

# PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

zveřejněná podle § 31 zákona č. 527/1990 Sb.

(21) Číslo dokumentu:

**2009-505**

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl.:

**B23Q 17/00**

(2006.01)

(19)  
ČESKÁ  
REPUBLIKA



ÚŘAD  
PRŮMYSLVÉHO  
VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: **29.07.2009**

(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **09.02.2011**  
(Věstník č. 6/2011)

(71) Přihlašovatel:

Technická univerzita v Liberci, Liberec, CZ

(72) Původce:

Svoboda Miroslav Doc. Ing., Liberec 14, CZ

Žižka Jan Prof. Ing. CSc., Pardubice, CZ

Jersák Jan Doc. Ing. CSc., Liberec 30, CZ

(74) Zástupce:

Ing. Dobroslav Musil, patentová kancelář, Ing.

Dobroslav Musil, Cejl 38, Brno, 60200

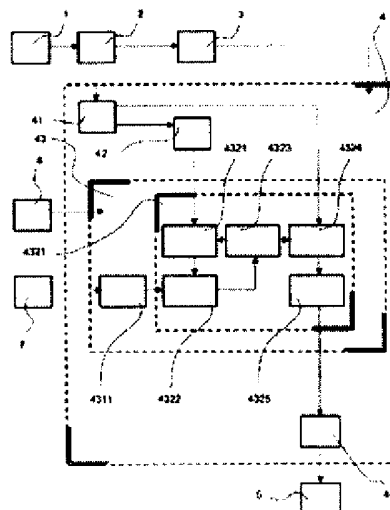
(54) Název přihlášky vynálezu:

**Způsob vyhodnocování akustických emisí a  
zařízení k jeho provádění**

(57) Anotace:

Při způsobu vyhodnocování akustických emisí vznikajících při procesu obrábění, se stanoví počet obráběcích zdvihů, stanoví se počet hladin signálu, stanoví se šířka jednotlivých hladin signálu z maximální naměřené amplitudy, zaznamenávané úseky signálů se přiřazují odpovídajícím obráběcím zdvihům, vyberou se v jednotlivých úsecích lokální maxima signálu a podle své velikosti se zařadí do odpovídajících hladin signálu, vypočítá se četnost výskytu lokálních maxim zařazených v jednotlivých hladinách signálu, vytvoří se pro každý stejně probíhající zdvih obráběcího cyklu jedna závislost četnosti výskytu lokálních maxim na poloze hladiny signálu, vytvoří se pro všechny stejně probíhající zdvihy obráběcího cyklu soubor těchto závislostí, vytvoří se grafické znázornění souboru těchto závislostí a grafické znázornění souboru závislostí se porovná s grafickým znázorněním dosaženým při obrábění řezným nástrojem se známým stavem jeho ostří. Zařízení k vyhodnocování akustických emisí vznikajících při procesu obrábění v důsledku odběru třísky opracovávaného materiálu řezným nástrojem, které obsahuje alespoň jeden snímač (1) akustických emisí, médium (2) pro uložení souboru dat generovaných tímto snímačem (1) a indikátor (3) počtu obráběcích zdvihů. Dále obsahuje zařízení (4) k výpočtu četnosti lokálních maxim signálu akustických emisí obsahující detektor (41) lokálních maxim, blok (42) třídění lokálních maxim, vnořené zařízení (43) pro řazení lokálních maxim do hladin signálu a blok (44) pro eliminaci nejnižší hladiny signálu, přičemž vně zařízení (4) je dále uspořádán řídicí prvek (6) pro nastavení počtu hladin signálu, řídicí prvek (7) pro nastavení šířky hladin signálu a zobrazovač (5) výstupní

informace zařízení (4) k výpočtu četnosti lokálních maxim akustických emisí.



## **Způsob vyhodnocování akustických emisí a zařízení k jeho provádění**

### **Oblast techniky**

- 5 Vynález se týká způsobu vyhodnocování akustických emisí vznikajících při procesu obrábění v důsledku odběru třísky opracovávaného materiálu řezným nástrojem, při kterém se zjišťuje a zaznamenává signál reprezentující úroveň těchto akustických emisí.

- 10 Vynález se také týká zařízení k vyhodnocování akustických emisí vznikajících při procesu obrábění v důsledku odběru třísky opracovávaného materiálu řezným nástrojem, které obsahuje alespoň jeden snímač akustických emisí, médium pro uložení souboru dat generovaných tímto snímačem a indikátor počtu obráběcích zdvihů.

### **Dosavadní stav techniky**

V oboru třískového obrábění jsou známa zařízení využívající akustických emisí jako zpětné vazby k řízení řezných podmínek.

- 20 Například řešení podle JP 57021248 využívá signálů akustického snímače k ovládání přísunu brousícího kotouče do kontaktu s obrobkem a velikosti úběru jeho materiálu při rozběhu operace broušení.

- 25 Zařízení ke zjišťování nebezpečí vzniku křehkého lomu a opotřebení břitu obráběcího nástroje podle US 4332161 pomocí monitorování akustické emise obsahuje převaděč akustického signálu na elektrický signál, filtr nepropouštějící frekvenční složky signálů pod určitým frekvenčním rozsahem, detektor detekující amplitudy po odfiltrování těchto frekvenčních složek a porovnávací prostředky k porovnání těchto amplitud s předem určenou hodnotou amplitudy.

- 30 Podobně zařízení podle JP 60151556 obsahuje snímač detekující akustické emise, jejichž zdrojem je břit nástroje při třískovém obrábění. Zvukový signál je zesilován na určitou úroveň a převáděn na elektrický signál. Úroveň

elektrického signálu odpovídá stupni opotřebení řezného nástroje, výsledek je analogově nebo digitálně zobrazován.

Na podobné myšlence je založeno řešení podle JP 61257745 používající k detekci opotřebení obráběcího nástroje akustického signálu zpracovávaného strukturou obsahující dvoucestný usměrňovač, dolní propust' a A/D převaděč, jehož digitální signál zpracovává mikropočítač.

Podle EP 642004 B1 se při obrábění na automatizovaných obráběcích strojích používá zařízení založené na piezoelektrickém měřicím prvku, který je prostřednictvím pružné membrány udržován v kontaktu například s obráběnou součástí.

Zařízení podle RU 2169641 C2 využívá akustických emisí pro zjišťování opotřebení nástroje na číslicově řízených obráběcích strojích. Jeho součástí je přijímač akustických signálů, předzesilovač, pásmový filtr, integrátor a hlavní zesilovač, přičemž zařízení je spřaženo s řídicí jednotkou číslicově řízeného stroje.

EP 1330687 B1 řeší sledování mechanického opracování prostřednictvím akustických emisí, přičemž potřebný signál se získává ze dvou rozdílných akustických signálů ze dvou senzorů. První senzor zjišťuje akustický signál generovaný obrobkem a porovnává s elektromagnetickým poruchovým signálem, druhý senzor zjišťuje pouze poruchový signál, výsledný signál je přenášen do zpracovací a řídicí struktury.

Dokumenty RU 2298454 C1 a RU 2298455 C1 chrání způsob určování životnosti řezného nástroje.

Způsob podle RU 2298454 C1 obsahuje kroky zjištění signálu akustické emise vznikající při obrábění; vytvoření signálu odpovídajícího stupni opotřebení řezného nástroje; dopravení signálu do počítače pro jeho rozložení a vytvoření výkonového spektra; vyhodnocení opotřebovanosti nebo neopotrebovanosti břitové oblasti řezného nástroje podle vibrací s cílem posoudit stav řezného nástroje; předběžné stanovení akustických pásem porovnáním oscilačních hodnot pro každou frekvenci s hodnotou výkonového spektra vlnového přijímače při vibracích břitu řezného nástroje; určení měrného

- koeficientu jako poměru mezi výkonem generovaného signálu a výkonem signálu z rezonátoru; potom, aby se získal regenerovaný signál vibrací bříty nástroje při procesu obrábění, násobení měrného koeficientu hodnotou výkonového signálu získaného ze signálu od rezonátoru pro každou složku
- 5 spektra oscilačního výkonu pracovního orgánu.

- RU 2298455 C1 se týká pohybujícího se a rotujícího řezného nástroje. Způsob obsahuje kroky provádění obráběcího procesu; načtení signálu akustické emise vlnového přijímače umístěného na tělese vřetene prostřednictvím piezoelektrického snímače; vytvoření spojitého signálu pro
- 10 vyhodnocení stupně opotřebení řezného nástroje; před startem procesu obrábění se určí specifické frekvence odpovídající intenzivnímu stupni opotřebení řezného nástroje; podle hodnoty signálu akustické emise se při specifických frekvencích posoudí stupeň opotřebení řezného nástroje.

- Uvedené dokumenty popisují využití akustických emisí pro posouzení
- 15 stavu opotřebení a/nebo poruchy řezného nástroje při obrábění především z hlediska umístění snímačů, jednotlivých obecných kroků prováděné činnosti.

- V nových řešeních se zřejmě všeobecně používá frekvenční analýza signálu akustické emise, kde se pomocí spektrálního analyzátoru získávají výsledky měření ve formě histogramů zobrazujících distribuci amplitud.
- 20 Nevýhodou tohoto způsobu je jednak požadavek použití drahého spektrálního analyzátoru, jednak obtížnost vlastního vyhodnocení histogramů pro posouzení opotřebení řezného nástroje.

- Cílem vynálezu je odstranit, nebo alespoň podstatně snížit nedostatky současného stavu techniky a umožnit sledování opotřebení řezného nástroje
- 25 v procesu obrábění a jeho včasnou preventivní výměnu s využitím běžných prostředků měřicí a výpočetní techniky. Tím se sníží náklady nutné na realizaci uvedené činnosti, což přispěje k rozšíření tohoto způsobu sledování stavu řezných nástrojů do praxe.

### Podstata vynálezu

Způsob vyhodnocování akustických emisí vznikajících při procesu obrábění, jehož podstatou je to, že se stanoví počet obráběcích zdvihů, stanoví počet hladin signálu, stanoví šířka hladin signálu, zaznamenávané úseky signálů přiřazují odpovídajícím obráběcím zdvihům, vyberou v jednotlivých úsecích lokální maxima signálu a podle své velikosti se zařadí do odpovídajících hladin signálu, vypočítá četnost výskytu lokálních maxim signálu akustické emise (dále jen lokální maxima) zařazených v jednotlivých stanovených hladinách signálu akustické emise (dále jen hladiny signálu), vytvoří pro každý stejně probíhající zdvih obráběcího cyklu jedna závislost četnosti výskytu lokálních maxim na poloze hladiny signálu, vytvoří pro všechny stejně probíhající zdvihy obráběcího cyklu soubor těchto závislostí, vytvoří grafické znázornění souboru těchto závislostí, grafické znázornění souboru závislostí porovná s grafickým znázorněním dosaženým při obrábění řezným nástrojem se známým stavem jeho ostří.

Způsob podle vynálezu umožňuje využít běžných prostředků měřicí a výpočetní techniky. Přitom lze u obráběcího nástroje rozlišit jeho stav z hlediska opotřebení.

Grafickým znázorněním výsledku měření jsou křivky, případně histogram.

Na základě změny charakteru rozložení a tvaru křivek v souboru získaných měření a vyhodnocením signálů akustických emisí je možné průběžně a snadno sledovat postup opotřebení nástroje při práci a jednoznačně stanovovat hranice jeho použitelnosti.

Četnost výskytu lokálních maxim zařazených do jednotlivých hladin signálu se uloží do paměťového média. Porovnávací způsob vyhodnocování je tak velmi názorný a dobře reprodukovatelný.

Podstatou vynálezu je také zařízení k vyhodnocování akustických emisí vznikajících při procesu obrábění, jehož podstatou je to, že obsahuje zařízení k výpočtu četnosti lokálních maxim signálu akustických emisí obsahující detektor lokálních maxim, blok třídění lokálních maxim, vnořené zařízení pro

řazení lokálních maxim do hladin signálu a blok pro eliminaci nejnižší hladiny signálu, přičemž vně zařízení je dále uspořádán řídicí prvek pro nastavení počtu hladin signálu, řídicí prvek pro nastavení šířky hladin signálu a zobrazovač výstupní informace zařízení k výpočtu četnosti lokálních maxim akustických emisí.

Zařízení je možné uspořádat ze známých a dostupných prostředků. Jeho přehlednost a snadnost tvorby případných modifikací je důsledkem dále uvedeného modulového uspořádání.

Zařízení s výhodou obsahuje vnořené zařízení pro řazení lokálních maxim do hladin signálu obsahující blok výpočtu mezi jednotlivých hladin signálu a vnořené zařízení pro výpočet četnosti lokálních maxim v jednotlivých hladinách signálu.

Přitom je výhodné, když vnořené zařízení pro výpočet četnosti lokálních maxim v jednotlivých hladinách signálu obsahuje blok výběru dat, blok určení indexu dat, blok k ukončení zdvihů, indikátor rozsahu spodní a horní úrovně lokálních maxim a čítač počtu zdvihů.

Snížení nákladů nutných na realizaci uvedeného zařízení a jeho jednoduchá obsluha přispěje k praktickému rozšíření sledování stavu řezných nástrojů do průmyslové praxe. Hlavní přínos tohoto způsobu spočívá ve skutečnosti, že lze u obráběcího nástroje rozlišit jeho stav z hlediska opotřebení.

Způsob vyhodnocování akustických emisí může být buď vizuální, jak je dále uvedeno a popsáno, nebo mohou být získané křivky vyhodnoceny běžnými metodami rozpoznávání obrazu a zjištění stavu opotřebení řezného nástroje může být tedy plně automatizováno.

### **Přehled obrázků na výkrese**

Zařízení podle vynálezu je znázorněno na výkrese, kde značí obr. 1 blokové schéma zařízení, obr. 2 graf závislosti četnosti lokálních maxim signálu akustické emise na hladinách signálu akustické emise při zápichovém broušení rovinných ploch pro obrábění prováděné ostrým nástrojem a obr. 3 graf

závislosti četnosti lokálních maxim na hladinách signálu při zápichovém broušení rovinných ploch pro obrábění prováděné otupeným nástrojem.

### **Příklady provedení vynálezu**

- 5 Základní uspořádání zařízení k vyhodnocování akustických emisí podle vynálezu v provedení znázorněném na obrázku obsahuje snímač 1 akustických emisí, paměťové médium 2 tvořené například diskovou jednotkou a umožňující ukládání souborů dat generovaných tímto snímačem, indikátor 3 čítající počty obráběcích zdvihů, výpočetní blok 4 četnosti lokálních maxim signálu tvořený  
10 obvodem pro výpočet četnosti a zobrazovač 5, který je výstupním prostředkem zařízení. Dále zařízení obsahuje prvek 6 pro nastavení počtu hladin signálu a prvek 7 pro nastavení šířky pásma hladin signálu.

- Snímač 1 akustických emisí je připojen na vstup paměťového média 2, jehož jeden výstup je připojen na vstup indikátoru 3 počtu obráběcích zdvihů.  
15 Druhý výstup paměťového média 2 a výstup indikátoru 3 počtu obráběcích zdvihů jsou připojeny na vstupy bloku 4 četnosti lokálních maxim signálu.

- Blok 4 četnosti lokálních maxim signálu obsahuje detektor 41 lokálních maxim tvořený detekčním obvodem, jehož vstup je přímo připojen k výstupu paměťového média 2 pro uložení souboru dat generovaných snímačem 1, blok  
20 42 třídění lokálních maxim, vnořené zařízení 43 pro řazení lokálních maxim do jednotlivých hladin signálu a blok 44 pro eliminaci nejnižší hladiny signálu. Vstup bloku 42 třídění lokálních maxim je připojen k prvnímu výstupu detektoru 41 lokálních maxim.

- Vnořené zařízení 43 pro řazení lokálních maxim do hladin signálu  
25 obsahuje blok 431 výpočtu mezí a vnořené zařízení 432 pro výpočet četnosti. Vstup bloku 431 výpočtu mezí je připojen k výstupu prvku 7 pro nastavení šířky hladin signálu. Zařízení 432 obsahuje blok 4321 výběru dat, dvoustavový indikátor 4322 rozsahu spodní a horní úrovně lokálních maxim, blok 4323 pro určení indexu lokálních maxim a blok 4324 ukončení činnosti vnořného  
30 zařízení 432 pro výpočet četnosti lokálních maxim. Ve výstupu vnořného zařízení 432 je uspořádán čítač 4325.

První vstup vnořeného zařízení 432 je prostřednictvím bloku 4321 výběru dat připojen k výstupu bloku 42 třídění lokálních maxim, jeho druhý vstup je připojen prostřednictvím bloku 4324 ukončení zdvihů ke druhému výstupu detektoru 41 lokálních maxim a třetí vstup vnořeného zařízení 432 je  
5 prostřednictvím indikátoru 4322 rozsahu spodní a horní úrovně lokálních maxim připojen k výstupu bloku 431 výpočtu mezí.

Výstup čítače 4325 je přiveden ke vstupu bloku 44 pro eliminaci nejnižší hladiny signálu. Výstup tohoto bloku 44 je připojen na vstup zobrazovače 5.

Obvody jednotlivých bloků mohou být realizovány využitím diskrétních  
10 součástí, integrovaných obvodů, programovatelných hradlových polí, nebo naprogramovaným mikroprocesorem.

Způsob vyhodnocování akustických emisí vznikajících při procesu obrábění je dále popsán na příkladu zápichového broušení rovinných ploch obvodem brousícího kotouče na horizontální rovině brusce.

15 Při tomto způsobu broušení je osa rotace brousícího kotouče rovnoběžná s broušenou plochou, přičemž obrobek se pohybuje přímočaře vratně v kolmém směru vzhledem k ose rotace brousícího kotouče. Ke změnám směru přímočarého vratného pohybu dochází na konci jednotlivých úvratí, kdy kotouč není v záběru s obrobkem.

20 Popsané broušení je charakteristické tím, že při posuvném vratném pohybu stolu vykonává obráběná součást dvojzdvihy. Pokud v místě záběru nástroje a broušeného obrobku směr pohybu stolu stroje odpovídá směru danému rotací brousícího kotouče, pak je tato část dvojzdvihu broušení souběžným (sousedným) zdvihem. Při pohybu stolu ve směru opačném, tj.  
25 proti směru danému rotací brousícího kotouče, je tato část dvojzdvihu broušení protiběžným (nesousedným) zdvihem. Během broušení dochází při jednotlivých zdvizích k postupnému odebírání celkového přídavku materiálu, který se má v dané části operace odstranit. V průběhu broušení se v příkladném provedení pomocí snímače akustických emisí zaznamenávají akustické emise během  
30 zdvihů o stejném smyslu pohybu obráběné součásti, tedy buď jenom při zdvizích souběžných, nebo jenom při zdvizích protiběžných. Zařízením podle vynálezu je signál akustické emise vyhodnocen. Výsledkem je soubor křivek,

z nichž každá patří jednomu zdvihu a zobrazuje četnost výskytu lokálních maxim v závislosti na hladině signálu. Každá křivka má specifický průběh charakterizovaný maximem a jeho polohou. V průběhu broušení se spolu se stoupajícím počtem vykonaných zdvihů postupně mění specifické průběhy jednotlivých křivek v souvislosti s opotřebením brousicího kotouče. Současně se při vzájemném porovnávání kompletních souborů křivek charakterizujících obrábění s ostrým (orovnaným) a otupeným brousicím kotoučem projevují zřetelné odlišnosti.

V přípravné fázi experimentu se s ohledem na vypovídací schopnost výsledku měření stanoví počet pásem hladin signálu. Při malém počtu pásem hladin signálu jsou získané křivky k vyhodnocení nepoužitelné, naopak příliš velký počet pásem hladin signálu neúnosně prodlužuje dobu nutnou k výpočtu a též snižuje vypovídací schopnost získaného výsledku. V uvedeném příkladu je na základě kompromisu mezi vypovídací schopností výsledku a výpočtovým časem zvoleno 24 hladin signálu.

Při vyhodnocování akustických emisí vznikajících při procesu uvedeného broušení indikátor 3 počtu obráběcích zdvihů nejdříve zjistí počet obráběcích zdvihů, kterých je zde čtrnáct. Soubor dat signálu akustických emisí se tedy rozdělí na čtrnáct polí. Každé obsahuje data signálu akustických emisí z jednoho obráběcího zdvihu.

Pole dat vstupuje do výpočetního bloku 4 četnosti lokálních maxim, kde jsou detektorem 41 lokálních maxim vybrána lokální maxima signálu a tyto hodnoty uloženy do nového pole. Toto nové pole je přivedeno do bloku 42 třídění, v němž jsou lokální maxima seřazena od nejnižších po nejvyšší hodnoty. Takto uspořádané pole je přivedeno do vnořeného zařízení 43 pro řazení lokálních maxim do hladin signálu, do kterých jsou lokální maxima ve vnořeném zařízení 43 zařazena. Šířka jednotlivých hladin signálu se stanoví automaticky jako podíl amplitudy o nutnou rezervu větší, než je maximální naměřená amplituda signálu akustických emisí (odpovídající případu zápichového broušení rovinných ploch) a počtu hladin signálu. Pro každý signál je u zdvihů zpracovávaných v zařízení 43 vypočítána četnost pro jednu hladinu signálu. Počet cyklů zařízení 43 pro řazení lokálních maxim je nastaven prvkem

**6** pro nastavení počtu hladin signálu. Vlastní výpočet četnosti lokálních maxim v jednotlivých hladinách signálu se provádí v zařízení **432** pro výpočet četnosti, které je vnořeno do zařízení **43**. Pole dat z bloku **42** třídění zde vstupuje do bloku **4321** výběru dat, ve kterém je vybrán prvek pole podle indexu  
5 nastaveného v bloku **4323** pro určení indexu.

Z bloku **4321** výběru dat jsou jednotlivá lokální maxima seřazená vzestupně v bloku **42** třídění přesunuta do indikátoru **4322** rozsahu spodní a horní úrovně lokálních maxim, ve kterém jsou testována. Rozsah indikátoru **4322** je vymezen spodní a horní úrovní, jejichž hodnoty jsou vypočteny pro každou hladinu  
10 signálu blokem **431** pro výpočet mezí. Blok **431** vypočítává meze z hodnoty prvku **7** pro nastavení šířky hladiny signálu a indexu zpracovávaného cyklu bloku **43** pro řazení lokálních maxim do hladin signálu.

Výstup indikátoru **4322** rozsahu spodní a horní úrovně lokálních maxim je v podobě dvoustavové veličiny přiveden k bloku **4323** pro určení indexu. Blok  
15 **4323** pro určení indexu je v podstatě čítačem s nulovým počátečním stavem. Jestliže leží lokální maximum testované v indikátoru **4322** v rozsahu vymezeném spodní a horní úrovní, zvětší se obsah bloku **4323** při každém zdvihu zpracovávaném v zařízení **432** pro výpočet četnosti o jednotku. Není-li lokální maximum testované v indikátoru **4322** v rozsahu vymezeném spodní a  
20 horní úrovní, zůstane obsah bloku **4323** beze změny a současně dá blok **4323** pro určení indexu pokyn bloku **4324** ukončení zdvihů, čímž je ukončena činnost zařízení **432** pro výpočet četnosti.

K ukončení činnosti zařízení **432** pro výpočet četnosti dojde také v případě, když stav čítače bloku **4323** pro určení indexu dosáhne hodnoty indexu  
25 posledního údaje v detektoru **42** lokálních maxim.

Čítač **4325** načítá počet zdvihů zpracovaných zařízením **432** pro výpočet četnosti a po každém ukončení činnosti tohoto zařízení přenesení stav čítače **4325** do bloku **44** pro eliminaci nejnižší úrovně a nastaví nový nulový stav čítače **4325**. Blok **44** pro eliminaci nejnižší hladiny signálu odstraní tuto hladinu,  
30 protože data, která obsahuje, jsou tvořena zejména šumem a nemají tedy žádnou vypovídací hodnotu. Data z výstupu bloku **44** pro eliminaci nejnižší hladiny signálu jsou po ukončení činnosti výpočetního bloku **4** četnosti lokálních

maxim přenesena do zobrazovače 5, kterým jsou prezentována formou histogramů nebo soustavy křivek a/nebo jsou uložena do paměťového média.

5 Stav trvalého rozvoje elektroniky neomezuje aktuální možnosti sestavení zařízení podle vynálezu. Všechny uvedené bloky a obvody mohou být realizovány jak pomocí diskrétních součástek, tak i integrovanými obvody, programovatelným hradlovým polem, nebo naprogramovaným mikroprocesorem (počítačem).

10 Příklady vyhodnocení akustických emisí vznikajících při zápichovém broušení na horizontální rovině brusce jsou prostřednictvím grafického výstupu zobrazovače 5 znázorněny na obr. 2 a 3, kde svislá osa souřadnic udává četnost lokálních maxim signálu akustické emise a vodorovná osa souřadnic udává vzestupně řazené hladiny signálu akustické emise.

15 Opotřebení řezného nástroje na základě vyhodnocení signálů akustických emisí lze stanovit pouze při zachování stejných řezných podmínek. Při zápichovém broušení rovinných ploch je proto nutné separovat do samostatných souborů souběžné a protiběžné zdvihy a pro vyhodnocení použít jeden z těchto souborů. Vyhodnocení lze proto zobecnit i pro jiné způsoby třískového obrábění, například pro soustružení, frézování, obrážení, dokončovací operace, atd.

20 Obr. 2 znázorňuje soubor křivek získaných v jednom cyklu broušení (například vyjiskřování) vyhodnocením signálů akustických emisí řady protiběžných zdvihů prováděných orovnaným, tedy ostrým, brousicím kotoučem. Křivka a odpovídá počátečnímu zdvihu na začátku cyklu, křivka g odpovídá zdvihu na konci cyklu. V průběhu opracování při jednotlivých protiběžných zdvizích v rámci jednoho cyklu křivka postupně mění svůj průběh od a do g. Nejvyšší četnost lokálních maxim signálu akustické emise v jednotlivých po sobě jdoucích zdvizích se přesouvá směrem do nižších hladin signálu akustické emise, přičemž během odebrání materiálu se četnost lokálních maxim ve vyšších hladinách signálu podstatně snižuje (zde například pro hladinu 12 klesá z hodnoty cca 4000 u prvního zdvihu na cca 800 u posledního zdvihu).

Obr. 3 znázorňuje ve stejném souřadnicovém systému soubor křivek získaných v jednom cyklu broušení vyhodnocením signálů akustických emisí řady protiběžných zdvihů prováděných otupeným brousicím kotoučem. Zde lze křivky odpovídající jednotlivým zdvihům vzájemně od sebe jen velmi obtížně  
5 odlišit, protože se téměř překrývají a splývají do úzkého svazku.

Je zřejmé, že rozdílný charakter grafických znázornění na obr. 2 a 3 svědčí o rozdílných podmínkách obrábění. Při broušení kriticky opotřebeným brousicím kotoučem se podstatně zmenšují rozdíly v energetické náročnosti při jednotlivých zdvizích v důsledku ztráty řezivosti broušicího nástroje. V průběhu  
10 cyklů broušení dochází postupně k otupování nástroje, což se projevuje změnou tvaru souboru křivek, který přechází od uspořádání podle obr. 2 charakteristického pro ostrý nástroj k uspořádání podle obr. 3 charakteristického pro otupený nástroj. K vlastnímu porovnávání zpracovaných akustických emisí je třeba mít k dispozici soubor křivek zjištěných při  
15 opracování příslušného obrobku nástrojem, jehož ostří je opotřebené na hranici technologické použitelnosti. Je to tedy stav, od kterého již nástroj není schopen pracovat a vyžaduje naostření (orovnění) nebo případnou výměnu.

Pro přímé vizuální porovnání výstupní informace zobrazovače 5 je výhodné zobrazení popsanými křivkami. Je zřejmé, že zvláště pro obráběcí  
20 operace prováděné na jiných druzích obráběcích strojů mohou být výhodným koncovým vyobrazením například sloupkové diagramy, tzv. histogramy.

Způsob a zařízení podle vynálezu umožňuje využít běžných prostředků měřicí a výpočetní techniky. Snížení nákladů nutných na realizaci uvedené činnosti přispěje k praktickému rozšíření sledování stavu řezných nástrojů do  
25 průmyslové praxe. Hlavní přínos tohoto způsobu spočívá ve skutečnosti, že lze u obráběcího nástroje rozlišit jeho stav z hlediska opotřebení.

Na základě změny charakteru rozložení a tvaru křivek v souboru získaných měření a vyhodnocením signálů akustických emisí je možné průběžně a snadno sledovat postup opotřebení nástroje při práci a jednoznačně  
30 stanovovat hranice jeho použitelnosti. Porovnávací způsob vyhodnocování je velmi názorný a dobře reprodukovatelný.

## PATENTOVÉ NÁROKY

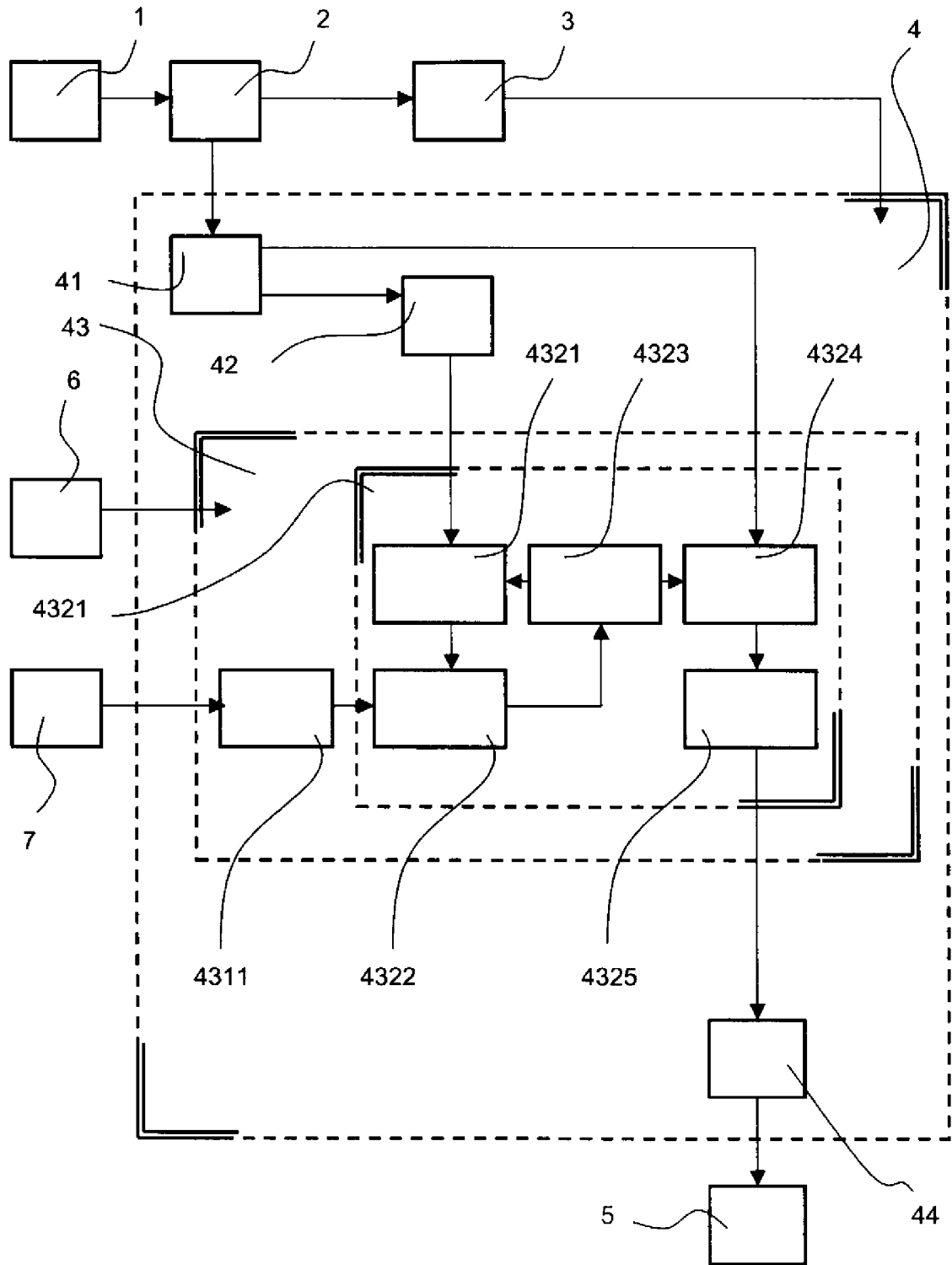
1. Způsob vyhodnocování akustických emisí vznikajících při procesu  
5 obrábění v důsledku odběru třísky opracovávaného materiálu řezným  
nástrojem, při kterém se zjišťuje a zaznamenává signál reprezentující úroveň  
akustických emisí, **vyznačující se tím, že se**
  - stanoví počet obráběcích zdvihů;
  - stanoví počet hladin signálu;
  - 10 - z maximální naměřené amplitudy stanoví šířka hladin signálu;
  - zaznamenávané úseky signálů přiřazují odpovídajícím  
obráběcím zdvihům;
  - v jednotlivých úsecích vyberou lokální maxima signálu a podle  
své velikosti se zařadí do odpovídajících hladin signálu;
  - 15 - vypočítá četnost výskytu lokálních maxim zařazených  
v jednotlivých hladinách signálu;
  - vytvoří pro každý stejně probíhající zdvih obráběcího cyklu jedna  
závislost četnosti výskytu lokálních maxim na poloze hladiny  
signálu;
  - 20 - vytvoří pro všechny stejně probíhající zdvihy obráběcího cyklu  
soubor těchto závislostí;
  - vytvoří grafické znázornění souboru těchto závislostí;
  - grafické znázornění souboru závislostí porovná s grafickým  
znázorněním dosaženým při obrábění řezným nástrojem se  
25 známým stavem jeho ostří.
2. Způsob vyhodnocování akustických emisí podle nároku 1,  
**vyznačující se tím, že grafickým znázorněním jsou křivky.**
3. Způsob vyhodnocování akustických emisí podle nároku 1,  
**vyznačující se tím, že grafickým znázorněním je histogram.**

4. Způsob vyhodnocování akustických emisí podle nároku 2 nebo 3, **vyznačující se tím, že** četnost výskytu lokálních maxim zařazených do jednotlivých hladin signálu se uloží do paměťového média.

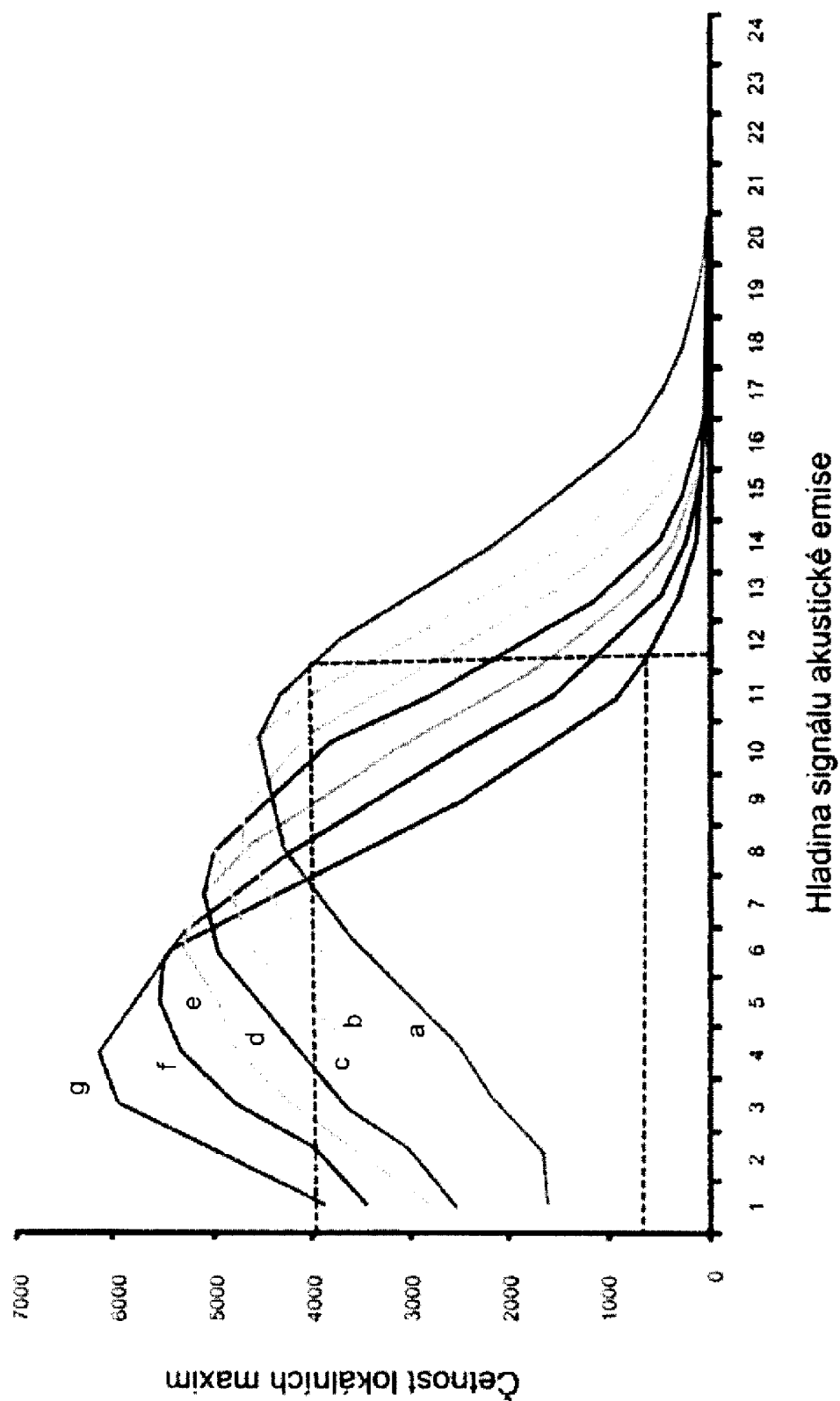
5. Zařízení k vyhodnocování akustických emisí vznikajících při  
5 procesu obrábění v důsledku odběru třísky opracovávaného materiálu řezným  
nástrojem, které obsahuje alespoň jeden snímač (1) akustických emisí, médium  
(2) pro uložení souboru dat generovaných tímto snímačem (1), indikátor (3)  
počtu obráběcích zdvihů, **vyznačující se tím, že** obsahuje zařízení (4)  
k výpočtu četnosti lokálních maxim signálu akustických emisí obsahující  
10 detektor (41) lokálních maxim, blok (42) třídění lokálních maxim, vnořené  
zařízení (43) pro řazení lokálních maxim do hladin signálu a blok (44) pro  
eliminaci nejnižší hladiny signálu, přičemž vně zařízení (4) je dále uspořádán  
řídící prvek (6) pro nastavení počtu hladin signálu, řídící prvek (7) pro nastavení  
šířky hladin signálu a zobrazovač (5) výstupní informace zařízení (4) k výpočtu  
15 četnosti lokálních maxim akustických emisí.

6. Zařízení k vyhodnocování akustických emisí podle nároku 5, **vyznačující se tím, že** vnořené zařízení (43) pro řazení lokálních maxim do  
hladin signálu obsahuje blok (431) výpočtu mezi jednotlivých hladin signálu a  
vnořené zařízení (432) pro výpočet četnosti lokálních maxim v jednotlivých  
20 hladinách signálu.

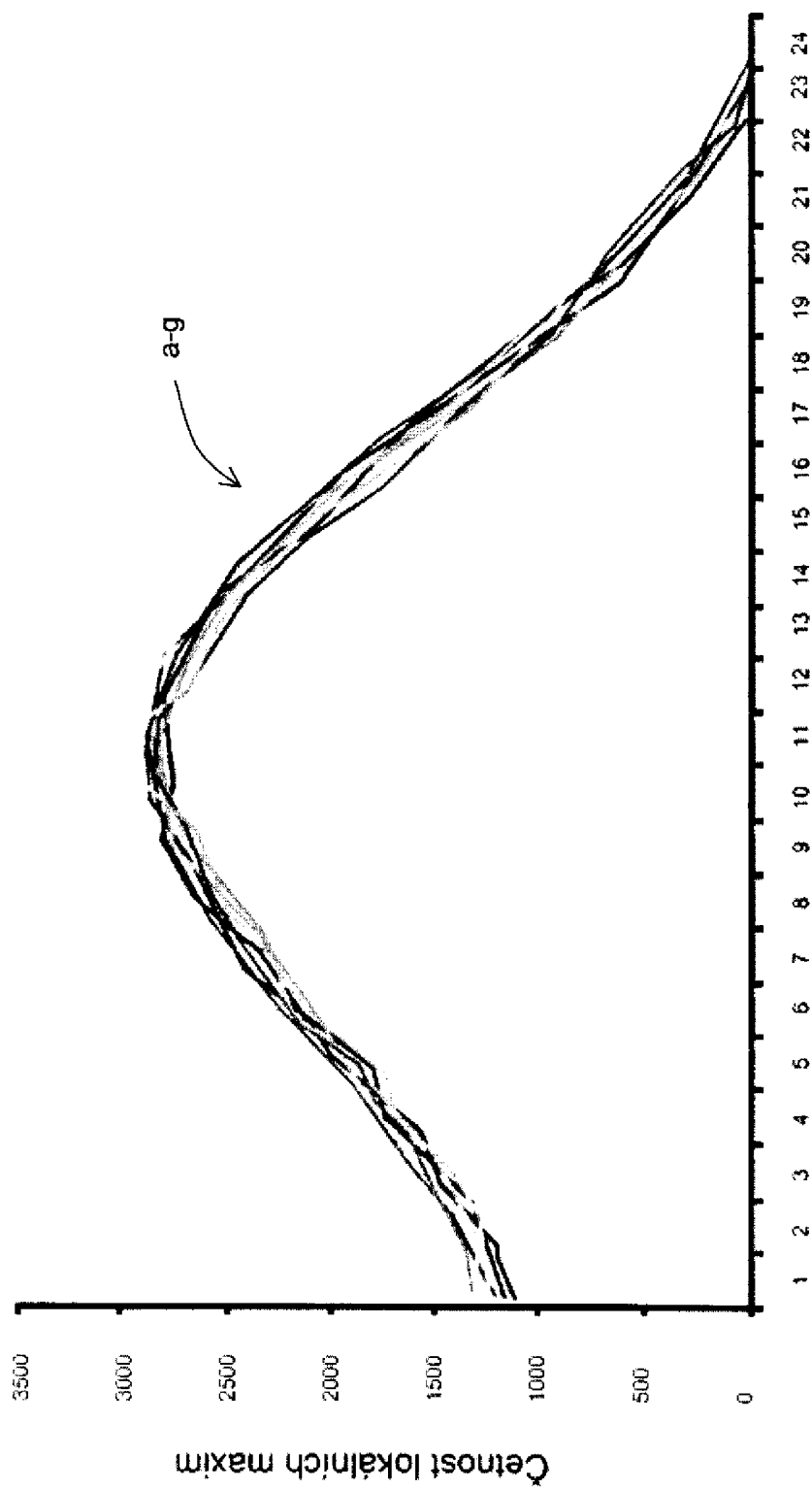
7. Zařízení k vyhodnocování akustických emisí podle nároku 6, **vyznačující se tím, že** vnořené zařízení (432) pro výpočet četnosti lokálních  
maxim v jednotlivých hladinách signálu obsahuje blok (4321) výběru dat, blok  
(4323) určení indexu dat, blok (4324) k ukončení zdvihů, indikátor (4322)  
25 rozsahu spodní a horní úrovně lokálních maxim a čítač (4325) počtu zdvihů.



Obr. 1



Obr. 2



Hladina signálu akustické emise

Obr. 3