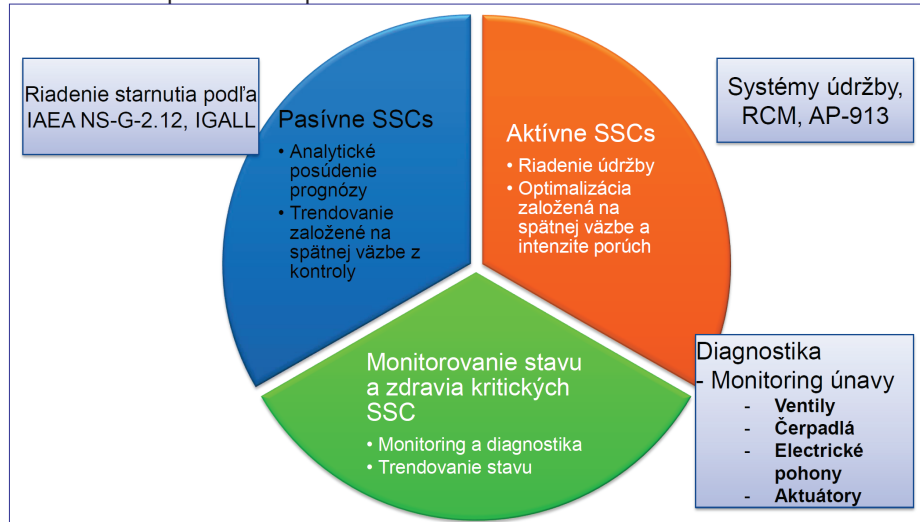
môžu byť dobrou stratégiou. Poznanie starnutia SSC umožňuje prevádzkovateľovi rozhodnúť o správnej údržbe (alebo výmene) v správnom čase a v prípade potreby (a kde je to možné) realizovať režimy prevádzky šetriace životnosť. Predpokladom účinného riadenia starnutia sú programy dohľadu na zistenie a meranie účinkov starnutia.

Samotný proces starnutia je zameraný na monitorovanie, hodnotenie a kontrolu degradačných účinkov, ktoré môžu ohroziť bezpečnostné funkcie, ako aj spoľahlivosť elektrárne. Poznatky získané počas tohto procesu poskytujú potrebné informácie na definovanie a implementáciu vhodných skúšobných a údržbárskych opatrení. Po získaní informácií o stave SCC by sa tieto poznatky mali využiť aj na plánovanie a prípravu optimalizovaných odstávok na výmenu paliva.

Firma FRAMATOME vyvinula komplexné portfólio metodológií, softvérových a hardvérových riešení na riadenie životnosti komponentov zariadení s cieľom znížiť náklady na prevádzku a údržbu napriek starnutiu majetku.

rezervy. Tento ambiciózny prístup si vyžaduje komplexný prístup vyžadujúci systematické zhromažďovanie a vyhodnocovanie rôznych údajov týkajúcich sa starnutia, bezpečnosti a pohotovosti na celej elektrárni. Komplexné riešenie musí zahŕňať všetky relevantné oblasti, ako je uvedené na obrázku hore.

Obsah postupu posudzovania komplexne zahŕňa systémy a komponenty súvisiace s bezpečnosťou a pohotovosťou



Stratégia sledovania starnutia



Ciele riadenia starnutia sú:

Identifikovať systémy, konštrukcie a k riadeniu starnutia. Súvisiaca konštrukčná špecifikácia a všetky súvisiace údaje týkajúce sa starnutia budú zachované v databáze venovanej riadeniu starnutia [7].

Aby sa kvantifikoval účinok spôsobený predĺženou dobou prevádzky na konštrukčnú integritu hlavných systémov a komponentov, je potrebné vykonať tzv. časovo obmedzené analýzy starnutia (TLAA - Time-Limited Ageing Analyses).

TLAA sú špecifické pre každú elektrárne a berú do úvahy daný čas a starnutie; a názaj zahŕňajú SSC do rámca riadenia starnutia. Generické TLAA typicky zahŕňajú:

- analýzu namáhania a únavy súvisiace s jadrovou časťou;
- radiačné krehnutie nádoby reaktora;
- únik pred lomom, výpočet tolerancie chýb;
- Analýza tepelného starnutia;
- ekologickú kvalifikáciu elektrických zariadení;
- analýzu predpätej výstuže betónového kontajneru;
- lokálne prevádzkové analýzy korózie kovu kontajneru.

V prípade predĺženia životnosti sa preverujú TLAA, aby sa určila trvalá priateľnosť analyzovaného komponentu alebo konštrukcie pre obdobie LTO. Podľa IAEA IGALL [6] sa vykonávajú nápravné opatrenia v prípade, že TLAA ukážu zistenia.

Únava môže byť obmedzujúcim faktorom pre životnosť jadrovej elektrárne. Režimy prevádzky boli určené tak, aby špecifikované tepelné zaťaženie a ich výskyt plnili projektovanú životnosť obvyklých 40 rokov. TLAA preukáže, že predĺženie

životnosti neohrozí bezpečnosť zariadení vzhľadom na účinky únavy. Ako relatívne nový aspekt sa súčasťou hodnotenia únavy stali environmentálne faktory. Pravidlom pre predĺženie životnosti je potrebné prehodnotiť únavu na 60 rokov.

Ako odpoveď na toto FRAMATOME navrhuje implementáciu hardvérových prístrojov na meranie miestnych tepelných zaťažení a softvéru na výpočet a vyhodnotenie tepelných zaťažení, kde nie sú k dispozícii žiadne prístroje.

Pomocou modelov prenosu tepla a historických meraní z archívov sa dá vypočítať kompletná história tepelného zaťaženia. Napríklad v prípade nemeckých elektrární bol kumulovaný koeficient využitia vysoko zaťaženého komponentu znížený o faktor viac ako 10 (na základe špecifikovaných prechodov so skutočnou históriou zaťaženia komponentu).

Tlaková nádoba reaktora (RPV - Reactor Pressure Vessel) je kľúčovým komponentom každej jadrovej elektrárne. Programy sledovania ožiarovania sa zavádzajú s cieľom monitorovať zmenu mechanickej pevnosti a húževnatosti RPV v oblasti aktívnej zóny po špecifickom ožiarení neutrónmi a experimentálne overiť vlastnosti tuhosti a lomovej húževnatosti materiálu RPV pri posúdení alebo návrhu rýchlosti pôsobenia podľa bezpečnostné normy (ASTM E-185, KTA 3203 a iné). TLAA musí preukázať, že predĺženie životnosti neovplyvní bezpečnosť RPV kvôli účinku zníženej húževnatosti.

Posúdenie sa vykonáva na základe hodnotenia a materiálových skúšok so vzorkami inštalovanými vo vnútri RPV. Príslušné činnosti zahŕňajú špecifikáciu vzoriek, vybratie kapsúl, dopravné služby, otváranie kapsúl, vyhodnotenie monitorov

teploty, stanovenie aktivity detektorov rýchlosti pôsobenia, testovanie vzoriek, záverečné hodnotenie a poradenstvo počas diskusie s Regulátorom.

Alternatívne sa môžu analyzovať stery z vnútornej steny RPV v prípade, že nie sú k dispozícii vzorky.

Riadenie životného cyklu elektrárne v oblasti riadenia a kontroly a elektrických systémov, komponentov a zariadení (SCE) sa zameriava na zabezpečenie dostatočného stupňa pohotovosti pre normálnu prevádzku a minimalizáciu mimoriadnych udalostí. Pri elektrických zariadeniach v jadrových elektrárnach sa efektívna úroveň požadovanej nízkej úrovne intenzity porúch systémových funkcií sa dosahuje tá zálohovaním systému. Ak je potrebné na dosiahnuť veľmi nízkej intenzity porúch systémovej funkcie, musí sa skombinovať s dodatočnými opatreniami dohľadu na včasné zistenie degradácie alebo poruchy komponentov alebo opatrení na obmedzenie degradácie. V rámci TLAA je potrebné preukázať regulačnému orgánu, že predĺženie životnosti neohrozí bezpečnosť zariadenia, pokiaľ ide o systematické účinky starnutia, ktoré sa vyskytujú na elektrických zariadeniach elektrárne.

Konštrukcie, systémy, komponenty a prístroje dôležité pre bezpečnosť a časť programu dozoru nad starnutím, ktoré sa stanovujú procesom určovania rozsahu a skriningu, sa musia priebežne kontrolovať, skúšať a udržiavať takým spôsobom, aby spĺňali bezpečnostné požiadavky. Uskutočnia sa programy údržby, priebežného dohľadu, inšpekcie a skúšania, ako aj na programy riadenia degradácie starnutím a poškodenia. Na základe technického a vedeckého pokroku a skúseností získaných z praktickej práce sa tieto programy pravidelne aktualizujú. Vzhľadom na licenčné podmienky a vnútroštátne regulačné požiadavky je prístup ku každej elektrárni individuálny.

S cieľom podpory týchto aktivít spoločnosť FRAMATOME poskytuje integrovanú softvérovú platformu, ktorá sa poskytuje zariadeniam na licenčnom základe. Táto softvérová platforma je navrhnutá na riadenie starnutia a riadenia životného cyklu.

Softvérová platforma - nazvaná COMSY- obsahuje funkcie pre všetky mechanické komponenty, elektrické, informačné a riadiace systémy, stavebné konštrukcie a monitorovacie a diagnostické aplikácie.

COMSY [7] podporuje tento proces systematickým zhromažďovaním údajov (v online režime z diagnostických systémov, ako aj vyplnených manuálne) a integro-

vanou funkciou hodnotenia degradácie. Zistenia počas údržby a kontroly a výsledky nedeštruktívneho preskúšania sa môžu zhromažďovať, uchovávať a overovať vzhľadom na ich význam pre degradáciu. Vďaka vstavaným vyhodnocovacím kritériám COMSY robí správy manažmentu o starnutí.

Starnúce elektrárne skutočne vyžadujú osobitnú pozornosť na mechanizmy starnutia. Zavedenie programu riadenia starnutia s cieľom pochopiť, odhaliť, monitorovať a odvodit prípadne efektívne zmiernujúce opatrenia týkajúce sa SSC sa vysoko odporúča. Škála opatrení vychádza zo špecializovanej kontroly v prevádzke, špeciálnej skúšky a dozoru, opravy alebo dokonca výmeny komponentov alebo ich častí, ako aj prevádzkových podmienok a programov technickej podpory.

Program riadenia starnutia (AMP – Aging Management Program) by mal určiť:

- a) účinné a primerané opatrenia a postupy na riadenie starnutia, ktoré zabezpečujú včasné zistenie a zmiernenie účinkov starnutia na konštrukcii alebo komponente;
- b) ukazovatele účinnosti programu.

Účinnosť súčasných postupov by sa preto mala potvrdiť s ohľadom na aplikovateľné hodnotenie starnutia a posúdenie stavu a podľa potreby by sa mali odporučiť zlepšenia súčasných postupov.

Typy AMP sú:

- AMP špecifický pre degradačný mechanizmus (napr. prietokom zrýchlená korózia, napäťové korózne praskanie, tepelné starnutie, podzemné potrubie atď.);
 - AMP špecifický pre konštrukciu alebo komponent (napr. čerpadlá chladiacej kvapaliny reaktora, plášť pohonu riadiacej tyče atď.).
- Generické vlastnosti efektívneho AMP sú:

- programu riadenia starnutia na základe pochopenia starnutia;
- preventívne opatrenia na minimalizáciu a kontrolu degradácie starnutím;
- detekcia účinkov starnutia;
- monitorovanie a trendy starnutia, napr. NDT (nedeštruktívne skúšanie);
- minimalizácia účinkov starnutia;
- Kritéria prijateľnosti;
- nápravné opatrenia;
- Spätná väzba zo skúsenosti z prevádzky a spätná väzba z výsledkov výskumu a vývoja;
- riadenie kvality.

Efektívne a účinné programy riadenia starnutia si vyžadujú hlboké vedomosti a skúsenosti vo všetkých technických oblastiach, ako sú hodnotenie degradácie, korózia, chemické zloženie vody, NDE, elektrická a kvalifikácia v oblasti I & C. Ako poskytovateľ servisu a inžinierskych služieb pre viac ako 200 jadrových elektrární na celom svete - vo veľkej miere to sú elektrárne tretích strán - a člen výborov vysokej úrovne (ASME, KTA, RCC-M, IAEA) FRAMATOME má požadované odborné znalosti pre proces hodnotenia a projektovanie odpovedajúcich opatrení na súčasnej úrovni vedy a techniky.

Spoločnosť FRAMATOME má odborné znalosti potrebné pre aplikáciu programu spo-

lahlivosti založeného na procese INPO AP-913 a procese RCM a poskytuje implementačnú podporu a potrebnú znalostnú základňu založenú na súčasnom stave vedy a techniky.

AP-913 je metodika pre údržbu a dohľad nad spoľahlivosťou komponentov systému v závislosti od ich významu pre bezpečnosť a pohotovosť. Kombinuje postupy periodickej údržby, údržby na základe stavu a korektívnej údržby. Takáto kombinácia umožňuje využitie silných stránok rôznych typov údržby s cieľom zvýšiť spoľahlivosť komponentov, zlepšiť procesy údržby v jadrových elektrárňach bez zhoršenia bezpečnosti a pohotovosti jednotky a súčasne so znížením nákladov na údržbu.

RCM je stratégia, ktorá sa zameriava na určovanie kritických komponentov s dôrazom na optimalizáciu zdrojov dostupných pre údržbu v elektrárni takým spôsobom, že komponenty, ktorých porucha spôsobuje závažné škody týkajúce sa bezpečnosti alebo straty týkajúce sa pohotovosti, sa podrobia komplexnejšej údržbe než komponenty, ktorých porucha je menej závažná, a tým spôsobuje menšie narušenia vo výrobe elektrickej energie.

Táto metóda sa môže uplatňovať bez ohľadu na typ komponentu (ventily, čerpadlá, výmenníky tepla, elektrické komponenty atď.) alebo iné charakteristiky, ako je napríklad trieda ochrany. Vstupnou informáciou na určenie kritickej hodnoty komponentu sú pravdepodobnostná bezpečnostná analýza (PSA), prevádzkové technické špecifikácie (OTS), analýza spôsobov a dôsledkov porúch (FMEA) a kritériá spoľahlivosti.

FRAMATOME používa softvér COMSY pre starnutie a riadenie životného cyklu elektrární. Softvér umožňuje návrh a zostavenie počítačovej znalostných databázy elektrární s analytickými schopnosťami. Multidisciplinárny softvérový produkt má modulárnu architektúru, ktorá je navrhnutá tak, aby každý modul fungoval samostatne alebo v kombinácii s ľubovoľným počtom ďalších modulov.

Program COMSY je navrhnutý tak, aby poskytoval prognózu degradačných procesov v technických zariadeniach elektrární. Program nielen ukladá a spravuje údaje, ale poskytuje aj množstvo analytických funkcií pre prognózu degradácie. Na základe vstupných údajov poskytuje prognózu napr. pre kritické body; predpovedá rýchlosť degradácie a vykonáva analýzu životnosti komponentov. Na základe toho je možné optimalizovať inšpekcie a údržbu v prevádzke.

Všetky údaje o komponentoch súvisiacich so starnutím sa zhromažďujú a pridelujú prostredníctvom modelu integrovanej elektrárne. Vďaka existujúcemu rozhraniu s inými softvérovými riešeniami a flexibilnými funkciami importu je COMSY kompatibilný s väčšinou existujúcich podnikových databáz.

Spoločnosť FRAMATOME vyvinula metódy na riadenie životného cyklu komponentov elektrární a na optimalizáciu bezpečnosti, pohotovosti, spoľahlivosti a prevádzkových nákladov elektrární pri súčasnom plnení strategických podnikateľských cieľov. Technické a odborné poradenské služby sú poskytované v oblasti

riadenia starnutia a riadenia životného cyklu pre strojné zariadenia, elektrické a informačné a riadiace komponenty a stavebné konštrukcie, ktoré zahŕňajú aj vypracovanie pravidiel údržby aktívnych komponentov a environmentálnu kvalifikáciu elektrických a informačných a riadiacich zariadení.

Požiadavky na komplexné riadenie starnutia sú veľmi náročné a vyžadujú si spoľahlivú vedomostnú základňu pre periodické hodnotenie systémov, konštrukcií a komponentov s ohľadom na účinky degradácie. Systematicky aplikovaná stratégia starnutia a riadenia životného cyklu elektrární prináša pozoruhodné ekonomické prínosy.

LITERATÚRA

- [1] NEI 95-10, Rev. 6, Industry Guidelines for Implementing the Requirements of 10 CFR Part 54- the License Renewal Rule, Nuclear Energy Institute, June 2005.
- [2] IAEA Safety Reports Series No. 15, Implementation and Review of a Nuclear Power Plant Ageing Management Program, International Atomic Energy Agency, 1999.
- [3] Safety Guide No. NS-G-2.12, Ageing Management for Nuclear Power Plants, International Atomic Energy Agency, 2009.
- [4] Equipment Reliability Process Description AP-913, Revision 2 INPO, General Distribution, December 2007
- [5] IAEA Safety Reports Series No. 57, Safe Long Term Operation of Nuclear Power Plants, International Atomic Energy Agency, October 2008.
- [6] IAEA Approaches to Ageing Management for Nuclear Power Plants: International Generic Ageing Lessons Learned (IGALL) Final Report, IAEA-TECDOC-1736
- [7] COMSY software platform for LTO and ageing management COMSY Product Information by FRAMATOME GmbH, September 2014

Autori:

Helmut Nopper
FRAMATOME GmbH
Erlangen, Paul Gossen-Str. 100
Helmut.Nopper@Framatome.com
Tel: +49 9131-900-91997

André Zander
FRAMATOME GmbH
Erlangen, Paul-Gossen-Str. 100
Andre.Zander@Framatome.com
Tel: +49 9131-900-91999

Ronald Landefeld
FRAMATOME GmbH
Erlangen, Paul-Gossen-Str. 100
ronald.landefeld@framatome.com
+49 9131-900-91758

framatome



ĎALŠIA GENERÁCIA PTFE TESNIACEHO MATERIÁLU

OPTIMALIZÁCIA SKLADOVÝCH ZÁSOB

TESNENIE PRE STRIKTNÉ EMISNÉ POŽIADAVKY

RALF KULESSA

Abstrakt

Tento článok hovorí o novej generácii tesniaceho materiálu, ktorý sa oveľa ľahšie montuje, zabezpečuje technicky vyššiu tesnosť, dokáže vyplniť malé poškodené oblasti príruby a jedna hrúbka tesnenia nahradí používané hrúbky od 1,6 mm po 3,2 mm. Zároveň záväzkom redukuje prácu na štandardizácii tesnení a znižuje námaľu pri identifikácii správneho tesniaceho materiálu.

Úvod

Keď vezmeme do úvahy najväčšie problémy, ktorými sa výrobné závody zaoberajú, zistíme, že stále viac pracovného zaťaženia musí pokryť stále menší počet pracovníkov a tak zodpovednosť zostáva na pleciach menšieho počtu ľudí. Údržba je často zadaná externým dodávateľom, ktorí nie sú oboznámení s najlepšimi postupmi pri montáži prírubových spojov. Tesnenia musia mať vyššiu toleranciu voči prípadným montážnym chybám a musia byť čoraz tesnejšie, aby vyhovovali nadchádzajúcim environmentálnym požiadavkám.

NAJVÄČŠIE PROBLÉMY:

Opýtali sme sa procesných inžinierov, manažérov závodov, manažérov údržby, manažérov spoľahlivosti strojov a zariadení, strojných inžinierov, aby pomenovali ich najčastejšie problémy v súvislosti s prírubovými spojmi a zároveň, aby pomenovali svoje ciele, ktoré majú počas roka dosiahnuť.

28% údržbárov má problémy pri zabezpečení správnej montáže tesnenia správnym momentom utiahnutia skrutiek, keďže rôzne druhy tesnení vyžadujú rôzne momenty utiahnutia

21% koncových užívateľov by chcelo mať tesnejší spoj. Zároveň by chceli mať tesnenie, ktoré potrebuje menej tlaku na zabezpečenie efektívnej tesnosti.

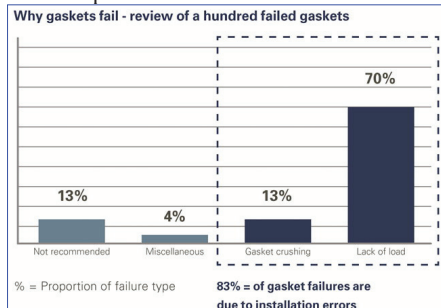
21% koncových užívateľov trápí tečenie tesnení pri pôsobení teploty a tlaku a chceli by tesnenia, ktoré menej tečie a tak nepotrebuje dosahovanie spoja.

14% montážne problémy, frustrácia spôsobená ľudským faktorom a montážnymi chybami, ktorá vyúsťuje do poškodených zariadení a tesnení.

14% netesný spoj a skutočné úniky za prevádzky, najmä čo sa týka agresívnych a korozívnych médií.

Súčasná možnosť riešenia tohto problému nie sú veľmi efektívne. Obvykle sa používajú tesnenia s hrúbkou 1,6 mm na zvýšenie utesniteľnosti, aby sa znížilo tečenie tesnenia a aby sa odolalo vyšším tlakom, no táto hrúbka tesnenia sa nedokáže prispôsobiť poškodeným prírubám. Typické tesnenia s hrúbkou 3,2 mm sa používajú, ak sú príruby v nie ideálnom stave, poškodené, pretože 3,2 mm tesnenie sa lepšie prispôbiť geometrii príruby a dokáže kompenzovať odchýlku. No hoci hrubšie tesnenie viac

tečie, menej odoláva tlaku a má celkovo menšiu tesnosť (prchavé emisie), sú tieto riziká dobrovoľne prijaté, pretože až doteraz „neexistovalo žiadne lepšie riešenie“.



Obr. 1: Prečo tesnenia zlyhávajú - prehľad príčin 100 zlyhaných tesnení

Záver: 83% zlyhaní bolo kvôli montážnym chybám (zničenie tesnenia alebo nedostatočné zaťaženie).

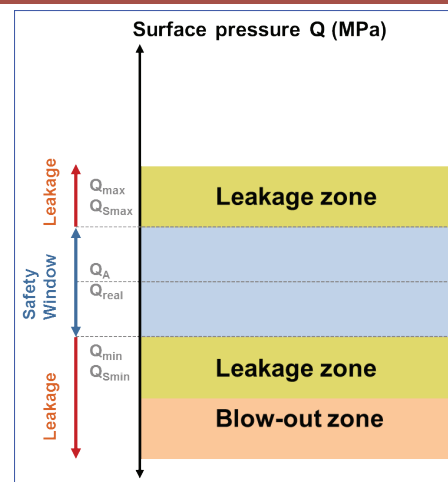
AKO JE MOŽNÉ, ŽE TAK VEĽA TESNENÍ ZLYHÁVA KVÔLI NESPRÁVNEJ MONTÁŽI

Pozrime sa na predpätie tesnenia a zaťaženie skrutiek bežne používanej príruby veľkosti 3" triedy 150 ASME s 3,2 mm tesnením. V perfektných podmienkach a s perfektnou montážou bude predpätie tesnenia vzhľadom na prírubu a skrutky 4844 psi. Minimálne zaťaženie aby 3,2 mm tesnenie tesnilo je 4800 psi, čo ponecháva len 1% pre bezpečnosť.

Okrem montážnych chýb sa často do úvahy neberie ani cyklické správanie systému počas zmien teploty a tlaku. Keď sa 20m kovové potrubie pôsobením teploty 150°C termicky predĺži o 0,3 mm, tesnenie má pri zvýšenej teplote vyššie tlakové napätie a musí byť viac tolerantné voči uvoľneniu systému keď potom teplota klesne. Predĺženie potrubia za pôsobenia teploty nebude pre tesnenie a pre prírubu predstavovať problém, pokiaľ sa nepresiahne maximálne tolerovateľné tlakové napätie vybraného tesnenia (Q_{Smax}). (Vyššie Q_{Smax} zabráňuje zničeniu tesnenia). Uvoľnenie systému, pokiaľ skrutky nemôžu zabezpečiť správne utiahnutie a zaťaženie tesnenia, nebude vadit, pokiaľ má tesnenie lepšiu schopnosť kompenzovať uvoľnenie systému vďaka nižšiemu potrebnému minimálnemu zaťaženiu tesnenia, ktoré dokáže udržať tesnosť ($Q_{Smin/L}$).

Zvyčajne parametre tesnenia a funkcia tesnenia prakticky definujú prevádzkové bezpečnostné okno každého tesnenia, ktoré výrobný závod používa. Bezpečnostné okno každého tesnenia je dané jeho charakteristikou, tým že je schopné správne tesniť s určitým množstvom jeho zaťaženia aby tesnilo a schopnosťou kompenzovať uvoľnenie systému.

Už existujúca norma DIN EN 13555 ponúka vedúcim údržby či manažérom firmy možnosť porovnať schopnosti jednotlivých druhov tesnení bez potreby drahých testov (údaje sú k dispozícii zadarmo na www.gasketdata.org). Pamätajte na to, že 83% tesnení zlyháva kvôli montážnym chybám, nehovoriac o bezpečnostných otázkach či rizikových parametroch.



Obr. 2: Prevádzkové bezpečnostné okno

JE TU LEPŠÍ SPÔSOB:

Čo ak by existovala skupina tesnení s vyšším spektrom pokrytia rôznych aplikácií a väčším priestorom pre chyby? A čo ak toto tesnenie je vo všeobecnosti tolerantnejšie voči chybám pri montáži a počas všetkých prevádzkových podmienok zaistiť lepšiu tesnosť? Čo ak by bolo jedno tesnenie, ktoré nahradí viacero rôznych hrúbok tesnení vo vašom sklade? Čo ak má toto špeciálne tesnenie taktiež menej prchavých emisií?

Toto by umožnilo koncovým užívateľom ušetriť hodnotný čas, redukovat prerábky a znížiť náklady, čím by skončili skôr a pod hranicou plánovaných nákladov a zároveň by dosiahli svoje výrobné ciele a z dlhodobého hľadiska by redukovali svoje úsilie na prepracovanie interných štandardov. Takisto by to redukovalo riziko výberu nesprávnej hrúbky tesnenia a v konečnom dôsledku použitiu nesprávneho tesnenia.

PREDSTAVENIE GYLON® EPIX:

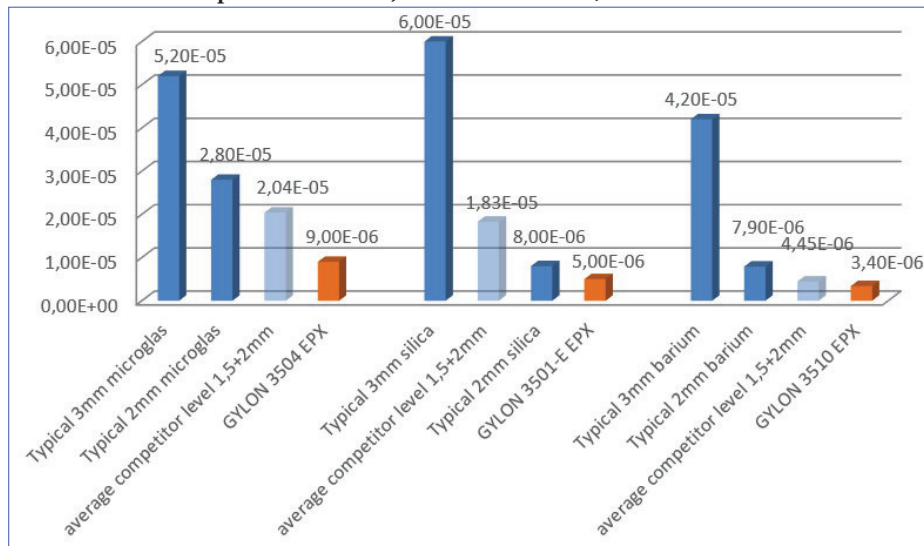


Obr. 3: Nový GYLON® EPIX ⇒ Ľahká montáž = bezpečnejšia prevádzka

GYLON® EPIX je tesnenie, ktoré má menej prchavých emisií, menšiu stratu produktu, ľahšiu montáž – viac priestoru pre montážne chyby alebo potrebné chyby, vyššiu bezpečnosť počas pracovných podmienok a menšie nebezpečenstvo zámieny správneho druhu tesnenia.

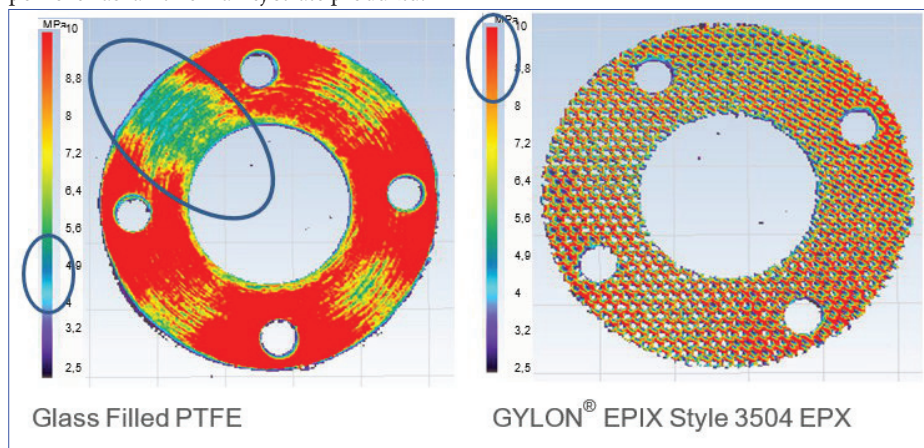
Nižšie prchavé emisie a vyššia zostatková záťaž skrutiek v porovnaní so všeobecne známymi tesniacimi materiálmi sa dajú dokázať pomocou skutočných testov a certifikátov. To eliminuje potrebu rôznych hrúbok tesnenia pre rôzne situácie. Vyššia tesnosť v kombinácii s nižším tokom (tečenie pri pôsobení teploty a tlaku) a lepšou schopnosťou prispôsobiť sa povrchu príruby a jej nedokonalostiam súčasne eliminuje problémy s nesprávnou montážou. Farebne kódovaný materiál zároveň zvyšuje bezpečnosť odolnosti médií a požadovaného výkonu.

GYLON® EPIX má lepšiu tesnosť len s JEDNOU hrúbkou 2,4 mm



Obr. 4: Porovnanie tesnosti (význam: nižší = lepší)

GYLON® EPIX má unikátnu hexagonálnu textúru na povrchu, počas montáže budú vyvýšené rebrá vtlačené do jadra materiálu, čo vytvorí efektívnu tesniacu multibariéru a zároveň zabezpečí znížené tečenie (kvôli zvýšeniu hustoty materiálu). Toto efektívne zníži prchavé emisie a značne pomôže zabrániť neznámej strate produktu.

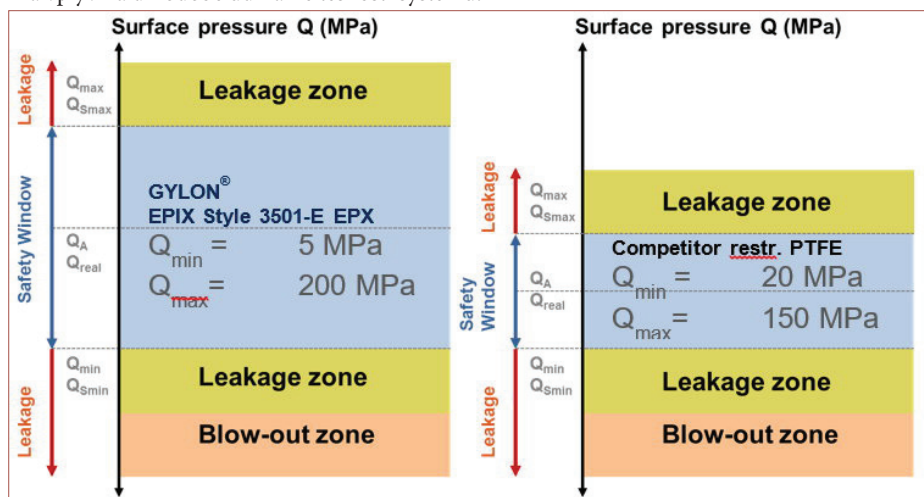


Obr. 5: 3" trieda 150lbs situácia: naľavo PTFE plnené mikrokryštálmi skla, napravo GYLON® EPIX Style 3504 EPIX

Koncentrácia dostupného zaťaženia na rebrá a do jadra materiálu spôsobí, že tesnenie sa môže použiť aj pri slabom zaťažení skrutiek, čím eliminuje riskantné zóny v prírubových spojoch. Tak úplne redukuje aj riziko výfuknutia tesnenia.

POTREBUJE MENŠIE MINIMÁLNE ZAŤAŽENIE A TOLERUJE VYŠŠIE MAXIMÁLNE ZAŤAŽENIE:

Tým, že dokáže zabezpečiť tesnosť pri menšom zaťažení, aby tesnenie začalo tesniť a zároveň je schopné kompenzovať vyššie uvoľnenie systému, môže zvýšiť pohotovosť výrobného závodu a má vplyv na dlhodobé udržanie tesnosti systému.



Obr. 6: Väčšie bezpečnostné okno

GYLON® EPIX poskytuje väčšie bezpečnostné okno v porovnaní s bežne používanými PTFE tesneniami. Upínacia schopnosť skrutiek sa zachová na vyššej úrovni, čím zabráni tesneniu mať "efekt povoľovania". GYLON® EPIX je stále schopný zachovať tesnosť aj keď sa povolí na nižšie zaťaženie a upínacia schopnosť skrutiek je na vyššej úrovni v porovnaní s ostatnými konkurenčnými tesneniami. GYLON® EPIX zároveň toleruje vyššie maximálne možné zaťaženie. Obrázok č. 6 ukazuje všeobecný prehľad bezpečnostného okna, keď tesnenie vydrží väčšie zaťaženie.

ZNÍŽENÉ SKLADOVÉ ZÁSObY:

Čo ak: **JEDEN TYP** sa dá použiť **NA VŠETKO?**

Keď si vyberieme JEDNU univerzálnu hrúbku, celkové skladové zásoby PTFE dosiek sa rapidne znížia. A takisto sa zníži Váš viazaný kapitál. Skladové zásoby sa znížia o cca. 30%. Pokiaľ si z dosiek vysekávate tesnenia sami, zníži sa aj Váš zvyškový/odpadový materiál.

ZHRNUTIE/VÝHODY NA PRVÝ PO-HEAD:

- Všetky médiá
- Vyššia tesnosť ako bežne používané 2,0 mm PTFE tesnenia
- Lepšia kompenzácia/spätné odpruženie ako bežne používané 3,2mm PTFE tesnenia
- Vyššia schopnosť kompenzovať cyklické správanie (uvoľnenie) systému
- Menej zaťaženia potrebného na zabezpečenie tesnosti
- Výborná adaptácia voči nerovnostiam povrchu prírub
- Dosiahnutie vyššieho povrchového napätia s nižším zaťažením
- Toleruje vyššie maximálne zaťaženie pri pracovných aj montážnych podmienkach
- **ZNÍŽENIE SKLADOVÝCH ZÁSOb a odpadu**
- **Jedna hrúbka:** znížené riziko zvolenia nesprávnej hrúbky tesnenia
- **Jednoduchá montáž a bezpečnejšia prevádzka**
- Menej práce s prerábaním štandardov závodu v nasledujúcich rokoch
- Jednoduchšie splniť pro-aktívne výpočty (ako napr. DIN EN 1591-1)
- Menej LDAR (Detekcia úniku a oprava), menej únikov a neplánovaných cenovo-národných rizík

ZDROJE:

- Testovacie údaje a obrázky 1-6: Garlock GmbH - Neuss, Nemecko

Autor:

Ralf Kulesa, aplikačný inžinier
Garlock GmbH, Falkenweg,
41468 Neuss, Nemecko

Kontakt:

Mgr. Markéta Šimkovičová, MSc.
Area manažér pre ČR a SR
Garlock GmbH, Falkenweg 1,
41468 Neuss, Nemecko
Tel: +421 (0)911 748 743
Email:
marketa.simkovicova@garlock.com

DIAGNOSTIKOVANIE HYDRAULICKÉHO OBVODU SYSTÉMOM IFM

DIAGNOSTICS OF THE HYDRAULIC CIRCUIT WITH IFM SYSTEM

JAKUB KUBOŠ

Abstract:

The article provides a brief overview of the findings from the diploma thesis entitled „Diagnostics of The Hydraulic Circuit with IFM system” that aim was to assemble a mobile monitoring system for vibrodiagnostics and implement the system on the diagnostic experiments to verify its functionality.

Úvod

Pre plnohodnotné využitie vlastností energetických strojov, mechanizmov a zariadení už nestačí poznať iba možnosti správania prvkov v systémoch, syntézu mechanizmov a ich riadenie, ale počas samotnej prevádzky je potrebné zisťovať technický stav objektov, a následne na základe tohoto zistenia vykonávať také kvalifikované opatrenia a rozhodnutia, aby sa dosiahla optimálna cesta k zabezpečeniu bezporuchového chodu pri akceptovateľných celkových nákladoch.

V minulosti, ale v niektorých prípadoch aj dnes sa zabezpečenie spoľahlivosti prevádzky strojov vykonávalo intuitívnymi periodickými plánovanými prehliadkami a opravami, ale aj neplánovanými opravami v prípadoch, keď si to situácia vyžaduje. Prístup zabezpečovania spoľahlivosti postavený na takomto základe je veľmi náročný na čas údržbárskych prác, počet kvalifikovaných pracovníkov a na potrebu náhradných dielov, čo v konečnom dôsledku vedie k vysokým nákladom.

V posledných rokoch prax ukázala, že najvýhodnejšia cesta k zvýšeniu hospodárnosti údržby je pomocou technickej diagnostiky. Preto je dnes o jej využitie čoraz väčší záujem nie len zo strany prevádzkovateľov strojov a zariadení, ale aj zo strany výrobcov a poskytovateľov diagnostických systémov, u ktorých je snaha zdokonaľovať pôvodné, či vyvíjať nové metódy technickej diagnostiky. Rozumné spracovanie výsledkov týchto diagnostických metód umožňuje efektívnejšie využitie technického života stroja alebo zariadenia, zabezpečenie zníženia rizika poruchy, objektívnejšie plánovanie preventívnej údržby a skrátenie času potrebného na údržbu po poruche.

Faktom je, že technická diagnostika priamo nezlepšuje technický stav diagnostikovaného objektu, no v oblasti plánovania údržby a opráv je nenahraditeľným prostriedkom, ktorý môže poslúžiť na lokalizáciu a zistenie príčin porúch a poruchových stavov. Doterajšie poznatky z technickej diagnostiky ukázali, že podiel nepredvídateľných porúch strojov a zariadení je veľmi malý vzhľadom na ich celkový počet, zatiaľ čo väčšina porúch vzniká postupným opotrebovaním, vývojom malých defektov alebo kumuláciou drobných poškodení.

MONITOROVACÍ SYSTÉM IFM

Efector octavis je moderný a ľahko implementovateľný monitorovací on-line systém pre

kontrolu vibrácií. Tento systém deteguje chyby rotujúcich častí, ako sú napríklad poškodenie ložiska alebo nevyváženosť hriadeľa, čo vedie k nepriaznivej prevádzke stroja vo vibračnom režime. Octavis je vhodný pre továrne a podniky, kde sú v dlhodobej prevádzke rotujúce zariadenia – turbíny, ventilátory, čerpadlá, elektromotory alebo prevodovky. Všetky tieto stroje sú potenciálne ohrozené nechcenými vibráciami [3], [4].

Snímače monitorovacieho systému octavis sú trvale namontované na prevádzkovanom stroji, aby kontinuálne monitorovali stav pracujúceho zariadenia pomocou analýzy vibrácií. Schopnosť analyzovať už „zárodočný“ stav vibrácií umožňuje včas predikovať pravdepodobné poškodenie stroja. Prostredníctvom vyslania alarmového výstupného signálu do riadiaceho kontroléra (PLC) alebo do relé sa môže zopnúť zvukový alarm alebo stroj môže byť okamžite vyradený z prevádzky.

Základnými prvkami tohoto systému sú kapacitné snímače vibrácií (vyrobené technológiou MEMS – mikro elektro-mechanické systémy), vyhodnocovacia jednotka typu VSExxx, v ktorej sú integrované A/D prevodníky a digitálny signálny procesor DSP a parametrický softvér VSA004.

Princíp funkcie systému je nasledovný:

Ukazovateľom vibrácií je zrýchlenie, ktoré sa mení. Hodnota zrýchlenia spôsobí zmenu kapacity na akcelerometri (MEMS), a tým sa zmení aj hodnota analógového signálu v podobe výstupnej elektrickej veličiny (prúd alebo napätie). Vyhodnocovacia jednotka prijíma tieto signály zo snímačov umiestnených na stroji, A/D prevodník prevedie analógové signály na digitálne. Následne integrovaný digitálny signálny procesor DSP vykoná matematické výpočty, ktoré sú potrebné na prevedenie signálu z časovej oblasti na signál vo frekvenčnej oblasti pomocou rýchlej Fourierovej transformácie (FFT). Digitálny signálny procesor dokáže spracovať až do 32 000 výpočtov za sekundu. Výsledkom sú frekvenčné spektrá, stav diagnostických parametrov a rozhodovacie semafore pre nastavené hodnoty alarmu (zelená,

žltá, červená). [3]

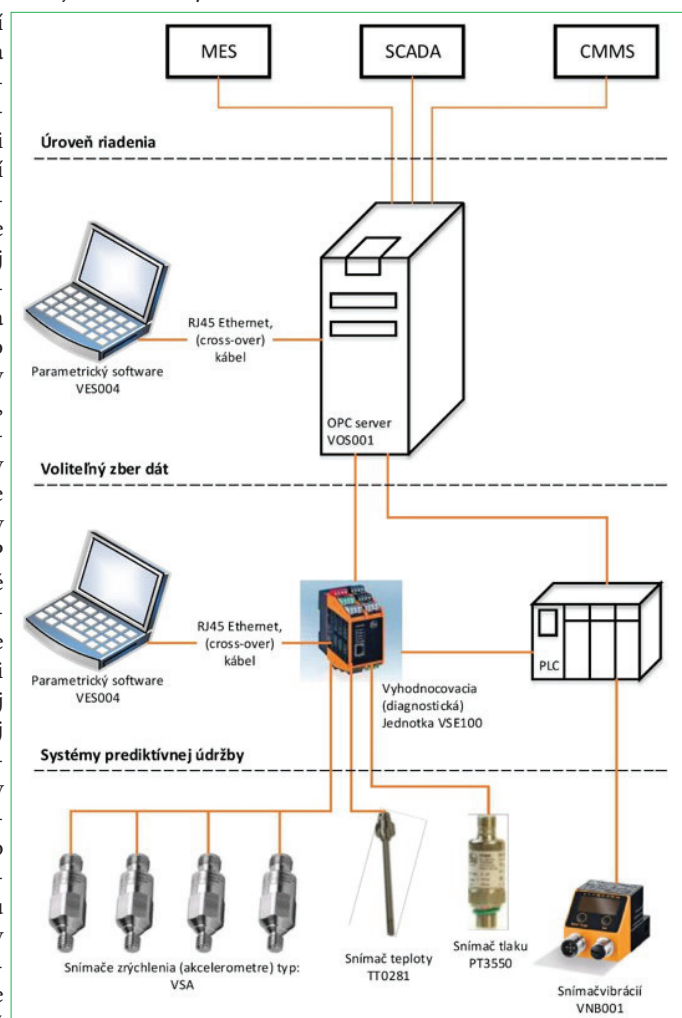
Výhodou tejto výkonnej elektroniky a DSP je, že meraný signál je spracovávaný veľmi blízko pracujúceho stroja, tým sa dosiahne redukcia objemu dát, ktoré sú prostredníctvom ethernetu vysielané do parametrického softvéru.

Stav stroja určený vyhodnocovacou jednotkou je možné ďalej použiť napríklad pre riadiace kontroléry (PLC – programmable logic controller) alebo pre vyššie úrovne riadenia (SCADA – Supervisory Control And Data Acquisition, CMMS – Condition Monitoring & Maintenance Systems, MES – Manufacturing Execution Systems).

Tento systém spĺňa všetky základné požiadavky modernej kontroly strojov, čiže kompatibilitu, modularitu a prenositeľnú konfiguráciu.

Na Obr. 1 je znázornená schéma možného pripojenia diagnostického systému IFM efector Octavis.

Na tomto mieste je dobré pripomenúť, že uvedená schéma slúži iba ako príklad prepojenia jednotlivých komponentov. V skutočnosti môže zapojenie tohoto systému nadobúdať rôzne podoby a obsahovať množstvo ďalších typov snímačov.



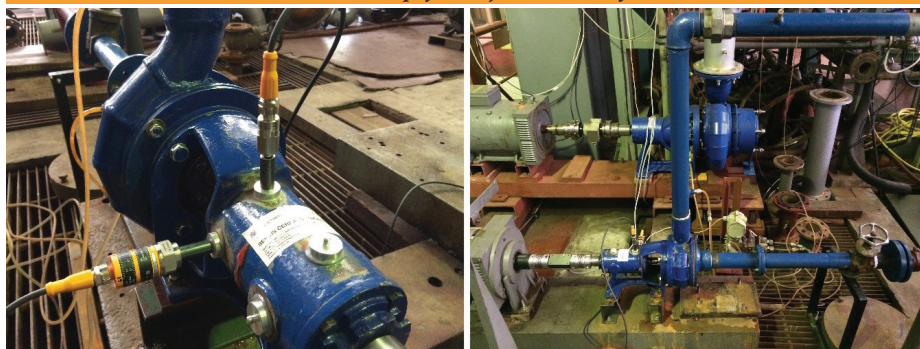
Obr. 1 Schéma možného zapojenia systému IFM efector Octavis. [4]

METODIKA DIAGNOSTICKÝCH EXPERIMENTOV

Princíp diagnostikovania jednotlivých technických objektov je v prípade všetkých troch experimentov rovnaký. Na miesto, kde sa diagnostikovaný objekt nachádza sa prinesie mobilný diagnostický monitorovací systém pre vibrodiagnostiku. Toto zariadenie je nainštalované v pevnom kovovo-plastovom kufri (viď Obr. 2), kde je na štandardnej DIN lište namontovaný napájací zdroj DN4011 a vyhodnocovacia jednotka VSE100. Na nastavenie parametrov systému slúži PC resp. laptop so softvérom VES004. K vyhodnocovacej jednotke pripojíme akcelerometer VSA001, snímač rýchlosti vibrácií VKV021 a ukážeme si aj aplikáciu s inteligentným snímačom VNB001. V prípade tretieho experimentu pripojíme aj snímač relatívnej vlhkosti LDH100.



Obr. 2 Schéma možného zapojenia systému IFM efactor Octavis [6]



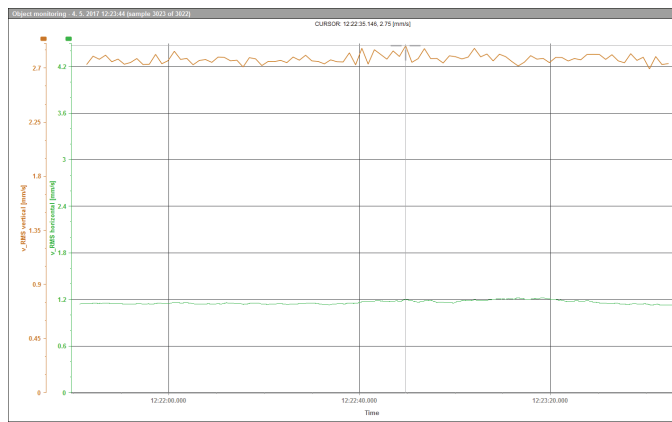
Obr. 3 Pohľad na upevnenie snímačov (vľavo) a pohľad na čerpadlo SPIRAM (vpravo)

Pripomíname, že uvedené riešenie monitorovacieho systému sa v praxi inštaluje do rozvážača umiestneného blízko diagnostikovaných objektov. My sme však na účely diagnostických experimentov spojených s diplomovou prácou zvolili zabudovanie systému do prenosného kufra, nakoľko takéto riešenie bolo pre nás najvhodnejšie s ohľadom na prístup ku diagnostikovanému objektom – každý z objektov sa nachádza v inej budove. Preto vyjadrenie „mobilný“ diagnostický systém treba v našom prípade brať s rezervou.

DIAGNOSTIKA HYDRODYNAMICKEHO ČERPADLA SPIRAM

Čerpadlo SPIRAM je modelové hydrodynamické čerpadlo, ktoré sa nachádza v laboratóriu katedry hydraulických strojov. Sací a výtlačný rad tohto čerpadla vrátane uzatváracích ventilov je kompletne pripojený k bazénu s vodou. Pohon zabezpečuje jednosmerný elektromotor MF 132 M-T, otáčky sú riadené tyristorovým regulátorom. Na skrini čerpadla sú epoxidovou hmotou nalepené meracie body, ktoré nám umožnia nasadenie snímačov vibrácií. Na Obr. 3 je zobrazený pohľad na upevnenie snímačov a pohľad na celý systém (čerpadlo, elektromotor, potrubie, ventily).

Vo vertikálnom smere bol nasadený akce-



Obr. 4 Časový priebeh efektívnych hodnôt rýchlosti vibrácií – experiment č. 1 – otáčky 1830 [min⁻¹].

lerometer VSA001 a v horizontálnom smere snímač rýchlosti vibrácií VKV021. Otáčky

potreby presnejšej diagnostiky by bolo dobré použiť dva rovnaké akcelerometre pre horizontálny aj vertikálny smer. Nám však dostupnosť prostriedkov túto alternatívu neumožňovala.

Obr. 5 poskytuje vzorku vypočítaného frekvenčného spektra, kde na vodorovnej osi sú frekvencie a zvislá os grafu reprezentuje magnitúdu rýchlosti vibrácií. Softvér VES004 pri analýze spektra poskytuje množstvo pomôcok ako sú meracie kurzory, čiary a podobne. Zvislými fialovými čiarami sú vyznačené celočíselné násobky základnej frekvencie 30,52 [Hz]. Základná frekvencia zodpovedá otáčkam $n=30,52 \cdot 60=1831,2$ [ot/min] a dostatočne presne korešponduje s otáčkami $n=1830$ [ot/min], ktoré sme namerali optoelektrickým snímačom. Vo frekvenčnom spektre sa vyskytujú špičky s nízkou magnitúdou na vyšších frekvenciách a jedna špička s magnitúdou 3,7 [mm/s] na otáčkovej frekvencii, čo môže byť príznakom miernej nevyváženosti obežného kola čerpadla alebo nesúosovosti hnacieho a hnaného hriadeľa.

EXPERIMENTÁLNE MERANIE SO SNÍMAČOM VNBoo1

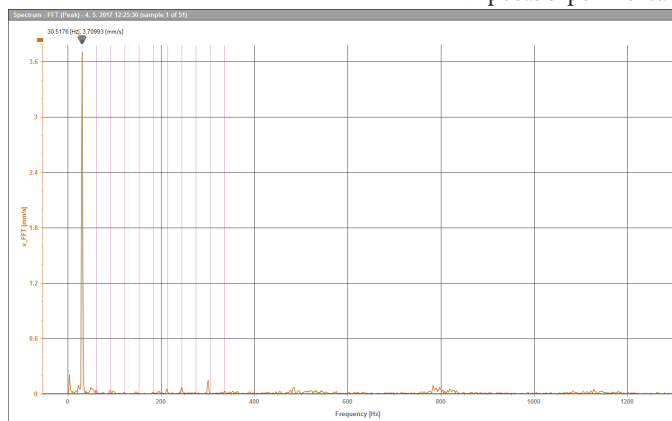
Súčasťou experimentu na hydrodynamickom čerpadle SPIRAM bolo aj odskúšanie inteligentného snímača VNB001. Pre napájanie snímača počas experimentu sme využili možnosť pripo-

jenia prostredníctvom USB kábla (Obr. 6 vľavo). Smer snímania vibrácií je zrejmy z Obr. 6 v strede. Poloha osadeného snímača VNB001 je znázornená na tom istom obrázku vľavo (na strane 11).

V závislosti na nastavenom alarme varovania (warning) a poškodenia (damage) snímač zobrazuje aktuálnu efektívnu hodnotu rýchlosti vibrácií prostredníctvom trojfarebného displeja.

Obr. 7 znázorňuje hodnotu rýchlosti vibrácií pod prahom varovania zelenou farbou (vľavo), hodnotu medzi prahom varovania a poškodenia oranžovou farbou (v strede) a hodnotu nad prahom poškodenia červenou farbou (vpravo).

- pokračovanie na strane 11



Obr. 5 Frekvenčné spektrum rýchlosti vibrácií – experiment č. 1 – otáčky 1830 [min⁻¹].

Z časového záznamu efektívnych hodnôt vibrácií (Obr. 4) je vidieť, že v horizontálnom smere (zelená čiara) bola najvyššia zaznamenaná rýchlosť vibrácií o hodnote približne . Naopak vo vertikálnom smere maximálna zaznamenaná rýchlosť dosiahla hodnotu, a podľa výkladu



Obr. 6 Rôzne pohľady na inteligentný snímač VNB001



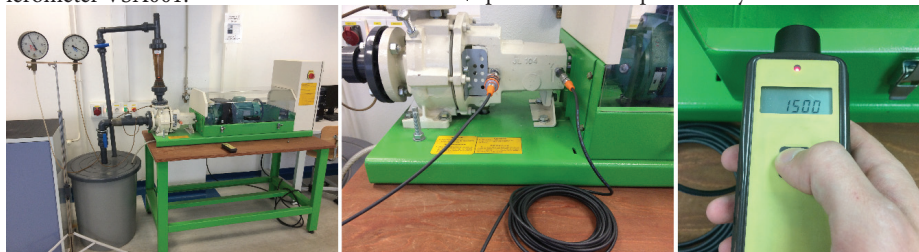
Obr. 7 Tri prípady zobrazenia aktuálnej hodnoty rýchlosti vibrácií

Hodnoty týchto prahov sme nastavili pomocou parametrického softvéru VES004.

Technik obsluhy resp. údržby strojov v priemysle má vďaka displeju k dispozícii okamžitú hodnotu vibrácií a môže tak veľmi rýchlo zasiahnuť do prevádzky stroja. Okrem toho je tu tiež možnosť sledovať tieto hodnoty pomocou parametrického softvéru VES004 nainštalovaného v prenosnom počítači. Ovládanie snímača je veľmi jednoduché, naviac jeho použitie v priemysle môže byť veľmi praktické nakoľko sa jeho parametre nemusia nastavovať softvérom v počítači, ale pomocou nastavovacích tlačidiel.

EXPERIMENTÁLNE MERANIE NA HYDRODYNAMICKOM ČERPADLE KSB

V koordinačnom centre odborného vzdelávania KCOV na strojníckej fakulte je okrem iných strojov a zariadení k dispozícii aj hydrodynamické čerpadlo KSB, ktoré je pripojené k nádrži (viď. Obr. 8 vľavo). Čerpadlo je poháňané trojfázovým elektromotorom a reguláciu otáčok zabezpečuje frekvenčný menič. Ukážku funkčnosti diagnostického monitorovacieho systému IFM efector octavis, ktorý je predmetom tejto diplomovej práce sme demonštrovali vibrodiagnostickým meraním aj na tomto čerpadle. Upevnenie snímačov vibrácií bolo možné iba v horizontálnom smere, pretože v týchto miestach boli už dávnejšie nalepené meracie body pomocou epoxidovej hmoty. V mieste bližšie ku obežnému kolesu čerpadla sme nasadili snímač rýchlosti vibrácií VKV021 a na vzdialenejší merací bod sme uchytili akcelerometer VSA001.



Obr. 8 Systém s čerpadlom KSB (vľavo), upevnenie snímačov na čerpadle (v strede) a optoelektrický snímač otáčok (vpravo).

Po kompletnej zapojení monitorovacieho systému IFM a snímačov sme pristúpili samotnému meraniu. Treba však ešte poznamenať, že medzi elektromotorom a čerpadlom je zaradená prevodovka s konštantným prevodovým pomerom $i = 2$ [—].

Pomocou frekvenčného meniča sme nastavili také otáčky elektromotora, že otáčky za prevodovkou, teda otáčky čerpadla dosahovali hodnotu $n = 1500$ [ot/min]. Túto hodnotu sme namerali optoelektrickým snímačom otáčok (Obr. 8 vpravo). Rovnako ako aj v experimente č. 1 aj v tomto prípade boli namerané údaje exportované zo softvéru vo forme grafov, ktoré sú zobrazené na Obr. 9 a Obr. 10. Pri vyhodnotení tohto experimentu na základe nameraných výsledkov sme zistili, že mohutnosť kmitania skrine čerpadla pri otáčkach $n = 1500$ [ot/min] dosahovala hodnotu $U = 0,74$ [mm/s]. Táto hodnota bola zachytená snímačom VKV021, ktorý bol upevnený v mieste bližšie k obežnému kolesu čerpadla. Logicky sa dá očakávať že v tomto mieste budú vibrácie intenzívnejšie z dôvodu dynamických účinkov prietoku pretekajúcej kvapaliny cez obežné koleso ale aj z dôvodu prípadnej nevyváženosti obežného kolesa v dôsledku nerovnomerného rozloženia hmoty. Podľa ISO 10816 táto hodnota mohutnosti kmitania spadá do pásma vibrácií A, čo znamená že prevádzka čerpadla KSB v takomto technickom stave a pri spomínaných otáčkach je prípustná.

Na Obr. 10 je vykreslená jedna vzorka frekvenčného spektra z merania na čerpadle KSB pri otáčkach $n = 1500$ [ot/min]. Základná (otáčková) frekvencia je vyznačená zvislou čiarou a v tomto prípade je jej hodnota 24,41 [Hz]. Nameraným otáčkám však zodpovedá frekvencia 25 [Hz]. Tento pokles mohol nastať v dôsledku chybného merania otáčok alebo z toho dôvodu, že po meraní sme ventilom vo výtláčnom potrubí zmenili prietok a tým sa zmenila záťaž

ČASOPIS ÚDRŽBA

ÚDRŽBA časopis pracovníkov údržby
Šéfredaktor: doc. Ing. Juraj Grenčík, PhD.
Zástupca šéfredaktora: doc. Ing. Vladimír Stuchlý, PhD.

Redakčná rada:

Ing. Michal Abrahámfy
Ing. Dušan Belko
Ing. Gabriel Dravecký, PhD.
Ing. Katarína Grandová
Ing. Peter Herman
Ing. Vendelín Ľro
prof. Ing. Hana Pačaiová, PhD.
Ing. Marko Rentka
prof. Ing. Peter Zvolenský, CSc.
Ing. Michal Žilka

Adresa redakcie:

K DMT Sjf Žilinská univerzita,
Univerzitná 1, 010 26 Žilina

Inzertné oddelenie:

K DMT Sjf Žilinská univerzita,
Univerzitná 1, 010 26 Žilina

Tel. ústredňa s automatickou predvolbou:

041 513 2551, fax: 041 565 2940

Internet: <http://www.ssu.sk>

e-mail: ssu.kocelova@mail.t-com.sk

REDAKCIA:

Pracovníci redakcie:

doc. Ing. Vladimír Stuchlý, PhD.
doc. Ing. Juraj Grenčík, PhD.

Vedúci čísla: doc. Ing. Vladimír Stuchlý, PhD.

Vydáva: SLOVENSKÁ SPOLOČNOSŤ
ÚDRŽBY, 4 x za rok

Projekt: Katedra obnovy strojov a zariadení ©

Tlač: MIRA Foto & Design Studio,
Dolné Naštice

Registrácia MK SR

Registračné číslo: EV 1196/08

Tematická skupina: B 6

Dátum registrácie: 9. 5. 2001

pre inzerujúcich do časopisu ÚDRŽBA:

titulná strana:	330 €
ďalšie strany obálky:	200 €
inzercia resp.	
reklamný článok v časopise:	166 €

Linky:

<http://www.udrzba.sk/>

<http://www.ssu.sk/>

Strojnícka fakulta Žilinská univerzita

<http://fstroj.uniza.sk/>

Katedra dopravnej a manipulačnej techniky

<http://fstroj.uniza.sk/kdmt/>

Maintenance.sk

<http://www.maintenance.sk>

EFNMS

www.efnms.eu

SLOVENSKÁ SPOLOČNOSŤ ÚDRŽBY

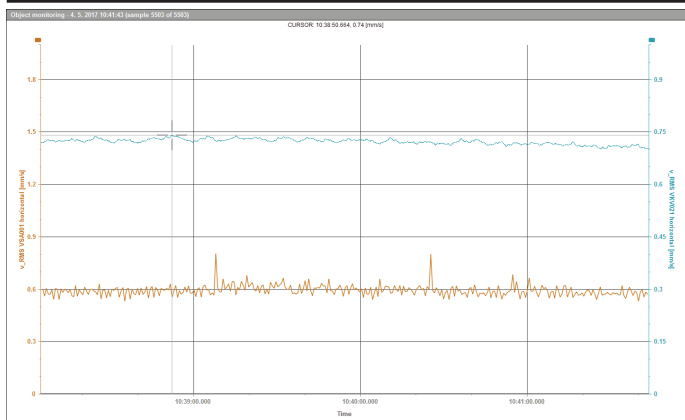
Kocelova 15

815 94 Bratislava

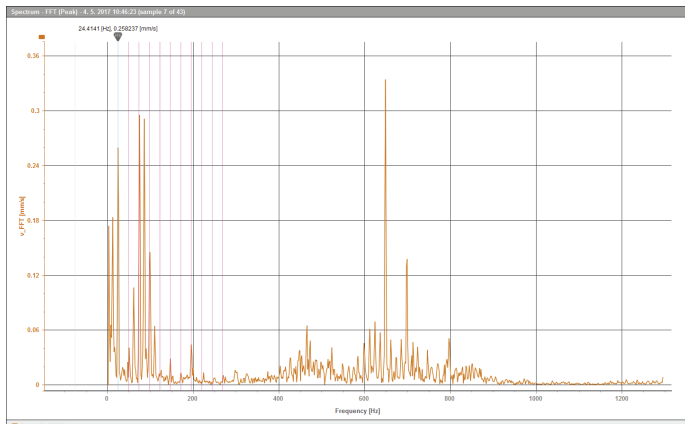
Tel./fax: (+421) 02 55410343

mobil: (+421) 0905 234433

e-mail: ssu.kocelova@mail.t-com.sk



Obr. 9 Priebeh efektívnych hodnôt rýchlosti vibrácií – experiment č. 2 – otáčky 1500 [min⁻¹]

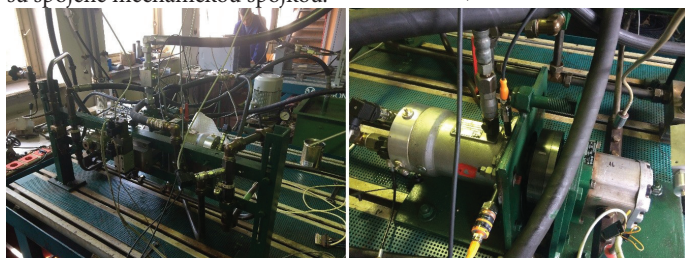


Obr. 10 Frekvenčné spektrum rýchlosti vibrácií – experiment č. 2 – otáčky 1500 [min⁻¹]

napríklad nevyváženosť a nesúosovosť, no ich magnitúdy dosahujú hodnoty iba do 0,3 [mm/s] čo v praxi nepredstavuje žiadne riziko a prevádzka čerpadla je pri týchto parametroch prípustná. V spektre je tiež vidieť zvýšenú magnitúdu v subharmonicknej oblasti na jednej polovici násobku otáčkovej frekvencie, to môže byť príznakom mechanickej vôle, no opäť treba poznamenať, že magnitúda tejto špičky (cca 0,18 [mm/s]) nie je pre prevádzku čerpadla nebezpečná. Ďalej sa v spektre nachádzajú špičky pri 700 [Hz] a 800 [Hz], ktoré môžu súvisieť s charakteristickými ložiskovými frekvenciami. Tieto špičky pravdepodobne indikujú poruchu na niektorom s ložiskových elementov.

EXPERIMENTÁLNE MERANIE NA HYDROSTATICKOM OBVODE

Posledným experimentom bolo diagnostikovanie hydraulického obvodu s axiálnym piestovým hydromotorom. Pohľad na reálne zostavený obvod je na Obr. 11, kde vľavo je ovládacia časť obvodu a vpravo je záber na hydromotor a zubový hydrogenerátor, ktoré sú spojené mechanickou spojkou.



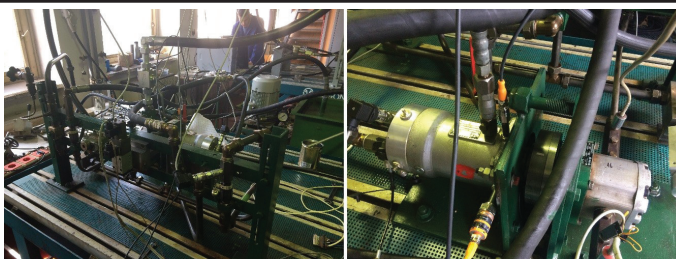
Obr. 11 Ovládacia časť obvodu (vľavo), axiálny piestový hydromotor a zubový hydrogenerátor (vpravo)

Počas diagnostického merania pri 915 [ot/min] bola zaznamenaná maximálna efektívna hodnota v horizontálnom smere na úrovni 1,71 [mm/s] a vo vertikálnom smere 1,52 [mm/s]. Mohutnosť kmitania ako diagnostický parameter podľa ISO10816 spadá do pásma A, čo dovoľuje prevádzku tohto hydromotora bez obmedzení.

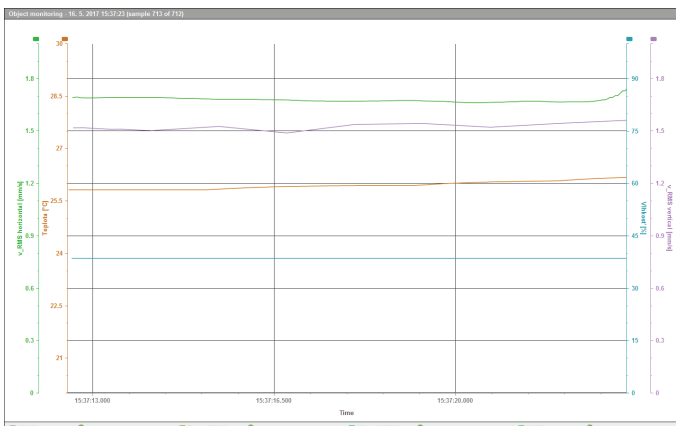
Relatívna vlhkosť hydraulického oleja počas merania pri otáčkach hydromotora $n = 915$ [ot/min] dosiahla hodnotu 38,5 [%]. Teplota kvapaliny pri tomto meraní nadobudla hodnoty v rozsahu od 25,8 [°C] do 26,1 [°C]. Na tomto mieste chceme podotknúť, že cieľom experimentu záznamu teploty a relatívnej vlhkosti nie je samotné meranie, ale zmyslom je overenie použiteľnosti združeného snímača relatívnej vlhkosti a teploty hydraulického oleja. Záverom konštatujeme, že funkčnosť snímača LDH100 je výborná. Tento snímač môže nájsť uplatnenie

pri nasadení v priemyselnom prostredí za účelom monitorovania stavu pracovnej kvapaliny

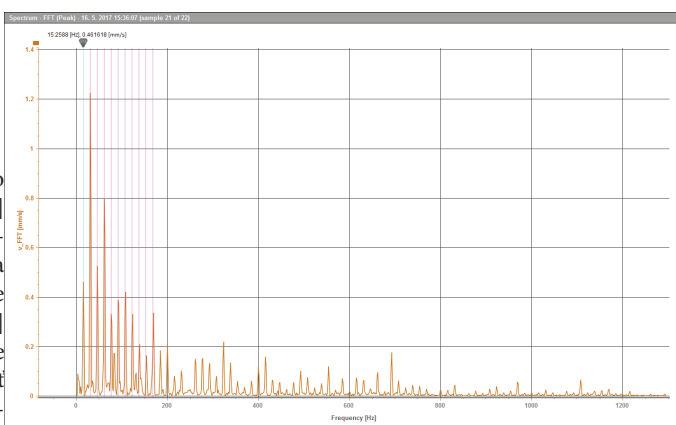
Na Obr. 14 je grafická interpretácia frekvenčného spektra rýchlosti vibrácií skrine hydromotora pri otáčkach 915 [ot/min]. Základná frekvencia, ktorá zodpovedá



Obr. 12 Poloha snímačov vibrácií a snímača teploty a vlhkosti oleja (vpravo)



Obr. 13 Časový záznam meraných veličín – experiment č.3 – meranie pri 923 [min⁻¹]



Obr. 14 Frekvenčné spektrum rýchlosti vibrácií – experiment č.3 – otáčky 923 [min⁻¹]

týmito otáčkam je 15,25 [Hz]. Jej násobky sú v spektre vyznačené zvislými čiarami. Maximálna hodnota magnitúdy je 1,23 [mm/s] a v spektre sa vyskytuje na druhej harmonicknej frekvencii. Konštatujeme, že špičky v spektre môžu byť príznakom miernej nevyváženosti alebo nesúosovosti hriadeľov, no ich hodnoty sú pomerne malé a pre prevádzku nepredstavujú riziko.

Koniec 1. časti. Článok bude pokračovať v časopise ÚDRŽBA č. 1-2/2019.

Autor:

Ing. Jakub Kuboš, Hydraulics Engineer
PALFINGER MARINE
Miletičova 23
821 09 Bratislava
Slovakia
Tel.: +421 917 553 201
E-mail: J.Kubos@palfinger.com
Under:
PALFINGER Tail Lifts s.r.o.
Gogoľova 18
851 01 Bratislava,
Slovakia