



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

219479
(11) (B1)

(51) Int. Cl.³
H 04 R 1/28

(22) Přihlášeno 12 04 80
(21) (PV 2557-80)

(40) Zveřejněno 27 08 82

(45) Vydáno 15 08 85

(75)
Autor vynálezu

BOLESLAV ALEŠ dr. ing. CSc., SMETANA CTIRAD ing., CSc., ŘEHÁK
VRATISLAV ing., PRAHA

(54) Mikrofonní sonda

1

Vynález se týká mikrofonní sondy vytvořené ze zvukovodu, jehož výstupní ústí je upevněno k válcové komůrce před membránou tlakového měřicího mikrofону. Mikrofonní sonda podle vynálezu je určena pro měření akustického tlaku v daném, úzce omezeném místě akustického pole, přičemž její předností a výhodou je podstatné zvětšení rozsahu měřitelných akustických tlaků směrem k malým hodnotám vlivem toho, že membrána měřicího mikrofону má podstatně větší plochu, než-li je plocha výstupního ústí zvukovodu, a proto výstupní signál mikrofону je vyšší, nežli u mikrofону, jehož membrána má průměr vstupního ústí zvukovodu.

Dosud známé mikrofonní sondy jsou vytvořeny ze zvukovodu stálého průřezu, který ústí do dutiny před membránou tlakového měřicího mikrofону pro indikaci akustického tlaku. Nevýhodou této konstrukce sondy je nutnost velmi přesného nastavení akustického odporu prvku, určeného pro jeho vytvoření a umístění ve vstupním průřezu sondy, má-li být výsledný kmitočtový průběh vyrovnaný. Protože jde o poměrně malý akustický odpor, který lze realizovat pouze zátkou zhotovenou z tenkých a poddajných vláken snadno porušitelných, je nutné před každým měřením poměrně prac-

2

ným způsobem kontrolovat správnou hodnotu zmíněného akustického odporu a znova ji nastavovat.

Podstatně výhodnější vlastnosti má mikrofonní sonda podle čs. autorského osvědčení č. 210 393. Tato sonda je vytvořena ze zvukovodu stálého průřezu, který je na straně v blízkosti mikrofону opatřen aspoň jedním otvorem, zakrytým prodyšným materiálem, jehož akustický odpor je roven charakteristické impedanci zvukovodu sondy. Podobné vlastnosti vykazuje také sonda s proměnným průřezem zvukovodu, například exponenciálním, rozevírajícím se směrem k měřicímu mikrofону v analogickém uspořádání.

Určité omezení použitelného kmitočtového rozsahu u popsané koncepce sondy je způsobeno tím, že plocha akustického odporu, uzavírajícího otvory sondy a umístěného v blízkosti mikrofону, je zatížena jeho vyzařovací impedancí, jejíž imaginární složka, která se uplatňuje v oblasti vysokých kmitočtů, způsobuje, že reálná složka impedance otvorů sondy přechází v komplexní, což má za následek zvlnění kmitočtové charakteristiky.

Mikrofonní sonda podle vynálezu nevykazuje popsané nevýhody stávající známé konstrukce a koncepce. Výsledný kmitočto-

vý průběh je vyrovnaný až do mezního kmitočtu použitého akustického obvodu, který je závislý pouze na geometrických rozměrech mikrofону a kotouče s upevněným prvkem pro vytvoření akustického odporu. Další výhodou mikrofonní sondy podle vynálezu je možnost volby délky zvukovodu podle požadavku a účelu jejího použití. Umožňuje taktéž použít sondy při měřeních, při nichž je nutno zvukovod zavést například do prostoru s vysokou teplotou; není překážek proti opatření zvukovodu chladicím zařízením na ochranu vlastního mikrofónu. Další výhodou této sondy je její schopnost umístění na nepřístupných místech nebo na místech s nebezpečným zářením apod., a to právě následkem možného vytvoření zvukovodu o potřebné délce bez ovlivnění funkční účinnosti a přesnosti.

Podstatou vynálezu je mikrofonní sonda vytvořená ze zvukovodu, jehož výstupní ústí je upevněno ke komůrce před membránou měřicího tlakového mikrofónu, s níž je komůrka svým tvarem a rozměry shodná, přičemž vnější prostor kolem zvukovodu před komůrkou je buď otevřen do ostatního prostoru, nebo je uzavřen pouzdrem alespoň částečně vyplněným materiálem absorbujícím zvuk. Podle vynálezu je stěna komůrky, k níž je upevněno výstupní ústí zvukovodu, který má buď stálý průřez, nebo průřez zvětšující se směrem od jeho vstupního ústí k jeho výstupnímu ústí, rovnoběžná s membránou měřicího tlakového mikrofónu, a je opatřena alespoň jedním otvorem buď zakrytým, nebo vyplněným prodyšnou příložkou tak, že akustický odpor stěny komůrky je roven charakteristické impedanci zvukovodu s tolerancí nejvýše $\pm 15\%$.

Podstata vynálezu je dále vysvětlena na příkladu jeho provedení, které je popsáno pomocí výkresu, na němž je znázorněno: na obr. 1 — uspořádání mikrofonní sondy s neprodyšnou příložkou s otvory, zakrytými příložkami z prodyšného materiálu, na obr. 2 — uspořádání mikrofonní sondy opatřené pouzdrem, zakrývajícím prvek pro vytvoření akustického odporu obvodu o převážné reálné akustické impedanci.

Na obr. 1 zvukovod 1 mikrofonní sondy, který může mít buď stálý průřez, nebo průřez zvětšující se směrem od vstupního ústí 10 k výstupnímu ústí 2, ústí do komůrky 4 válcového tvaru, jejíž jednou základnou je membrána 8 měřicího mikrofónu 3 a druhou přibližně paralelní základnou je deska 5, jež se uplatňuje jako akustický odpor. Deska 5 může být zhotovena celá z prodyšného materiálu nebo může být kompaktní, opatřená otvory 6, zakrytými a/nebo vyplněnými příložkami 7 z prodyšného materiálu, například textilu. Akustický odpor desky 5 musí mít hodnotu charakteristické impedance Z_0 zvukovodu sondy, uvažované na jeho výstupním ústí 2 a tato hodnota má být udržena s tolerancí nejvýše $\pm 15\%$.

Akustická impedance obvodu vytvořeného komůrkou 4 o objemu V a akustickým odporem desky 5 má až do horního mezního kmitočtu f_h prakticky čistě reálnou hodnotu. Obvod vytvořený komůrkou 4 a akustickým odporem desky 5 v podobném prostorovém uspořádání, určený pro jiné účely, je popsán ve vynálezu „Prvek o převážné reálné akustické impedanci“ podle čs. autorského osvědčení č. 174 742.

Na obr. 1 je znázorněna přepážka 9, jež odděluje prostředí, v němž je vstupní ústí 10 zvukovodu 1, například prostředí o vyšší teplotě a/nebo o vyšším tlaku a/nebo prostředí se škodlivým zářením, od prostředí s normální teplotou a tlakem a bez škodlivého záření, v němž je umístěno zařízení. Délka l zvukovodu 1 se mění od výstupního ústí 2 zvukovodu do komůrky 4 až ke vstupnímu ústí 10 zvukovodu 1 do prostředí odděleného přepážkou 9 od normálního prostředí.

Na obr. 2 je znázorněna úprava mikrofonní sondy podle obr. 1 pro použití v případě, že je celá sonda při měření umístěna v akustickém poli včetně mikrofónu 3 a otvorů 6 v desce 5. V tom případě musí být otvory 6 zakryty těsným pouzdrem 11 o objemu V_1 . Dutina 12 pouzdra 11 má být z důvodu potlačení dílčích rezonancí vyplněna porézním materiálem absorbujícím zvuk, například pěnovým molitanem nebo vláknitým materiálem. Objem V_1 dutiny 12 pouzdra 11 je nutno volit tak, aby byla splněna podmínka

$$V_1 \geq 20 \cdot l \cdot R_1^2$$

přičemž l je délka zvukovodu a R_1 je poloměr výstupního ústí 2 zvukovodu 1 do komůrky 4.

Hodnota charakteristické impedance Z_0 zvukovodu 1 je určena výrazem

$$Z_0 = \frac{c_0 \cdot \rho}{\pi \cdot R_1^2}$$

v němž ρ je specifická hmotnost vzduchu, c_0 je rychlost šíření zvuku, R_1 je poloměr výstupního ústí 2 zvukovodu do komůrky 4.

Má-li imaginární složka akustické impedance zatěžující plochu desky 5, jež se uplatňuje jako akustický odpor, hodnotu ωm , přičemž ω je kruhová frekvence akustického signálu a m je spolukmitající hmotnost vzduchu zatěžující plochu desky 5, a má-li hmotnost vzduchu kmitajícího v otvorech 6 hodnotu m_1 , přičemž celková hmotnost m_c je rovna součtu

$$m_c = m + m_1$$

volí se objem V komůrky 4 takový, aby rezonanční kmitočet f_r obvodu, v němž se uplatňuje celková hmotnost m_c a objem V

$$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{m_c \cdot c}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{m_c \cdot \frac{V}{p_0 \cdot \kappa}}} = (3 \div 4) f_h,$$

přičemž c je hodnota akustické poddajnosti komůrky 4, p_0 je hodnota statického tlaku vzduchu a rovná se 10^5 Pa, κ je Poissonova konstanta vzduchu a rovná se 1,4. Zároveň musí být splněna podmínka, že

$$c = \frac{m_c}{Z_0^2}.$$

Činnost mikrofonní sondy podle vynálezu lze popsat takto: akustický signál vstupuje do zvukovodu, v němž se vytvářejí postupující akustické vlny, šířící se směrem rozevírání zvukovodu 1 k mikrofonu 3. Vzhledem k tomu, že zvukovod 1 je uzavřen charakteristickou impedancí, nevzniká žádný odraz a akustický tlak působící na membránu 8 mikrofonu 3 je přibližně roven hodnotě akustického tlaku na vstupním ústí 10 zvukovodu. Záměrem řešení podle vynálezu je získání co nejnižší hladiny ekvivalentního rušivého signálu při vyrovnané kmitočtové charakteristice.

Mikrofonní sonda podle vynálezu skýtá více možností použití: především je možno měřit akustický tlak ve velmi malé ob-

komůrky 4 byl 3krát až 4krát vyšší než horní mezní kmitočet f_h sondy s mikrofonem, to znamená, že

lasti akustického pole, přičemž tato velmi malá oblast se může prakticky považovat za bod. Dále je možno vlivem existence zvukovodu měřit tlaky v prostředí se zvýšenou teplotou, případně při použití chladicího zařízení na zvukovodu lze měřit tlaky v prostředí s vysokou teplotou. Kromě toho umožňuje mikrofonní sonda podle vynálezu měřit tlak na místech obtížně přístupných nebo v místech s nebezpečným zářením.

Specifickými přednostmi mikrofonní sondy podle vynálezu jsou: stabilita přenosových vlastností, vyrovnaný kmitočtový průběh a relativně vysoký horní mezní kmitočet.

V důsledku popsaných vlastností a specifických předností má využití mikrofonní sondy podle vynálezu velmi široké uplatnění; její použití a využití výhodných vlastností je stejně tak účelné v oblasti základního výzkumu jako v průmyslové oblasti. Z hlediska oborů je uplatnění sondy možné v elektroakustice, fyzice, a to zejména v termodynamice a aerodynamice. Z hlediska průmyslu je využití sondy účelné ve strojírenském průmyslu, tj. v automobilkách, v leteckých továrnách, v kotlárnách. Navíc je možné využití sondy také při výrobě hudebních nástrojů, atd.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

Mikrofonní sonda vytvořená ze zvukovodu, jehož výstupní ústí je upevněno ke komůrce před membránou měřicího tlakového mikrofonu, s níž je komůrka svým tvarem a rozměry shodná, přičemž vnější prostor kolem zvukovodu před komůrkou je buď otevřen do ostatního prostoru, nebo je uzavřen pouzdrem, alespoň částečně vyplněným materiálem absorbujícím zvuk, vyznačená tím, že deska (5) komůrky (4), k níž je upevněno výstupní ústí (2) zvukovo-

du (1), který má buď stálý průřez, nebo průřez zvětšující se směrem od jeho vstupního ústí k jeho výstupnímu ústí (2), je rovnoběžná s membránou (8) měřicího tlakového mikrofonu (3), a je opatřena alespoň jedním otvorem (6) buď zakrytým, nebo vyplněným prodyšnou příložkou (7), přičemž akustický odpor stěny (5) komůrky (4) je roven charakteristické impedanci zvukovodu (1) s tolerancí nejvýše $\pm 15\%$.

