

UŽITNÝ VZOR

(11) Číslo dokumentu:

29 326

(13) Druh dokumentu: **U1**

(51) Int. Cl.:

F01N 1/06 (2006.01)

F01N 1/08 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2015-31728**

(22) Přihlášeno: **05.11.2015**

(47) Zapsáno: **04.04.2016**

(73) Majitel:
Ing. Zdeněk Mach, Nové Město nad Metují, CZ
Zdenka Machová, Nové Město nad Metují, CZ

(72) Původce:
Ing. Zdeněk Mach, Nové Město nad Metují, CZ
Zdeněk Ekart, Vsetín, CZ

(74) Zástupce:
Václav Müller, patentový zástupce, Filipova 2016,
148 00 Praha 4

(54) Název užitného vzoru:
**Kombinovaný tlumič hluku výfukových
plynů**

CZ 29326 U1

Kombinovaný tlumič hluku výfukových plynů

Oblast techniky

Technické řešení se týká kombinovaného tlumiče hluku výfukových plynů, zejména pro automobilový průmysl, lesní, zemědělskou a zahradní techniku.

- 5 Technické řešení se týká tlumení hluku výfukových plynů vybitím hlukových vln v oblasti dopravy silniční, lodní, železniční, u lesní, zemědělské a zahradní techniky, dále v letectví, zbrojním průmyslu apod.

10 Technické řešení je zaměřeno na snižování nepříznivých vlivů a to zejména hluku nad 50 dB (působící stres a psychické deprese), snížení spotřeby PHM a následné snížení emisí CO/CO₂ i na snížení vibrací a chvění, vč. snížení teploty výfukových plynů.

Technické řešení zaplňuje mezeru v zařízeních ve známém rozsahu a účinnosti tlumení hluku.

Dosavadní stav techniky

Jsou známy technická řešení tlumiče hluku založené na myšlence interference výfukových plynů na bázi absorpční, rezonanční a absorpčně rezonanční. Jsou známa technická řešení, např. chráněné CZ užitným vzorem č. 19852, kdy tlumiče hluku obsahují plášť, s nímž je neprodyšně spojeno vstupní víko, které je uzpůsobeno pro napojení na vstupní potrubí a výstupní víko, které je uzpůsobeno pro napojení na výstupní potrubí. Uvnitř prostoru vymezeného pláštěm a vstupním i výstupním víkem je uspořádáno tlumící ústrojí obsahující vstupní komoru a výstupní komoru, které jsou odděleny přepážkou opatřenou průchozími otvory. Průchozí otvory jsou z prostorového hlediska uspořádány proti sobě tak, že primární proud plynu, vstupující do tlumiče, se rozdělí na dílčí proudy. Primární proud plynu je zatížen vstupními tlakovými pulsacemi, projevujícími se jako hluk. Tlakové pulsace mají vektorový charakter. Dílčí proudy jsou pak zatíženy vektory dílčích tlakových pulsací. Po výstupu z průchozích otvorů dochází k expanzi dílčích proudů plynu a vektory dílčích pulsací získají takové směry, že dochází k interakci alespoň s některými vektory dílčích tlakových pulsací z ostatních dílčích proudů plynu. Interakce těchto vektorů dílčích tlakových pulsací, které působí proti sobě, způsobí, že vzniknou redukované tlakové pulsace, jejichž vektory jsou menší, než vektory vstupních tlakových pulsací. Tímto postupem se hluk částečně utlumí. Hlavní nevýhoda tohoto konstrukčního uspořádání je spatřována v tom, že proudění plynu přes průchozí otvory neprobíhá přesně podle teoretických předpokladů. Proudění je totiž závislé na velikosti vstupní a výstupní komory, na průměru průchozích otvorů a zejména ostroty jejich hran. Další nevýhoda tohoto konstrukčního uspořádání je spatřována ve velkých tlakových ztrátách při průchodu tlumičem, což má za následek snížení účinnosti zařízení a technické i technologické náročnosti takové výroby. Např. za chodu motoru vozidla vznikají hlukové vlny, jejichž nosným prostředím je pulzující proud výfukových plynů. Je známo, že intenzita hluku se snižuje s růstem ztrát. Tyto ztráty lze zvýšit pohlcováním hlukové energie, k čemuž se používají různé výplňové hmoty nebo vně proudy plynů uspořádané rezonátory. Využívá se také perforovaných stěn – přepážek – pro průchod hlukové vlny, opakované kontrakce a expanze, popř. změny směru alespoň části hlavního proudu výfukových plynů, odrazů hlukových vln a prodlužování jejich dráhy nebo jejich chlazení. Výsledný efekt tlumiče závisí také na poměru objemu tlumiče k pracovnímu objemu válců motoru. Současná konstrukční řešení tlumičů hluku výfukových plynů používají různé kombinace a vzájemná uspořádání uvedených tlumících prostředků.

45 Je např. známo technické řešení podle patentu CZ 286 939 obsahujícího protáhlý plášť, jehož vnitřní prostor je rozdělen střídavě uspořádanými paralelními příčkami a přepážkami s mezerami při jejich koncích nebo otvory v jejich středové části, na několik komor, jejichž objem se ve směru proudění výfukových plynů zvětšuje. Toto technické řešení sice tlumí hlukové vlny výfukových plynů, avšak zdaleka nesplňuje soudobé požadavky na zbytkovou intenzitu hlukových vln.

Dále je známo technické řešení podle CZ přihlášky vynálezu PV 1993 – 2264, které obsahuje komoru, jíž prochází perforovaná trubka opatřená soustavou malých otvorů a několika příčnými řadami větších otvorů. V perforované trubce je odrazové duté těleso tvořené dvojicí kuželů s mezerou mezi jejich podstavami. Při konci perforované trubky je několik řad větších otvorů. Toto řešení použitím průchozí perforované trubky s většími a menšími otvory, jimiž postupuje část výfukových plynů v různých vzdálenostech do vnější části komory, kde dochází k jejich promíchání a zvření a zpětnému vracení do perforované trubky, zajišťuje vyšší účinnost útlumu hlukových vln. Soudobé požadavky na velikost útlumu však nejsou u tohoto řešení splněny.

Další známé technické řešení tlumiče je uvedeno v EP 1 477 642, který popisuje několik variant řešení tlumiče obsahujícího v podlouhlém pouzdru vstupní trubici zasahující do přibližně 2/3 délky z jedné strany a výstupní trubici zasahující do 2/3 délky z opačné strany. Alespoň jedna z nich je opatřena soustavou otvorů. Otvory jsou dále vytvořeny v nosných přepážkách obou trubic. Toto řešení zajišťující ve zbývajících 1/3 délky jednak kompresi proudu výfukových plynů, jednak obrácení jejich směru a jejich vracení do soustavy otvorů v nosných přepážkách, přičemž způsobuje změnu jejich rychlosti a zvření. Zvýšená intenzita útlumu hlukových vln je u tohoto řešení zajištěna také vstupem části výfukových plynů do volného prostoru. Ani u tohoto technického řešení není dosaženo takové intenzity útlumu hlukových vln, jaká je požadována u současných motorových vozidel.

Technické řešení tlumiče výfuků podle CS patentu č. 196 742, spočívá v tom, že je v komoře mezi dvěma rezonátory Helmholtzova typu vložena přepážka s šikmo nastavenou, centricky nebo excentricky umístěnou průchozí trubicí pro usměrnění proudu a hlukové vlny proti válcovité stěně pláště tlumiče. Hlavní nevýhoda tohoto konstrukčního uspořádání je spatřována v nízké účinnosti tlumení hluku.

Dalším známým technickým řešením je technické řešení s názvem „Modulární katalyzátor a tlumič výfuku pro spalovací motor“ podle patentu US 5,578,277, kdy katalyzátor a tlumič jsou spojeny do jednoho celku. Proud spalín od motoru je veden expanzní komorou k sedmi dílčím katalyzátorům, vestavěným do přepážky komory. Dílčí katalyzátory jsou trubice ukončené prostupnou, katalyticky aktivní, keramickou stěnou. Proud spalín a hluková vlna jsou z katalyzátorů dále vedeny proti dvěma za sebou umístěným vydutým přepážkám s mnoha otvory a následně potrubím do volné atmosféry. Hlavní nevýhoda tohoto konstrukčního uspořádání je spatřována v nízké účinnosti tlumení hluku.

Je také známo technické řešení podle CZ přihlášky vynálezu PV 1999 – 2583, kdy proud spalín je zde veden proti centrálně umístěnému dutě vypouklému štítu menšího průměru než je průměr válcovité expanzní komory a vzniklým mezikruhovým otvorem dál proti dutě vypouklé stěně spojené neprostupně po svém obvodu s pláštěm komory. V druhé vypouklé stěně jsou otvory různých tvarů. Jimi je veden proud spalín a hluková vlna do komory ukončené ve směru proudu přepážkou, v níž jsou vstupy do píšťal rezonátoru – na obou koncích otevřených trubic různých délek, které ústí do další komory. Z ní jsou spaliny a hluková vlna vedeny dvěma cestami, jednak otvory v plášti osově situované trubice a tečně a jednak umístěnými otvory na povrchu válcovité komory dál ke společnému vyústění do volné atmosféry. Tento tlumič nevykázal uspokojivé výsledky, poněvadž píšťalový rezonátor nemá sám o sobě tlumící účinek. Spíše naopak. V každém případě však mění fázi hlukové vlny a její energie může být snížena interferencí s hlukovou vlnou s původní fází. To u tlumiče, který je předmětem citované přihlášky vynálezu, chybí.

Další technické řešení tlumiče hluku dle patentu CZ 297930 B6 obsahuje vstupní otvor a válcovitý plášť opatřený na protilehlém konci výstupním potrubím. Jeho podstatou je, že válcovitý plášť je uvnitř rozčleněn na alespoň čtyři pracovní sekce obsahující osově uspořádané zejména tlumící prvky, expanzní komory, vírovou komoru, dvojici soustav trubicových rezonátorů a rozvířovací, usměrňovací a kumulační prvky a vymezené alespoň třemi příčně uspořádanými přepážkami, přičemž k protilehlé výstupnímu potrubí je válcovitý plášť opatřen vstupní sekci volně obepínající jeho první pracovní sekci opatřenou přívodními otvory výfukových plynů, kterážto vstupní sekce je připevněna k povrchu válcovitého pláště.

Nevýhody dle tohoto řešení (principiálně zcela odlišného od našeho vynálezu) spočívají v tom, že proud spalín nesoucí hlukovou vlnu nemůže dosáhnout posunutí své hlukové vlny o $\lambda/2$ neboť po průletu prvním rezonátorem se oba proudy ve směšovací prostoru druhé pracovní sekce opět smísí a díky tomu nedojde k posunutí hlukové vlny po průletu druhým rezonátorem celkem o $\lambda/2$, ale pouze o $\lambda/4$ a vlnová délka se posune (zpozdí) o $\pi/2$. Nesčítají se účinky obou rezonátorů a ve směšovací komoře nedochází k zrcadlovému efektu. Původní a zpožděná fáze nejdou proti sobě se zpožděním o celé π a posunem o $\lambda/2$.

Vzhledem k tomu, že nedochází k zrcadlovému efektu a tedy vybití hlukové vlny, ale pouze k její interferenci, v konečném efektu hodnota útlumu hluku, protitlaku, spotřeby PHM, hodnota emisí a teploty výfukových plynů nedosahuje požadovaného – očekávaného výsledku.

Hlavní nevýhoda výše citovaných konstrukčních uspořádání je spatřována zejména v tom, že u hlukových vln jde o podélné kmitání, tedy zhušťování a zředování nosného prostředí – média. Intenzita hluku odpovídá množství hlukové energie, která projde za časovou jednotku plochou 1 cm^2 postavenou kolmo ke směru proudu. Takto definovaná intenzita hluku závisí na kvadrátu amplitud a kvadrátu frekvencí komplexu dílčích hlukových vln, na hustotě nosného prostředí (média) a rychlosti zvuku v něm, tzn. také na jeho teplotě – se snížením teploty média hluk klesá. Nosným prostředím je u výfuků spalovacích motorů pulzující proud plyných spalín, vedených potrubím od motoru do volné atmosféry. Frekvence pulzů je dána otáčkami motoru. Intenzita hluku se snižuje s růstem ztrát. Ty lze zvýšit pohlcováním hlukové energie. K tomu slouží různé hmoty vyplňující pohlcovače, např. skleněná, azbestová nebo ocelová vata nebo vně proudu situované rezonátory (rezonátory Helmholtzova typu). K jiným známým prostředkům snižujícím intenzitu hluku výfuků patří:

prostup hlukové vlny perforovanými stěnami – přepážkami (opakované kontrakce a expanze vedoucí k redukci hlukové energie), dále dělení proudu spalín do několika dílčích proudů, v nichž jsou měněny fáze dílčích hlukových vln a následně jsou tyto svedeny do směšovací komory, kde dochází k jejich vzájemné interakci a tím k útlumu. Změny fáze dílčích hlukových vln je dosahováno jejich odrazem nebo everzí směru pohybu, změnou délky drah a rychlostí, popř. snížením teploty dílčích proudů nosného média. Je známý i způsob zpožďování fáze hlukové vlny jejím průchodem trubicovými (píšťalovými) rezonátory. Interakci dílčích hlukových vln podporuje turbulence nosného, plyného média. Výsledný efekt každého tlumiče závisí ovšem na dimenzích jednotlivých prvků tlumiče, na jejich vzájemné sestavě a v neposlední řadě na poměru objemu tlumiče k pracovnímu objemu válců motoru. Současná řešení tlumičů hluku výfukových plynů automobilů používají v nejrůznějších konstrukčních provedeních různé kombinace a vzájemné uspořádání vyjmenovaných tlumících prostředků.

35 Podstata technického řešení

Uvedené nedostatky do značné míry odstraňuje kombinovaný tlumič hluku výfukových plynů tvořený sestavou dutých těles se společným pláštěm spojených na jedné straně s přívodním potrubím plyných spalín a na druhé straně s výstupní částí výfukového ústrojí a kde původní vstupní proud ($\dot{I}_p$) spalín nesoucí hlukovou vlnu je rozdělen nejméně do dvou proudů, a sice do zpožděného proudu ($\dot{I}_z$) spalín nesoucího zpožděnou hlukovou vlnu a do nezpožděného proudu ($\dot{I}_n$) spalín nesoucí původní hlukovou vlnu, které jsou následně opět spojeny do sjednoceného proudu ($\dot{I}_s$) spalín nesoucí hlukovou vlnu s fázovým posunem, z něhož po vybití hlukové vlny na výstupu vznikne výsledný proud ($\dot{I}_v$) spalín, podle tohoto technického řešení, jehož podstata spočívá v tom, že na vstupu obsahuje sestava dutých těles se společným pláštěm vstupní expanzní komoru a dělič proudů a na výstupu společnou výstupní expanzní a směšovací komoru. Mezi vstupní expanzní komorou a děličem proudů a společnou výstupní expanzní a směšovací komorou jsou vloženy nejméně dvě vnitřní expanzní komory. Vnitřní expanzní průběžná komora nezpožděného proudu ($\dot{I}_n$) spalín a alespoň jedna vnitřní expanzní komora zpožděného proudu ($\dot{I}_z$) spalín s rezonátorem s tím, že poměr délky trubice každého z rezonátorů k délce vnitřní expanzní komory zpožděného proudu ($\dot{I}_z$) spalín je 0,5. Poměr plochy průřezu trubice prvního rezonátoru k ploše průřezu vstupního přívodního potrubí plyných spalín je 0,5. Průchodem zpožděného proudu ($\dot{I}_z$) spalín přes vnitřní expanzní komoru zpožděného proudu uvedených parametrů se

vlnová délka hlukové vlny celkově zpozdí o celé π a hluková vlna se posune o $\frac{1}{2}$ své vlnové délky λ , čímž se ve sjednoceném proudu ($\dot{I}_s$) spalín vytvoří zrcadlová vlna a dojde k vybití hlukových vln, případně celého hlukového spektra. Úkolem technického řešení je odstranit výše uvedené nevýhody a nedostatky a vytvořit (vyvinout) tlumič hluku výfukových plynů, který by eliminoval v maximální míře intenzitu hluku výfukových plynů na minimum. Tento cíl splňuje a uvedené nedostatky popsané v dosavadním stavu techniky odstraňuje předmětné technické řešení „kombinovaný tlumič hluku výfukových plynů,,“ kdy využitím rezonátorů – na obou koncích otevřených a na výstupu zaoblených trubic s vlastní schopností interference hlukových vln, dojde k vybití jedné a více hlukových vln, popř. celého hlukového spektra. Tohoto jevu – výsledku je dosaženo tím, že vlnová délka hlukové vlny se průletem trubice rezonátoru zpozdí o hodnotu $\pi/2$, zatímco hluková vlna se posune pouze o $\frac{1}{4}$ její vlnové délky.

Hlavní hluková vlna se usadí v ose trubice rezonátoru rádooby jako půlvlna a zaoblení trubice rezonátoru umožní usazení příbuzných hlukových vln kolem ní. Tohoto jevu dosáhne předmětné technické řešení tím, že rozdělí původní proud spalín do nejméně dvou větví, kdy jednou z nich prochází proud spalín původní - nezpožděný $\dot{I}_p$, a ve druhé větvi je proud nesoucí hlukovou vlnu $\dot{I}_z$ zpožděn dvakrát o $\frac{1}{4}$ její vlnové délky λ , tedy celkově o $\frac{1}{2}$ její vlnové délky. Základní schéma technického řešení je znázorněno na obr. 1 a obr. 2.

Podstatou předmětného technického řešení kromě uplatnění již známých tlumících principů (kontrakcí a expanzí, zvětšování a snižování tlaků plynu, změny rychlosti proudů plynu, dělení a opětovné směřování proudů) je zpoždění vlnové délky celkově o hodnotu π , a posunutí hlukové vlny pouze o $\frac{1}{2}$ své vlnové délky λ , způsobené vřazením nejméně jednoho tandemu dvou shodných soustav trubicových rezonátorů do nejméně jednoho z proudů spalín výfukových plynů, přičemž je proud spalín výfukových plynů vystupující z rezonátorů oddělen plnou, podélnou přepážkou umístěnou souběžně s osou tlumiče od ostatních proudů, načež je sveden nejméně s jedním z ostatních proudů spalín do společné směšovací a expanzní komory, v níž spolu hlukové vlny nesené oběma proudy spalín vytvářejí sjednocený proud nesoucí hlukovou vlnu s fázovým posunem, vzájemně interferují vč. vytvoření zrcadlové vlny a následného vybití hlukové vlny popř. celého hlukového spektra.

Hlavní část tlumícího procesu představuje vybití hlukových vln zpožděných o $\pi/2$ a vzájemně posunutých o $\frac{1}{4}$ vlnové délky.

U hlukové vlny konkrétní fáze průletem trubicí rezonátoru se vlnová délka zpozdí o $\pi/2$, ale hluková vlna se posune pouze o $\frac{1}{4}$ své vlnové délky λ . Při průletu trubicí druhého, tandemově řazeného, shodného rezonátoru se proces opakuje s tím, že vlnová délka se celkově zpozdí o celé π , ale hluková vlna se posune pouze o $\frac{1}{2}$ své vlnové délky λ . Vytvoří se zrcadlová vlna a dojde k vybití.

Zaoblení (konkávní nebo konvexní) volného konce trubice rezonátoru je oproti zkosení – šikmému seříznutí výhodnější v tom, že při zachování si stejné plochy a průřezu dochází ke zvětšení obvodových rozměrů a při zachování stejné usazené maximální a minimální hlukové vlny v ose trubice se zde usadí větší počet příbuzných vln.

Další variantou provedení trubice rezonátoru je obdélníkový průřez kaskádového (stromečkového) provedení nebo průřez trojúhelníkový nebo lichoběžníkový pro zachycení většího počtu a rozsahu vlnových délek, kdy minimální rozměr jedné strany musí být stejný nebo větší než 0,3 mm ($a \geq 0,3$ mm), neboť rozměr 0,2 mm a menší způsobuje vř pískání.

Řešení dle tohoto patentu není závislé na velikosti objemu motoru („nevýbitím“ hlukové vlny narůstá protitlak a s tím musí objem motoru počítat), ale odvíjí se od průřezu výfukového potrubí – systému – spalín od motoru, což umožňuje snížit celkové rozměry systému tlumiče a následné snížení jeho hmotnosti.

Nízký odpor průtoku spalín tlumičem a účinná interference společně s vybitím hlukových vln umožňuje dosáhnout vůči jiným řešením nižšího hluku na výstupu tlumiče při současném nižším protitlaku, což má za následek i značnou úsporu paliva, snížení emisí CO_2 , čímž ovlivňuje množství produkovaného CO a také teploty výfukových zplodin a to vybitím hmotné hlukové vlny za

pomoci interference, čímž dojde ke značnému snížení tlaku (motor pracuje lehčeji). Nižší protitlak ovlivní i zůstatek vlhkosti (následně vody) v tlumiči, čímž téměř nedochází ke korozi materiálů tlumiče a zvyšuje se tak jeho životnost.

Pro správnou funkci je výhodné, že vnitřní expanzní průběžná komora nezpožděného proudu ($\dot{I}_n$) spalin a alespoň jedna vnitřní expanzní komora zpožděného proudu ($\dot{I}_z$) spalin jsou konstituovány (odděleny) nejméně jednou vodorovnou přepážkou, souběžnou s osou tlumiče, oddělující od sebe nezpožděný proud spalin a zpožděný proud spalin po průchodu vstupní expanzní komorou a děličem proudů před jejich vstupem do společné výstupní expanzní a směšovací komory a že na první vnitřní expanzní komoru zpožděného proudu ($\dot{I}_z$) spalin s prvním rezonátorem navazuje alespoň jedna další vnitřní expanzní komora zpožděného proudu ($\dot{I}_z$) spalin s druhým rezonátorem, a kdy vnitřní expanzní komory zpožděného proudu ($\dot{I}_z$) spalin jsou řazeny za sebou a jsou opatřeny tandemem za sebou umístěných shodných trubicových rezonátorů navazujících na sebe bez jakýchkoliv dalších vložených prvků s tím, že poměr délky trubice každého z rezonátorů k délce příslušné vnitřní expanzní komory zpožděného proudu ($\dot{I}_z$) spalin je 0,5 a poměr plochy průřezu trubice každého z rezonátorů k ploše průřezu vstupního přívodního potrubí plyných spalin je 0,5, že vnitřní průřez trubice rezonátoru tvar lichoběžníku, trojúhelníku, čtverce, kosočtverce, kosodélníku mnohoúhelníku nebo má tvar kaskádovitý, zejména stomečkový tvar, že konec trubice rezonátoru má zaoblený tvar, vypuklý tvar nebo vydutý tvar.

Objasnění výkresů

Technické řešení bude blíže osvětleno pomocí výkresu, na kterém znázorňuje obr. 1 kombinovaný tlumič hluku, obr. 2 kombinovaný tlumič hluku s naznačenými proudy spalin ($\dot{I}_n$, $\dot{I}_z$, $\dot{I}_p$, $\dot{I}_v$)

Příklady uskutečnění technického řešení

Kombinovaný tlumič hluku výfukových plynů podle obr. 1 a 2 je tvořený sestavou dutých těles se společným pláštěm 1 spojených na jedné straně s přívodním potrubím 2 plyných spalin a na druhé straně s výstupní částí výfukového ústrojí. Původní vstupní proud ($\dot{I}_p$) spalin nesoucí hlukovou vlnu je rozdělen nejméně do dvou proudů, a sice do zpožděného proudu ($\dot{I}_z$) spalin nesoucího zpožděnou hlukovou vlnu a do nezpožděného proudu ($\dot{I}_n$) spalin nesoucího původní hlukovou vlnu. Proudů spalin jsou následně opět spojeny do sjednoceného proudu ($\dot{I}_s$) spalin nesoucí hlukovou vlnu s fázovým posunem, z něhož po vybití hlukové vlny na výstupu vznikne výsledný proud ($\dot{I}_v$) spalin. Na vstupu obsahuje sestava dutých těles se společným pláštěm 1 vstupní expanzní komoru a dělič proudů 5 a na výstupu společnou výstupní expanzní a směšovací komoru 16. Mezi vstupní expanzní komorou a děličem proudů 5 a společnou výstupní expanzní a směšovací komorou 16 jsou vloženy nejméně dvě vnitřní expanzní komory. Vnitřní expanzní průběžná komora 8 nezpožděného proudu ($\dot{I}_n$) spalin a alespoň jedna vnitřní expanzní komora 12 zpožděného proudu ($\dot{I}_z$) spalin s prvním rezonátorem 101. Poměr délky trubice 11 každého z rezonátorů 101, 102 k délce vnitřní expanzní komory 12 zpožděného proudu ($\dot{I}_z$) spalin je 0,5. Poměr plochy průřezu trubice 11 prvního rezonátoru 101 k ploše průřezu vstupního přívodního potrubí 2 plyných spalin je 0,5. Průchodem zpožděného proudu ($\dot{I}_z$) spalin přes vnitřní expanzní komoru 12 uvedených parametrů se vlnová délka hlukové vlny celkově zpozdí o celé π a hluková vlna se posune o $\frac{1}{2}$ své vlnové délky λ , čímž se ve sjednoceném proudu ($\dot{I}_s$) spalin vytvoří zrcadlová vlna a dojde k vybití hlukových vln, případně celého hlukového spektra. Vnitřní expanzní průběžná komora 8 nezpožděného proudu ($\dot{I}_n$) spalin a alespoň jedna vnitřní expanzní komora 12 zpožděného proudu ($\dot{I}_z$) spalin jsou konstituovány nejméně jednou vodorovnou přepážkou 9, souběžnou s osou tlumiče, oddělující od sebe nezpožděný proud spalin a zpožděný proud spalin po průchodu vstupní expanzní komorou a děličem proudů 5 před jejich vstupem do společné výstupní expanzní a směšovací komory 16. Na první vnitřní expanzní komoru 12 zpožděného proudu ($\dot{I}_z$) spalin s prvním rezonátorem 101 navazuje alespoň jedna další vnitřní expanzní komora 14 zpožděného proudu ($\dot{I}_z$) spalin s druhým rezonátorem 102. Vnitřní expanzní komory 12, 14 zpožděného proudu ($\dot{I}_z$) spalin jsou řazeny za sebou a jsou opatřeny tandemem za sebou umístěných shodných trubicových rezonátorů 101, 102 navazujících na sebe bez jakýchkoliv dalších vlože-

ných prvků s tím, že poměr délky trubice 11 každého z rezonátorů 101, 102 k délce příslušné vnitřní expanzní komory 12, 14 zpožděného proudu (I_2) spalin je 0,5 a poměr plochy průřezu trubice 11 každého z rezonátorů 101, 102 k ploše průřezu vstupního přívodního potrubí 2 plyn-
 5 ných spalin je 0,5. Vnitřní průřez trubice 11 rezonátoru 101, 102 má tvar lichoběžníku, trojúhel-
 niku, čtverce, kosočtverce, kosodélníku mnohoúhelníku nebo kaskádovitý, zejména stromečkový. Konec trubice 11 rezonátoru 101, 102 má zaoblený tvar, vypuklý tvar nebo vydutý tvar.

Kombinovaný tlumič hluku dle tohoto technického řešení se podle příkladného provedení skládá ze společného pláště 1 sestavy dutých těles tvořících rezonanční a interferenční komory, do níž na předním čele tlumiče 3 ústí přívodní potrubí plyných spalin 2 otvorem 4.

10 Všechny části tlumiče jsou pevné, nepohyblivé. Všechny vnitřní kolmé, konstrukční přepážky 6, 13, 15 v sestavě tlumiče jsou průchozí pro proudy spalin výfukových plynů nesoucí hlukovou vlnu.

Tandemově vložené trubicové rezonátory 101, 102 na sebe navazují bez jakýchkoliv dalších vlo-
 žených elementů – prvků.

15 První podsestavu tvoří vstupní expanzní komora a dělič proudů 5 a je oddělena příčnou přepáž-
 kou 6 od podsestavy proudu pravé větve nesoucího zpožděnou hlukovou vlnu tvořené první
 vnitřní expanzní komorou pravého zpožděného proudu 12 s prvním rezonátorem 101 a druhou
 vnitřní expanzní komorou pravého zpožděného proudu 14 s druhým rezonátorem 102 a zároveň
 20 příčnou přepážkou 6 od podsestavy proudu levé větve nesoucí nezpožděnou hlukovou vlnu tvo-
 řenou vnitřní expanzní průběžnou komorou levého nezpožděného proudu 8.

Vstupní expanzní komora a dělič proudů 5 je oddělená od první vnitřní expanzní komory pravého
 zpožděného proudu 12 s prvním rezonátorem 101 příčnou přepážkou 6 s otvorem 7 pro trubici 11
 prvního rezonátoru 101 a od vnitřní expanzní průběžné komory levého nezpožděného proudu 8
 25 příčnou přepážkou 6 s otvorem 7. Na první vnitřní expanzní komoru pravého zpožděného proudu
12 s prvním rezonátorem 101 navazuje přes příčnou přepážku 13 s otvorem 7 pro trubici 11 dru-
 hého rezonátoru 102 druhá vnitřní expanzní komora proudu pravé větve 14, na niž přes příčnou
 přepážku 15 s otvorem 7 navazuje společná výstupní expanzní a směšovací komora 16.

V levé větvi proudu na vnitřní expanzní průběžnou komoru levého nezpožděného proudu 8 nava-
 zuje přes příčnou přepážku 15 s otvorem 7 společná výstupní expanzní a směšovací komora 16.

30 První vnitřní expanzní komora pravého zpožděného proudu 12 s prvním rezonátorem 101 a druhá
 vnitřní expanzní komora pravého zpožděného proudu 14 s druhým rezonátorem 102 jsou od
 vnitřní expanzní průběžné komory levého nezpožděného proudu 8 odděleny podélnou přepážkou
9.

35 Společná výstupní expanzní a směšovací komora 16 je ukončena perforovaným zadním čelem 17
 s otvory 18 pro výstup do atmosféry.

V neznázorněném případě může být vnitřní expanzní průběžná komora levého nezpožděného
 proudu 8 opatřena další příčnou přepážkou 13 s otvorem 7.

40 V jiném neznázorněném případě může být vynechána druhá vnitřní expanzní komora pravého
 zpožděného proudu 14 resp. příčná přepážka 13 s otvorem 7 a druhým rezonátorem 102 může
 ústít přímo do společné výstupní expanzní a směšovací komory 16.

Kombinovaný tlumič hluku výfukových plynů je situován v ose přívodního potrubí plyných
 spalin 2 od motoru. Do vlastního tlumiče hluku 1 jdou výfukové zplodiny plynů přívodním po-
 trubím 2 předním čelem 3 otvorem 4. Výfukové zplodiny jsou zároveň nosným médiem hlukové
 vlny, a proto je společně s nimi podobným způsobem ovlivněna i ona. Otvorem 4 v předním čele
 45 tlumiče 3 vstupuje proud spalin výfukových plynů do vstupní expanzní komory a děliče proudů
5, kde v tomto konkrétním případě se dělí do dvou větví proudů, do pravé a do levé větve. Do
 levé větve vstupuje otvorem 7 v příčné přepážce 6, která zároveň odděluje vstupní expanzní ko-
 moru a dělič proudů 5 od první vnitřní expanzní komory pravého zpožděného proudu 12
 s prvním rezonátorem 101 pravé větve.

Do pravé větve vstupuje proud spalín nesoucí hlukovou vlnu otvorem 7 pro trubici 11 prvního rezonátoru 101 v příčné přepážce 6. Zatímco u levé větve vnitřní expanzní průběžné komory levého nezpožděného proudu 8 zůstává hluková vlna původní, u pravé větve první vnitřní expanzní komory pravého zpožděného proudu 12 s prvním rezonátorem 101 průletem trubici 11 prvního rezonátoru 101 se hlavní hluková vlna usadí v ose trubice jako rádobý půlvlna a její příbuzné vlny se usadí kolem ní a vlnová délka se zpozdí o $\pi/2$, zatímco hluková vlna se posune pouze o $\frac{1}{4}$ své vlnové délky. Proud spalín nesoucí hlukovou vlnu po opuštění první vnitřní expanzní komory pravého zpožděného proudu 12 s prvním rezonátorem 101 přecházejí do druhé vnitřní expanzní komory pravého zpožděného proudu 14 s druhým rezonátorem 102 otvorem 7 v příčné přepážce 13. Zatímco u levé větve zůstává hluková vlna po průletu vnitřní expanzní průběžnou komorou levého nezpožděného proudu 8 původní - nezpožděná, u pravé větve druhé vnitřní expanzní komory pravého zpožděného proudu 14 s druhým rezonátorem 102 průletem trubici 11 druhého rezonátoru 102 se hlavní hluková vlna usadí v ose trubice jako rádobý půlvlna a její příbuzné vlny se usadí kolem ní a vlnová délka se zpozdí o $\pi/2$, zatímco hluková vlna se posune pouze o $\frac{1}{4}$ své vlnové délky λ . Trubice 11 rezonátorů 101 a 102 vytvoří celkový efekt zpoždění vlnové délky o celé π a posunutí hlukové vlny o $\frac{1}{2}$ její vlnové délky λ . Jedná se o pozitivní posun – vzniká skutečná zrcadlová vlna.

Levá větev proudu nesoucí nezpožděnou hlukovou vlnu i pravá větev proudu nesoucího zpožděnou hlukovou vlnu o $\frac{1}{2}$ její vlnové délky přes otvory 7 v příčné přepážce 15 proudí zároveň do společné výstupní expanzní a směšovací komory 16. Nárazem na perforované zadní čelo tlumiče 17 se hluková vlna mění automaticky na fázi opačnou a to je pro funkci u zpožděné hlukové vlny nejdůležitější. Hlukové vlny v této komoře interferují a dochází k jejich vybití.

Společná výstupní expanzní a směšovací komora 16 je ukončena perforovaným zadním čelem tlumiče 17 s otvory 18 pro výstup do atmosféry. Funkce této společné výstupní expanzní a směšovací komory 16 s perforovaným zadním čelem tlumiče 17 s otvory 18 se od stávajících provedení liší tím, že se zde setkává hluková vlna zpožděná o $\frac{1}{2}$ své vlnové délky s fází opačnou oproti vlně původní. Otvory 18 v zadním čele tlumiče 17 tlumí vysokofrekvenční složky hluku.

V rámci výzkumu byly provedeny zkoušky s těmito výsledky:

- a) vliv poměru délky rezonátoru l_1 k délce vnitřní expanzní komory l_2 na hodnotu útlumu hluku výfukových plynů v provedení tlumiče hluku dle obr. 1 (při $S_1/S_2 = 0,5$ a výchozí hodnotě hluku výfukových plynů 79,2 dB)

p.č.	l_1/l_2	útlum /dB
1	0,1	0,3
2	0,2	0,8
3	0,3	1,7
4	0,4	2,9
5	0,5	4,9
6	0,6	4,1
7	0,7	3,8
8	0,8	2,6
9	0,9	1,1

- b) vliv poměru průřezu S_1 (plochy) rezonátoru k průřezu (ploše) přívodního potrubí plynů spalín S_2 na hodnotu útlumu hluku v provedení tlumiče hluku dle obr. 1 (při $l_1/l_2 = 0,5$ a výchozí hodnotě hluku výfukových plynů 79,2 dB)

p.č.	S_1/S_2	útlum /dB
1	0,1	0,6
2	0,2	1,2
3	0,3	1,7
4	0,4	3,6
5	0,5	4,9
6	0,6	4,0
7	0,7	3,2
8	0,8	2,4
9	0,9	1,8
10	1,0	1,2
11	1,1	1,0
12	1,2	0,7

c) vliv kombinace poměrů délky l_1 rezonátoru k délce vnitřní expanzní komory l_2 a poměru průřezu S_1 (plochy) rezonátoru k průřezu (ploše) přívodního potrubí plyných spalin S_2 na hodnotu útlumu hluku v provedení tlumiče hluku dle obr. 1

p.č.	l_1/l_2	S_1/S_2	útlum /dB
1	0,1	1,0	0,3
2	0,9	0,1	0,3
3	0,9	1,2	0,4
4	0,3	0,3	0,8
5	0,3	0,4	1,1
6	0,3	0,5	1,7
7	0,3	0,6	1,8
8	0,3	0,7	2,0
9	0,4	0,3	0,8
10	0,4	0,4	2,6
11	0,4	0,5	2,9
12	0,4	0,6	2,6
13	0,4	0,7	2,2
14	0,5	0,4	3,6
15	0,5	0,5	4,9
16	0,5	0,6	4,0
17	0,5	0,7	3,2
18	0,6	0,4	3,5
19	0,6	0,5	4,1

20	0,6	0,6	3,8
21	0,6	0,7	3,4
22	0,7	0,4	1,9
23	0,7	0,5	3,8
24	0,7	0,6	3,9
25	0,7	0,7	4,0
26	0,7	0,8	3,9
27	0,7	0,9	2,8
28	0,8	0,5	2,6
29	0,8	0,6	2,8
30	0,8	0,7	2,9
31	0,8	0,8	3,2
32	0,8	0,9	3,0
33	0,1	0,1	0,4
34	0,1	0,7	0,6
35	0,1	0,9	0,3

Pozn.: Měření hluku byla prováděna u motorové sekačky HECHT IP64FA s kombinovaným tlumičem hluku výfukových plynů dle obr. 1 a to ve vzdálenosti 3 m od zdroje hluku (měření bylo provedeno dle známých doporučení pro měření hluchnosti spalovacích motorů). Uváděné hodnoty jsou statistickým průměrem z 20 měření.

- 5 Naměřené hodnoty a výsledky měření dokazují optimální poměr délek trubic rezonátorů k délce vnitřní expanzní komory a zároveň i optimální poměr průřezu (plochy) trubice rezonátorů k ploše přívodního potrubí plyných spalin.

Průmyslová využitelnost

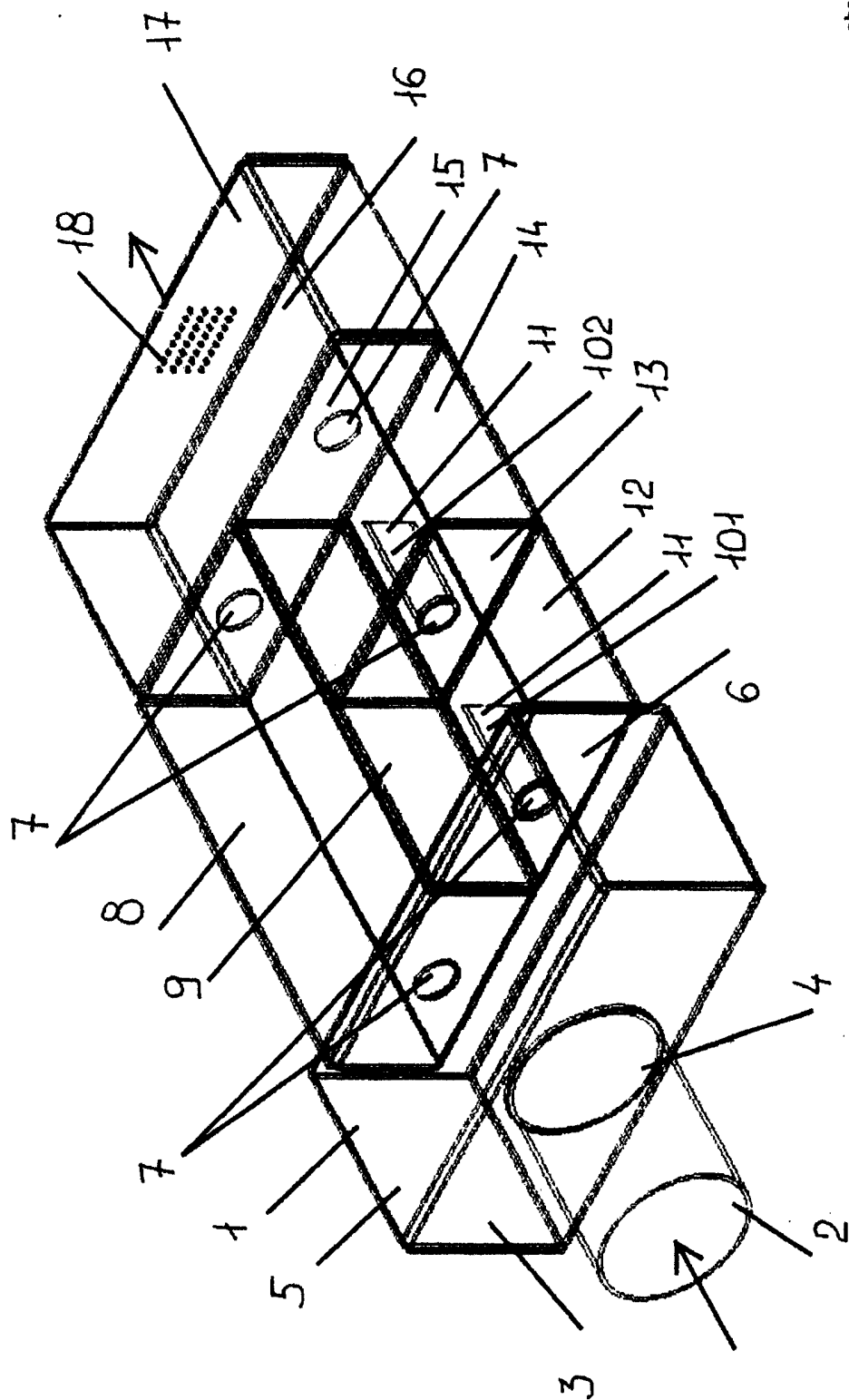
- 10 Kombinovaný tlumič hluku výfukových plynů dle tohoto technického řešení je výhodné použít u spalovacích motorů zejména motorových vozidel a zahradní techniky při požadavku na vysoké hodnoty útlumu hluku.

NÁROKY NA OCHRANU

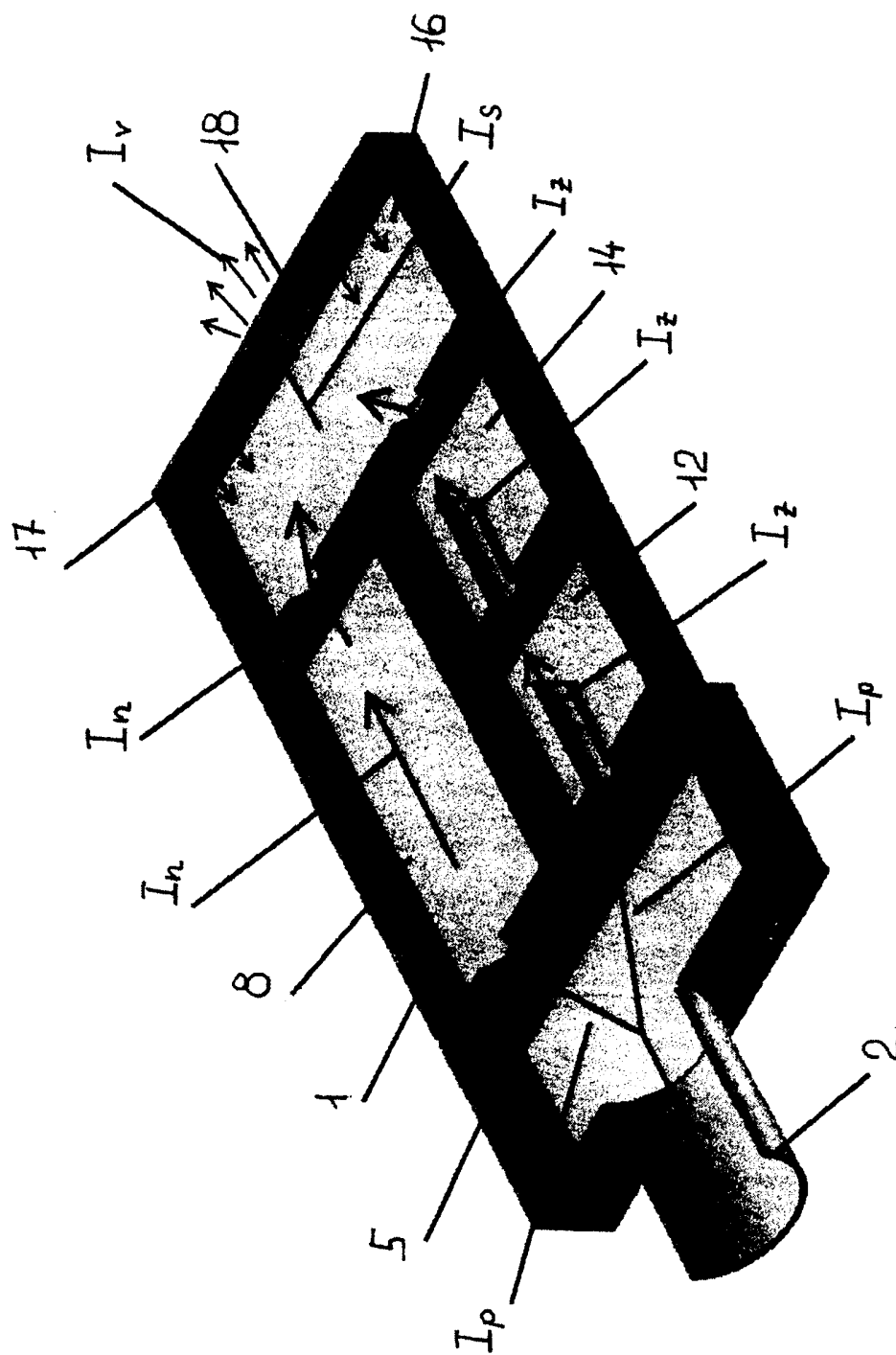
1. Kombinovaný tlumič hluku výfukových plynů tvořený sestavou dutých těles se společným pláštěm (1) spojených na jedné straně s přívodním potrubím (2) plyných spalin a na druhé straně s výstupní částí výfukového ústrojí a kde původní vstupní proud ($\dot{I}_p$) spalin nesoucí hlukovou vlnu je rozdělen nejméně do dvou proudů, a sice do zpožděného proudu ($\dot{I}_z$) spalin nesoucího zpožděnou hlukovou vlnu a do nezpožděného proudu ($\dot{I}_n$) spalin nesoucí původní hlukovou vlnu, které jsou následně opět spojeny do sjednoceného proudu ($\dot{I}_s$) spalin nesoucí hlukovou vlnu s fázovým posunem, z něhož po vybití hlukové vlny na výstupu vznikne výsledný proud ($\dot{I}_v$) spalin, **vyznačující se tím**, že na vstupu obsahuje sestava dutých těles se společným pláštěm (1) vstupní expanzní komoru a dělič proudů (5) a na výstupu společnou výstupní expanzní a směšovací komoru (16), přičemž mezi vstupní expanzní komorou a děličem proudů (5) a společnou výstupní expanzní a směšovací komorou (16) jsou vloženy nejméně dvě vnitřní ex-

- panzní komory, a sice vnitřní expanzní průběžná komora (8) nezpožděného proudu ($\dot{I}_n$) spalin a alespoň jedna vnitřní expanzní komora (12) zpožděného proudu ($\dot{I}_z$) spalin s prvním rezonátorem (101), s tím, že poměr délky trubice (11) každého z rezonátorů (101, 102) k délce vnitřní expanzní komory (12) zpožděného proudu ($\dot{I}_z$) spalin je 0,5 a poměr plochy průřezu trubice (11) prvního rezonátoru (101) k ploše průřezu vstupního přívodního potrubí (2) plyných spalin je 0,5.
2. Kombinovaný tlumič hluku výfukových plynů podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že vnitřní expanzní průběžná komora (8) nezpožděného proudu ($\dot{I}_n$) spalin a alespoň jedna vnitřní expanzní komora (12) zpožděného proudu ($\dot{I}_z$) spalin jsou opatřeny nejméně jednou vodorovnou přepážkou (9), souběžnou s osou tlumiče, oddělující od sebe nezpožděný proud ($\dot{I}_n$) spalin a zpožděný proud ($\dot{I}_z$) spalin po průchodu vstupní expanzní komorou a děličem proudů (5) před jejich vstupem do společné výstupní expanzní a směšovací komory (16).
3. Kombinovaný tlumič hluku výfukových plynů podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že na první vnitřní expanzní komoru (12) zpožděného proudu ($\dot{I}_z$) spalin s prvním rezonátorem (101) navazuje alespoň jedna další vnitřní expanzní komora (14) zpožděného proudu ($\dot{I}_z$) spalin s druhým rezonátorem (102) a kdy vnitřní expanzní průběžné komory (12, 14) zpožděného proudu ($\dot{I}_z$) spalin jsou řazeny za sebou a jsou opatřeny tandemem za sebou umístěných shodných trubcových rezonátorů (101, 102) navazujících na sebe bez jakýchkoliv dalších vložených prvků s tím, že poměr délky trubice (11) každého z rezonátorů (101, 102) k délce příslušné vnitřní expanzní komory (12, 14) zpožděného proudu ($\dot{I}_z$) spalin je 0,5 a poměr plochy průřezu trubice (11) každého z rezonátorů (101, 102) k ploše průřezu vstupního přívodního potrubí (2) plyných spalin je 0,5.
4. Kombinovaný tlumič hluku výfukových plynů podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že vnitřní průřez trubice (11) rezonátoru (101, 102) má tvar lichoběžníku.
5. Kombinovaný tlumič hluku výfukových plynů podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že vnitřní průřez trubice (11) rezonátoru (101, 102) má tvar trojúhelníku.
6. Kombinovaný tlumič hluku výfukových plynů podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že vnitřní průřez trubice (11) rezonátoru (101, 102) má tvar čtverce.
7. Kombinovaný tlumič hluku výfukových plynů podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že vnitřní průřez trubice (11) rezonátoru (101, 102) má tvar kosočtverce.
8. Kombinovaný tlumič hluku výfukových plynů podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že vnitřní průřez trubice (11) rezonátoru (101, 102) má tvar kosodélníku.
9. Kombinovaný tlumič hluku výfukových plynů podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že vnitřní průřez trubice (11) rezonátoru (101, 102) má tvar mnohoúhelníku.
10. Kombinovaný tlumič hluku výfukových plynů podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že vnitřní průřez trubice (11) rezonátoru (101, 102) má tvar kaskádovitý, zejména stromčkový.
11. Kombinovaný tlumič hluku výfukových plynů podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že konec trubice (11) rezonátoru (101, 102) má zaoblený tvar nebo vypuklý tvar nebo vydutý tvar.

2 výkresy



obr. 1



Konec dokumentu