

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVEDČENIU

219 598

(11) (B1)

(51) Int. Cl.³

G 01 S 15/00



ÚRAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

(22) Prihlášené 08 09 81
(21) PV 6599-81

(40) Zverejnené 28 05 82

(45) Vydané 30 09 85

(75)

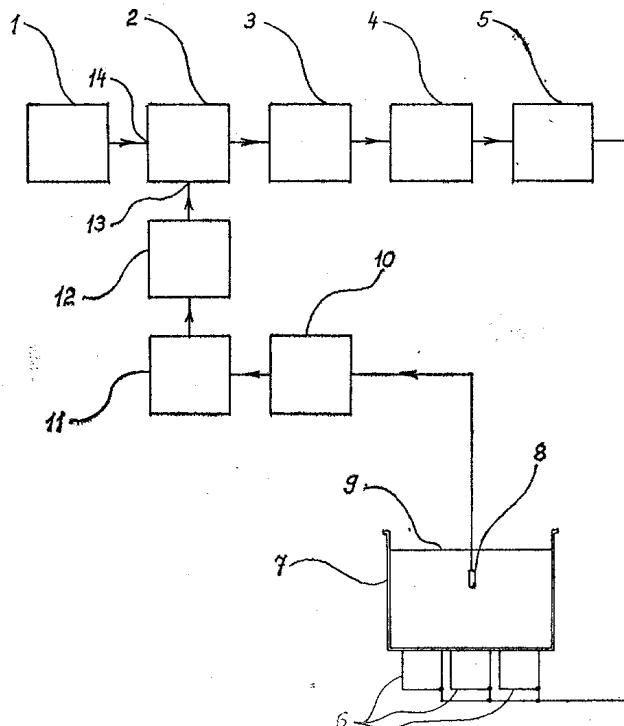
Autor vynálezu

MÁRKUSS Ivan, Ing., Nové Mesto nad Váhom

(54) Spôsob pre kvalitatívne hodnotenie ultrazvukových vaní a zariadenie pre prevádzkanie tohto spôsobu

Účelom vynálezu je kvalitatívne hodnotenie ultrazvukových vaní meraním ich elektroakustickej účinnosti.

Uvedeného účelu sa dosahuje budením ultrazvukových meničov šumovým signálom frekvenčne obmedzeným analogicky so šírkou pásma ultrazvukovej sústavy pri udržovaní konštantnej úrovne zvolenej hodnoty snímaného akustického signálu, pričom sa pohybom snímača akustického tlaku vo vani zistí maximálna a minimálna hodnota elektrického budiaceho výkonu.



OBR. 1

[54] Spôsob pre kvalitatívne hodnotenie ultrazvukových vaní a zariadenie pre prevádzkanie tohto spôsobu

1

Vynález sa týka spôsobu kvalitatívneho hodnotenia ultrazvukových vaní meraním ich elektroakustickej účinnosti a zapojenia obvodu zariadenia k vykonávaniu spôsobu.

Neustále zdokonaľovanie ultrazvukovej techniky prináša aj do oblasti aplikácie ultrazvuku v kvapalnom prostredí stále novšie a technologicky dokonalejšie typy ultrazvukových žiaričov a čistiacich vaní. Pri ich vývoji sa kladie dôraz tiež na vysokú účinnosť premeny elektrického budiaceho výkonu ultrazvukových meničov na akustický výkon spotrebovaný v kvapalnom prostredí čistiacej vane. Doteraz známe spôsoby zisťovania elektroakustickej účinnosti majú veľa nevýhod a ich aplikovateľnosť je v širšom meradle veľmi obtiažna.

Kalorimetrická metóda zisťovania elektroakustickej účinnosti, ktorá je založená na meraní teplotného rozdielu ultrazvukom ožarovaného prostredia pri budení ultrazvukových meničov daným výkonom za určitý čas je pomerne zdĺhavá a nie v každom prípade zaručuje vyhovujúcu presnosť.

Spôsob merania výkonovofrekvenčných charakteristík ultrazvukovej vane s kvapalinou náplňou a potom bez nej nie je pri použití vhodnej zapisovacej techniky veľmi zdĺhavý a nepresný, čo sa týka samotného záznamu charakteristík. Komplikovanejšie je však vyhodnotenie šírky frekvenčného prenosového pásma hlavne v stave s náplňou vane, pretože výkonofrekvenčná charakteristika má vo väčšine prípadov zložitý priebeh s viacerými rezonančnými frekvenciami.

Spôsob merania hodnôt akustického tlaku v množine bodov rovnomerne umiestnených v ožarovanom priestore vane, ich kvadratická, sčítanie a výpočet akustického výkonu pomocou teoreticky odvodeného vzorca tiež nezaručuje za každých okolností spoľahlivý výsledok. Tento veľmi závisí od difúzných vlastností, tvaru a veľkosti stojatého vlnenia v priestore vane, ktoré podmieňuje presnosť objemovej integrácie nameraných hodnôt tlaku. Aby nebol tento spôsob merania príliš zdĺhavý, je potrebné merať celým súborom snímačov akustického tlaku naraz, čo je zväčša možné realizovať len pre jeden typ ultrazvukovej vane. Porovnanie účinnosti ultrazvukových vaní s rozličnými geometrickými rozmermi je pri použití takejto multisondy prakticky ťažko realizovateľné.

Všetky doteraz známe a popísané spôsoby používajú pri meraní harmonicky alebo periodicky modulový elektrický signál.

Vyššie uvedené nevýhody známych zariadení rieši spôsob kvalitatívneho hodnotenia ultrazvukových vaní a zapojenia obvodu za-

2

riadenia k prevádzkaniu spôsobu podľa tohto vynálezu, ktorého podstatou je, že ultrazvukové meniče upevnené na vaňu naplnenú kvapalinou sú výkonne budené šumovým signálom frekvenčne obmedzeným analogicky so šírkou pásma ultrazvukovej sústavy, pri udržovaní konštantnej úrovne zvolenej hodnoty signálu zo snímača akustického tlaku, pričom sa pohybom snímača akustického tlaku vo vani zistí maximálna a minimálna hodnota elektrického budiaceho výkonu šumového signálu za účelom stanovenia elektroakustickej účinnosti ultrazvukovej vane.

Podstatou zapojenia zariadenia k prevádzkaniu spôsobu je, že snímač akustického tlaku ponorený do náplne ultrazvukovej vane je pripojený cez prispôsobovací zosilňovač, elektronický voltmeter a cez potenciometer na regulačný vstup kompresora dynamiky. Na signálový vstup kompresora dynamiky je pripojený šumový generátor. Výstup kompresora dynamiky je pripojený cez pásmový priepustný filter, výkonový zosilňovač a wattmeter na ultrazvukové meniče upevnené na dno ultrazvukovej vane.

Výhodou spôsobu kvalitatívneho hodnotenia ultrazvukových vaní je rýchlosť merania, pohotovosť aplikovateľnosť na rôzne typy vaní s možnosťou merania v širokom rozsahu teplôt ultrazvukovej sústavy, čím je tiež v dostatočnej miere vyvážená náročnosť spôsobu na náročnosť prístrojového vybavenia.

Príkladné prevedenie zapojenia zariadenia pre kvalitatívne hodnotenie ultrazvukových vaní je znázornené na pripojených výkresoch, kde na obr. 1 je blokové zapojenie zariadenia, na obr. 2 je znázornená grafická závislosť budiaceho výkonu ultrazvukovej vane na frekvencii harmonického budiaceho signálu a potrebné nastavenie šírky pásma priepustného filtra pri meraní a na obr. 3 je znázornená grafická závislosť elektroakustickej účinnosti na budiacom výkone.

Zapojenie zariadenia pre kvalitatívne hodnotenie ultrazvukových vaní znázornené na obr. 1 je prevedené nasledovne.

Snímač akustického tlaku **8** ponorený do náplne **9** ultrazvukovej vane **7** je pripojený cez prispôsobovací zosilňovač **10**, elektronický voltmeter **11** a cez potenciometer **12** na regulačný vstup **13** kompresora dynamiky **2**. Signálový vstup **14** kompresora dynamiky **2** je pripojený na výstup šumového generátora **1**. Výstup kompresora dynamiky **2** je pripojený cez pásmový priepustný filter **3**, výkonový zosilňovač **4** a wattmeter **5** na ultrazvukové meniče **6** upevnené na dne ultrazvukovej vane **7**.

Šumový generátor 1 budí cez kompresor dynamiky 2 a pásmový priepustný filter 3 výkonový zosilňovač 4. Priepustné pásmo filtra 3 je zvolené tak, aby sa v ňom nachádzali všetky rezonančné vrcholy výkonovej charakteristiky ultrazvukovej vane 7. Frekvenčne obmedzený šumový signál výkonne zosilnený zosilňovačom 4 budí ultrazvukové meniče 6 pripojené na ultrazvukovú vaňu 7. Vysokofrekvenčný wattmeter 5 meria činný elektrický výkon. Signál zo snímača akustického tlaku 8 umiestneného v priestore náplne 9 sa privádza k vyhodnocovaciemu súboru prístrojov pozostávajúcich z prispôsobovacieho zosilňovača 10 a elektronického voltmetra 11. Na prispôbovacom zosilňovači 10 je nastavené zosilnenie zodpovedajúce meraniu na elektronickom voltmetri 11 bez dodatočného prepočítavania výchylky na hodnoty akustického tlaku. Striedavý výstup z voltmetra 11 riadi po nastavení úrovne signálu potenciometrom 12 zosilnenie kompresora dynamiky 2. Preto je tiež možné nastaviť konštantný meraný akustický tlak a označiť ho p_{ef} [Pa]. Potom, ak sú zistené ďalšie údaje, kde:

$A_1, A_2, A_3 \dots A_n$ sú vyžarovacie plochy na ultrazvukových meničoch pripevnených na vaňu [m^2]

n — je počet meničov závislý na veľkosti povrchu vane

ρ — je merná hmotnosť ožarovaného kvapalného prostredia [kg/m^3]

c — je rýchlosť šírenia vlnenia [m/sec]
je účinnosť daná vzorcom:

$$\eta = \frac{2 \cdot p_{ef}^2 \cdot \sum_{i=1}^n A_i}{\rho \cdot c \cdot (P_{max} + P_{min})}$$

. 100 [%] [Pa, m^2 , kg/m^3 , m/sec , W]

Pre overenie spôsobu kvalitatívneho hodnotenia ultrazvukových vaní podľa tohto vynálezu s ostatnými metódami je výhodné v prípade žiarenia odpadu vane nastaviť výšku hladiny na nepárny násobok štvrtiny vlnovej dĺžky, t. j.

$h = (2n - 1) \cdot \lambda/4$, kde n je zvolené celé kladné číslo

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

pričom c je rýchlosť šírenia vln v danom prostredí [m/sec], f je stredná frekvencia rezonančného pásma vane [Hz].

Súčasne je výhodné stabilizovať akustické vlastnosti kvapalného prostredia odplynením pomocou zohriatia pod bod varu a účinkami ultrazvuku. Tento spôsob predpokladá prispôbenie ultrazvukových meničov 6 vane k vnútornému odporu výkonového zosilňovača 4 a približnú znalosť frekvenčného pásma, v ktorom sa nachádzajú rezonančné frekvencie meranej ultrazvukovej vane 7. Pri jeho použití sa výraznou

mierou zvyšuje difuzita vlnenia a znižujú účinky stojatého vlnenia, pretože využíva pre výkonové budenie meničov stochastický-šumový signál. Používa sa len jeden snímač akustického tlaku 8 v kvapaline, ktorý meria efektívnu hodnotu signálu frekvenčne obmedzeného v zhode so šírkou pásma ultrazvukovej sústavy. Táto hodnota sa udržiava na konštantnej úrovni automatickou reguláciou zosilnenia. Akustický výkon takto regulovanej sústavy je potom možné vypočítať ako súčin intenzity ultrazvukového poľa a plochy, ktorá akustický tlak vyvoláva. Táto plocha je zhodná s vyžarovacou plochou všetkých ultrazvukových meničov upevnených na vaňu.

Uvedený matematický úkon nie je možné vykonať pri budení sústavy signálom harmonickým, modulovaným a podobne tak, aby vyšiel spoľahlivý výsledok. Konštantný signál zo snímača akustického tlaku a teda i konštantný tlak vo všetkých miestach vane, kde sa snímač akustického tlaku práve nachádza je udržiavaný zmenou budiaceho výkonu. Pri vyhodnocovaní sa berie do úvahy aritmetický priemer maximálnej P_{max} [W] a minimálnej P_{min} [W] hodnoty. Percentuálny podiel akustického výkonu a stredného elektrického výkonu určuje elektroakustickú účinnosť ultrazvukovej vane. Meraním bolo zistené, že nie je možné správne vypočítať účinnosť pri konštantnom budiacom výkone, keby sa bral do úvahy aritmetický priemer minimálnej a maximálnej hodnoty nameraného akustického tlaku.

Pre overenie spôsobu a zapojenia zariadenia podľa tohto vynálezu bola tiež použitá ultrazvuková vaňa o objeme 7 litrov. Výška hladiny odplynenej 23 °C teplej vody bola 0,13 m, čo zodpovedá nepárnemu násobku štvrtiny vlnovej dĺžky $7 \times \lambda/4$. Vaňa bola budená tromi ultrazvukovými meničmi umiestnenými na dne vane a ich celková vyžarovacia plocha bola $1,47 \cdot 10^{-2} m^2$. Ako zdroj signálu bol použitý generátor bieleho šumu so spektrálnou hustotou výstupného napätia $10^{-4} V^2/Hz$. Pásmový priepustný filter bol zvolený v šírke pásma jednej tretiny oktávy so strednou frekvenciou 20 kHz.

Vzájomný vzťah okrajových frekvencií pásmovej priepuste a výkonovofrekvenčnej charakteristiky prispôbenej ultrazvukovej sústavy budenej harmonickým signálom je znázornený na obr. 2. Všetky tri rezonančné vrcholy ležia vo vnútri tretinooktávového pásma. Výsledky porovnávacích meraní sú znázornené na obr. 3 vo forme závislosti elektroakustickej účinnosti na budiacom výkone. Prvé dva body J a K boli určené spôsobom a zapojením zariadenia podľa tohto vynálezu. Body L, M a N boli určené meraním výkonovofrekvenčných charakteristík ultrazvukovej sústavy bez kvapalnej náplne a s náplňou. Posledný bod O bol určený kalorimetrickou metódou.

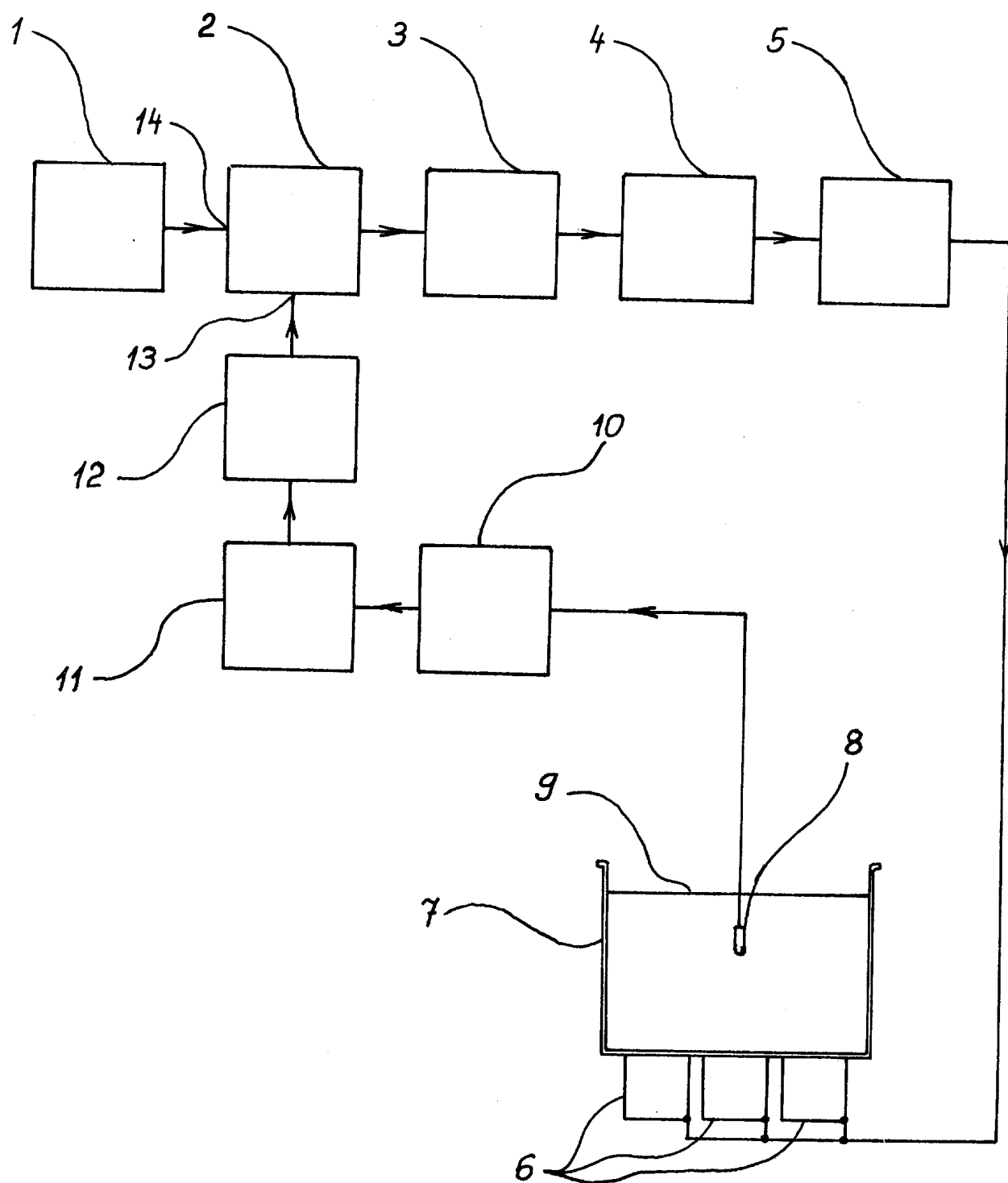
PREDMET VYNÁLEZU

1. Spôsob pre kvalitatívne hodnotenie ultrazvukových vaní vyznačujúci sa tým, že ultrazvukové meniče upevnené na vaňu naplnenú kvapalinou sú výkonovo budené šumovým signálom frekvenčne obmedzeným analogicky so šírkou pásma ultrazvukovej sústavy pri udržiavaní konštantnej úrovne zvolenej hodnoty snímaného akustického signálu, pričom sa pohybom snímača akustického tlaku vo vani zistí maximálna a minimálna hodnota elektrického budiaceho výkonu šumového signálu za účelom stanovenia elektroakustickej účinnosti ultrazvukovej vane.

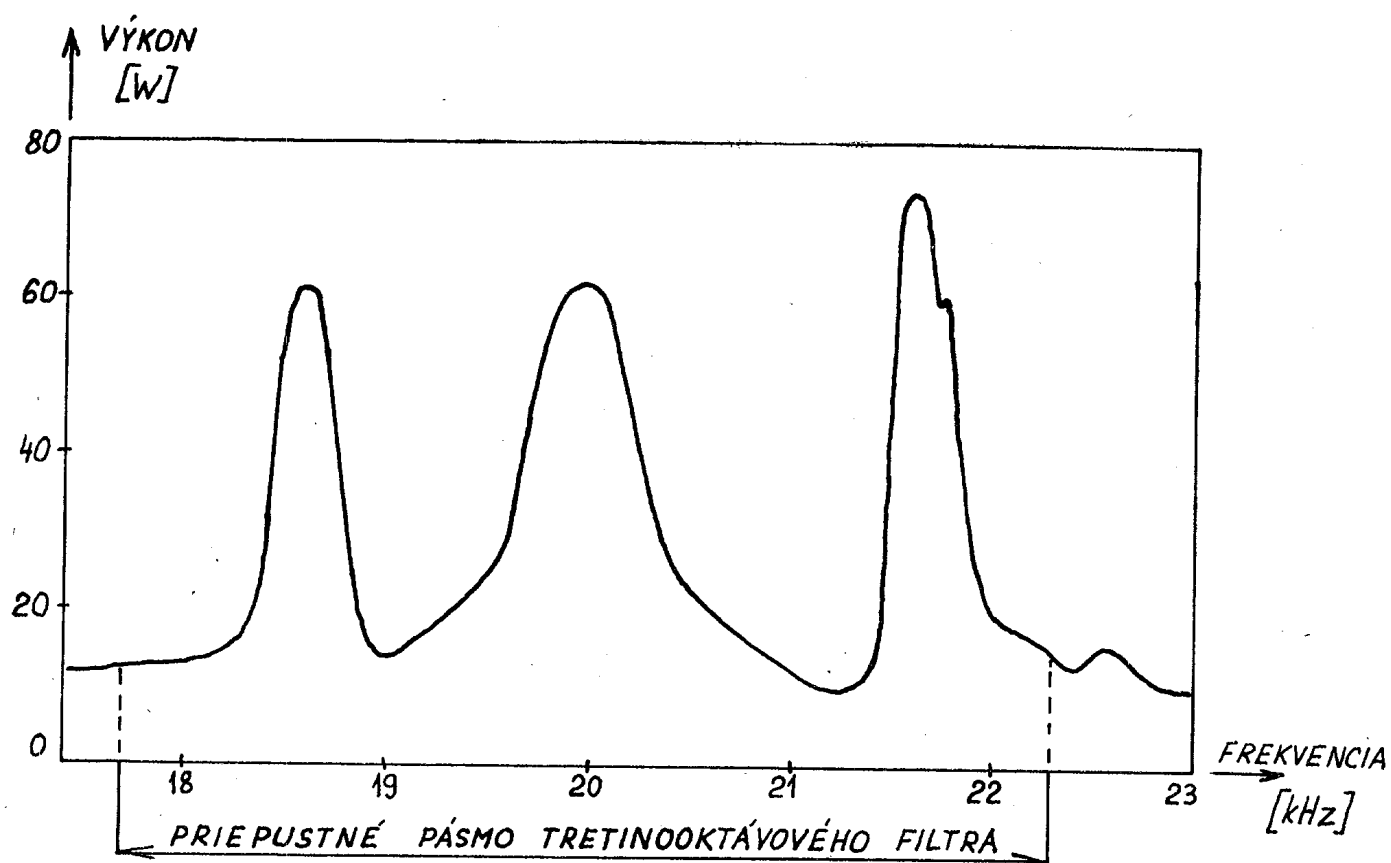
2. Zapojenie obvodu k prevádzaniu spôsobu podľa bodu 1 tvoreného šumovým generátorom, kompresorom dynamiky, pásmo-

vým priepustným filtrom, výkonovým zosilňovačom, wattmetrom, snímačom akustického tlaku, prispôsobovacím zosilňovačom, elektronickým voltmetrom a potenciometrom vyznačujúce sa tým, že snímač akustického tlaku [8] ponorený do náplne [9] ultrazvukovej vane [7] je pripojený cez prispôsobovací zosilňovač [10], elektronický voltmeter [11] a cez potenciometer [12] na regulačný vstup [13] kompresora dynamiky [2], pričom na jeho signálový vstup [14] je pripojený šumový generátor [1] a výstup kompresora dynamiky [2] je pripojený cez pásmový priepustný filter [3], cez výkonový zosilňovač [4] a cez wattmeter [5] na ultrazvukové meniče [6] upevnené na dno ultrazvukovej vane [7].

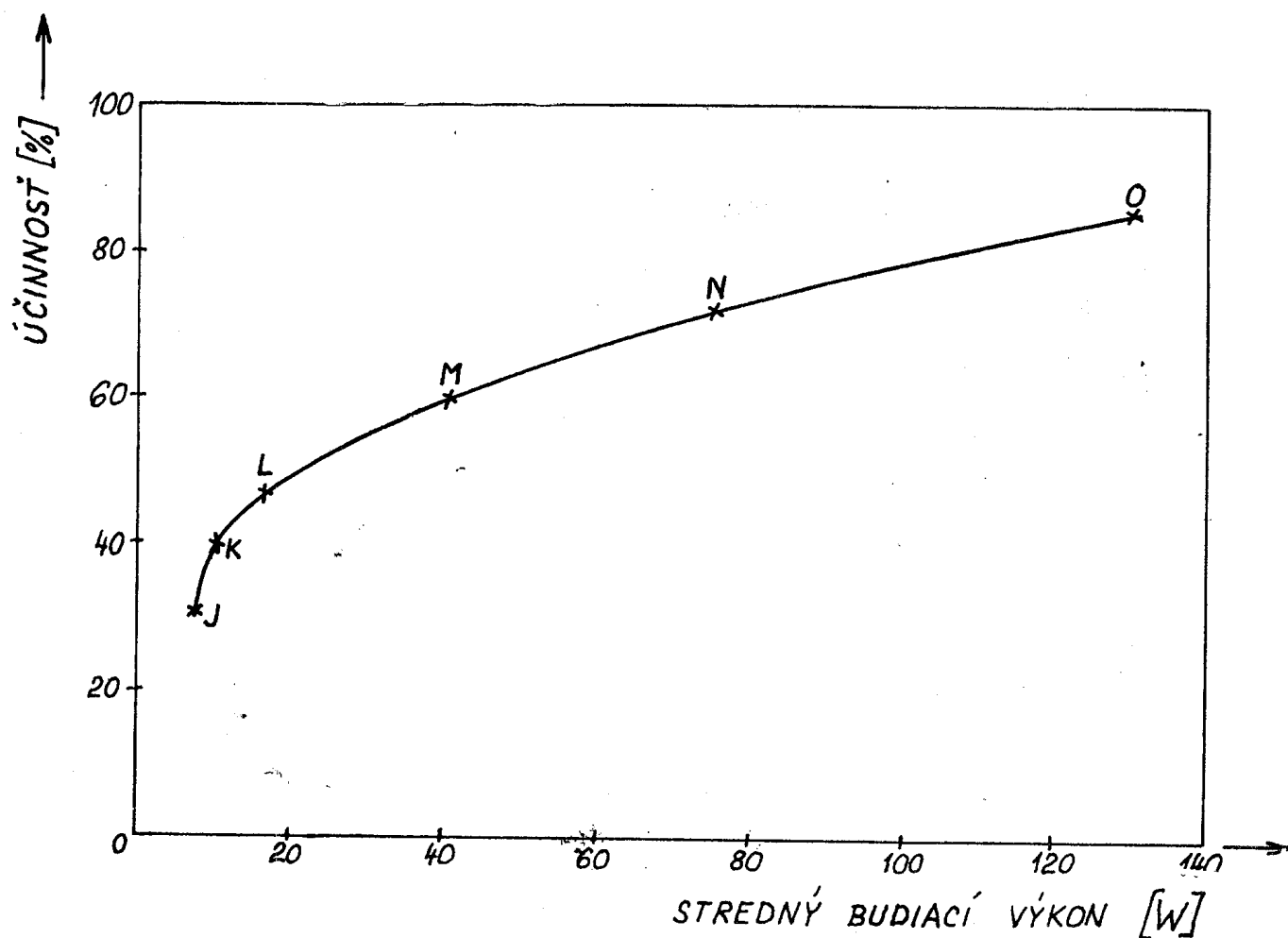
 3 výkresy



OBR. 1



OBR. 2



OBR. 3