

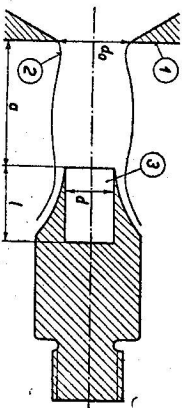
## MODIFIKACE HARTMANNOVA ZVUKOVÉHO GENERÁTORU (Předěžná zpráva)

M. JAHODA, J. B. SLAVÍK

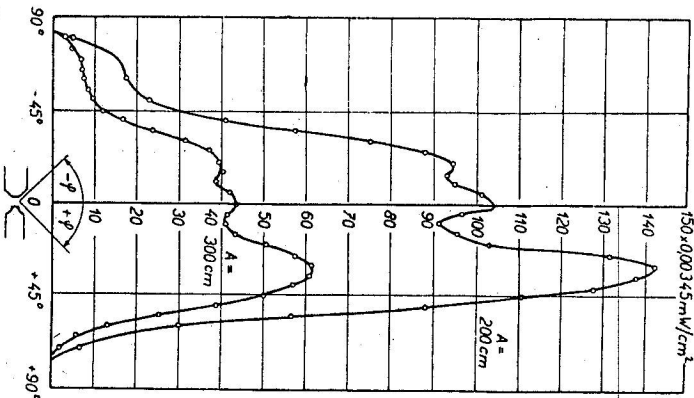
Katedra fyziky na Fakultě elektrotechnického inženýrství ČVUT v Praze  
K PADEŠÁTINÁM AKADEMIE DIONÝZA ILKOVIČE

Hartmannův generátor, jehož principální schéma 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 resonátoru o rozměrech  $d_0 = d = l = 4$  mm dosáhl zvuk kmitočtu 11 až 17 kHz podle polohy resonátoru, 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. Principální schéma Hartmannova zvukového generátoru: 1 — proud plynu, 2 — resonátor, 3 — doprava.



Obr. 2. Směrová charakteristika Hartmannova zvukového generátoru pro  $d_0 = d = l = 6$  mm, překlad  $p = 2,88$  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 vhodnou délku zvuku platí:

$$\lambda_0 = 4(l + 0,3)d, \quad (1)$$

kde  $d$  je průměr otvoru resonátoru,  $l$  je délka resonátoru.

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

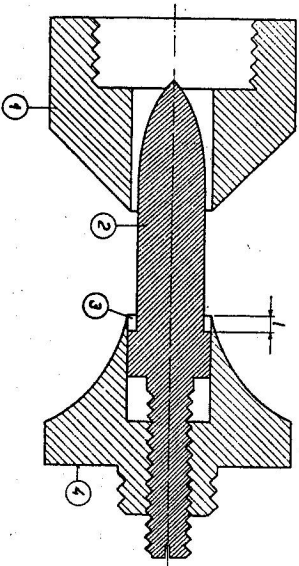
$$W_0 = 300d^2 \sqrt{p - 0,9}, \quad (3)$$

kde  $d$  je průměr resonátoru v mm,  $p$  je přetlak proudu vzduchu v atm.

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

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

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

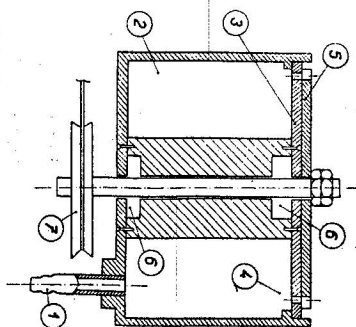


Obr. 3. Principiální schéma modifikace Hartmannova zvukového generátoru podle M. Jahody a J. B. Slavíka: 1 — tryska, 2 — posouvateľné jádro, 3 — prstencový resonátor (l je regulovatelné). Plyn proudí zleva doprava.

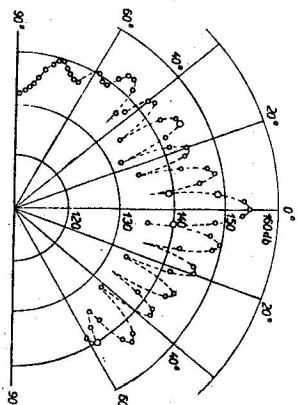
Princip působení tohoto modifikovaného generátoru je stejný jako u Hartmannova generátoru. Rozdíl je v provedení trysky a resonátoru. Tryska 1 je prstencovitá a resonátor 3 tvoří dutý válec. Toto provedení umožňuje zasouvatelné jádro 2, které je vyměnitelné. Jeho průměrem a zasouváním lze měnit kmitočet 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 sířnového typu [4]. Na obr. 4 je schématicky znázorněn řez laboratorního zvukového generátoru sířnového typu (v provedení J. B. Slavíka), s kterým lze dosáhnout intenzity



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



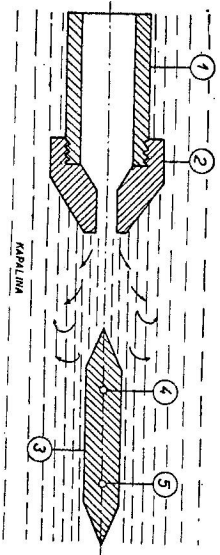
Obr. 5. Předběžné, informativní směrové charakteristiky zvukového sířnového generátoru v dokonalejším provedení pro kmitočet  $f = 16,4$  kHz a přetlak  $p = 8$  atm.

zvuku až 120–130 dB [5]. Tímto generátorem se nám podařilo při kmitočtu 8000 Hz a přetlaku  $p = 8$  atm usměrovat domáčí 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 současně piezoelektrické ultrazvukové generátory se svým výkonem nehodí pro buzení ultrazvuku ve velkém množství kapalin, byly generátory

střetového typu jako výkonnější upraveny rovněž i pro kapalinu. Avšak nyníjší 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 žádanou podmínkou.

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



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

a břittem 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 protékající tryskou za vteřinu a na délce břítku.

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 břittem resonátoru (viz obr. 3). Konají se proto přípravy pro zahájení zkoušek v tomto směru a k porovnání tohoto generátoru s generátorem podle Janovského a Pohlmana. Po ukončení zkoušek bude podána podrobnější zpráva.

#### LITERATURA

1. Hartmann J., The acoustic air-jet generator, Copenhagen 1939. Hartmann J. La génération 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 Luftstrahlengenerators, Akust. Zeitschr. 4, 1939, 126. 2. Simonov. Čerovská J., Ultrazvuk a jeho užití v praxi, Praha 1945. 3. Slavík J. B., Modifikace Pletova přístroje a jeho užití při proudění plynu hubič, 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. Janovský W., Pohlmann R., Schall- und Ultraschallerzeugung in Flüssigkeiten für industrielle Zwecke, Zeitschr. angew. Physik, Bd. 1, 1949, 222.

Došlo 8. 10. 1956.