

Matematicko-fyzikálny časopis

M. Jahoda

Modifikace Hartmannova zvukového generátoru

Matematicko-fyzikálny časopis, Vol. 7 (1957), No. 1, 63--66

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/127019>

Terms of use:

© Mathematical Institute of the Slovak Academy of Sciences, 1957

Institute of Mathematics of the Academy of Sciences of the Czech Republic provides access to digitized documents strictly for personal use. Each copy of any part of this document must contain these *Terms of use*.



This paper has been digitized, optimized for electronic delivery and stamped with digital signature within the project *DML-CZ: The Czech Digital Mathematics Library* <http://project.dml.cz>

MODIFIKACE HARTMANNOVA ZVUKOVÉHO GENERÁTORU

(Předběžná zpráva)

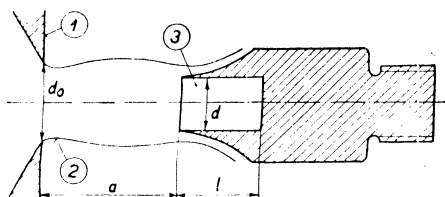
M. JAHODA, J. B. SLAVÍK

Katedra fyziky na Fakultě elektrotechnického inženýrství ČVUT v Praze

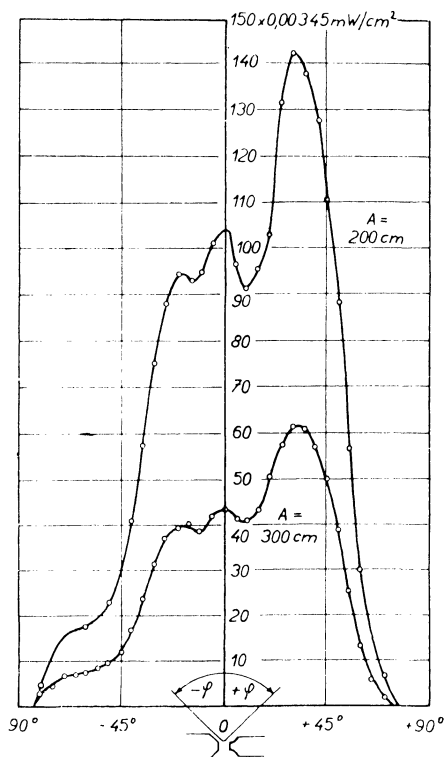
K PADEŠÁTINÁM AKADEMIKA DIONÝZA ILKOVIČE

Hartmannův generátor, jehož principiální schema je patrné z obr. 1 a jehož působení je všeobecně známo [1], [2], [3], nemohl se v plné míře uplatnit v praxi, jelikož dosažitelný akustický výkon je u tohoto generátoru poměrně malý.

Tak na př. J. Hartmann ve své práci [1], [2] uvádí, že při rezonátoru o rozměrech $d_0 = d = l = 4$ mm dosáhl zvuk kmitočtu 11 až 17 kHz podle polohy rezonátoru, a při 3,5 atm vyzařovaná zvuková energie je asi 136 W a účinnost asi 5%. Dále je to patrné i ze směrových charakteristik generá-



Obr. 1. Principiální schema Hartmannova zvukového generátoru: 1 - tryska, 2 - proud plynu, 3 - rezonátor. (Plyn proudí zleva doprava.)



Obr. 2. Směrová charakteristika Hartmannova zvukového generátoru pro $d_0 = d = l = 6$ mm, přetlak $p = 2,88$ atm, $a = 7,40$ mm, $l = 37,5$ mm a pro vzdálenost od generátoru $A = 200$ a 300 cm.

toru, uvedených na obr. 2 pro $d_0 = d = l = 6$ mm, přetlak $p = 2.88$ atm, $a = 7.40$ mm, $\lambda = 37.5$ mm a pro vzdálenost od generátoru $A = 200$ a 300 cm. Dále se uvádí, že pro vlnovou délku zvuku platí:

$$\lambda_0 = 4(l + 0.3)d, \quad (1)$$

kde d je průměr otvoru rezonátoru.
 l je délka rezonátoru.

Z výrazu (1) je patrné, že kmitočet zvuku je závislý na rozměrech resonátoru a tím i na jeho objemu. Čím je menší délka rezonátoru l a jeho průměr d , tím je kmitočet vyšší.

Maximální zvukový výkon generátoru podle experimentálních zkušeností Hartmannových nastane, když

$$d_0 = d = l, \quad (2)$$

kde d_0 je průměr trysky.

Dále pro celkový akustický výkon W_0 (ve wattech) Hartmann udává poloempirický vzorec

$$W_0 = 300d^2 \sqrt{p - 0.9}, \quad (3)$$

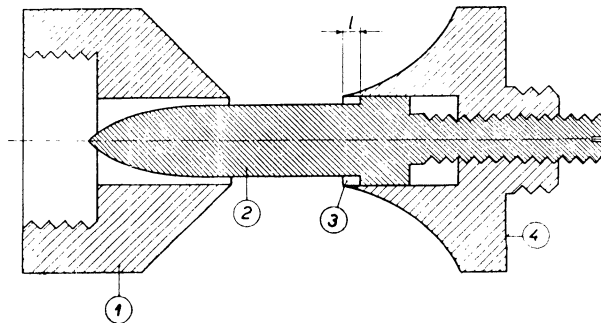
kde d je průměr rezonátoru v mm.

p je přetlak proudu vzduchu v atm.

Z výrazů (2) a (3) pak plyne, že celkový akustický výkon je úměrný čtverci průměru rezonátoru d a druhé odmocnině přetlaku p , tedy je úměrný i objemu rezonátoru (při podmínce $d = d_0 = l$).

Z výrazů (1), (2) a (3) pak plyne, že zvýšíme-li výkon generátoru zvětšením průměru rezonátoru, t. j. zvětšením objemu rezonátoru, klesá kmitočet zvuku a naopak.

Zvětšení výkonu generátoru i za vysokých kmitočtů umožňuje modifikace Hartmannova generátoru podle autorů článku, která je patrna z obr. 3.

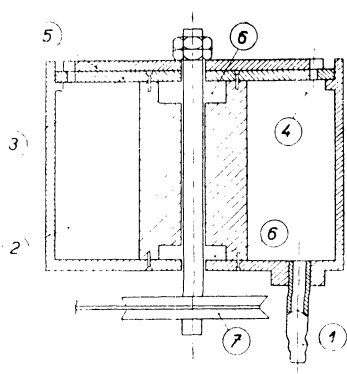


Obr. 3. Principiální schéma modifikace Hartmannova zvukového generátoru podle M. Jahody a J. B. Slavíka: 1 - tryska, 2 - posouvateľné jádro, 3 - prstencový rezonátor (l je regulovatelné). Plyn proudí zleva doprava.

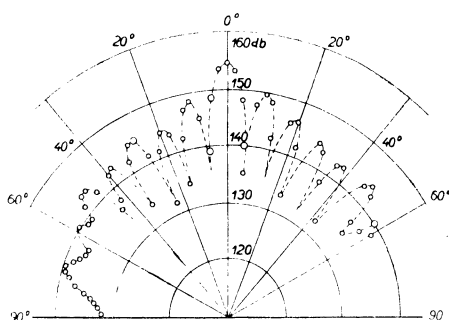
Princip působení tohoto modifikovaného generátoru je stejný jako u Hartmannova generátoru. Rozdíl je v provedení trysky a rezonátoru. Tryska 1 je prstencovitá a rezonátor 3 tvoří dutý válec. Toto provedení umožňuje zasouvateľné jádro 2, které je vyměnitelné. Jeho průměrem a zasouváním lze měnit kmitočet zvuku generátoru. Uvedenou úpravou je umožněno dosáhnout většího akustického výkonu i při vysokém kmitočtu zvuku.

Abychom Hartmannovým generátorem mohli budít zvukové vlny v kapalinách, musela by rychlost kapaliny, proudící tryskou, být rovna nebo větší, než je rychlost zvuku v kapalině (asi 1500 m/s), což by vyžadovalo nákladné technické zařízení.

Avšak popsané zvukové generátory co do akustického výkonu a účinnosti byly mezitím překonány známými zvukovými generátory sířenového typu [4]. Na obr. 4 je schematicky znázorněn řez laboratorního zvukového generátoru sířenového typu (v provedení J. B. Slavíka), s kterým lze dosáhnout intenzity



Obr. 4. Principiální schéma laboratorního zvukového sířenového generátoru (v provedení J. B. Slavíka): 1 - přívod vzduchu, 2 - vzduchová komora, 3 - satorový kotouč s otvory, 4, 5 - rotorový kotouč, 6 - kuličková ložiska, 7 - poháněcí kotouč.



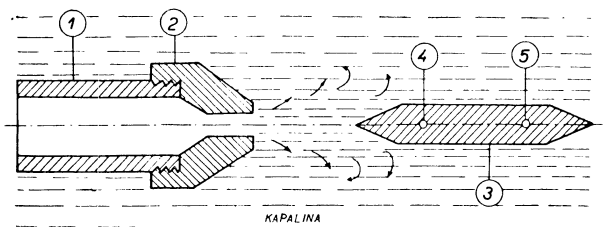
Obr. 5. Předběžné, informativní směrové charakteristiky zvukového sířenového generátoru v dokonalejším provedení pro kmitočet $f = 16,4$ kHz a přetlak $p = 8$ atm.

zvuku až 120–130 dB [5]. Tímto generátorem se nám podařilo při kmitočtu 8000 Hz a přetlaku $p = 8$ atm usmrcovat domácí myši ve vzdálenosti 1 m od generátoru. Na obr. 5 jsou podány předběžné informativní směrové charakteristiky zvukového generátoru v dokonalejším provedení pro kmitočet 16,4 kHz a přetlaku $p = 8$ atm (naměřené O. Tarabou). Proto zkoušky s popsanou modifikací Hartmannova generátoru byly přerušeny a byla hledána možnost jiného jeho uplatnění.

Jelikož současné piezoelektrické ultrazvukové generátory se svým výkonem nehodí pro buzení ultrazvuku ve velkém množství kapaliny, byly generátory

sířenového typu jako výkonnější upraveny rovněž i pro kapalinu. Avšak nynější provedení těchto generátorů má nevýhodu, že generátory jsou stabilně namontovány na dně nebo na stěnách nádrže s kapalinou a že je není možno v kapalině přemísťovat, což je často žádoucí podmínkou.

Tuto přednost má známý ultrazvukový generátor podle Janovského a Pohlmann pro buzení zvukové vlny v kapalinách [6], jehož schematický řez podává obr. 6. Kapalina proudí tryskou 2; při tom je proud „řezán“ břitem destičky 3, která je připevněna ve svých uzlech 4 a 5. V prostoru mezi tryskou



Obr. 6. Schematický řez ultrazvukového generátoru podle Janovského a Pohlmann pro buzení zvukové vlny v kapalinách: 1 – trubice na přívod kapaliny, na př. vody, 2 – tryska, 3 – destička s břitem, uložená v uzlech 4 a 5. Kapalina proudí zleva doprava.

a břitem destičky vznikají turbulence a tím i tlakové změny, které se šíří v kapalině zvukovou rychlostí. Jimi se rozkmitává i destička 3 (která koná ohybové kmity), čímž vznikají také zvukové vlny v okolním prostoru kapaliny. Intenzita zvukových vln je u tohoto generátoru závislá na přetlaku, na množství vody protéklé tryskou za vteřinu a na délce břitu.

Z uvedeného je patrné, že i námi podaná modifikace Hartmannova generátoru se dobře hodí pro buzení zvuku v kapalině podle popsaného způsobu. Břit destičky je zde nahrazen prstencovým břitem rezonátoru (viz obr. 3). Konají se proto přípravy pro zahájení zkoušek v tomto směru a k porovnání tohoto generátoru s generátorem podle Janovského a Pohlmann. Po ukončení zkoušek bude podána podrobnější zpráva.

LITERATURA

1. Hartmann J., The acoustic air-jet generator, Copenhagen 1939. Hartmann J., La génératrice acoustique a jet d'air, moyen de production d'ondes sonores de haute fréquence et de grande intensité dans l'air, J. Phys. Radium 2, 1939, 49. Hartmann J., Mathes Elisabeth v., Die experimentelle Grundlage zum Entwurf des akustischen Luftstrahlgenerators, Akust. Zeitschr. 4, 1939, 126.
2. Šimonová-Čeřovská J., Ultrazvuk a jeho užití v praxi, Praha 1945.
3. Slavík J. B., Modifikace Pitetova přístroje a jeho užití při proudění plynu hubicí, Slaboproudý Obzor 27, 1938, č. 7–8.
4. Bergmann L., Der Ultraschall und seine Anwendung in Wissenschaft und Technik, Zürich 1949.
5. Slavík J. B., Taraba O., Ultrazvuk, učební text, připraven pro tisk.
6. Janovski W., Pohlmann R., Schall- und Ultraschallerzeugung in Flüssigkeiten für industrielle Zwecke, Zeitschr. angew. Physik, Bd. 1, 1949, 222.

Došlo 8. 10. 1956.