

Elektrohydraulický řídicí systém pro regulaci parní turbíny v Jaderné elektrárně Temelín

Elektřina je nejušlechtlejší formou energie jakou jsme schopni v současnosti vyprodukovat. Její výroba je proto důležitým oborem pro nový rozvoj každé země. Neumíme si vůbec představit běžný život bez elektřiny a bohužel si mnohdy tento komfort ani neuvedomujeme. Aby takové pohodlí nebylo nijak narušeno, je zde rozsáhlý komplex zařízení zajišťující

méně rotorů všech tří nízkotlakých částí turbíny, 2 x 1016 MW.

Jak velký výkon turbína dodává, je závislé na vstupním množství a tlaku páry. V případě Temelína se jedná o 1643 kg za sekundu při teplotě 276,31 °C a tlaku 60,67 bar. Uvedené množství proudí do vysokotlaké části turbíny čtyřmi rychlozavíracími a čtyřmi regulačními ventily. Další ar-

na píst válce působí tlak regulační kapaliny z hydraulického agregátu umístěného na strojovně turbíny. Servopohony pro parní turbíny jsou standardní dodávkou naší firmy pro všechny světové výrobce energetických strojů. V případě Temelína se však jedná o vyjimečnou konstrukci z pohledu velikosti, síly pružin a požadovaných komponent.

Pro ovládní rychlozavíracích ventilů/klapek jsou použity servopohony s tzv. dvoupolohovým řízením - otevřeno/zavřeno. Přestavení servopohonů do mlavé polohy, neboli zsvřené polohy ventilů/klapek, je vždy zajištěno silou talířových pružin. Rychlozavírací ventily/klapy slouží především k nouzovému odstavení stroje v kritických situacích anebo v okamžiku plánovaného odstavení celého soustrojí úplným zastavením průtoku páry. Čas, za který musí být ventily uzavřeny, se pohybuje v rozmezí 150 – 200 milisekund. Jejich případné selhání má za následek zvýšení otáček turbíny nad nepřipustnou mez, a v extrémním případě by tak mohlo dojít k destrukci celého turbosoustrojí včetně strojovny. Je tedy zřejmé, jaká důležitost je kladena na spolehlivost a živornost všech komponent. Z tohoto důvodu jsou všechny prvky hydraulického bloku servopohonů zdvojeny.

Regulační ventily a klapky jsou ovládnuty servopohony se spojovým řízením polohy. Jedná se o uzavřenou polohovou smyčku, kde zadaná hodnota polohy ventilů odpovídá určitému výkonu turbíny. Jelikož požadávky na změnu polohy jsou z časového hlediska na úrovni milisekund, jsou zde použity servovenily, které jsou schopny toto kritérium naplnit. Pro největší servopohony klapky jsou v této aplikaci použity třístupňové servovenily NG32 se jmenovitým průtokem 1000 litrů za minutu. Pro zjednodušení - celý tento servopohon včetně pružinové části váží více než 4450 kg.

Vlastní polohová smyčka je zajištěna regulátory typu HNC, společně

s PLC Indracontrol L25, které přímo komunikuje s řídicím systémem elektrárny. Tyto komponenty jsou umístěny ve skříní řízení společně s vi-

signály ze všech snímačů současně a vzájemně je porovnává. Pokud alespoň dva signály ze tří sledovaných se shodují, je vše v pořádku a zařízení



Strojovna TG 1000 MW - v popředí demontovaný vysokotlaký díl

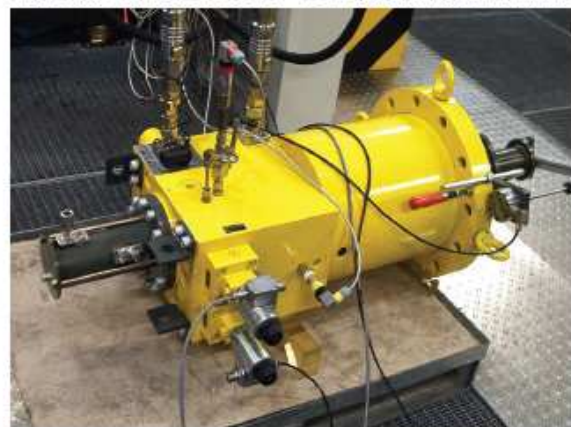
nepřetržitou dodávkou elektrické energie, popřípadě tepla, s vysokým stupněm spolehlivosti.

Srdcem celého komplexu je parní nebo plynová turbína pohánějící generátor, který dodává do rozvodné sítě potřebné množství elektřiny.

Naši firmě se podařilo získat kontrakt na rekonstrukci hydraulického systému pro regulaci turbin prvních dvou bloků v Jaderné elektrárně Temelín. Toto zařízení je specifické nejenom tím, že je největším zdrojem svého druhu v ČR, ale je také jedinečným. Jmenovitý výkon bude po vý-

manury jsou umístěny na vstupu do tří nízkotlakých částí, kde je umístěno 6 rychlozavíracích a 6 regulačních klapek. Regulační ventily a klapky mají za úkol pustit do turbíny takové množství a tlak páry, aby bylo dosaženo předem nastaveného výkonu při konstantních otáčkách rotoru turbíny/generátoru.

Regulační i rychlozavírací ventily/klapy jsou ovládnuty právě servopohony Bosch Rexroth. Servopohony jsou hydraulické válce s integrovaným řídicím blokem osazeným hydraulickými rozváděči a servovenily.



Servopohon vysokotlakého rychlozavíracího ventilu

zvažacími modulem pro přehledné zjištění stavu všech sledovaných parametrů.

Jak již bylo zmíněno, zdroj tlakové regulační kapaliny je hydraulický agregát v redundantním provedení. Jsou zde dvě nezávislé tlakové větve s vlastním elektromotorem, čerpadlem, filtrací a dalšími prvky nutnými pro bezpečný provoz. Za normálních provozních podmínek je v činnosti vždy jen jedna tlaková větev a druhá slouží jako záloha. Agregát je také vybaven akumulátory pro pokrytí náhle spotřeby kapaliny v případě, že čerpadlo ji nestačí pokrýt svým výkonem.

Monitorované veličiny jako jsou tlak, teplota nebo hladina kapaliny je zajištěno pomocí trojice snímačů pro tvůrby dvou ze tří signálů. Řídicí systém současně vyhodnocuje výstupní

může pracovat bez omezení, jakmile však dojde k poruše na dvou snímačích, systém tuto situaci vyhodnotí jako nebezpečnou a turbínu odstavi.

Pro snížení rizika požáru se nepoužil běžný minerální olej, ale těžkozátavná kapalina s vysokou teplotou samovznícení i hoření.

Není žádným překvapením, že v jaderné elektrárně je kladen maximální důraz především na bezpečnost a spolehlivost instalovaných zařízení. Tuto skutečnost si plně uvědomujeme, proto jsou všechny klíčové části naší dodávky předem testovány tak, abychom se maximálně přiblížili provozním podmínkám.

Fyzická realizace díla proběhne ve dvou etapách, tj. pro první blok v roce 2014 a pro druhý blok o rok později. ■

www.boschrexroth.cz

Diagnostika pohonné jednotky vrtulníku

Letectví patří k velmi konzervativním oborům. Velký důraz je kladen na dlouhodobou spolehlivost používaných zařízení a vyžaduje se pečlivě ověřované nové zaváděcí technologie. Výjmkou nebylo ani zavádění prediktivních metod, tj. plánování oprav podle skutečného stavu stroje. Zatímco v průmyslu se objevily nové trendy už v průběhu osmdesátých let minulého století, pro oblast letecké techniky byla ještě dlouho základní metodou údržba podle časového plánu. Ta má však dvě základní nevýhody - není příliš ekonomická (vyměňují se i díly objektivně dosud neopotrebené) a není úplně bezpečná (neumožňuje reagovat na dynamické příčiny poruch rychle se rozvíjejících v čase).

Výrobci letadel reagovali postupným doplňováním časového plánu měřicími metodami ověřujícími skutečný stav pevných částí stroje, jako je např. zjišťování poruch a deformací pevnostních dílů draku. Opotřebení pohonné jednotky je však poněkud odlišné. Daleko častěji zde působí jevy, které nelze statisticky předpokládat, např. vlivy materiálové změny při přetížení, krátkodobé překročení výkonových parametrů, nečekané rázy při přistávání, abraze motorových částí polepování pískem, nebo i takové zdánlivě okrajové jevy jako střetnutí s leticím ptákem.

Konec dvacátého století přinesl výrazný tlak na ekonomizaci leteckého provozu, takže i armádní letectvo muselo hledat metody úspor nákladů na opravy. Také mezi výrobci motorů se rozpoutal tvrdý konkurenční boj - počet leteckých hodin mezi dvěma generálními opravami se stal klíčovým kvalitativním parametrem a mnozí výrobci začali nabízet jeho zvýšení při podmínce současně aplikace trvalé kontroly stavu motoru měřením. Jednalo se především o systémy měření vibrací se signalizací okamžitého zhoršení stavu a záznamem hodnot.

Cílem měření vibrací je sledování změny technického stavu stroje - neočekávaných či

neobvyklých stavů, které mohou s určitou pravděpodobností nastat. Příkladem může být proudový motor, který je pevně vyroben a vyvážen, u kterého však může dojít k prudkému zhoršení funkce v okamžiku, kdy se



do jeho vnitřku dostane např. tuhý předmět. S touto skutečností dopředu nemůže počítat žádný plán údržby. Přesto takový jev, zvláště u bojových strojů, nemusí mít nízkou pravděpodobnost výskytu.

Významným rysem měření vibrací je, že jde o metodu rozvíjenou a prakticky využívanou téměř 50 let ke zjišťování poruch převodových soukolí a ložisek. Prostor pro moderni-

zaci spočívá ve využití vyšších složek spektra mechanického kmitání. Patří sem především akustická emise (AE) poskytující specifické informace o stavech opotřebení valivých ploch ložisek a rotujících částí převodovky nebo o jejich nedostatečném či nesprávném mazání. Metoda AE je totiž citlivější při detekci ztrát mechanické integrity - emisní signály vznikají na mikroskopické úrovni jako náhle uvolnění energie uvnitř nebo na povrchu materiálu. Hlavní nevýhodou AE může být vyšší útlum při šíření vysokofrekvenčních elastických vln na delší vzdálenosti a v různých materiálech.

Díky moderním výpočtovým metodám stárnutí draku se prodlužují délky provozu letounů (např. u letounu L 39 uplynulo již čtyřicet let od prvního vzletu a možnost dalšího provozu se odhaduje na 10-15let). Páteři měřicích a kontrolních systémů letounů jsou tak často zařízení konstrukčně vyvinutá v době jeho vývoje, a to může být před třiceti a více lety. Technicky i morálně zastaralé systémy kontroly a diagnostiky přinášejí zásadní omezení v možnosti aplikace prediktivních metod. Také letový personál nemá často potřebnou jistotu spolehlivosti zařízení při vyhodnocování kritických situací.

Modernizace systémů měření a diagnostiky nalezneme od konce osmdesátých let, také u výrobců a provozovatelů vrtulníků. V USA například od roku 2000 probíhá souběžně několik programů sledujících nové metody a modely pro určování stavu stroje za letu i příčiny kritických provozních stavů. Dva základní směry jsou označovány jako:

a) HUMS - Health and usage monitoring systém je zaměřený především na zpracování aktuálních informací o stavu stroje on-line už během letu a následně v předletové přípravě. Vedle vibrací je pozornost věnována také opotřebení draku a strukturálním změnám kritických uzlů stroje. HUMS je směrován do oblasti provozně vyřizovaných strojů. Odpovídá

tomu i první operační nasazení ve vrtulníkove službě obsluhy ropných plošin v Severním moři.

b) VMPE - Vibration Management Enhancement Program je určen především jako podpora armádních opravárenských služeb. Větší důraz je kladen na sledování vibrací rotoru a vibrací jednotlivých částí pohonné jednotky. Opotřebení draku a strukturální změny nejsou pro armádu klíčové především z důvodu menšího hodinového nálehu stroje. Systém VMPE má posádku poskytovat více minimalizované, ale zato vysoce spolehlivé údaje pro rychlé rozhodování za letu. Ostatní je v rukou pozemních opravárenských služeb.

Zavádění diagnostických prediktivních metod je vždy výrazně interdisciplinární záležitostí. Rozhodující složkou systému je totiž báze znalostí, tj. propojení mezi modely a metodami vyhodnocování a zkušenostmi z opravářské a provozní praxe. Správné využití systému a ekonomicky nutná limitace počtu čidel proto vyžadují dlouhodobá provozní měření a ověřování míst vhodných pro trvalé měření.

Akciová společnost AURA ve spolupráci s LOM Praha s. p. a Ústavem termomechaniky AV zahájila v roce 2010, s podporou programu TIP (Ministerstvo průmyslu a obchodu ČR), vývoj zařízení a metodik určených pro pohonnou jednotku vrtulníků řady Mi. Jde o program s aplikacím výstupem omezující se na měření vibrací a akustické emise motoru a převodovky. Cílem je jednoduše náhrada původní měřicí jednotky vibrací z 60. let. Moderní jednotka MLM zajišťuje spolehlivost informací pro posádku a je vhodná především pro prediktivní údržbu. Součástí projektu je také metodika vyhodnocování měřených hodnot a jejich využití pro údržbu a pozemní přípravu vrtulníku. Projekt je ve fázi letového ověřování prototypu a již v roce 2013 by se nová zařízení měla aktivně využívat.

AURA a.s. se účastní v rámci klastru ATOMEX GROUP Mezinárodního strojírenského veletrhu v Brně. Srděcně vás zveme do pavilónu Z, na stánek č. 042. ■

Ing. Petr Bašík, AURA a. s.

Tento projekt je realizován za finanční podpory z prostředků státního rozpočtu prostřednictvím Ministerstva průmyslu a obchodu.