

PATENTOVÝ SPIS

(11) Číslo dokumentu:

304 657

(13) Druh dokumentu: **B6**

(51) Int. Cl.:

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2013-35**
(22) Přihlášeno: **18.01.2013**
(40) Zveřejněno: **20.08.2014**
(Věstník č. 34/2014)
(47) Uděleno: **09.07.2014**
(24) Oznámení o udělení ve věstníku: **20.08.2014**
(Věstník č. 34/2014)

B32B 3/30 (2006.01)
B32B 5/08 (2006.01)
G10K 11/172 (2006.01)
E04B 1/84 (2006.01)
B82B 1/00 (2006.01)

(56) Relevantní dokumenty:
Nanovlákná v prostorové akustice II, 15.10.2008, <http://imaterialy.dumabyt.cz/Materialy/Nanovlakna-vnbspprostorove-akustice-II.html>.
CZ 285099 B6; CZ 17205 U1; CZ 2005-226 A3; JP 2003049351 A.

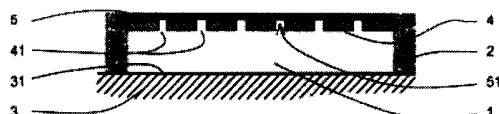
(73) Majitel patentu:
Technická univerzita v Liberci, Liberec, CZ

(72) Původce:
Ing. Klára Kalinová, Ph.D., Rychnov u Jablonce
nad Nisou, CZ
Ing. Ondřej Kolek, Ph.D., Pěnčín, CZ

(74) Zástupce:
Ing. Dobroslav Musil, patentová kancelář, Ing.
Dobroslav Musil, Cejl 38, 602 00 Brno

(54) Název vynálezu:
**Zvukově pohltivý prostředek obsahující
alespoň jeden dutinový rezonátor**

(57) Anotace:
Řešení se týká zvukově pohltivého prostředku obsahující
alespoň jeden dutinový rezonátor, na jehož alespoň
jednom povrchu je pevně uložena rezonanční membrána
(5), která překrývá otvor/otvory (41) ústící do
dutiny/dutin (1) dutinového rezonátoru.



CZ 304657 B6

Zvukově pohltivý prostředek obsahující alespoň jeden dutinový rezonátorOblast techniky

5

Vynález se týká zvukově pohltivého prostředku obsahující alespoň jeden dutinový rezonátor.

Dosavadní stav techniky

10

Zvukově pohltivé materiály se všeobecně používají v mnoha různých oblastech a jejich úkolem je zejména zajistit hygienu prostředí z hlediska nežádoucího nebo škodlivého zvuku. Návrh zvukově pohltivého materiálu vhodného pro danou aplikaci přitom vychází z oblasti frekvencí nežádoucího zvuku, který má být pohlcován, resp. tlumen.

15

Pro tlumení zvuků o vysokých frekvencích se používají především porézní materiály, jako například melaminové, polyuretanové a kovové pěny nebo netkané textilie z minerálních nebo polymerních vláken. Pro pohlcování zvuků o nižších frekvencích jsou však tyto materiály nevhodné, neboť pro takové případy by byla potřebná jejich značná tloušťka.

20

Pro tlumení zvuků o nižších frekvencích se pak používají především konstrukce založené na rezonančním principu, kdy se rezonancí některého z prvků přeměňuje akustická energie v energii tepelnou. Tyto konstrukce však tlumí jen zvuky určité frekvence a pro jiné frekvence je jejich tlumení velmi malé. Nejčastěji se přitom používají kombinace perforovaného panelu, zvukově pohltivého materiálu a popřípadě vzduchové mezery.

25

Obecnou snahou je zkombinovat výše uvedené vlastnosti do jednoho akustického systému, který by tak byl schopen tlumit jak zvuky o nízkých, tak i zvuky o vysokých frekvencích.

30

V tomto smyslu je např. z CZ PV 2005–226 nebo analogické WO 2006/108 363 známá vrstvená zvukově pohltivá netkaná textilie, která obsahuje vrstvu nanovláken o průměru do 600 nanometrů a plošné hmotnosti $0,1$ až 5 g.m^{-2} , a alespoň jednu další vrstvu vlákenného materiálu. Vrstva nanovláken přitom plní funkci akustické rezonanční membrány rezonující na nízké frekvenci, zatímco vrstva dalšího materiálu zajišťuje nejen její dostatečný útlum, čímž se maximální množství zvukové energie nashromážděné v rezonátoru přeměnění na teplo, ale současně je také schopna tlumit zvuky o vyšších frekvencích. Při reálném využití však tato textilie s dobrými výsledky tlumí zejména zvuky s frekvencí v relativně úzkém intervalu od cca 700 do 1300 Hz.

35

40

Cílem vynálezu tak je odstranit nebo alespoň minimalizovat nevýhody dosavadního stavu techniky a navrhnout zvukově pohltivý prostředek, který by byl schopen s dobrými výsledky tlumit zvuky v co nejširším frekvenčním pásmu.

Podstata vynálezu

45

Cíle vynálezu se dosáhne zvukově pohltivým prostředkem obsahující alespoň jeden dutinový rezonátor, jehož podstata spočívá v tom, že alespoň na jednom z povrchů tohoto dutinového rezonátoru je pevně uložena akustická rezonanční membrána, která překrývá otvor/otvory ústící do dutiny/dutin dutinového rezonátoru. Parametry rezonanční membrány spolu s tvarem a objemem dutiny dutinového rezonátoru pak určují, jaké frekvence zvuku budou do jaké míry tlumeny. Přitom je možné při zpracování tloušťky rezonátoru tlumit frekvence zvuku, které by bylo normálně možné tlumit pouze dutinovým rezonátorem s neúměrně velkou vzduchovou mezerou.

50

55

V případě potřeby je pro dosažení požadovaných zvukově pohltivých vlastností rezonanční membrána uložena na obou protilehlých površích dutinového rezonátoru a/nebo je na rezonanční

membráně uložen další dutinový rezonátor, na kterém může být dále pevně uložena další rezonanční membrána, která překrývá otvor/otvory ústící do jeho dutiny/dutin.

5 Jako dutinový rezonátor je přitom možné použít libovolný dutinový rezonátor, jako např. Helmholtzův dutinový rezonátor, dutinový rezonátor tvořený voštinou, dutinový rezonátor tvořený perforovaným panelem/deskou s alespoň jednou dutinou, apod.

10 Jako rezonanční membránu je pak možné použít libovolnou rezonanční membránu, jako např. vrstvu polymerních nanovláken, syntetickou fólii, kovovou fólii, celulóзовou fólii, vrstvu papíru, nebo jejich kombinaci, atd. Rezonanční membrána přitom může být i perforovaná.

15 Pro zvýšení tuhosti a zvukové pohltivosti je rezonanční membrána s výhodou opatřena výztuhou ze skupiny mřížka, síťka, vrstva textilie, síť bodů a/nebo lineárních a/nebo plošných útvarů z materiálu v tuhém stavu, apod.

20 Pro mechanickou ochranu a případně i zlepšení zvukové pohltivých vlastností je s výhodou alespoň na povrchu rezonanční membrány odvráceném od dutinového rezonátoru uložena krycí vrstva ze skupiny mřížka, síťka, vrstva textilie, pěna, syntetická fólie, kovová fólie, vrstva lehkého stavebního materiálu, vrstva papíru, vrstva lepenky, vrstva překližky, vrstva dřevotřísky, vrstva dřeva, vrstva skla, nebo jejich kombinace.

25 Pro další zvýšení zvukové pohltivosti je alespoň jedna dutina dutinového rezonátoru alespoň částečně vyplněna zvukově pohltivým materiálem ze skupiny aerogel, materiál obsahující aerogel jako jednu ze svých součástí, polymerní nanovlákná, vrstva polymerních nanovláken, materiál obsahující polymerní nanovlákná nebo vrstvu polymerních nanovláken jako jednu ze svých součástí, vláknenná vrstva, vrstva vytvořená technologií meltblown, pěna, plynový polštář, bublinková fólie, polymerní granulát, tekutinou vyplněná fólie, kompozit, vlákna, smotky vláknenné vrstvy, vč. vrstvy polymerních nanovláken, chomáčky nanovláken, resp. útržky vrstvy nanovláken, smotky papíru, útržky papíru, vermikulitový granulát, dřevěná štěpka a/nebo dřevěné piliny, perlit, slaměná řezanka a/nebo osina, peří, písek, kuličky nebo jiné útvary z polystyrenu, nebo jejich kombinace.

35 Přehled obrázků na výkresech

Na přiložených výkresech je na obr. 1 schematicky znázorněn řez zvukově pohltivým prostředkem podle vynálezu s Helmholtzovým dutinovým rezonátorem, na obr. 2 řez jinou variantou zvukově pohltivého prostředku dle obr. 1, na obr. 3 řez zvukově pohltivým prostředkem podle vynálezu s dutinovým rezonátorem tvořeným voštinou, na obr. 4 řez zvukově pohltivým prostředkem podle vynálezu s dutinovým rezonátorem tvořeným perforovanou deskou, na obr. 5 řez zvukově pohltivým prostředkem podle vynálezu se dvěma dutinovými rezonátory tvořenými perforovanou deskou, na obr. 6 graf součinitele zvukové pohltivosti α zvukově pohltivého prostředku podle vynálezu a jeho jednotlivých součástí, na obr. 7 graf součinitele zvukové pohltivosti α zvukově pohltivého prostředku podle vynálezu jiného než na obr. 6, a jeho jednotlivých součástí, na obr. 8 graf součinitele zvukové pohltivosti α zvukově pohltivého prostředku podle vynálezu jiného než na obr. 6 a obr. 7, a jeho jednotlivých součástí.

50 Příklady provedení vynálezu

Podstata vynálezu je založena na použití kombinace dutinového rezonátoru, u kterého se při dopadu zvukového vlnění o vysoké frekvenci uvádí do vynuceného kmitání vzduch nebo jiný materiál obsažený v jeho dutinách, a akustické rezonanční membrány, která se uvádí do vynuceného kmitání při dopadu zvukového vlnění o nízké frekvenci.

Jako dutinový rezonátor lze použít v podstatě libovolný známý dutinový rezonátor, jako například:

- a) Helmholtzův dutinový rezonátor, jehož perforovaná deska může být vytvořena například z plastu, papíru, lepenky, dřeva, překližky, dýhy, kovu, sádrokartonu, atd., nebo jejich kombinace,
- b) dutinový rezonátor tvořený voštinou, který může být vytvořen například z plastu, papíru, lepenky, dřeva, překližky, dýhy, kovu, atd., nebo jejich kombinace,
- c) dutinový rezonátor tvořený perforovaným panelem/deskou, který obsahuje alespoň jeden otvor, a který může být vytvořen například z papíru, plastu, lepenky, kompozitu (v obecném smyslu pevných částic zalitých do matrice, jako například uhlíková vlákna a/nebo nanovlákna a/nebo nanotrubice uložené v plastové nebo pryskyřičné matrici, apod.), vláknenného materiálu, betonu, vermikulitu, pórobetonu (plynosilikát, pěnasilikát, plynobeton, pěnobeton), skla, cihel, pěny, extrudovaného a/nebo expandovaného polystyrenu, sádrokartonu, dřeva (dýha, překližka, atd.), kovu, aerogelu, materiálu obsahujícího aerogel jako jednu ze svých součástí, kovu, atd., nebo jejich kombinace, případně je tvořen přímo podkladem, na který se má zvukově pohltivý prostředek podle vynálezu aplikovat,
- d) kombinaci alespoň dvou libovolných dutinových rezonátorů dle bodů a) až c).

Všechny dutiny rezonátoru, resp. vstupní otvory do nich přitom mohou mít stejný tvar a velikost, nebo se alespoň některé z nich v alespoň jednom tomto parametru liší. Alespoň některé dutiny dutinového rezonátoru mohou být dále v případě potřeby navíc alespoň částečně vyplněny vhodným zvukově pohltivým materiálem. Takovým materiálem může být například:

- a) aerogel,
- b) materiál obsahující aerogel jako jednu ze svých součástí,
- c) polymerní nanovlákna, samostatná nebo ve formě vrstvy, chomáčku, apod.
- d) materiál obsahující polymerní nanovlákna jako jednu ze svých součástí,
- e) vláknenná vrstva,
- f) vlákna vytvořená technologií meltblown (např. aplikovaná během výroby přímo do dutin dutinového rezonátoru), nebo vrstva vytvořená technologií meltblown,
- g) pěna,
- h) plynový polštář (například vzduch nebo jiný plyn uzavřený v polyetylenové fólii dle technologie Cell-O[®]),
- i) bublinková fólie,
- j) polymerní granulát,
- k) tekutina uzavřená ve fólii,
- l) kompozit (v obecném smyslu pevných částic zalitých do matrice),
- m) smotky a/nebo chomáčky a/nebo útržky vláknenné vrstvy, vč. vrstvy polymerních nanovláken,
- n) smotky papíru, útržky papíru,
- o) vermikulitový granulát,
- p) dřevěná štěpka a/nebo dřevěné piliny,
- q) perlit,
- r) slaměná řezanka a/nebo osina,
- s) peří
- t) písek,
- u) kuličky nebo jiné útvary např. z polystyrenu, či jiného polymeru,
- v) kombinace kterýchkoliv z výše uvedených materiálů.

Kromě toho může být dutinový rezonátor dále také podložen vrstvou vhodného zvukově pohltivého materiálu, resp. doplněn takovou vrstvou, která je uložena mezi ním a povrchem, na který se zvukově pohltivý prostředek podle vynálezu aplikuje, resp. ukládá.

- 5 Rezonanční frekvence dutinového rezonátoru je pak dána zejména rozměry jeho dutin/dutiny, rozměrem a tvarem vstupních otvorů, které do nich/ní ústí, jeho materiálem, a množstvím a charakterem výplní dutin/dutiny. Dutiny dutinového rezonátoru jsou obvykle z jedné strany uzavřeny povrchem podkladu, na který se má zvukově pohltivý prostředek podle vynálezu aplikovat, avšak v případě potřeby mohou být uzavřeny vhodnou vrstvou materiálu, např. stejného materiálu
10 z jakého je vytvořeno celé těleso dutinového rezonátoru.

Jako akustickou rezonanční membránu lze použít například:

- a) samostatnou vrstvu polymerních nanovláken, která je vytvořena z polymerních nanovláken jednoho typu, nebo několika typů lišících se materiálem a/nebo průměrem nanovláken a/nebo orientací nanovláken,
15 b) vrstvu polymerních nanovláken, která je vytvořena z polymerních nanovláken jednoho typu, nebo několika typů lišících se materiálem a/nebo průměrem nanovláken, která je uložena na vhodné podkladové vrstvě, na níž se uložila během své výroby elektrostatickým zvlákňováním, nebo na kterou se po své výrobě přenesla, jako například na textilií, mřížce, síťce, kovové nebo plastové fólii (např. i bublinkové fólii), vrstvě pěnového materiálu, vrstvě aerogelu, vrstvě obsahující aerogel jako jednu ze svých součástí, atd., nebo na jiné podkladové vrstvě obsahující libovolnou kombinaci těchto materiálů, přičemž může být s touto podkladovou vrstvou propojena například prostřednictvím vhodného pojiva a/nebo laminováním; podkladová vrstva je pak uspořádána směrem k dutinovému rezonátoru nebo od něj,
20 c) vrstvu polymerních nanovláken, která je vytvořena z polymerních nanovláken jednoho typu, nebo několika typů lišících se materiálem a/nebo průměrem nanovláken, a který obsahuje alespoň na části alespoň jednoho svého povrchu uloženou výztuhu, jako například mřížku nebo síťku, která může být s vrstvou polymerních nanovláken propojena například prostřednictvím vhodného pojiva a/nebo laminováním, a/nebo sítí útvarů (bodů, vláken, pruhů, plošných útvarů, atd.) materiálu v tuhém stavu, které alespoň částečně zasahují do tloušťky vrstvy polymerních nanovláken a obalují část jejich nanovláken a/nebo jsou alespoň částečně obaleny materiálem nanovláken a/nebo jsou s nanovlákný spojeny jejich adhezními vlastnostmi, přičemž tato vrstva polymerních nanovláken může být uložena na vhodné podkladové vrstvě (viz např. bod b)),
25 d) alespoň dvě stejné, nebo co do materiálu a/nebo plošné hmotnosti a/nebo průměru nanovláken odlišné vrstvy polymerních nanovláken, z nichž každá je vytvořena z polymerních nanovláken jednoho typu, nebo několika typů lišících se materiálem a/nebo průměrem nanovláken, přičemž tyto vrstvy mohou být vzájemně propojeny například prostřednictvím vhodného pojiva a/nebo laminováním, a kterákoliv z nich může být opatřena výztuhou jako například mřížkou nebo sítkou nebo podkladovou vrstvou, která může být s vrstvou polymerních nanovláken propojena například prostřednictvím vhodného pojiva a/nebo laminováním, a/nebo sítí útvarů (bodů, vláken, pruhů, plošných útvarů, atd.) materiálu v tuhém stavu, které alespoň částečně zasahují do tloušťky vrstvy polymerních nanovláken a obalují část jejich nanovláken a/nebo jsou alespoň částečně obaleny materiálem nanovláken a/nebo jsou s nanovlákný spojeny jejich adhezními vlastnostmi, přičemž kterákoliv z těchto vrstev polymerních nanovláken může být uložena na
30 vhodné podkladové vrstvě (viz např. bod b)),
e) syntetickou fólii, např. z expandovaného polytetrafluoretylenu, která je dle potřeby homogenní nebo perforovaná, a která může být v případě potřeby opatřena výztuhou jako například mřížkou nebo sítkou, která může být s fólií propojena například prostřednictvím vhodného pojiva a/nebo laminováním,
35 f) kovovou fólii, která je dle potřeby homogenní nebo perforovaná,
g) celulózovou fólii, která je dle potřeby homogenní nebo perforovaná, a která může být v případě potřeby opatřena výztuhou jako například mřížkou nebo sítkou nebo vrstvou textilie,
40
45

kteřá může být s vrstvou polymerních nanovláken propojena například prostřednictvím vhodného pojiva a/nebo laminováním,

- h) vrstvu papíru, která je dle potřeby homogenní nebo perforovaná, a která může být v případě potřeby opatřena výztuhou jako například mřížkou nebo sítkou nebo vrstvou textilie, která může být s vrstvou papíru propojena například prostřednictvím vhodného pojiva a/nebo laminováním,
- i) vláknennou vrstvu vytvořenou z vláken jednoho typu, nebo několika typů lišících se materiálem a/nebo průměrem nanovláken, která může být v případě potřeby opatřena výztuhou jako například mřížkou nebo sítkou nebo jinou vrstvou textilie,
- j) libovolnou vrstvu/vrstvy dle bodů a) až i) z nichž je kterákoliv opatřena vhodnou povrchovou úpravou, např. úpravou pro zvýšení nehořlavosti a/nebo voděodolnosti a/nebo elektrické vodivosti a/nebo plasmatickou úpravou a/nebo nástříkem a/nebo zátěrem, atd.
- k) kombinací alespoň dvou vrstev dle bodů a) až j).

Kterákoliv z těchto akustických rezonančních membrán přitom může být kombinována s kterýmkoliv z výše uvedených dutinových rezonátorů. Tato rezonanční membrána je pak uložena na povrchu dutinového rezonátoru, ke kterému je pevně připojena, například přilepena nebo přilaminována, apod. Její části, které překrývají otvory ústící do dutiny/dutin dutinového rezonátoru, přitom představují oddělené rezonanční plošky, přičemž rezonanční frekvence každé z nich je dána, vedle celkových vlastností rezonanční membrány, také její velikostí a tvarem. Při dopadu zvukového vlnění se pak tyto rezonanční plošky uvádí do vynucených kmitů, které jsou následně tlumeny třením ve vnitřní struktuře rezonanční membrány, třením rezonanční membrány o okolní vzduch a případně o další vrstvy materiálu uspořádané v její blízkosti, přičemž se část kinetické energie rezonující membrány také přenáší na dutinový rezonátor. Tření ve vnitřní struktuře rezonanční membrány je pitom navíc zvýšeno tím, že její sousední rezonanční plochy mohou kmitat s navzájem odlišnou periodou a/nebo výchylkou. Alespoň na části opačného povrchu rezonanční membrány může být v případě potřeby dále uložena alespoň jedna krycí vrstva materiálu, která chrání rezonanční membránu před mechanickým poškozením, a případně i vytváří nebo spoluvytváří pohledovou stranu zvukově pohltivého prostředku podle vynálezu. Jako krycí vrstva může být použita například:

- a) tuhá nebo ohebná mřížka nebo síťka,
- b) textilie,
- c) syntetická nebo kovová fólie,
- d) vrstva lehkého stavebního materiálu, např. polystyrenu,
- e) vrstva papíru nebo lepenky,
- f) vrstva překližky, dřevotřísky, dřeva, dýhy, apod.,
- g) vrstva skla,
- h) kombinace libovolných z materiálů dle bodů a) až g).

Tato krycí vrstva přitom může být s rezonanční membránou spojena prostřednictvím vhodného pojiva, např. tavného a/nebo laminací. V dalších variantách provedení je alespoň jedna krycí vrstva uložena mezi dutinovým rezonátorem a rezonanční membránou, nebo je rezonanční membrána uložena mezi alespoň dvěma krycími vrstvami.

V příkladném provedení znázorněném na obr. 1 obsahuje zvukově pohltivý prostředek podle vynálezu Helmholtzův dutinový rezonátor tvořený dutinou 1 vymezenou vnějším rámem 2 uloženým na podkladu 3, na který se má zvukově pohltivý prostředek aplikovat, povrchem 31 tohoto podkladu 3 a perforovanou dřevěnou deskou 4 o tloušťce 5 mm umístěnou ve vzdálenosti 20 mm od povrchu 31 podkladu 3. Všechny otvory 41 v perforované desce 4 přitom mají kruhový tvar a stejnou velikost, resp. plochu 7 mm², přičemž plocha rezonátoru je 200 mm². Z vnější strany je na perforované desce 4 uložena, např. přilepena, rezonanční membrána 5 tvořená vrstvou poly-

midových nanovláken o plošné hmotnosti $0,4 \text{ g.m}^{-2}$, a průměrném průměru nanovláken 250 nm, která překrývá celou její plochou včetně otvorů 41 ústících do dutiny 1 rezonátoru.

Při dopadu zvukového vlnění uvádí jeho složky s nízkou frekvencí do vynucených kmitů rezonanční plošky 51 rezonanční membrány 5, které jsou uloženy v prostorech otvorů 41 perforované desky 4. Jejich kmitání je přitom tlumeno zejména třením ve vnitřní struktuře rezonanční membrány 5, jejím třením o okolní vzduch a o perforovanou desku 4, a také přenosem části kinetické energie na perforovanou desku 4 a vnější rám 2 Helmholtzova rezonátoru, resp. na jiné, resp. další neznázorněné montážní a/nebo konstrukční prvky, kterými je prostředek podle vynálezu připevněn k podkladu 3, a jejich prostřednictvím případně i na podklad 3. Složky zvukového vlnění s vyšší frekvencí pak prochází přes rezonanční membránu 5 a otvory 41 v perforované desce 4 do dutiny 1 Helmholtzova rezonátoru, kde uvádí do vynucených kmitů molekuly vzduchu. Kmitání těchto molekul je pak tlumeno jejich vzájemným třením a třením o stěny Helmholtzova rezonátoru a případně i o rezonanční membránu 5. Tímto způsobem jsou současně pohlcovány složky zvukového vlnění v širokém spektru frekvencí.

Pro zvýšení pohlcování složek zvukového vlnění o vyšších frekvencích je výhodné vyplnit dutinu 1 Helmholtzova rezonátoru alespoň částečně vhodným zvukově pohltivým materiálem uvedeným výše, např. textilií (obr. 2), nebo kombinací takových materiálů.

Vnější rám 2 Helmholtzova rezonátoru je ve variantách znázorněných na obr. 1 a obr. 2 tvořen samostatným prvkem opatřeným neznázorněnými prostředky pro připojení k povrchu 31 podkladu 3, na který má být zvukově pohltivý prostředek podle vynálezu aplikován, avšak v neznázorněných variantách může být tvořen přímo součástí tohoto podkladu 3, například jeho konstrukčním prvkem/prvky, apod.

Ve variantě zvukově pohltivého prostředku podle vynálezu znázorněné na obr. 3 je namísto Helmholtzova rezonátoru použit dutinový rezonátor tvořený voštinou 6. Dutiny, resp. otvory ústící do dutin tohoto rezonátoru jsou přitom uzavřeny povrchem 31 podkladu 3, na který se má zvukově pohltivý prostředek podle vynálezu aplikovat, a z opačné strany rezonanční membránou 5 tvořenou vrstvou polymerních nanovláken uloženou na podkladové textilii 52 typu spunbond. Podkladová textilie 52, na kterou se vrstva polymerních nanovláken nanesla během své výroby elektrostatickým zvlákňováním, je přitom uspořádána směrem od dutinového rezonátoru, takže chrání rezonanční membránu 5 před mechanickým poškozením a současně se podílí na pohlcování složek zvukového vlnění o vyšších frekvencích. Princip tohoto zvukově pohltivého prostředku podle vynálezu je stejný jako u zvukově pohltivého prostředku znázorněného na obr. 1 – tj. složky dopadajícího zvukového vlnění o nízkých frekvencích jsou pohlcovány kmitáním rezonanční membrány 5, a složky o vysokých frekvencích jsou pohlcovány dutinovým rezonátorem, a případně i podkladovou textilií 52.

V neznázorněné variantě provedení mohou být pro zvýšení pohlcování zvuků o vyšších frekvencích alespoň některé dutiny dutinového rezonátoru alespoň částečně vyplněny vhodným zvukově pohltivým materiálem uvedeným výše.

Ve variantě znázorněné na obr. 4 je použit dutinový rezonátor tvořený perforovaným panelem 7. Dutiny, resp. otvory ústící do dutin tohoto rezonátoru jsou přitom uzavřeny povrchem 31 podkladu 3, na který se má zvukově pohltivý prostředek podle vynálezu aplikovat, a z opačné strany rezonanční membránou 5 tvořenou vrstvou polymerních nanovláken. Rezonanční membrána 5 je navíc z vnější strany překryta krycí vrstvou 53 tvořenou polystyrenovým panelem s otevřenou strukturou, který současně tvoří pohledovou stranu zvukově pohltivého prostředku, a který je s rezonanční membránou budově nebo úsečkově, nebo jiným způsobem umožňujícím kmitání rezonanční membrány 5 nebo jejích částí, propojen prostřednictvím pojiva. Princip tohoto zvukově pohltivého prostředku je stejný jako v předcházejících variantách – tj. složky dopadajícího zvukového vlnění o nízkých frekvencích jsou pohlcovány kmitáním rezonanční membrány 5, a

složky o vysokých frekvencích jsou pohlcovány dutinovým rezonátorem, a případně i krycí vrstvou 53.

V neznázorněné variantě provedení mohou být pro zvýšení pohlcování zvuků o vyšších frekvencích alespoň některé dutiny dutinového rezonátoru alespoň částečně vyplněny vhodným zvukově pohltivým materiálem uvedeným výše.

Na obr. 5 je dále znázorněna varianta zvukově pohltivého prostředku podle vynálezu, u které je na dutinovém rezonátoru tvořeném perforovaným panelem 7, jehož dutiny, resp. otvory, které do nich ústí, jsou uzavřeny povrchem 31 podkladu 3, na který se má zvukově pohltivý prostředek podle vynálezu aplikovat, a z opačné strany rezonanční membránou 5 tvořenou vrstvou polymer-
ních nanovláken, uložen další stejný dutinový rezonátor tvořený perforovaným panelem 70, na kterém je pevně uložena další stejná rezonanční membrána 50, která překrývá dutiny, resp. otvo-
ry, které ústí do dutin tohoto druhého dutinového rezonátoru. Vnější rezonanční membrána 50 je
dále z vnější strany překryta krycí vrstvou 501 tvořenou ve znázorněné variantě provedení textil-
ní vrstvou, která současně tvoří pohledovou stranu tohoto zvukově pohltivého prostředku.

V neznázorněné variantě provedení mohou být pro zvýšení pohlcování zvuků o vyšších frekvencích alespoň některé dutiny dutinového rezonátoru alespoň částečně vyplněny vhodným zvukově pohltivým materiálem uvedeným výše.

V dalších neznázorněných variantách provedení je možné podobným způsobem jako ve variantě znázorněné na obr. 5 kombinovat pro dosažení požadovaných zvukově pohltivých vlastností dutinové rezonátory a rezonanční membrány 5 stejného typu nebo různých typů, případně dutinové rezonátory stejných typů, ale s odlišným počtem a/nebo uspořádáním a/nebo velikostí a/nebo tvarem dutin, resp. otvorů, které do nich ústí. Otvory 41 ústící do dutiny 1 alespoň jednoho z dutinových rezonátorů přitom nemusí být překryty akustickou rezonanční membránou 5.

U každé z výše popsaných variant zvukově pohltivého prostředku podle vynálezu je na jednom povrchu dutinového rezonátoru uložena rezonanční membrána 5, avšak v neznázorněných varian-
tách provedení může být stejná nebo jiná rezonanční membrána 5 uložena na obou protilehlých površích dutinového rezonátoru, přičemž alespoň na jednom z jeho povrchů může být uložen větší počet rezonančních membrán 5, které jsou buď v kontaktu, nebo jsou vzájemně odděleny alespoň jednou vrstvou vhodného materiálu, jako např. textilií, mřížkou, sítkou, vzduchovou mezerou, atd. Na povrchu 31 podkladu 3 a/nebo v jeho blízkosti může být dále uložena neznázorněná podkladová vrstva, která uzavírá dutiny rezonátoru z této strany a případně se i podílí na tlumení zvuku.

Na obr. 6 je znázorněn graf součinitele zvukové pohltivosti α v závislosti na frekvenci zvuku pro zvukově pohltivý prostředek, který obsahuje dutinový rezonátor tvořený papírovou voštinou o rozměru oka 9 mm, na kterém je v celé jeho ploše uložena a pevně připojena rezonanční membrána 5 tvořená vrstvou polymerních nanovláken z polyamidu o plošné hmotnosti $0,2 \text{ g.m}^{-2}$, která je dále v celé ploše překryta krycí vrstvou 53 tvořenou netkanou textilií o plošné hmotnosti 20 g.m^{-2} . Celková tloušťka zvukově pohltivého prostředku je přitom 18 mm. Jak je z tohoto grafu zřejmé, součinitel zvukové pohltivosti α tohoto zvukově pohltivého prostředku (VN) je větší, než
pouhý součet součinitelů zvukové pohltivosti α jednotlivých jeho složek (V – dutinový rezonátor, VO – dutinový rezonátor s krycí vrstvou). Součinitel zvukové pohltivosti α v tomto provedení dosahuje hodnoty vyšší než 0,6 pro zvuky o frekvenci cca od 950 Hz, a pro zvuky o vyšší frekvenci nabývá hodnoty blízké 1.

Na obr. 7 je pak znázorněn graf součinitelů zvukové pohltivosti α v závislosti na frekvenci zvuku pro samostatnou plastovou desku s průměrem otvorů 5 mm a roztečí otvorů 10 mm vzdálenou 25 mm od povrchu 31 podkladu 3 (tj. samostatný Helmholtzův rezonátor) – šedá křivka, a pro zvukově pohltivý prostředek obsahující tento rezonátor, jehož povrch je překryt akustickou rezonanční membránou 5 tvořenou vrstvou nanovláken z polyamidu 6 (PA6) o plošné hmotnosti

12,5 g.m⁻², která je na plastovou desku laminována – černá křivka. Na obr. 8 je dále znázorněn graf součinitelů zvukové pohltivosti α v závislosti na frekvenci zvuku pro samostatnou vrstvu polyuretanové pěny o tloušťce 25 mm a plošné hmotnosti 640 g.m⁻² – světle šedá křivka, pro plastovou desku s průměrem otvorů 5 mm a roztečí otvorů 10 mm vzdálenou 25 mm od povrchu 31 podkladu 3 (tj. Helmholtzův rezonátor), kde je prostor mezi deskou a povrchem 31 podkladu 3 vyplněn výše popsanou polyuretanovou pěnou – tmavě šedá křivka, a pro zvukově pohltivý prostředek obsahující tento rezonátor s výplní, jehož povrch je překryt akustickou rezonanční membránou 5 tvořenou vrstvou nanovláken z polyamidu 6 (PA6) o plošné hmotnosti 12,5 g.m⁻², která je na plastovou desku laminována.

Zvukově pohltivý prostředek podle vynálezu může být použit například pro výrobu akustických těles, žaluzií, tapet, obkladů, podhledů, paravánů, zástěn a dělicích příček pro interiéry, případně výsekových nebo tvarových dílů pro dopravní průmysl (např. výplně dveří, podběhů, obložení zavazadlového nebo motorového prostoru nebo kabiny), materiálů pro odhlučnění hlučných zařízení, pro výrobu sluchátek, atd.

PATENTOVÉ NÁROKY

1. Zvukově pohltivý prostředek, obsahující alespoň jeden dutinový rezonátor, **vyznačující se tím**, že alespoň na jednom z povrchů tohoto dutinového rezonátoru je pevně uložena rezonanční membrána (5), která překrývá otvor/otvory (41) ústící do dutiny/dutin (1) dutinového rezonátoru.

2. Zvukově pohltivý prostředek podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že rezonanční membrána (5) je uložena na obou protilehlých površích dutinového rezonátoru.

3. Zvukově pohltivý prostředek podle nároku 1 nebo 2, **vyznačující se tím**, že na rezonanční membráně (5) je uložen další dutinový rezonátor.

4. Zvukově pohltivý prostředek podle nároku 3, **vyznačující se tím**, že na dalším dutinovém rezonátoru je pevně uložena další rezonanční membrána (5), která překrývá otvor/otvory (41) ústící do dutiny/dutin (1) dutinového rezonátoru.

5. Zvukově pohltivý prostředek podle libovolného z předcházejících nároků, **vyznačující se tím**, že dutinový rezonátor je rezonátor ze skupiny Helmholtzův dutinový rezonátor, dutinový rezonátor tvořený voštinou, dutinový rezonátor tvořený perforovaným panelem/deskou s alespoň jednou dutinou.

6. Zvukově pohltivý prostředek podle libovolného z předcházejících nároků, **vyznačující se tím**, že rezonanční membrána (5) je rezonanční membrána (5) ze skupiny vrstva polymerních nanovláken, syntetická fólie, kovová fólie, celulózová fólie, vrstva papíru, nebo jejich kombinace.

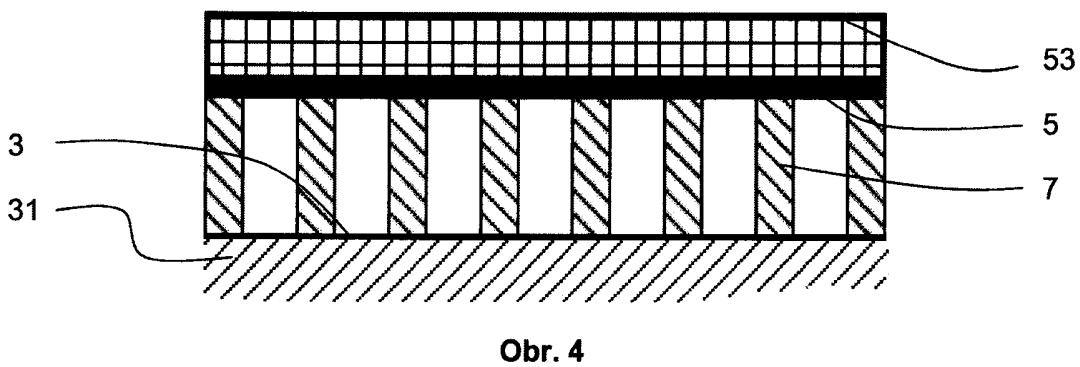
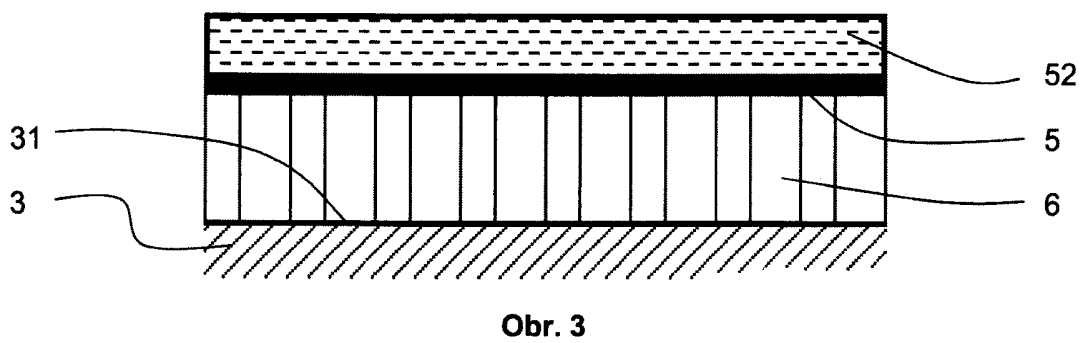
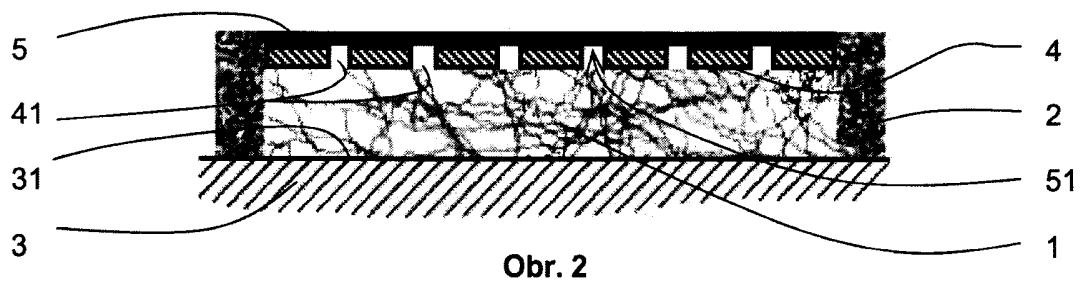
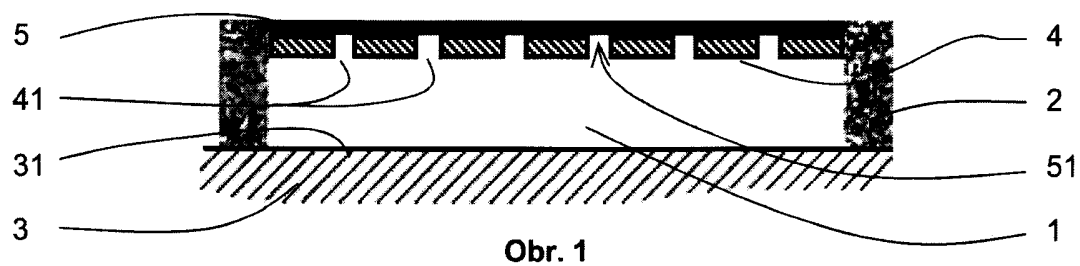
7. Zvukově pohltivý prostředek podle libovolného z předcházejících nároků, **vyznačující se tím**, že rezonanční membrána (5) je perforovaná.

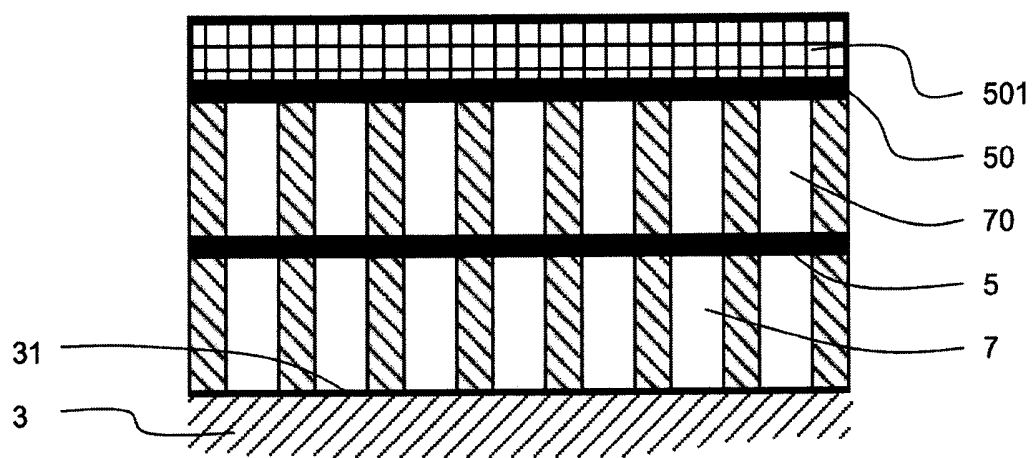
8. Zvukově pohltivý prostředek podle libovolného z předcházejících nároků, **vyznačující se tím**, že rezonanční membrána (5) je opatřena výztuhou ze skupiny mřížka, síťka, vrstva textilie, síť bodů a/nebo lineárních a/nebo plošných útvarů z materiálu v tuhém stavu.

9. Zvukově pohltivý prostředek podle libovolného z předcházejících nároků, **v y z n a ě u j í - c í s e t í m**, že alespoň na povrchu rezonanční membrány (5) odvráceném od dutinového rezonátoru je uložena krycí vrstva (53) ze skupiny mřížka, síťka, vrstva textilie, pěna, syntetická fólie, kovová fólie, vrstva lehkého stavebního materiálu, vrstva papíru, vrstva lepenky, vrstva překližky, vrstva dřevotřísky, vrstvy dýhy, vrstva dřeva, vrstva skla, nebo jejich kombinace.
10. Zvukově pohltivý prostředek podle libovolného z předcházejících nároků, **v y z n a ě u j í - c í s e t í m**, že alespoň jedna dutina dutinového rezonátoru je alespoň částečně vyplněna zvukově pohltivým materiálem ze skupiny aerogel, materiál obsahující aerogel jako jednu ze svých součástí, polymerní nanovlákná, vrstva polymerních nanovláken, materiál obsahující polymerní nanovlákná nebo vrstvu polymerních nanovláken jako jednu ze svých součástí, vlákenná vrstva, vrstva vytvořená technologií meltblown, pěna, plynový polštář, bublinková fólie, polymerní granulát, tekutina, kompozit, vlákna, smotky vlákenné vrstvy, vč. vrstvy polymerních nanovláken, chomáčky nanovláken, resp. útržky vrstvy nanovláken, smotky papíru, útržky papíru, vermikulitový granulát, dřevěná štěpka a/nebo dřevěné piliny, perlit, slaměná řezanka a/nebo osina, peří, písek, kuličky nebo jiné útvary z polystyrenu, nebo jejich kombinace.

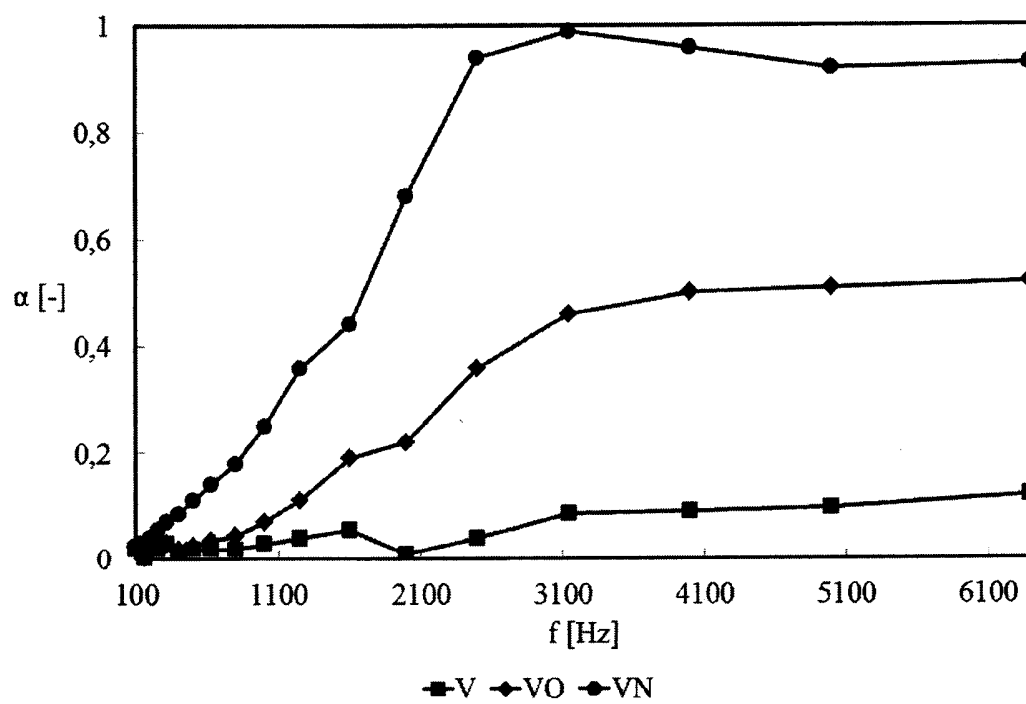
20

3 výkresy

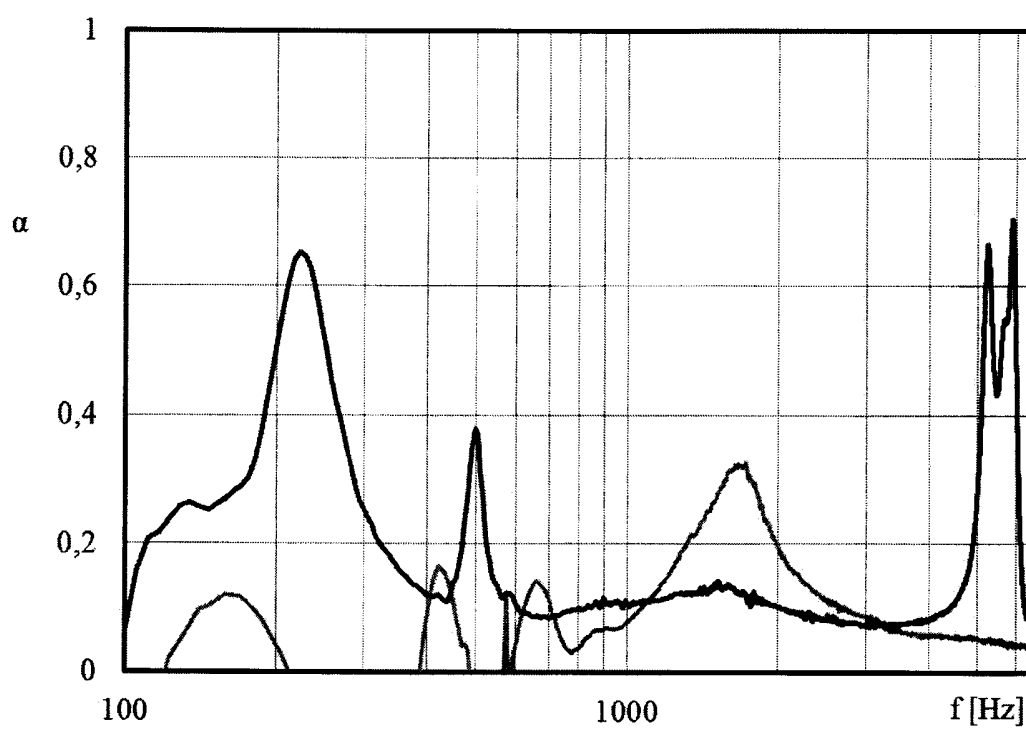




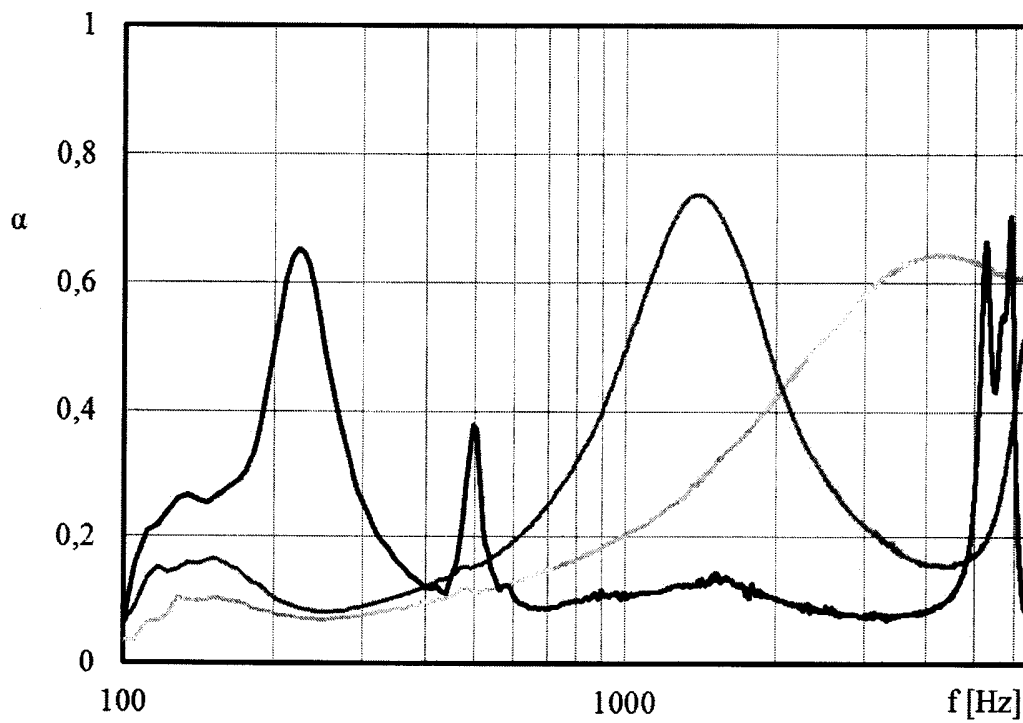
Obr. 5



Obr. 6



Obr. 7



Obr. 8

Konec dokumentu