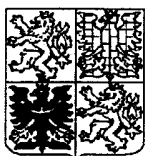


PATENTOVÝ SPIS

(11) Číslo dokumentu:

288 862

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **1996 - 177**

(22) Přihlášeno: **11.07.1994**

(30) Právo přednosti:

20.07.1993 EP 1993/93111618

(40) Zveřejněno: **17.12.1997**

(Věstník č. 12/1997)

(47) Uděleno: **19.07.2001**

(24) Oznámeno udělení ve Věstníku: **12.09.2001**

(Věstník č. 9/2001)

(86) PCT číslo: **PCT/EP94/02258**

(87) PCT číslo zveřejnění: **WO 95/03530**

(13) Druh dokumentu: **B6**

(51) Int. Cl.⁷:

G 01 H 1/00

(73) Majitel patentu:

**SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT, München,
DE;**

(72) Původce vynálezu:

**Böres Hans Jochen, Mülheim an der Ruhr, DE;
Gloger Meinrad, Mülheim an der Ruhr, DE;
Jung Michael, Essen, DE;**

(74) Zástupce:

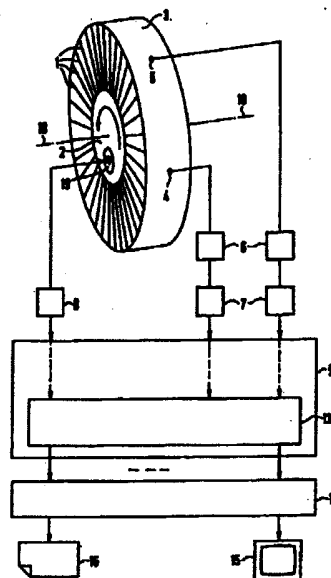
Čermák Karel Dr., Národní 32, Praha 1, 11000;

(54) Název vynálezu:

**Monitorovací systém pro znázorňování stavů
kmitů více lopatek na otáčejícím se oběžném
kole**

(57) Anotace:

Zařízení obsahuje nejméně jeden snímač (4, 5) přiřazený oběžnému kolu (2), který je spojen s příslušným vysílačem (7) impulzů, který dodává impulzy snímače (4, 5), které označují okamžik, ke kterému snímač (4, 5) mívá lopatku (1), vysílač (8) značek, který vysílá značkovací impulzy, jestliže se oběžné kolo (2) nachází v určité nulové poloze a vyhodnocovací zařízení (9). Toto má přiřazovací modul (10), který každý impulz snímače (4, 5) s ohledem na značkovací impulzy, přiřadí té lopatce (1), která ho při míjení snímače (4, 5) způsobila a který z přiřazených impulzů snímače stanovuje údaje o kmitech, které charakterizují stavy kmitů lopatky (1), jakož i paměťový modul (12), který ovládá pracovní paměť (13), kterému jsou přiváděny údaje o kmitech a které ukládá do pracovní paměti (13). Kromě toho má monitorovací systém zobrazovací zařízení (14), kterým jsou odvolatelné údaje o kmitech z pracovní paměti (13) a jsou znázornitelné nejméně na jednom znázorňovacím médiu (15, 16).



Monitorovací systém pro znázorňování stavů kmitů více lopatek na otáčejícím se oběžném kole

5 Oblast techniky

Vynález se týká monitorovacího systému pro znázorňování stavů kmitů více lopatek na otáčejícím se oběžném kole, s místně pevným snímacím zařízením s nejméně jedním snímačem, přiřazeným oběžnému kolu a s ním spojeným vysílačem impulzů, kterýžto vysílač impulzů slouží pro vytváření impulzů snímače, kterýžto impulz snímače určuje časový okamžik, ke kterému snímač mívá lopatku, s vysílačem značek přiřazených oběžnému kolu pro vytváření značkovacích impulzů, jestliže se oběžné kolo nachází v určité nulové poloze, s vyhodnocovacím zařízením s přiřazovacím modulem, kterému jsou přiváděny impulzy snímače a značkovací impulzy a který slouží k přiřazení každého impulzu snímače, při současném respektování značkovacích impulzů, té lopatce, která ho způsobila a k přeměně impulzů snímače každé lopatky v údaje o kmitech, které charakterizují stav kmitů lopatky, se zobrazovacím zařízením se znázorňovacím médiem pro znázorňování dat o kmitech.

20 Dosavadní stav techniky

Takovýto monitorovací systém je znám z pojednání „Bezdotyková měřicí technika lopatkových kmitů“ od M. Glogera, zpráva z VGB—odborné konference „Parní turbíny a provoz parních turbín“ 1990, 13. 12. 1990 v Essenu, str. 4.1 až 4.11. Celý obsah tohoto pojednání je obsažen v popisu.

Systémy pro prokazování kmitů lopatek turbín jsou dále známy z US patentu 4 934 192 a z EP patentu 0 327 865 A2. Podle prvně uvedeného dokumentu se především prokazují axiální kmity turbínové lopatky, tj. kmity kolmo k rovině, ve které obíhá turbínová lopatka umístěná na otáčejícím se oběžném kole, prostřednictvím dvou axiálně navzájem za sebou uspořádaných snímačů. Prokázání tangenciálních kmitů, tedy kmitů v rovině, ve které turbínová lopatka obíhá, je možné přidavně. Snímači získané naměřené hodnoty se vyhodnocují, případně znázorní na diagramu a přezkouší se, zdali nejsou popudem pro vyvolání poplachu. Podle druhého dokumentu se získaná data ze vhodných snímačů o kmitech turbínové lopatky posuzují jako doklad kumulované únavy materiálu turbínové lopatky v důsledku kmitů.

US patent 4 603 699 se týká systému pro zachycování, vyhodnocování a znázorňování údajů, ovšem nikoliv ve spojení s elektrárnami, nýbrž ve spojení s pozorováním zemětřesení.

Úvahy pro dimenzování lopatek, zejména lopatek pro nízkotlaké parní turbíny, jsou uvedeny v pojednání „Advance LP Turbine Blading – A Reliable And Highly Efficient Design“, uvedené v roce 1992 na „1992 International Joint Power Generation Conference“ v Atlantě, Georgia/USA a v tištěné formě to bylo zveřejněno ASME Power Division. V tomto pojednání je také uveden monitorovací systém v úvodu uvedeného druhu pro znázorňování stavů kmitů více lopatek.

Všechny dosavadní monitorovací systémy, uvedené v úvodu a v citovaných dokumentech stavu techniky jsou vhodné pro příležitostné přezkušování lopatek v turbostrojích, jako v turbínách a turbokompresorech. Pro průběžnou kontrolu turbostroje během jeho normálního provozu vhodné nejsou. V důsledku toho nepřicházejí tyto monitorovací systémy v úvahu pro prokazování zvýšeného namáhání lopatek, které může při určitých provozních stavech nastat. V důsledku geometrie lopatek a struktur, které lopatky nesou, důležitých pro vytváření kmitů, lze jen s těžší předem určit důležité údaje s dostatečnou přesností. Zejména tehdy, jestliže se příležitostně vyskytnou provozní podmínky, které se odlišují od provozních podmínek, pro které byly lopatky dimenzovány, nemůže se nikdy vyloučit, že se na lopatkách vyskytnou kmity se zvýšenou amplitudou, které za určitých okolností mohou být velmi závažné.

Úkolem vynálezu je vytvořit monitorovací systém pro znázorňování stavů kmitů více lopatek na otáčejícím se oběžném kole, který by dovoľoval průběžné znázorňování stavů kmitů a který by výhodně mohl indikovat zvýšené namáhání lopatek kmity tak včasné, že by se provozní stavy, vyvolávající kmity, mohly ukončit dříve, nežli by nastalo ovlivňování lopatek, zejména pokud se týká jejich životnosti. Takovýto monitorovací systém má být vhodný zejména pro průběžnou kontrolu lopatek. Také má výhodně pro každou lopatku znázorňovat stále důležité údaje o kmitech.

10

Podstata vynálezu

Úkolem vynálezu je zejména znázorňování stavů kmitů lopatek, které se vyskytnou během normálního provozu turbostroje a které podle dimenzování způsobují při určitých provozních stavech nebo při každém provozním stavu podstatná zatížení lopatek.

Pro řešení tohoto úkolu obsahuje monitorovací systém pro znázorňování stavů kmitů více lopatek na otáčejícím se oběžném kole podle vynálezu místně pevné snímací zařízení s nejméně jedním snímačem, přiřazeným oběžnému kolu, a s ním spojený vysílač impulzů, kterýžto vysílač impulzů slouží pro vytváření impulzů snímače a impulz snímače určuje časový okamžik, ke kterému snímač má lopatku, vysílač značek přiřazených oběžnému kolu pro vytváření značkovacích impulzů, jestliže se oběžné kolo nachází v určité nulové poloze, vyhodnocovací zařízení s přiřazeným modulem, kterému jsou přiváděny impulzy snímače a značkovací impulzy, a který slouží k přiřazování každého impulzu snímače, při současném respektování značkovacích impulzů, té lopatce, která ho způsobila a k přeměně impulzů snímače každé lopatky v údaje o kmitech, které charakterizují stav kmitů každé lopatky, zobrazovací zařízení se znázorňovacím médiem pro znázorňování dat o kmitech.

Podstatou vynálezu pak je, že vyhodnocovací zařízení obsahuje paměťový modul a pracovní paměť, ovládanou paměťovým modulem, do které jsou ukládány pro každou lopatku časově za sebou následující údaje o kmitech, a ze které jsou odvolatelné údaje o kmitech znázorňovacím zařízením, přičemž paměťovému modulu jsou přivoditelná data kmitů pro všechny lopatky po ukládání do pracovní paměti a při přivedení nových údajů o kmitech jsou již zapamatované údaje o kmitech na způsob posuvného registru posouvány, příp. měněny.

35

K různým součástem monitorovacího systému se pak uvádí, že pod pojmem vysílač impulzů, který je přiřazen snímači ve snímacím zařízení, je třeba rozumět zařízení, potřebné pro provoz každého snímače a pro spojení snímače s dalšími zařízeními. Bez omezujícího účinku vynálezu budiž jako příklady uvedeny zesilovače, tvarovače impulzů, elektroakustické převodníky a podobně. Podstatnou funkcí vysílače impulzů je příprava signálu, vysílaného snímačem, do tvaru a intenzity potřebné pro další zpracování.

Pod pojmem vysílač značek je třeba rozumět takové zařízení, které dalekosáhle nezávisle na stavech kmitů lopatek vysílá sled impulzů, totiž sled značkovacích impulzů, který je synchronní, nebo alespoň synchronizovatelný s otáčením oběžného kola a který dovoľuje v důsledku toho z časové polohy impulzu snímače vzhledem ke značkovacímu impulzu učinit závěr v tom smyslu, kterou lopatkou byl impulz snímače vyvolán. K tomuto problému se odkazuje na uvedený stav techniky.

K funkci převodu impulzů snímače v údaje o kmitech přiřazovacím modulem budiž poznamenáno, že tento převod může znamenat jakoukoliv transformaci impulzů snímače. Přicházejí zde v úvahu kterékoliv samy o sobě známé a podle provedení monitorovacího systému potřebné analogo-digitální převody, zesílení a/nebo tvarování impulzů. Impulzy snímače samotné představují již samozřejmě signály, které charakterizují stav kmitů lopatek a tím, případně po analogo-digitálním převodu představují údaje o kmitech. Přicházejí také v úvahu komplexnější

tvary převodu, zejména převody, které vyžadují aritmetické operace s impulzy snímače, které byly již případně předtím upraveny. Budiž zde poukázáno na dále uvedený příklad.

5 Také znázorňování údajů o kmitech zobrazovacím zařízením může být spojeno podle požadavku s operacemi počítače na údajích o kmitech odebraných z pracovní paměti. Není v žádném případě
10 potřebné, aby se údaje o kmitech ukládaly do paměti ve tvaru použitelném bezprostředně pro znázornění a aby tudíž před jejich znázorněním nepotřebovaly přepracování. Odpovídající opatření je třeba v každém případě zahrnout do procesu znázornění. Pod pojem „znázornění“ spadá také úprava údajů o datech pro další analýzu, zejména v rámci diagnostického systému pro
15 včasné rozpoznání škod. Takováto úprava může spočívat zejména ve výběru údajů o kmitech podle určitých kritérií a ve vytváření signálů, které symbolizují výroky pokud se týká údajů o kmitech.

15 V monitorovacím systému podle vynálezu se provádí zpracování impulzů snímače a značkovacích impulzů, které je uzpůsobeno pro velký počet takovýchto impulzů snímače a značkovacích impulzů, vyskytujících se za jednotku času, jak se vyskytují při provozní kontrole obvyklého turbostroje, např. nízkotlaké parní turbíny v elektrárně. Oběžné kolo nízkotlaké parní
20 turbíny v elektrárně má obvykle něco mezi 50 a 100 lopatek a otáčí se v normálním provozu otáčkami 1500, 1800, 3000 nebo 3600 otáček za minutu, vždy podle frekvence proudové napájecí sítě, do které elektrárna dodává energii a podle toho, zdali má generátor, zařazený za parní turbínu, čtyři nebo dva rotující magnetické póly. Od každého snímače oběžného kola přicházejí
25 v důsledku toho impulzy snímače s frekvencí více kilohertzů, což vyžaduje jak velmi rychlé zpracování, tak také zvláštní způsob ukládání do paměti a vyhodnocování impulzů snímače, příp. z těchto impulzů snímače získatelné údaje o kmitech, charakterizujících stavy kmitů lopatek.

25 Monitorovacím systémem se získávají údaje o stavech kmitů lopatek vyhodnocením časového sledu impulzů, přičemž každý impulz má časový průběh, který v podstatě odpovídá předem zadané normě. V důsledku toho je výhodné v časovém průběhu komplexních impulzů, které se
30 bezprostředně odebírají od snímače, vytvářet impulzy snímače, které odpovídají předem volitelné normě. Normy, které přicházejí v úvahu, jsou například TTL-norma a ECL-norma. Další vyhodnocování impulzů snímače je třeba zaměřit zejména na jejich přiřazení jednotlivým lopatkám, které se zjišťuje z jejich vztahu ke značkovacím impulzům a na vzájemné časové
35 vztahy mezi impulzy snímače, přiřazené jedné lopatce turbíny. Z těchto vzájemných vztahů je možno usuzovat na stav kmitů jedné lopatky. Stav kmitů lopatky se příslušným impulzům snímače namoduluje na způsob pulzní fázové modulace. V souladu s tím dojde ke zjišťování
40 veličin, které bezprostředně charakterizují stav kmitů a jsou dalekosáhle nezávislé na otočném pohybu lopatky a tím podmíněnému druhu impulzů snímače. Dále přicházejí v úvahu všechny myslitelné způsoby pro demodulaci signálu, kterému byly informace vnuceny pulzní fázovou modulací.

40 Pracovní paměť, nebo jiná, zejména paměť přiřazená zobrazovacímu zařízení, je výhodně dimenzovaná tak, že při normálním provozu, jestliže se tedy oběžné kolo otáčí obvykle 1500, 1800, 3000 nebo 3600 otáčkami za minutu, může zapamatovat pro dobu více než 10 sekund, výhodně 20 sekund, všechny vznikající údaje o kmitočtech. Zejména výhodné je ukládání do
45 paměti všech údajů o kmitech, vznikajících v době až jedné minuty, přičemž takovéto ukládání do paměti může být případně uděláno závislým na určitých kritériích, například na varovném, resp. poplašném signálu, který by se vyslal v dalším podrobně popsáním zkušebním modulem, spojeným s monitorovacím systémem. V normálním provozu se jako dostačující považuje ukládání do paměti údajů o kmitech po dobu 20 sekund. Přitom je ovšem výhodné, aby při
50 kritickém provozu byla možnost ukládání do paměti po delší dobu, zejména až jednu minutu.

55 Snímací zařízení má výhodně dva snímače přiřazené oběžnému kolu, umístěné vzájemně od sebe vzdáleně po obvodu oběžného kola. Pro každou lopatku se každý údaj o kmitech vypočítává z časového rozdílu mezi přiřazeným signálem snímače od druhého snímače. Měřicí zařízení dvou snímačů dodává jako údaj o kmitech časový rozdíl, který je součtem z konstantního podílu, který

je dán otáčkami a průměrem oběžného kola s lopatkami, a odpovídá tangenciální vzdálenosti mezi snímači a hodnotě, která může být různá od nuly jen tehdy, jestliže lopatka provede kmit. Je samozřejmé, že ne každý možný kmit lopatky dodává signál, prokazatelný měřicím uspořádáním dvou snímačů. Avšak kmity lopatek, které se vytvářejí ve směru po obvodu oběžného kola, jsou prokazatelné alespoň tehdy, jestliže jejich frekvence neodpovídá otáčkové frekvenci oběžného kola nebo není celočíselným násobkem této otáčkové frekvence. Hodnota shora definovaná měřicí metodou dvou snímačů odpovídá přibližně dráze, kterou urazí vrchol kmitající lopatky v referenčním systému, otáčejícím se spolu s oběžným kolem mezi prvním snímačem a druhým snímačem. Na tomto místě nebude podrobně vysvětlováno vyhodnocování impulzů snímače v rámci měřicí metody dvou snímačů a je odkazováno na již zmíněné pojednání „Bezdotyková měřicí technika kmitů lopatky“.

Jako snímače se používají zejména elektromagnetické snímače. Takovéto elektromagnetické snímače jsou například zabudovatelné do krytu turbostroje tím způsobem, že se vrcholy všech lopatek na oběžném kole snímači navzájem za sebou přibližují a opět vzdalují až na krátkou vzdálenost, když se oběžné kolo otáčí. Lopatka, jejíž vrchol se nachází v blízkosti snímače, modifikuje magnetické pole, vycházející z magnetu ve snímači a indukuje tak elektrický impulz je přirozeně dvoupólový, neboť v tomto impulzu se vyskytují za sebou obě možné elektrické polarity. Průchod nulou impulzu, tj. časový okamžik, ve kterém se mění polarita, je výhodným kritériem pro vyslání normovaného impulzu snímače v některém vysílači impulzů, zařazeným za snímačem.

Pracovní paměť je výhodně dimenzovaná tak velká, aby mohla zapamatovat všechny údaje o kmitech za dobu, ve které oběžné kolo provede nejméně 100 otáček. Tak je zajištěno, že souhrn údajů, který je k dispozici v pracovní paměti, poskytne stále jasný a úplný obraz o stavu kmitů kontrolovaných lopatek.

Monitorovací systém má výhodně vyhodnocovací zařízení, doplněné o zkušební modul, přičemž zkušební modul přezkoumá údaje o kmitech, uložené v pracovní paměti podle nejméně jednoho zkušební kritéria a zobrazovacímu zařízení vyše odpovídající varovný signál tehdy, jestliže najde údaje o kmitech, které zkušebnímu kritériu nevyhovují. Takovýto zkušební modul slouží zejména k tomu, aby se rozpoznalo zvýšené zatížení lopatek kmity a to výhodně tak včas, aby nemohlo dojít ke změně provozního stavu lopatek, tedy dříve nežli dojde k jejich ovlivnění. Zejména výhodně lze zkušební kritérium zkušební modulu formulovat tak, že se varovný signál vytvoří již tehdy, nežli nastanou takové stavy kmitů, které by mohly ovlivnit životnost lopatek. Pro případ, že před možností změny nebezpečného stavu kmitů mělo nastat zatížení, ovlivňující životnost odpovídající lopatky, může se pro každou lopatku zjišťovat a znázornit ztráta životnosti případně s přídatným varovným signálem, jestliže v průběhu doby dosáhnou akumulované ztráty životnosti takové hodnoty, která se blíží k velikosti životnosti lopatky, a která tak zpochybňuje životnost lopatky.

Reakce zobrazovacího zařízení na varovný signál od zkušební modulu probíhá výhodně tak, že z pracovní paměti se odebere více údajů o kmitech včetně údajů o kmitech, které nesplňují zkušební kritérium a znázorní se výhodně společně s varovným signálem. Případně je možné přídatné vyhodnocení varovného signálu a údajů o kmitech, které toto způsobují, především s ohledem na možné zkrácení životnosti, případně jinak řečeno, vzrůst únavy materiálu lopatky. Takovéto vyhodnocení se může provádět jak ve vyhodnocovacím zařízení, tak i v zobrazovacím zařízení.

Odebírání údajů o kmitech z paměti zobrazovacím zařízením se provádí výhodně vždy pro dobu větší nežli 10 vteřin, zejména asi 20 vteřin. Takto je zobrazovací zařízení k dispozici pro každý varovný signál ke znázornění a případně pro další analýzy velkého množství údajů o stavu kmitů, způsobujících varovný signál, což může prohloubit a podpořit prošetřování stavu o kmitech.

Jako zkušební kritéria přicházejí v úvahu rozmanitá, podle okolností také komplexní kritéria. Tak se mohou prošetřovat vícečíselné, časově navzájem za sebou následující údaje o kmitech v kombinovaném tvaru, například ve tvaru střední hodnoty, takže zatížení lopatek kmitu se zjišťuje prostřednictvím velkého počtu otáček oběžného kola. Pro zkoušku, zdali se vyskytují škodlivé kmity, může se porovnávat střední hodnota s hodnou mezní hodnotou. Pro získání výroků, které se vztahují na celé oběžné kolo nebo větší úsek oběžného kola, mohou se vyhodnocovat údaje o kmitech všech lopatek společně nebo údaje o kmitech určitého počtu otáček. Je samozřejmé, že je také možné zkoušení údajů o kmitech pro každou jednotlivou lopatku. Zdali se zkoušení provede nebo ne, může se případně učinit závislým na dalších kritériích. Pokud jsou k dispozici vhodná snímací zařízení, například snímací zařízení s měřicím uspořádáním dvou snímačů, je kromě důkazu o stavu kmitů jednotlivé lopatky také možný důkaz o takzvaném kmitu systému, tj. kmitu celého uspořádání tvořeného oběžným kolem a lopatkami. Také pro tento účel lze vytvořit vhodná zkušební kritéria. Varovné signály a varování mohou být vytvořena v souladu s jejich významem. Varování může mít, podle významu příslušného zkušebního kritéria, povahu mezi jednoduchým konstatováním a mezi bezpodmínečným požadavkem okamžitě ukončit provozní stav, vedoucí ke kmitům.

Monitorovací systém lze zejména výhodně dimenzovat pro znázorňování stavů o kmitech lopatek na více oběžných kolech v jednom turbostroji, nebo ve více turbostrojích. Takto vytvořený monitorovací systém umožňuje úplnou kontrolu zařízení s jedním turbostroje, který má lopatky, které by mohly být ohroženy kmity. Takovýto monitorovací systém umožňuje také výhodně znázorňovat stavy kmitů každé lopatky na oběžném kole, příp. oběžných kolech.

Monitorovací systém jakéhokoliv vytvoření je vhodný pro diagnostikování turbostroje, přičemž během provozu turbostroje údaje o kmitech, především lopatek turbostroje jsou pohotově ke znázornění v pracovní paměti. Zvláštní význam má toto u parní turbíny, zejména parní turbíny na sytou páru. V takovýchto parních turbínách na sytou, které jsou používány v turboblocích jako nízkotlaké turbíny, jsou lopatky relativně dlouhé a dosahují v koncových stupních délky jeden metr a více. Pro takovéto lopatky pak již kmitu tlumící konstrukční části, jako například pásy krytu, nepřicházejí v úvahu, takže se na těchto lopatkách kmitu s oblibou a ve velkém rozsahu vyskytují. Speciálně kontrola těchto lopatek je tudíž v rámci diagnózy, která se výhodně provádí na celém turbobloku a všech zařízeních, která jsou s turboblokem spojena, zejména velkého významu.

35 Přehled obrázků na výkresech

Příklady provedení monitorovacího systému budou nyní objasněny pomocí výkresů.

40 Obr. 1 ukazuje oběžné kolo turbíny s turbínovými lopatkami a snímacím zařízením a vyhodnocovací zařízení vedle zobrazovacího zařízení.

Obr. 2 ukazuje vyhodnocovací zařízení vedle zobrazovacího zařízení pro monitorovací systém v rámci zvláštního vytvoření.

45

Příklady provedení vynálezu

Obr. 1 ukazuje část turbostroje 3, zejména oběžné kolo 2, na kterém jsou upevněny lopatky 1, které jsou symbolicky znázorněny radiálními čarami. Oběžné kolo 2 je s lopatkami 1 otočné kolem osy 18 ve směru ohnuté šipky. Pro prokazování stavů kmitů lopatek 1 je turbostroj 3 opatřen snímacím zařízením, zahrnujícím první snímač 4 a druhý snímač 5, přičemž oba snímače jsou symbolicky znázorněny černými body. Těmto snímačům 4, 5 jsou přiřazeny zesilovače 6 a vysílač 7 impulsů. Jestliže se oběžné kolo 2 otáčí znázorněným způsobem, vede se každá lopatka 1 nejprve kolem prvního snímače 4 a potom kolem druhého snímače 5. Při úplném

55

otočení oběžného kola 2 dostanou se tak pro jednu lopatku 1 dva signály snímače. Aby se přiřazení signálů snímače lopatkám 1 umožnilo, má oběžné kolo 2 dále značku 19, která stále zůstává neovlivněná kmity lopatek 1 nebo celého systému, tvořeného lopatkami 1 a oběžným kolem 2 a je snímána vysílačem 8 značek. Když se značka 19 nachází na předem zadaném místě, vyše vysílač 8 značek značkovací impuls. Časová poloha impulsů snímače ke značkovacím impulsům dovoluje požadované přiřazení impulsů snímače jednotlivým lopatkám. Vysílač 7 impulsů a vysílač 8 značek dodávají své impulsy vyhodnocovacímu zařízení 9. V tomto vyhodnocovacím zařízení 9 se impulsy snímače a značkovací impulsy nejdříve zpracují tak, že impulsy snímače se přiřadí těm lopatkám 1 od kterých pocházejí a potom se takto přiřazené impulsy snímače převedou v údaje o kmitech, které charakterizují stavy kmitů lopatek 1. Tyto údaje o kmitech se uloží do pracovní paměti 13 ve vyhodnocovacím zařízení 9 a jsou tam k dispozici pro znázornění zobrazovacím zařízením 14, který může odvolávat údaje z pracovní paměti 13. Znázorňování údajů o kmitech může se provádět na různých znázorňovacích médiích, zejména na obrazovce 15 nebo tiskárnou 16. Způsob znázorňování stavů kmitů není nijak omezen. Na obr. 1 znázorněné uspořádání s prvním snímačem 4 a druhým snímačem 5 dovoluje realizaci ze stavu techniky známé měřicí metody s dvěma snímači, která je zejména výhodná jako důkaz o stavech kmitů.

Podrobnosti zpracování impulsů snímače a značkovacích impulsů jsou zřejmé z příkladu provedení podle obr. 2. Na tomto obrázku je hlavní pozornost věnována znázornění struktury zejména výhodného provedení vyhodnocovacího zařízení 9 a zobrazovacímu zařízení 14. Vyhodnocovacímu zařízení 9 se přivádějí od vysílače 8 značek a od několika vysílačů 7 impulsů značkovací impulsy a impulsy snímačů. Kromě toho je znázorněn analogový vysílač 22, prostřednictvím kterého jsou vyhodnocovacímu zařízení 9 přiváděny další naměřené analogové údaje o turbostroji. Vyhodnocovací zařízení 9 je vytvořeno pomocí modulů a obsahuje přiřazovací modul 10, kterému vysílače 7 impulsů dodávají impulsy snímačů, vysílač 8 značek značkovací impulsy a analogový vysílač 22 analogové naměřené hodnoty. V přiřazovacím modulu 10 se provede nejdříve přiřazení všech došlých impulsů a naměřených analogových údajů jednotlivým lopatkám 1. Potom se tyto impulsy a údaje převedou v údaje o kmitech, které jsou podrobeny dalšímu zpracování, výhodně digitálnímu. Tento převod zahrnuje zejména pro každou lopatku demodulaci na způsob pulzní fázové modulace, sled příslušných impulsů snímače modulovaných kmitů lopatky. Přiřazovací modul 10 dodává údaje o kmitech ukládá do pracovní paměti 13. Ukládání se provádí tak, že pracovní paměť 13 je provozována jako posuvný registr. Na základě přirozené konečné kapacity pracovní paměti 13 se při dojití nové sady údajů o kmitech nejstarší zapamatovaná sada o údajích o datech kmitů vymaže a přepíše s druhou nejstarší sadou atd., až konečně je k dispozici místo pro vložení do paměti sady nejnovějších údajů o kmitech.

S pracovní pamětí 13 komunikuje již zmíněné zobrazovací zařízení 14, které může v podstatě libovolně odvolávat z pracovní paměti 13 údaje a znázorňovat je na znázorňovacích médiích 15 a 16. Kromě toho komunikuje pracovní paměť 13 se zkušebním modulem 17, který zapamatované údaje o kmitech zkouší podle jednoho nebo více zkušebních kritérií a vyše varovné signály zobrazovacímu zařízení 14, jestliže byly zjištěny takové údaje o kmitech, které nevyhovují zkušebnímu kritériu. Tímto způsobem je pomocí zkušebního modulu 17 trvalá kontrola lopatek na kmity, zejména závažné kmity a je stanovena metoda znázorňování stavů kmitů lopatek vzhledem na stálou diagnózu. Další zpracování varovných signálů spočívá na zobrazovacím zařízení 14. Na varovný signál mohou se nejdříve stavy kmitů, zjištěné zkušebním modulem 17, znázornit a případně provést příslušné varování.

Přiřazovací modul 10 obsahuje třídící podmodul 20, který provádí již uvedené přiřazování impulsů snímače lopatkám, a počítačový podmodul 11, kterému jsou přiváděny údaje z třídícího podmodulu 20, a který provádí potřebné převody impulsů snímače a udržuje je v pohotovostním stavu pro další zpracování do požadovaného tvaru. Budiž uvedeno, že znázorněné uspořádání třídícího podmodulu 20 a počítačového podmodulu 11 nemusí mít nutně tento tvar a je bez dalšího realizovatelné také v obráceném způsobu. V této souvislosti budiž ještě jednou

poukázáno na to, že tvary a hodnoty údajů o kmitech, které se vytvářejí a zpracovávají ve vyhodnocovacím zařízení a jsou pohotové pro zobrazovací zařízení 14, nemusí být bezprostředně srozumitelné provozovateli nebo pro provozovatele monitorovacího systému, nýbrž podle vytvoření celého systému jsou srozumitelné teprve jejich znázorněním zobrazovacím

5

Monitorovací systém umožňuje diagnózu turbostroje s ohledem na stavy kmitů lopatek v turbostroji. Je důležitým přínosem k průběžné kontrole turbostroje a včasnému rozpoznání jevů, které by ohrozily jeho chod. Tím se dosáhne podstatného zvýšení provozní spolehlivosti a zvýšené pružnosti při provozu.

10

15

PATENTOVÉ NÁROKY

1. Monitorovací systém pro znázorňování stavů kmitů více lopatek (1) na otáčejícím se oběžném kole (2), s místně pevným snímacím zařízením s nejméně jedním snímačem (4, 5) přiřazeným oběžnému kolu (2) a s ním spojeným vysílačem (7) impulzů, který slouží pro vytváření impulzu snímače (4, 5), přičemž tento impulz snímače (4, 5) určuje časový okamžik, v němž snímač (4, 5) mívá lopatku (1), s vysílačem (8) značek přiřazeným oběžnému kolu (2) pro vytváření značkovacích impulzů, jestliže se oběžné kolo (2) nachází v určité nulové poloze, s vyhodnocovacím zařízením (9) s přiřazovacím modulem (10), kterému jsou přiváděny impulzy snímače (4, 5) a značkovací impulzy, a který slouží k přiřazení každého impulzu snímače (4, 5), při současném respektování značkovacích impulzů, té lopatce (1), která ho způsobila, a k přeměně impulzu snímače (4, 5) každé lopatky (1) na údaje o kmitech, které charakterizují stav kmitů lopatky (1), se zobrazovacím zařízením (14) se znázorňovacím médiem (15, 16) pro znázorňování dat o kmitech, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že vyhodnocovací zařízení (9) obsahuje paměťový modul (12) a pracovní paměť (13) ovládanou paměťovým modulem (12), do které jsou ukládány pro každou lopatku (1) za sebou následující údaje o kmitech, a ze které jsou zobrazovacím zařízením (14) odebíratelné údaje o kmitech, přičemž paměťovému modulu (12) jsou přivoditelné údaje o kmitech pro všechny lopatky (1) pro ukládání do pracovní paměti (13) a při přivedení nových údajů o kmitech jsou již zapamatované údaje o kmitech posunovatelné nebo měnitelné na způsob posuvného registru.

35

2. Monitorovací systém podle nároku 1, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že snímací zařízení obsahuje dva snímače (4, 5) přiřazené oběžnému kolu (2) a uspořádané v odstupu od sebe po obvodu oběžného kola (2), přičemž pro každou lopatku (1) je každý údaj o kmitu zjišťován z časového rozdílu mezi přiřazeným impulzem od prvního snímače (4) a přiřazeným impulzem od druhého snímače (5).

40

3. Monitorovací systém podle nároku 1 nebo 2, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že každý snímač (4, 5) je tvořen elektromagnetickým snímačem (4, 5).

45

4. Monitorovací systém podle nároku 3, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že každý snímač (4, 5) je snímačem citlivým na vzdálenost a vyšle impulz, jestliže se kolem něho pohybuje lopatka (1).

5. Monitorovací systém podle jednoho z předcházejících nároků, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že v pracovní paměti (13) jsou zapamatovatelné všechny údaje o kmitech za dobu, ve které oběžné kolo (2) provede nejméně sto otáček.

50

6. Monitorovací systém podle jednoho z předcházejících nároků, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že vyhodnocovací zařízení (9) obsahuje zkušební modul (17) pro přezkoušení údajů o kmitech, uložených v pracovní paměti (13) podle nejméně jednoho kritéria a do zobrazovacího

55

zařízení (14) vyšle odpovídající varovný signál, jestliže nalezne údaje o kmitech, které tomuto zkušebnímu kritériu nevyhovují.

5 7. Monitorovací systém podle nároku 6, **vyznačující se tím**, že zobrazovací zařízení (14) na varovný signál vyžádá z pracovní paměti (13) a znázorní údaje o kmitech při zahrnutí údajů o kmitech, které zkušebnímu kritériu nevyhovují.

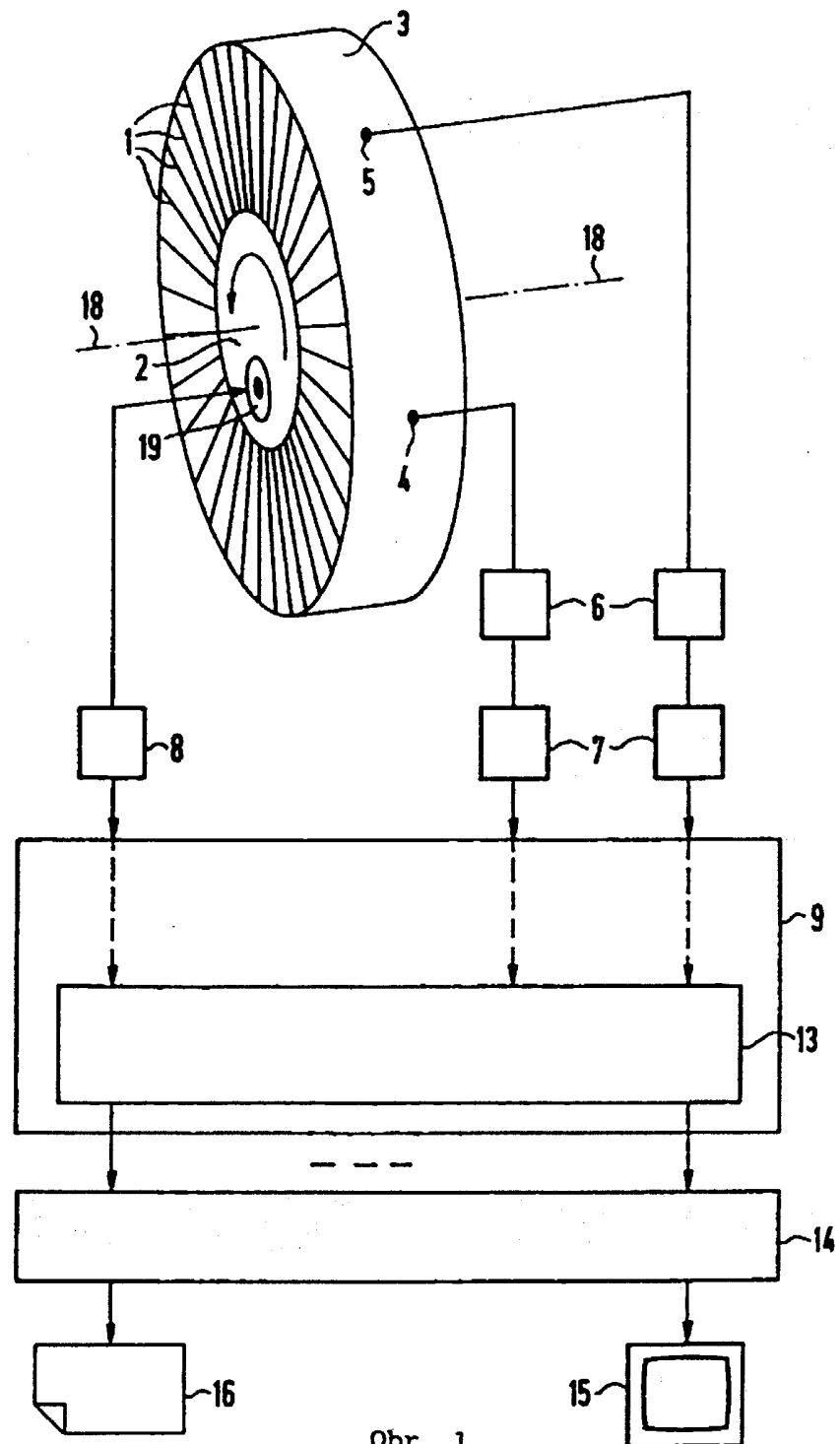
10 8. Monitorovací systém podle nároku 7, **vyznačující se tím**, že zobrazovací zařízení (14) vyvolá údaje o kmitech vždy za dobu delší než 10 sekund, zejména přibližně 20 sekund.

15 9. Monitorovací systém podle jednoho z předcházejících nároků, **vyznačující se tím**, že stavy kmitů lopatek (1) jsou znázornitelné pro více oběžných kol (2) v jednom nebo více turbostrojích (3).

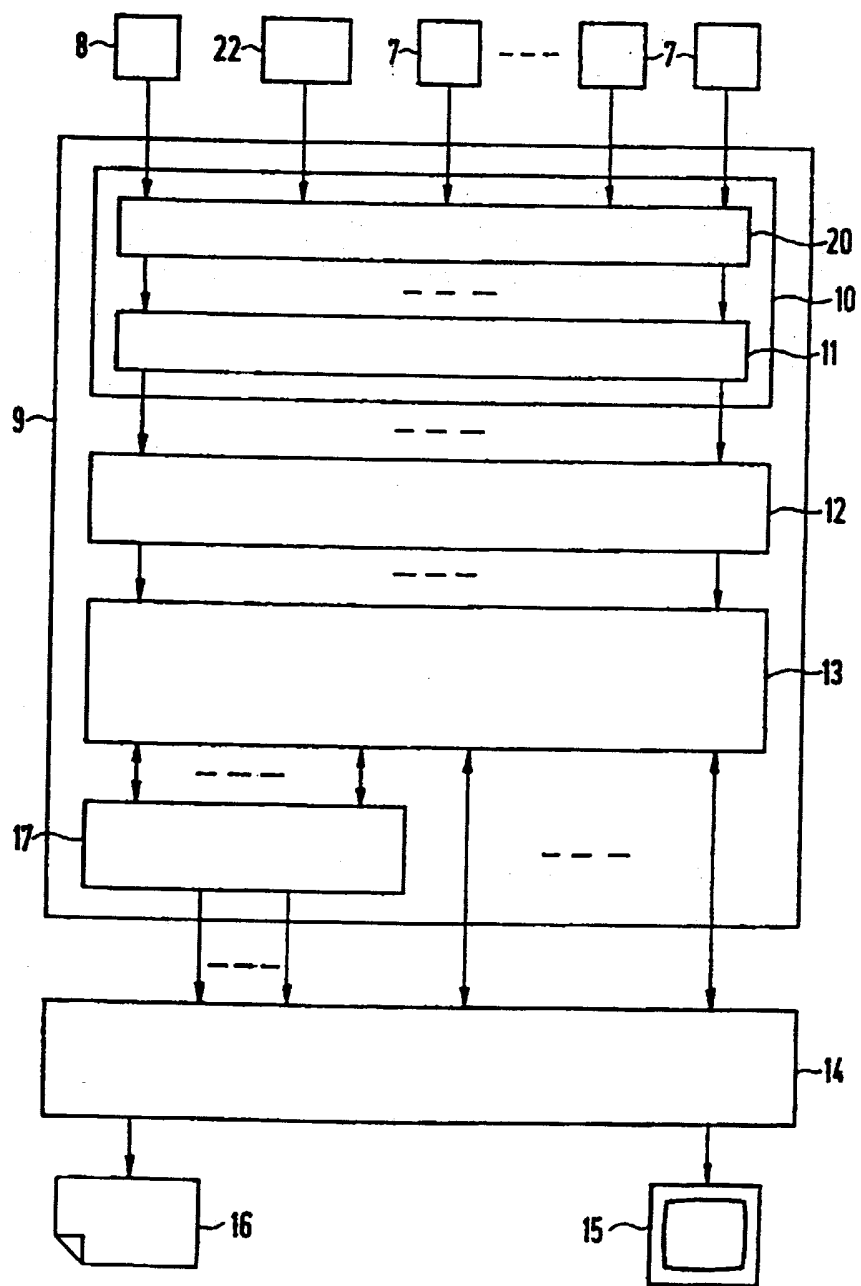
10. Monitorovací systém podle jednoho z předcházejících nároků, **vyznačující se tím**, že stavy kmitů každé lopatky (1) jsou znázornitelné pro jedno nebo více oběžných kol (2).

20

2 výkresy



Obr. 1



Obr. 2

Konec dokumentu