

11. A. KABATA-PENDIAS, H. PENDIAS: Pierwiastki śladowe w środowisku biologicznym. Wydawnictwo Geologiczne. W-wa, 1979.
12. E. KEMPA: Procesy całkowitego unieszkodliwiania osadów ściekowych. Gaz, Woda i Techn. Sanit., 42, 1968.
13. E. KWAPISZEWSKA: Badania nad możliwościami rolniczego wykorzystania osadów ściekowych z Centralnej Oczyszczalni Ścieków w Częstochowie, CTK, Warszawa, 1980.
14. CZ. MAĆKOWIAK: Nawozy organiczne. Nawożenie. PWRiL, Warszawa, 1979.
15. L. PAWŁOWSKA i inni: Badania ilościowe i jakościowe osadów ściekowych wraz z opracowaniem koncepcji gospodarki osadami w kraju. Etap I. Ocena aktualnego stanu gospodarki osadami ściekowymi w kraju. Zakład Przyrodniczy Inst. Kszt. Środ. Podstaw Kształtowania Środowiska, Warszawa, 1979 (maszynopis).
16. E. ROSZYK: Podsumowanie wyników prac laboratoryjnych i doświadczeń wegetacyjnych wykonanych w 1979. Inst. Chemii Rolnej, Glebozn. i Mikrobiologii A.R. Wrocław, 1980 (maszynopis).
17. J. SIUTA: Badania wegetacyjne nad rolniczą przydatnością osadów ściekowych z oczyszczalni grupowej w Pruszkowie. IKS, Warszawa, 1978.
18. J. ZAKRZEWSKI: Rolnicze wykorzystanie osadów ściekowych miejskich. GWTS, nr 3, 1957.

doc. dr inż. Gerard Jan Besler
inż. Janusz Litwicki
Politechnika Wrocławska

OCHRONA PRZED HAŁASEM OD URZĄDZEŃ WENTYLACYJNYCH W WYNIKU POPRAWNEGO DOBORU TŁUMIKÓW AKUSTYCZNYCH

W artykule przedstawiono nowe charakterystyki seryjnie produkowanych w kraju tłumików akustycznych typu WTA-1. Badania przeprowadzono dla trzech wielkości tłumików tj. 2×2, 2×3, 3×3 i różnych długości (od 0,5 do 2,0 m) w funkcji przepływu powietrza (od 2 do 8 m/s) oraz dla zmiennego poziomu dźwięku hałasu przed tłumikiem. Podano także zasady prawidłowego doboru tłumika WTA-1 do instalacji wentylacyjnej lub klimatyzacyjnej dla zapewnienia właściwej ochrony akustycznej.

Jednym z istotnych czynników wpływających na odczucie komfortu środowiska jest hałas. Intensywny rozwój techniki czasów współczesnych, związany ze stosowaniem coraz większej liczby maszyn i pojazdów, stworzył swoisty produkt uboczny w postaci stale zwiększającej się liczby źródeł hałasu i ich poziomu. Tempo wzrostu zakłóceń przewyższa znacznie naturalną zdolność akomodacji żywych organizmów do zmieniających się warunków. Powstało zatem nowe, liczące się skażenie środowiska biologicznego człowieka.

Stwierdzono niezbicie, że hałas przeszkadza w pracy i odpoczynku. Może utrudniać lub wręcz uniemożliwiać sen, powoduje zmniejszenie wydajności pracy (średnio o 60% u pracowników umysłowych i o 30% u pracowników fizycznych). Jest jedną z ważnych przyczyn chorób zawodowych i niejednokrotnie również wypadków przy pracy. Zwalczanie hałasu jest zatem problemem zarówno społecznym jak i ekonomicznym.

Ochrona przed hałasem jest więc przede wszystkim potwierdzeniem doceniania osobowości

człowieka. Każdy bowiem organizm ludzki domaga się złagodzenia napięcia nerwowego i odpoczynku tym bardziej, im bardziej żąda się od człowieka skoncentrowania jego twórczych zdolności i władz umysłowych do rozwiązywania trudnych zagadnień współczesnego życia. Zdając sobie dobrze sprawę z niszczących działań silnych dźwięków, już w średniowieczu za jedną z najbardziej srogich kar uznano tzw. „karę pod dzwonem”. Silne dźwięki zabijały powoli, przywiązanego blisko dzwonu skazańca. Natomiast prawodawstwo o ochronie przed hałasem sięga XVI wieku. Anegdotyczny jest do dziś jeszcze w Anglii obowiązujący przepis pochodzący z XVII w., zabraniający mężom bicia swych żon pomiędzy godziną 9 wieczorem a 6 rano, gdyż towarzyszący temu hałas mógłby zakłócić spokój sąsiadom.

Zagadnienia ochrony przeciwdźwiękowej określają m.in. polskie normy z zakresu akustyki [1], [2]. Dopuszczalne maksymalne poziomy dźwięku hałasów przenikających do pomieszczeń od instalacji i urządzeń wentylacyjnych określone zostały np. na 35 dB (A) w dzień i 25

dB(A) w nocy dla pomieszczeń mieszkalnych, i odpowiednio na 40 i 30 dB(A) dla pomieszczeń hotelowych klasy II i III, na 25 dB(A) dla sal operacyjnych itp. Często się zdarza, że nawet poprawnie zaprojektowana instalacja wentylacyjna nie jest w stanie zapewnić wymaganego poziomu dźwięku w pomieszczeniu, z uwagi na za głośną zazwyczaj pracę wentylatorów. Wykładanie przewodów wentylacyjnych materiałem dźwiękochłonnym z reguły nie wystarcza (pomijając wysokie koszty) w instalacjach krótkich. Niezbędnym jest wtedy stosowanie możliwie niedużych, cechujących się zwartą budową tłumików akustycznych. W toku długotrwałych, szczegółowych badań prowadzonych w Zespole Klimatyzacji Politechniki Wrocławskiej, opracowano i zaproponowano do produkcji seryjnej tłumiki akustyczne typu WTA-1 [3] charakteryzujące się dużą uniwersalnością w zastosowaniu, prostotą konstrukcji, produkcji i montażu, wykonywane z surowców krajowych, odporne pod względem chemicznym, niepalne i o dobrych właściwościach dźwiękochronnych, porównywalnych z właściwościami tłumików firmy „Trox”. Produkcję tych tłumików podjęła Fabryka „Konwektor” w Lipnie.

Waga zagadnienia oraz brak aktualnych charakterystyk dostępnych projektantom były inspiracją do poniższej publikacji na łamach poczytnego i dość szeroko rozpowszechnionego w kraju Informatora Dolnośląskiego Oddziału PZITS.

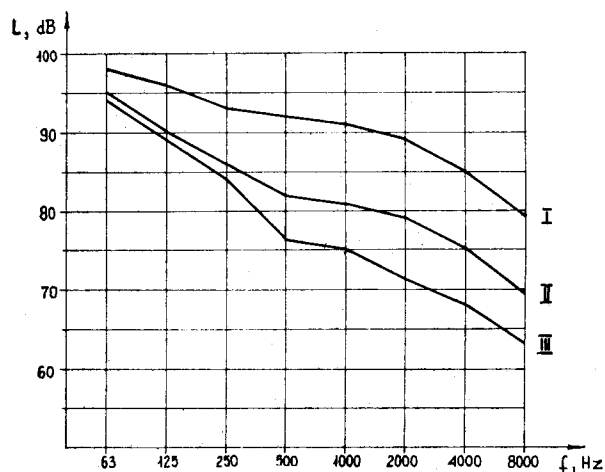
Charakterystyki tłumienia tłumików WTA-1

Dotychczas dostępne charakterystyki dla doboru tych tłumików przedstawione są w katalogu wydanym przez Fabrykę „Konwektor” w 1976 r. [4] oraz w numerze 1/64/75, czasopisma Ciepłownictwo, Ogrzewnictwo i Wentylacja [5]. Katalog stanowi w zasadzie nieautoryzowany przedruk publikacji [5]. Opory przepływu powietrza przez tłumik, których nie podano w tym katalogu, przedstawione są we wcześniejszej publikacji [6]. Tam również wyjaśniono ideę konstrukcji i zakres zastosowania wymienionych tłumików. Wszystkie charakterystyki znajdujące się w katalogu i w publikacjach [5] i [6] sporządzono w oparciu o wyniki badań, które przeprowadzono na tłumikach modelowych. Przez szereg lat nie poddano badaniom tłumików z seryjnej produkcji

Można wtedy było przyjąć, iż charakterystyki tłumików modelowych i tych z produkcji seryjnej są podobne, gdyż pierwotnie różnica pomiędzy jednymi i drugimi sprowadzała się wyłącznie do grubości blachy obudowy (F. „Konwektor” zastosowała grubszą blachę, bez — naszym zdaniem — istotnego uzasadnienia). Od chwili jednak, gdy zastosowano odmienną technologię produkcji, tj. gdy zamiast tkaninę szklaną zaczęto oklejać kształtki (a właściwie ich elementy) folią polietylenową, zaszła niezbędna potrzeba przeprowadzenia szczegółowych badań skuteczności tłumików WTA-1 z kształtkami wykonywanymi w ten odmienny

sposób, zwłaszcza że zastosowano ponadto także wełnę mineralną o mniejszej gęstości. Trzeba na wstępie zaznaczyć, iż zastępując tkaninę szklaną folią polietylenową, pozbawiono jednocześnie tłumiki WTA-1 jednego z zasadniczych walorów tj. ognioodporności.

W obecny sposób wykonywane tłumiki można stosować jedynie do temperatur o wartościach zapewniających trwałość folii, a także wyłącznie do niewielkich prędkości, ze względów wyjaśnionych w dalszej części. Należy również wspomnieć, iż tłumiki WTA-1 produkowane są dotychczas tylko w trzech wielkościach: 2×2 , 2×3 i 3×3 , co ogranicza możliwości bardziej powszechnego ich zastosowania, podczas gdy nie widać przeciwwskazań dla rozszerzenia produkcji na więcej wielkości. Na przełomie lat 1979 i 1980 przeprowadzono na zlecenie FUWiK „Konwektor” badania trzech wielkości tłumików z seryjnej produkcji 1979 r. o różnych długościach (od 0,5 do 2,0 m), w funkcji prędkości przepływu powietrza (od 2 do 12 m/s), i to dla zmiennych poziomów dźwięku hałasu przed tłumikiem [7]. Potwierdziło się bowiem, że poziom dźwięku przed tłumikiem — co wykazano już wcześniej [5] — ma istotny wpływ na zdolność tłumienia tłumika. Przyjęty sposób prowadzenia badań odpowiadał warunkom rzeczywistym, wynikającym z możliwości zastosowania wentylatorów, często znacznie się różniących pod względem poziomów głośności. Prowadzenie pomiarów tłumików z przepływem powietrza powodowało, iż częściowo źródłem hałasu był również wentylator, jednakże hałas od wentylatora ograniczono znacznie montując pomiędzy wentylatorem i zespołem głośnikowym tłumik wstępny. Zasadniczym źródłem hałasu był generator białego szumu ze wzmacniaczem typu 2706, o płynnej i skokowej regulacji wzmocnienia. Od wzmacniacza sygnał był podawany na zespół głośnikowy (cztery głośniki o łącznej mocy 60 W i o paśmie przenoszenia od 50 do 15000 Hz). Zdecydowano się na trzy nastawy poziomów głośności przed tłumikami, jednakowe dla wszystkich badań. Ich uśrednione wartości przedstawiono na rys. 1. Wartości nastawianych poziomów dźwięków hałasu naniesio-

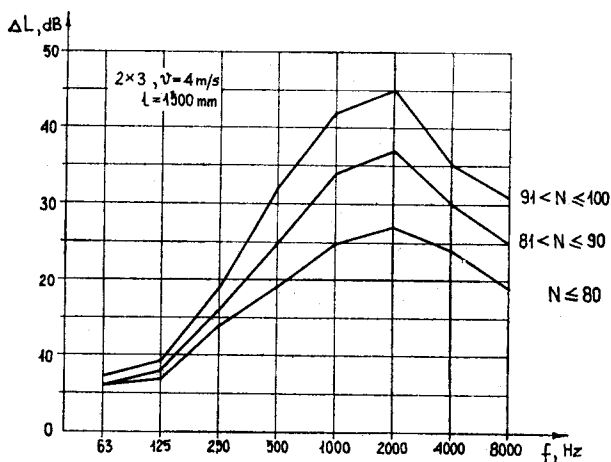


Rys. 1. Poziomy dźwiękowy hałas przed tłumikiem dla nastaw I, II i III.

ne na nomogram oceny hałasu N [1] obejmują następujące zakresy:

- I — $91 < N \leq 100$
- II — $81 < N \leq 90$
- III — $N \leq 80$

Uzyskane wyniki badań zdolności tłumienia tłumików WTA-1 zostały przyporządkowane poszczególnym zakresom wskaźników oceny hałasu N [7]. Fakt zdecydowanej zależności zdolności tłumienia od poziomu hałasu przed tłumikiem potwierdza przytoczony przykładowo rys. 2, przedstawiający wyniki pomiarów dla tłumika WTA-1 (2×3) o długości $l=1500$ mm, dla prędkości przepływu powietrza $v=4$ m/s. Pomiary przeprowadzono zestawem firmy Brüel-Kjaer. Mikrofony uzbrojone były w konusy eliminujące wpływ prędkości przepływającego powietrza na wartość mierzonego poziomu ciśnienia akustycznego.



Rys. 2. Przykładowa charakterystyka tłumienia tłumika akustycznego typu WTA-1, układu 2×3, dla prędkości $v=4$ m/s i długości $l=1500$ mm

Dźwięki analizowane były w pasmach oktaowych poprzez spektrometr częstotliwościowy typu 2113 i zapisywane na odpowiednim papierze przez rejestrator typu 2305. Mikrofony umieszczone były zawsze w osi przewodów wentylacyjnych, w płaszczyźnie kołnierza mniejszego przekroju dyfuzora i konfuzora. Należy nadmienić, iż z ogólnych warunków konstrukcyjnych tłumików typu WTA-1 wynika [5] i [6], że przekrój mniejszy dyfuzora względnie konfuzora jest równy przekrojowi czynnemu dla przepływu powietrza w tym tłumiku. Wyniki pomiarów ujęte w tabelaryczną formę obejmują efekt tłumienia uzyskany łącznie na tłumiku właściwym oraz na dyfuzorze i konfuzorze. Załączone tabele przedstawiają kolejno:

- tabela 1 — zdolność tłumienia ΔL dla tłumików WTA-1 układu 2×2,
- tabela 2 — zdolność tłumienia ΔL dla tłumików WTA-1 układu 2×3,
- tabela 3 — zdolność tłumienia ΔL dla tłumików WTA-1 układu 3×3.

Przedstawione wyniki badań ograniczono dla prędkości przepływu powietrza do 8 m/s, ze

Tabela 1

ZDOLNOŚĆ TŁUMIENIA ΔL , dB DLA TŁUMIKÓW WTA-1 UKŁAD 2×2

N	Układ	Vcz m/s	Vh m³/h	Długość tłumika l, mm	CZĘSTOTLIWOŚĆ, Hz							
					63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
90 < N ≤ 100 2×2	2-4	740-1480		2000	9	14	25	39	49	54	37	34
				1500	7	10	23	35	46	51	31	27
				1000	5	8	19	32	44	46	25	22
				500	4	6	12	20	35	37	20	18
	6	2210		2000	8	12	20	33	42	45	36	31
				1500	6	9	17	30	40	43	30	26
				1000	4	7	13	27	38	40	24	21
				500	3	5	10	18	34	36	19	17
	8	2950		2000	7	10	16	26	37	41	35	30
				1500	5	8	13	23	35	39	29	25
				1000	3	5	11	21	33	36	23	20
				500	2	4	9	17	31	34	17	15
81 < N ≤ 90 2×2	2-4	740-1480		2000	10	13	20	30	43	50	37	35
				1500	8	10	17	26	39	42	30	26
				1000	5	7	14	22	34	36	25	20
				500	3	4	12	18	33	34	17	15
	6	2210		2000	9	10	17	24	35	41	35	32
				1500	5	7	15	22	33	36	27	24
				1000	4	5	12	20	32	33	24	20
				500	2	4	10	17	30	31	17	15
	8	2950		2000	5	6	9	17	25	35	33	31
				1500	3	4	7	15	23	30	25	22
				1000	2	3	5	14	22	29	23	20
				500	0	2	4	11	21	28	17	15
N ≤ 80 2×2	2-4	740-1480		2000	10	11	21	28	37	42	34	31
				1500	8	9	20	26	31	35	30	27
				1000	6	7	18	22	26	28	22	17
				500	4	5	13	18	25	27	17	14
	6	2210		2000	8	9	15	20	30	36	30	29
				1500	6	7	13	18	28	33	28	25
				1000	3	5	11	15	24	26	21	16
				500	1	2	9	13	22	25	16	14
	8	2950		2000	1	3	6	10	19	24	29	26
				1500	0	2	5	8	17	22	24	17
				1000	0	1	4	6	15	21	20	15
				500	0	0	3	4	13	20	15	14

ze względu na występujące przy większych prędkościach zakłócenia akustyczne powstające w samym tłumiku w wyniku niestannego nałożenia folii na kształtki.

W tabelach wielkość Vcz oznacza prędkość przepływającego powietrza w przekroju czynnym tłumika.

W podsumowaniu wyników przeprowadzonych badań nasuwają się następujące wnioski pod adresem producenta tłumików: Dla poprawienia zdolności tłumiącej, jak też i stanu wykonawstwa tłumików oraz zapewnienie ognioodporności, proponuje się stosowanie wełny mineralnej o gęstości $\rho=150$ kg/m³ oklejanej płótnem szklanym o symbolu St-3 (materiały takie stosowano w pierwszych seriach tłumików). W przypadku dalszego stosowania osłon z folii, uznaje się za bezwzględnie niezbędne wykonywanie kształtek z wełny mineralnej o gęstości $\rho=150$ kg/m³, a technologię oklejania kształtek folią polietylenową trzeba tak dopracować, aby maksymalnie ograniczyć wtórny hałas powstający na skutek przepływu powietrza. Wyeliminuje się tym samym występującą czasem przypadkowość charakterystyk tłumienia. Cha-

Tabela 2

ZDOLNOŚĆ TŁUMIENIA ΔL , dB DLA TŁUMIKÓW WTA-1 UKŁAD 2X3

N Układ	Vc m/s	Vh m³/h	Długość tłumika l, mm	CZĘSTOTLIWOŚĆ, Hz								
				63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
90 < N ≤ 100 2X3	2	1100	2000	9	13	27	39	46	48	42	36	
				1500	8	10	24	37	45	47	37	33
				1000	6	7	19	33	44	46	29	27
				500	4	5	12	21	34	37	21	22
	4	2210	2000	8	12	25	38	45	47	41	36	
				1500	7	9	19	32	42	45	35	31
				1000	5	7	18	30	41	44	28	26
				500	3	4	12	21	34	37	21	22
	6	3320	2000	6	9	14	26	38	44	40	35	
				1500	4	6	13	23	35	42	31	28
				1000	3	5	12	22	33	40	27	25
				500	3	4	11	20	32	37	21	22
	8	4420	2000	2	5	8	18	30	35	36	34	
				1500	1	3	7	17	29	34	30	29
				1000	0	2	6	16	28	33	21	21
				500	0	0	4	12	23	29	20	19
81 < N ≤ 90 2X3	2	1100	2000	10	11	23	29	36	39	33	28	
				1500	9	10	20	28	35	38	32	26
				1000	8	9	18	27	34	37	26	24
				500	2	4	13	20	31	35	20	21
	4	2210	2000	8	10	20	28	35	38	32	27	
				1500	6	8	16	25	34	37	30	25
				1000	5	7	14	24	33	36	26	24
				500	1	3	12	20	31	35	20	21
	6	3320	2000	1	3	6	16	27	32	31	26	
				1500	1	2	5	15	26	31	26	24
				1000	0	1	4	14	25	30	21	21
				500	0	0	3	10	20	23	19	18
	8	4420	2000	0	0	3	9	20	25	25	23	
				1500	0	0	2	7	17	22	24	22
				1000	0	0	1	6	16	21	20	19
				500	0	0	0	2	13	15	15	14
N ≤ 80 2X3	2	1100	2000	10	11	19	23	28	30	27	22	
				1500	8	10	16	20	27	28	24	19
				1000	6	7	15	20	27	28	24	19
				500	2	4	13	17	26	27	19	17
	4	2210	2000	9	10	18	21	26	28	25	20	
				1500	6	7	14	19	25	27	24	19
				1000	4	5	12	16	24	26	22	18
				500	2	3	11	13	23	25	19	17
	6	3320	2000	1	2	7	10	21	25	23	19	
				1500	0	0	5	8	18	22	22	18
				1000	0	0	4	6	17	21	19	17
				500	0	0	2	4	14	16	14	13

rakterystryki te ulegają bowiem pewnym deformacjom pod wpływem drgań folii, nie przylegającej należycie do kształtek i mogą w szczególnych przypadkach okazać się odmienne dla tych samych wielkości tłumików z seryjnej produkcji. Producent tłumików powinien starannie przeanalizować konieczność stosowania na obudowy tłumików dotychczasowej grubości blachy i wymiarów kątowników, mając na względzie tzw. „odchudzenie” konstrukcji i tym samym potanień kosztów wytwarzania.

W wyniku drgań stosowanej obecnie folii powstają zakłócenia własne w tłumikach, rosnące ze wzrostem prędkości przepływu powietrza i z tych względów trzeba znacznie ograniczyć te prędkości w porównaniu z prędkościami dopuszczonymi dla tłumików o kształtkach oklejonych tkaniną szklaną.

Dobór tłumika akustycznego WTA-1

1. Określenie poziomu dźwięku hałasu wentylatora

Powszechnie wiadomo, że na poziom dźwięku hałasu w pomieszczeniu pochodzący od urządzenia wentylacyjnego lub klimatyzacyjnego składa się poziom dźwięku hałasu wentylatora oraz poziom hałasu powstający na skutek przepływu powietrza w przewodach. Zakładając, że prawidłowo zaprojektowane i wykonane są urządzenia wentylacyjne lub klimatyzacyjne oraz że zachowano odpowiednie prędkości przepływu powietrza w przewodach, wtedy głównym źródłem zakłóceń dźwiękowych jest wentylator. Istotnym więc jest określenie poziomu hałasu wentylatora i przedstawienie go w najważniejszych oktaowych pasmach częstotliwości, w zakresie od 63 Hz do 8000 Hz. Charakterystyk głośności brak jest dotychczas w katalogach służących do doboru wentylatorów. Do czasu podania przez producentów wentylatorów takich charakterystyk można posługiwać się następującym wzorem według którego wyliczone wartości poziomu dźwięku hałasu są zbliżone do rzeczywistych [8].

$$L_w = 25 + 10 \lg V_h + 20 \lg \Delta P, \text{ db} \quad (1)$$

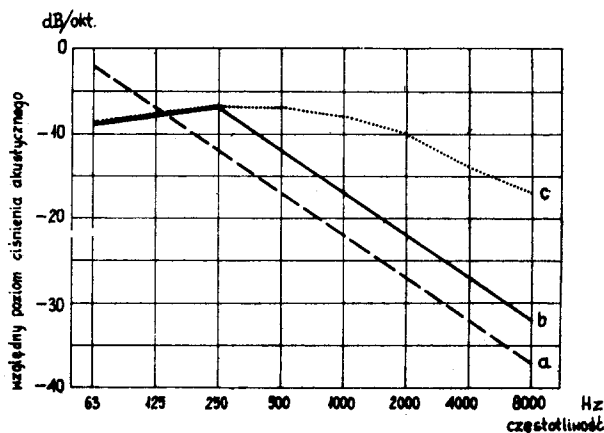
gdzie:

L_w — poziom dźwięku hałasu wentylatora, dB

V_h — wydatek wentylatora, m³/h

ΔP — całkowity spręż wentylatora, KG/m³

Wpływ przepływu powietrza na rozchodzenie się dźwięku przy występujących tu prędkościach jest znikomo mały, i można przyjąć, że emitowany przez wentylator hałas jest praktycznie taki sam po stronie ssawnej jak i po stronie tłocznej. Ze względu na zależność dźwięku od jego częstotliwości podstawowej, niezbędna jest znajomość charakterystyki częstotliwościowej wentylatora. Charakterystykę tę można uzyskać dodając do wartości całkowitego poziomu dźwięku hałasu wentylatora obliczonego na podstawie wzoru (1), wartość



Rys. 3. Względny poziom ciśnienia akustycznego w pasmach oktaowych częstotliwości dla różnych wentylatorów:

a) promieniowych z łopatkami wygiętymi do przodu,
b) promieniowych z łopatkami wygiętymi do tyłu,
c) osiowych.

Tabela 3

ZDOLNOŚĆ TŁUMIENIA ΔL , dB DLA TŁUMIKÓW WTA-1 UKŁAD 3×3

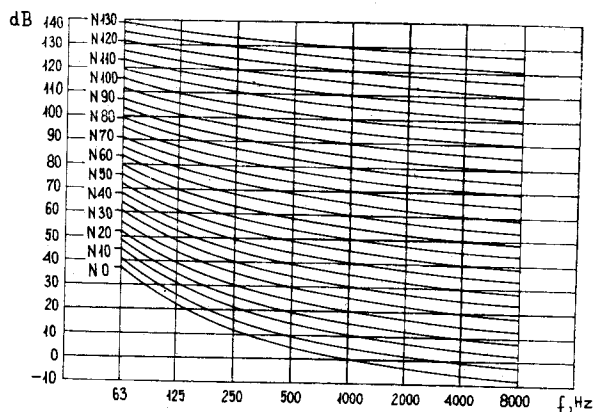
N Układ	V _{cz} m/s	V _h m³/h	Długość tłumika l, mm	CZĘSTOTLIWOŚĆ, Hz								
				63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
91 < N ≤ 100 3×3	2	16660	2000	8	10	26	38	49	48	37	30	
			1500	7	9	21	37	47	45	32	25	
			1000	4	6	17	32	46	43	27	22	
			500	2	3	11	20	34	33	20	18	
	4	3320	2000	7	9	23	36	46	45	37	30	
			1500	6	8	20	34	45	44	32	25	
			1000	3	4	15	30	44	43	27	22	
			500	2	3	11	20	34	33	20	18	
	6	4980	2000	5	8	16	32	43	44	37	30	
			1500	4	6	13	25	40	42	32	25	
			1000	2	3	11	23	38	41	27	22	
			500	0	1	7	18	32	33	20	18	
	8	6640	2000	3	7	13	23	36	41	34	28	
			1500	1	3	9	17	29	34	30	24	
			1000	0	1	5	15	28	32	27	22	
			500	0	0	4	11	23	28	19	18	
81 < N ≤ 90 3×3	2	1660	2000	8	10	22	29	39	36	30	24	
			1500	6	7	19	27	38	35	26	22	
			1000	5	6	15	26	37	34	25	20	
			500	2	3	10	20	32	30	19	17	
	4	3320	2000	7	9	18	26	36	34	29	23	
			1500	4	5	13	23	35	33	27	21	
			1000	3	4	9	18	31	31	24	20	
			500	1	2	8	15	29	29	19	17	
	6	4980	2000	4	6	11	19	33	33	28	22	
			1500	3	4	8	15	29	31	27	21	
			1000	1	2	6	14	28	30	25	20	
			500	0	1	4	12	25	27	19	17	
	8	6640	2000	1	3	6	12	22	25	24	19	
			1500	0	1	5	8	19	23	22	18	
			1000	0	0	3	5	17	21	21	17	
			500	0	0	1	2	13	19	16	16	
N ≤ 80 3×3	2	1660	2000	7	8	20	22	31	28	24	18	
			1500	5	6	16	19	30	27	21	16	
			1000	3	1	14	17	28	25	20	15	
			500	1	2	10	16	27	25	17	14	
	4	3320	2000	6	7	19	20	28	26	22	17	
			1500	4	5	14	16	27	25	20	15	
			1000	3	4	12	16	27	25	20	15	
			500	0	1	8	14	26	24	18	14	
	6	4980	2000	4	6	11	12	26	25	21	16	
			1500	2	4	7	9	23	22	19	14	
			1000	1	2	6	8	19	22	19	14	
			500	0	0	3	5	18	20	17	13	
	8	6640	2000	1	3	5	8	15	19	18	14	
			1500	1	2	4	6	12	17	17	12	
			1000	1	1	3	4	11	14	14	12	
			500	0	0	1	2	9	13	13	12	

względego widma hałasu przedstawionego na rys. 3. Taki tryb postępowania obowiązuje w instalacjach nowo projektowanych.

Natomiast zabezpieczając akustycznie instalacje już pracujące, za najbardziej właściwe uważa należy pomiarowe określenie poziomu dźwięku hałasu wentylatora.

2. Wskaźnik oceny hałasu „N” — metoda określania

Wskaźnik oceny hałasu (liczba hałasowa) N jest liczbą określającą oddziaływanie hałasu o widmie złożonym. Określone pomiarowo lub obli-

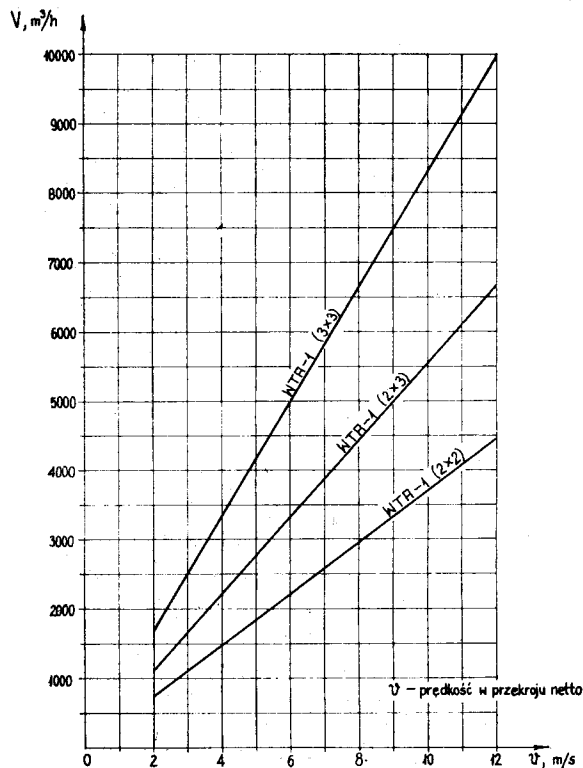


Rys. 4. Nomogram do określania wskaźnika oceny hałasu N

czeniuowo poziomy ciśnień akustycznych hałasu w pasmach oktaowych nanosi się na nomogram rys. 4, przyporządkowując poszczególne wartości poziomu częstotliwościom środkowym odpowiednich pasm oktaowych, a następnie tak ustalone punkty łączy się odcinkami linii prostej. Wartość wskaźnika N określa numerycznie symbol krzywej N, położonej najbliższej nad wykreślonym przebiegiem poziomu ciśnień akustycznych hałasu w pasmach oktaowych. Krzywa N może być styczna do wykreślonej krzywej, jednak w żadnym punkcie nie może jej przecinać [1].

Dobór tłumika

Doboru wielkości tłumika dokonuje się ze względu na natężenie przepływu strumienia powietrza w instalacji wentylacyjnej lub klimatyzacyjnej na podstawie przytoczonego rys. 5.



Rys. 5. Krzywe dla doboru wielkości tłumika ze względu na objętościowe natężenie przepływu strumienia powietrza w instalacji wentylacyjnej

Np. dla strumienia powietrza 3000 m³/h można dobrać wstępnie tłumik WTA-1 (3×3), dla którego prędkość wyniesie 3,6 m/s lub tłumik WTA-1 (2×3) przy prędkości 5,5 m/s. natomiast odpowiednią długość tłumika trzeba dobrać ze względu na wymaganą zdolność tłumienia. I tak:

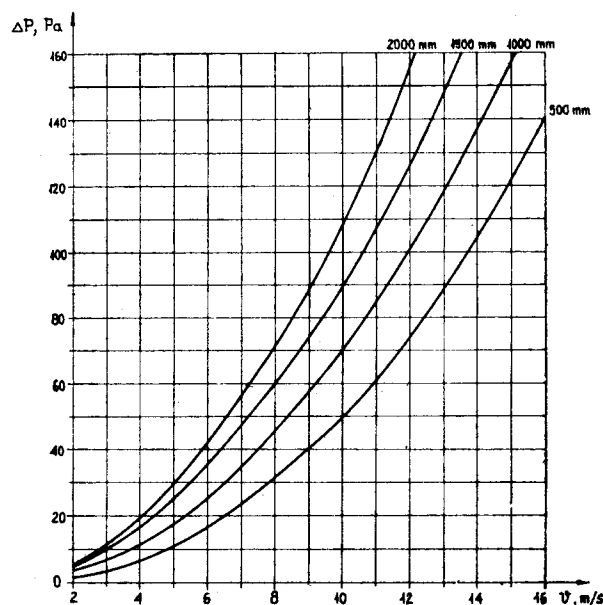
- Posługując się danymi przytoczonymi w pkt. 1 trzeba określić poziom źródła dźwięku hałasu występujący przed dobieranym tłumikiem.
- Według pkt. 2 dla odpowiedniego źródła zakłóceń określić należy wskaźnik oceny hałasu N.
- W następnej kolejności przeprowadza się obliczenia akustycznej instalacji zgodnie z metodyką znaną w literaturze np. [8].
- Obliczenie wartości tłumienia sztucznego w poszczególnych pasmach częstotliwości jakie należy wprowadzić do instalacji, i na które należy dobrać tłumik, dokonuje się odejmując od wartości uzyskanych wg punktu a) wartości obliczone zgodnie z punktem c).

Mając dobraną wstępnie wielkość tłumika i jednocześnie prędkość przepływu powietrza przez tłumik oraz wskaźnik oceny hałasu N, z przedstawionych tabel 1, 2 lub 3 dobrać trzeba odpowiednią długość tłumika, dla której to wartości tłumienia będą równe lub większe od wartości wyliczonych do wytłumienia wg punktu d). Prędkość przepływu powietrza przez tłumik nie powinna przekraczać 8 m/s.

Istotną też sprawą jest znajomość oporów przepływu powietrza przez tłumik. Na rys. 6 przedstawiono opory przepływu powietrza w tłumikach WTA-1 łącznie z oporami na dyfuzorze i konfuzorze.

LITERATURA

- Akustyka budowlana.** Ochrona przeciwdźwiękowa pomieszczeń. PN-70/B-02151. Wydawnictwo Normalizacyjne, Warszawa 1971.
- Akustyka budowlana.** Nazwy i określenia. PN-61/B-2153.



Rys. 6. Opory przepływu powietrza przez tłumik WTA-1, w funkcji prędkości w przekroju czynnym wraz z oporami konfuzora i dyfuzora

- G. BESLER i inni: Badania nad wyborem do produkcji seryjnej tłumików akustycznych dla instalacji klimatyzacyjnych i wentylacyjnych. Raport nr 49/73 Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1973.
- Katalog** — Wielokanałowe tłumiki akustyczne WTA-1 do urządzeń wentylacyjnych i klimatyzacyjnych, FUWK „Konwektor” Lipno. Zjednoczenie Przem. Urz. Wentylacyjno-Klimatyzacyjnych i Odpylających „Klimawent” Katowice.
- G. BESLER, J. LITWICKI: Wpływ prędkości przepływu powietrza na skuteczność tłumienia tłumików akustycznych typu WTA-1, COW 1/64/75 Warszawa.
- G. BESLER: Wielokanałowe tłumiki akustyczne typu WTA-1 do instalacji wentylacyjnych i klimatyzacyjnych, COW 8/59/74 Warszawa.
- G. BESLER, J. LITWICKI, J. RĄCZKA: Badania tłumików akustycznych WTA-1 produkcji seryjnej z 1979 r. Raporty Instytutu Inżynierii Chemicznej i Urządzeń Ciepłych Politechniki Wrocławskiej 1980 seria SPR 14/80.
- M. MALICKI: Wentylacja i Klimatyzacja, PWN Warszawa 1980.