ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 1974

Seria: MATEMATYKA-FIZYKA z. 25 Nr kol. 498

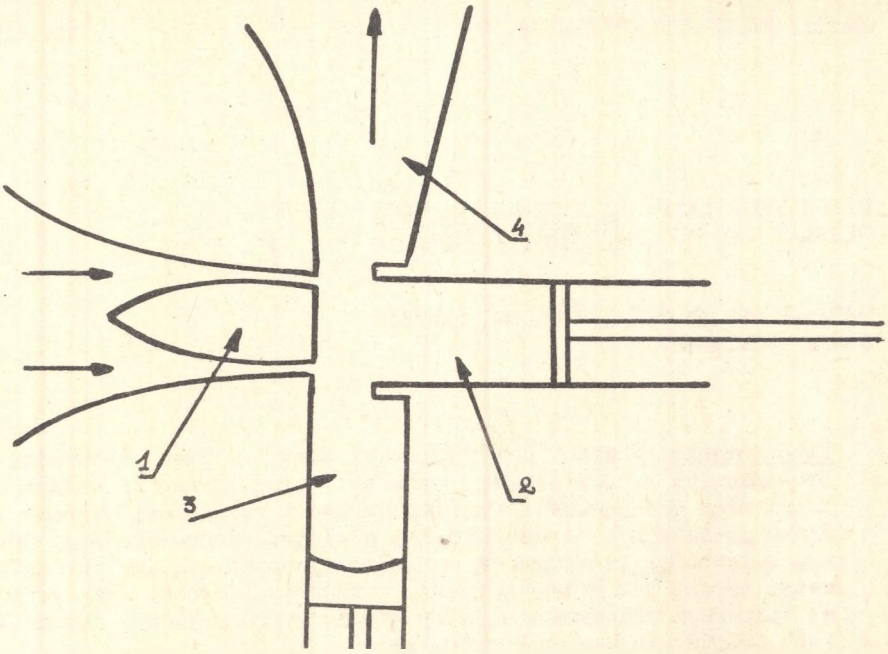
MIECZYSŁAW ROCZNIAK, RYSZARD HNATKÓW,
WIESŁAW KASPRZYK, BOLESŁAW MATUŁA

BADANIE SPRAWNOŚCI SZEŚCIOGWIZDKOWEJ SYRENY STATYCZNEJ

Streszczenie. W pracy tej opisane są wyniki prac doświadczalnych prowadzonych z 6 gwizdkową syreną statyczną. Praca ta podaje zależności mocy generowanej fali akustycznej i sprawności syreny od wydatku powietrza i od nadciśnienia powietrza doprowadzonego do syreny. Zależności te są podane w formie wykresów dla dwu wariantów syreny: syreny bez przegród między gwizdkami i syreny z przegrodkami. We wnioskach rozpatrzono, który wariant syreny jest w danych warunkach przydatniejszy do eksploatacji.

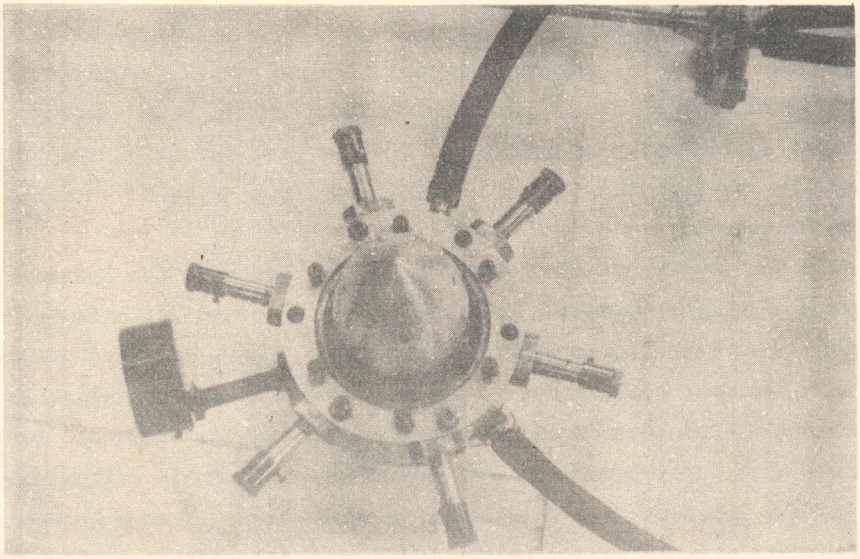
W niniejszej pracy przedstawiamy wyniki naszych pomiarów sprawności akustycznej 6 gwizdkowej syreny statycznej. Syrenę tę zaprojektował mgr inż. B. Mączewski - Rowiński. Budowę poszczególnego gwizdka przedstawia rys. 1, zaś zestaw całości ilustruje rys. 2. Konstrukcja syreny umożliwiła płynną regulację głębokości komory rezonansowej, odległości wlotu komory od dyszy, jak również głębokości tak zwanej wtórnej komory rezonansowej, mającej kształt owalnych wydrążeń z denkami lekko wklęsłymi.

Celem wyeliminowania ewentualnych interferencji fal pochodzących od poszczególnych gwizdków, jakie mogą powstać przed wejściem tych fal do tuby - wstawiono między gwizdki przegrody. Można również stosować syrenę bez przegród. Syrena ta posiada tubę stożkową pozwalającą kierunkować fale pochodzące od poszczególnych gwizdków. Wiadomo, że dla syreny statycznej zarówno o częstotliwości emitowanej fali akustycznej, jak i o natężeniu tej fali decydują głębokości komory rezonansowej gwizdka, wtórnej komory rezonansowej oraz odległości wlotu komory rezonansowej od dyszy. Ponadto pewien wpływ na natężenie i częstotliwość



Rys. 1. Schemat pojedynczego generatora fali akustycznej (gwizdka)

1 - dysza, 2 - komora rezonansowa o regulowanej głębokości, 3 - wtórna komora rezonansowa o regulowanej głębokości, 4 - stożkowa tuba akustyczna



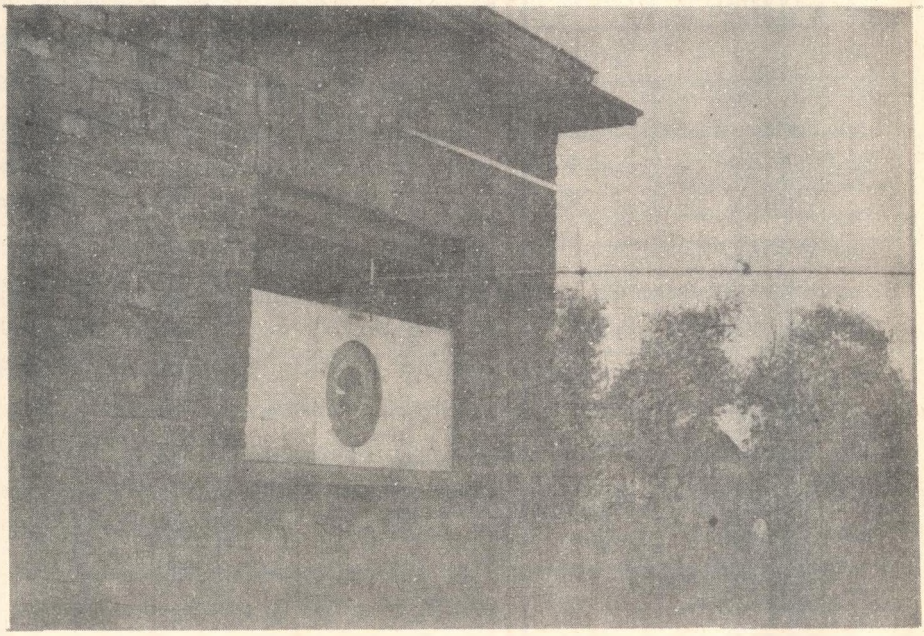
Rys. 2. Ogólny widok syreny 6 gwizdkowej

emitowanej fali mają też drobne sprawy wykończeniowe przy produkcji gwizdka, jak np.: szerokość kołnierza komory rezonansowej gwizdka, kształt krawędzi komory rezonansowej i inne tak, że praktycznie nie ma gwizdków zupełnie identycznych. To spowodowało, że ustawione jednakowo gwizdki dawały nieznaczne ale jednak różne częstotliwości, o czym przekonaliśmy się zatykając 5 gwizdków, a pozostawiając kolejno jeden. Dlatego też celem uzyskania optymalnych warunków pracy syreny posługiwaliśmy się analizatorem tercjowo-oktawowym i sprzężonym z nim częstotliwościomierzem. Dopiero przy takim zestrojeniu syreny dochodziliśmy do zgodności ze wzorem teoretycznym:

$$i_6 = i_1 + 10 \log 6 \quad (dB)$$

i_6 - poziom intensywności fali akustycznej pochodzącej od 6 gwizdków,
i_1 - poziom intensywności fali akustycznej od 1 gwizdka.

Omawianą syrenę badano ustawiając ją tak jak to pokazano na rys. 3, a uzyskane dane odnoszą się do częstotliwości 4000 Hz i 6000 Hz, przy



Rys. 3. Usytuowanie syreny przy pracy

Tabela I

Charakterystyka kierunkowa syreny statycznej
bez przegród między gwizdkami

P_{syr} = 1 atm. P_{kryzy} = 2,25 Δh = 104 cm l = 1 m

Kąt Θ	i (dB)	sinΘ	p_o	$\frac{p_o}{p}$	p_o^2	$p_o^2 \sin\Theta$
0	141,5	-	203,4	1	-	-
2,5	142,5	0,044	267,0	1,312	71200	3102,6
7,5	144,5	0,131	335,6	1,655	112760	14715,2
12,5	142	0,216	251,6	1,235	63362	13711,5
17,5	140	0,301	200,0	0,983	40000	12028,0
22,5	138,5	0,383	165,0	0,810	27248	10428,6
27,5	141	0,462	224,7	1,10	50400	23269,7
32,5	142	0,537	251,6	1,235	63362	34044,4
37,5	141,5	0,609	237,6	1,166	56400	34336,3
42,5	140	0,676	200,0	0,983	40000	27024,0
47,5	140	0,737	200,0	0,983	40000	29492,0
52,5	140	0,793	200,0	0,983	40000	31736,0
57,5	137	0,843	141,6	0,70	20040	16902,0
62,5	134,5	0,887	106,2	0,51	11276	10001,8
67,5	132,5	0,924	84,4	0,41	7120	6578,2
72,5	129,5	0,954	59,7	0,29	3564	3399,0
77,5	130	0,976	63,2	0,31	4000	3905,2
82,5	125,5	0,991	37,7	0,18	1420	1407,8
87,5	126	0,999	39,9	0,19	1592	1590,4

$\sum p_o^2 \sin\Theta = 278672,8$ $M = 1,33 \times 10^{-3} \times 278672,8 = 371$ W

$M_d = 3443$ W $\eta = 10,8\%$

p_s - ciśnienie powietrza dostarczonego do syreny,

p_{kr} - ciśnienie powietrza na kryzie pomiarowej,

p_Θ - ciśnienie fali akustycznej dla kąta Θ ,

p - ciśnienie fali akustycznej dla kąta $\Theta = 0$,

N_d - energia sprężonego powietrza dostarczana do syreny w czasie 1 sekundy,

Δh - wielkość sprężu powietrza.

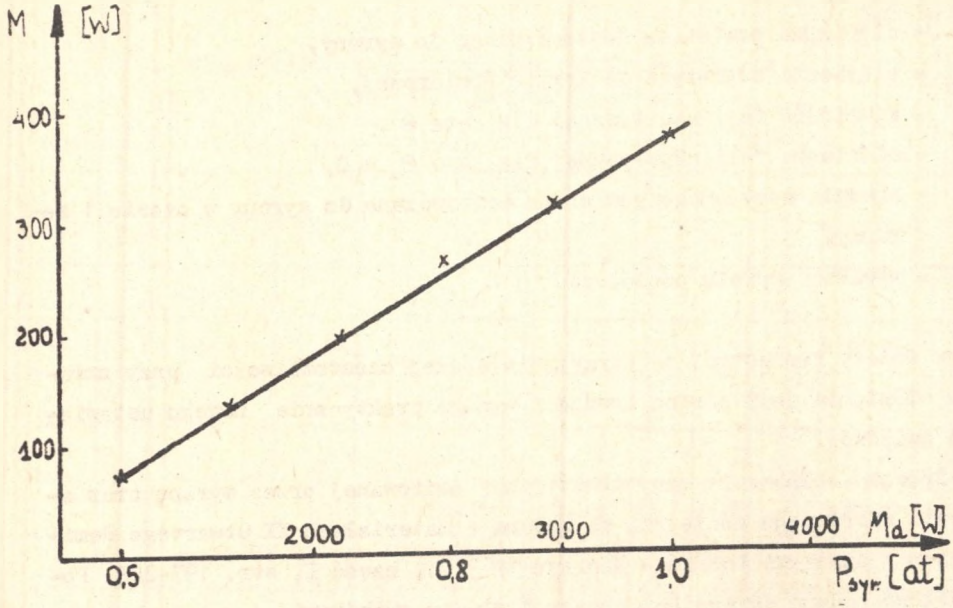
czym należy zaznaczyć, że utrzymanie stałej częstotliwości przy zmianie ciśnienia jest bardzo trudne i wymaga praktycznie nowego ustawiania gwizdków.

Sposoby obliczania mocy akustycznej emitowanej przez syrenę oraz energii sprężonego powietrza są podane w materiałach XX Otwartego Seminarium z Akustyki Poznań - Mierzyn 1973 r., część I, str. 197-208. Początkowo badano syrenę bez przegród między gwizdkami.

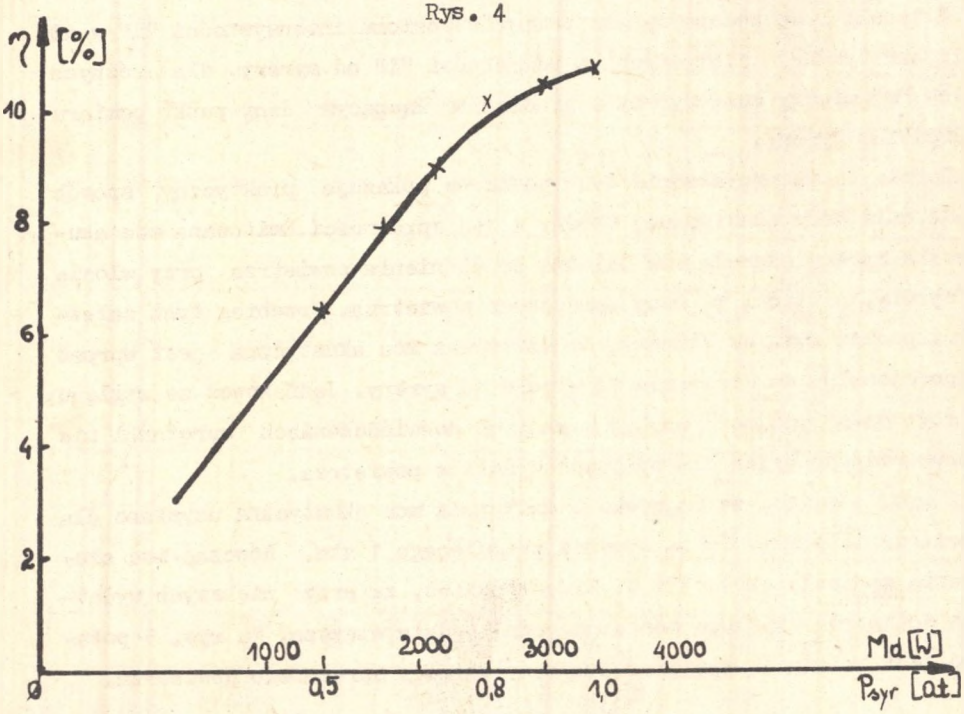
W tabeli I są podane wyniki pomiarów poziomu intensywności "i" w dB fali akustycznej mierzonych w odległości "l" od syreny, dla różnych kątów "Θ" między osią syreny a promieniem łączącym dany punkt pomiaru z środkiem syreny.

Tabela ta na przykładzie tych pomiarów pokazuje praktyczny sposób obliczania mocy akustycznej syreny i jej sprawności. Emitowana moc akustyczna syreny okazała się zależną od ciśnienia powietrza przy wlocie do syreny, a więc i od mocy sprężonego powietrza. Przebieg tych zależności podaje rys. 4. Widzimy, że emitowana moc akustyczna jest wprost proporcjonalna do ciśnienia na wlocie do syreny. Jednakowoż ze względu na zbyt małą wydajność użytej w naszych doświadczeniach sprężarki nie przeprowadzono badań dla wyższych wydatków powietrza.

Z rys. 4 widać, że największą emitowaną moc akustyczną uzyskano dla nadciśnienia powietrza na syrenie wynoszącego 1 atm. Wówczas moc akustyczna wyniosła około 371 W. Widać również, że przy większych wydatkach powietrza uzyskana moc akustyczna będzie większa. Na rys. 5 pokazana jest zależność sprawności syreny od mocy sprężonego powietrza.


M [W]
400
300
200
100
2000
3000
4000
Md [W]
0,5
0,8
1,0
Psyr [at]

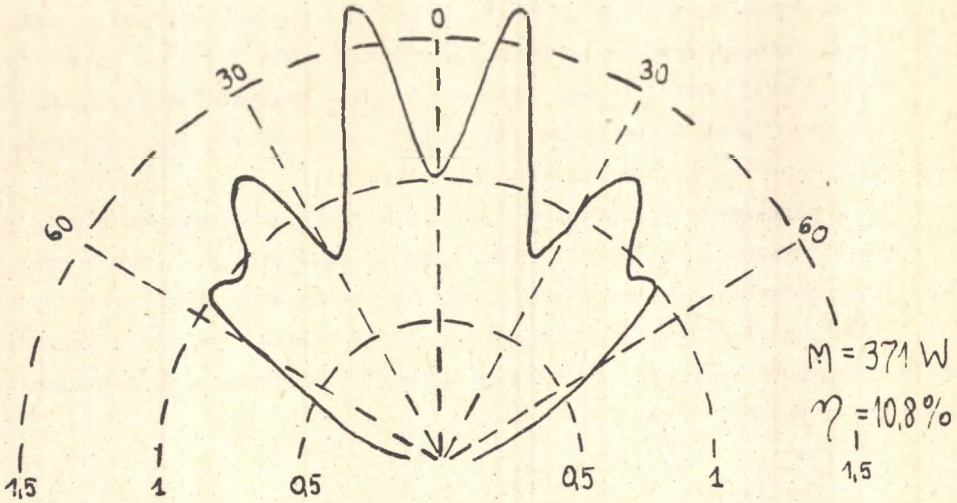
Rys. 4


η [%]
10
8
6
4
2
0
1000
2000
3000
4000
Md [W]
0,5
0,8
1,0
Psyr [at]

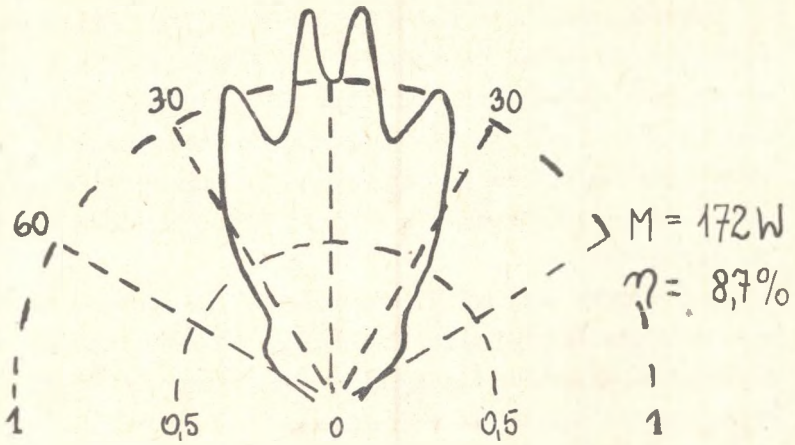
Rys. 5

Z rysunku widać, że w naszych badaniach nie osiągnięto maksymalnej sprawności dochodząc zaledwie do 11%. Należy zaznaczyć, że przez sprawność w pracach tego typu przyjętym jest rozumieć stosunek energii akustycznej do energii sprężonego powietrza podawanego na syrenę. Można więc nazwać ją sprawnością teoretyczną, a nie eksploatacyjną. Oczywiście sprawność eksploatacyjna będzie również zależała od sprawności użytej sprężarki.

Po założeniu przegród do omawianej syreny stwierdzono jak gdyby lekkie "zatkanie" użytej przez nas syreny. Pierwsze badania ze syreną z przegrodami wykazały, że uzyskanie tego samego natężenia fali na osi syreny wymaga mniejszego nakładu energii w porównaniu z syreną bez przegród. Dopiero bliższe rozpoznanie tego zjawiska wykazało, że w tym przypadku, tj. syreny z przegrodami poprawia się "kierunkowość syreny" (rys. 6 i 7) przez co całkowita emitowana moc akustyczna jest mniejsza niż poprzednio, tj. dla syreny bez przegród.



Rys. 6. Syrena statyczna bez przegród



Rys. 7. Syrena statyczna z przegrodami

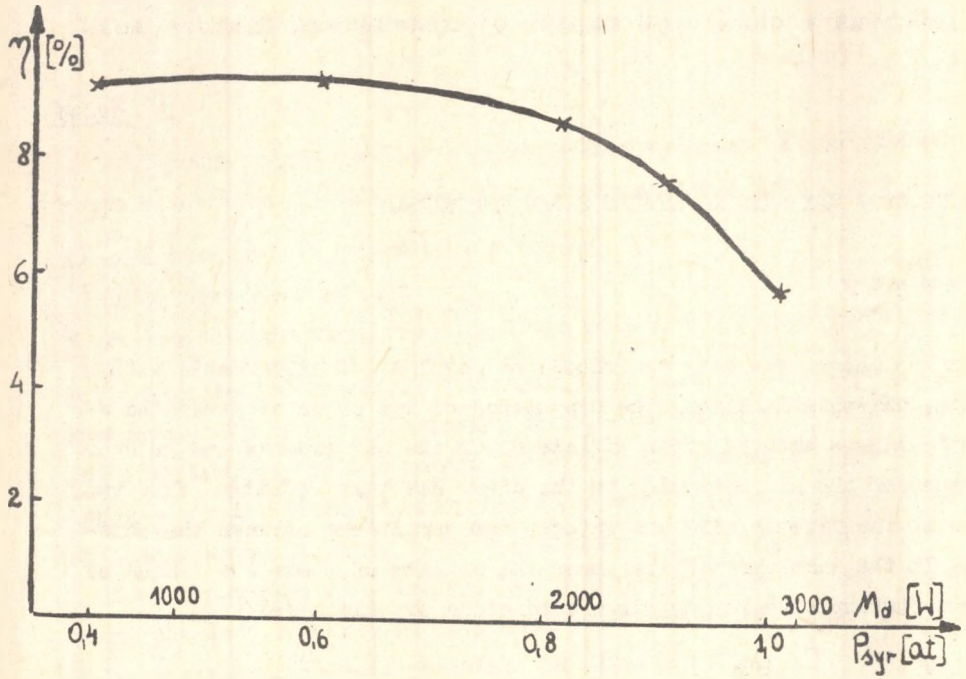
Wykresy na rys. 8 i 9 przedstawiają zależność emitowanej mocy akustycznej "M" i sprawności "η" omawianej syreny od mocy dostarczonego na syrenę powietrza.

Widzimy, że w miarę zwiększania zużycia powietrza przez syrenę emitowana energia rośnie do pewnej wartości (ponad 170 W),a następnie wykazuje stałą wartość mimo dalszego wzrostu wydatku powietrza. Oczywistym więc jest, że sprawność omawianej syreny maleje ze wzrostem ciśnienia powietrza doprowadzonego do syreny.

Z porównania wykresów na rys. 7 i 9 widać, że z ekonomicznego punktu widzenia dla uzyskania małej energii akustycznej korzystnym jest używać syrenę z przegrodami, a dla uzyskania mocy akustycznej powyżej 200 W należy używać syrenę bez przegród. Dalsze badania dotyczące zastosowania omawianej statycznej syreny 6 gwizdkowej do koagulacji dymów i pyłów w toku.

M [W]
160
120
80
40
0,4
0,6
0,8
1,0
Md [W]
Psyr [at]

Rys. 8


η [%]
8
6
4
2
1000
2000
3000
Md [W]
0,4
0,6
0,8
1,0
Psyr [at]

Rys. 9

LITERATURA

1. Mączewski-Rowiński B., Leśniak B.: Praca planowa 79 - ZWK - IPPT - PAN, Warszawa 1964.

2. Mączewski-Rowiński B.: Syrena ultradźwiękowa CIOP i dotychczasowe wyniki prac badawczych nad strącaniem aerozoli metodą akustyczną. Urządzenia odpylające PAN, Komitet GOP, Biuletyn nr 6, Warszawa 1956.

3. Materiały XX Otwartego Seminarium z Akustyki Poznań - Mierzyn 1973r. cz. I, str. 197-208.

ИССЛЕДОВАНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ПОЛЕЗНОГО ДЕЙСТВИЯ ШЕСТИСВИСТКОВОЙ СТАТИЧНОЙ СИРЕНЫ

Р е з ю м е

Проведены исследования работы новой шестистковой статичной сирены. Показана зависимость коэффициента полезного действия и силы этой сирены от каличества сжатого воздуха.

TESTING OF A SIX WHISTLE STATIC SIREN EFFICIENCY

S u m m a r y

In the paper have been described the results of experiments with a static, six-whistle siren. The dependence of the power of generated acoustical wave and the siren efficiency on the air expense and an over pressure of the air conveying to the siren has been plotted for two kinds of the sirens: with and without the partitions between the whistles. In the last part of the paper the utility of these two kinds of sirens for exploitacion in given condicions was discussed.