

## **POMIAR HAŁASU ZEWNĘTRZNEGO SAMOLOTÓW WEDŁUG PRZEPISÓW FAR 36 APPENDIX G I ROZDZIAŁU 10 ZAŁOŻEŃ 16 KONWENCJI ICAO**

PIOTR KALINA  
Instytut Lotnictwa

### *Streszczenie*

*W artykule przedstawiono wymagania oraz zasady przeprowadzenia hałasowej próby certyfikacyjnej samolotów wg amerykańskich przepisów FAR 36 Appendix G oraz Rozdziału 10 Załącznika 16 Konwencji ICAO (Tom 1. Hałas Statków Powietrznych – Wydanie Trzecie –1993 r.)*

### ZAKRES STOSOWANIA NORM

Wymienione w tytule normy służą określeniu warunków przeprowadzenia pomiarów zewnętrznego hałasu samolotów śmigłowych o masie całkowitej do 8618 kg. Przeprowadzenie próby jest wymagane w celu uzyskania przez producenta certyfikatu dopuszczającego samolot do ruchu lotniczego w Stanach Zjednoczonych (FAR 36) i Europie (ICAO). Instytut Lotnictwa od wielu lat wykonuje takie badania będące podstawą wydania certyfikatu przez odpowiednie ośrodki nadzoru lotniczego. Badania wykonywane są w obecności przedstawiciela ULC lub FAA.

Producent samolotu składa wniosek do ULC (FAA) o wydanie certyfikatu i proponuje wykonawcę przeprowadzenia pomiarów. Wykonawca pomiarów przedstawia w ULC (FAA) program próby, w którym opisane zostają metody przeprowadzenia pomiarów. Po akceptacji przez ULC (FAA) programu próby realizowany jest pomiar hałasu.

### APARATURA POMIAROWA

Pomiar hałasu polega na ciągłej rejestracji poziomu dźwięku wg charakterystyki „A” i stałej czasowej „SLOW” na stanowisku odległym od miejsca startu o 2500 m. i wyznaczeniu jej maksymalnej wartości dla każdego nalotu. Próba polega na przeprowadzeniu, co najmniej 6 prawidłowych nalołów samolotu na stanowisko pomiarowe. Wszystkie prawidłowe naloty muszą być uwzględnione w obliczeniach. Nieprawidłowe pomiary muszą być udokumentowane i podana przyczyna ich dyskwalifikacji.

Mikrofon o średnicy 12,7 mm typu ciśnieniowego, z siatką ochronną, zamontowany jest w odwróconej pozycji, a jego membrana znajduje się 7 mm powyżej równoległej okrągłej płyty metalowej. Płyta ta, pomalowana na biało, o średnicy 400 mm i grubości 5 mm, umieszczona

jest w płaszczyźnie horyzontalnej na powierzchni ziemi, bez żadnych wgłębień pod nią. Mikrofon umieszczony jest na 3/4 odległości od środka do brzegu, mierzonej wzdłuż promienia prostopadłego do linii lotu.

### Ogólne warunki próby

1. Miejsce pomiaru pozbawione drzew, krzaków oraz nierówności terenu.
2. Brak opadów.
3. Wilgotność względna nie większa niż 95% i nie mniejsza niż 20.
4. Temperatura  $2 < T < 35^{\circ}\text{C}$ .
5. Prędkość wiatru nie większa niż 19 km/h (składowa prostopadła nie większa niż 9 km/h).
6. Brak anomalii meteorologicznych.
7. Pomiary meteorologiczne wykonywane na wysokości od 1.2 do 10.

### Trajektoria lotu

Pomiaru hałasu dokonują się podczas procedury startu realizowanej wg ściśle określonych dwóch faz.

Tor lotu składa się z dwóch następujących faz:

#### Faza I

- a) Moc startowa utrzymywana będzie od punktu zwolnienia hamulców aż do punktu osiągnięcia wysokości 15 m ponad pasem startowym.
- b) Stała konfiguracja startowa zachowana będzie przez cały czas trwania pierwszej fazy.
- c) Masa samolotu w chwili zwolnienia hamulców będzie maksymalną masą do startu, zgłoszoną do certyfikacji hałasowej.

#### Faza II

- a) Początek drugiej fazy odpowiada końcowi fazy pierwszej.
- b) Konfiguracja samolotu dla wznoszenia, z klapami w pozycji normalnej dla wznoszenia, będzie utrzymywana podczas całego czasu trwania fazy drugiej.
- c) Prędkość samolotu będzie równa prędkości dla najlepszego wznoszenia –  $V_{y\pm} 9$  km/h IAS.
- d) Maksymalna moc ciągła (procedura wg FAR) lub startowa (zgodnie z ograniczeniami silnika, potem ciągła procedura wg ICAO) i prędkość obrotowa silnika będą utrzymywane przez cały czas trwania fazy drugiej.

Dla tak sformułowanych założeń oraz warunków wzorcowych:

- |                                      |             |
|--------------------------------------|-------------|
| – ciśnienie na poziomie morza        | 1013,25 hPa |
| – temperatura powietrza otaczającego | 15 C        |
| – wilgotność względna                | 70 %        |
| – prędkość wiatru                    | 0 m/s       |

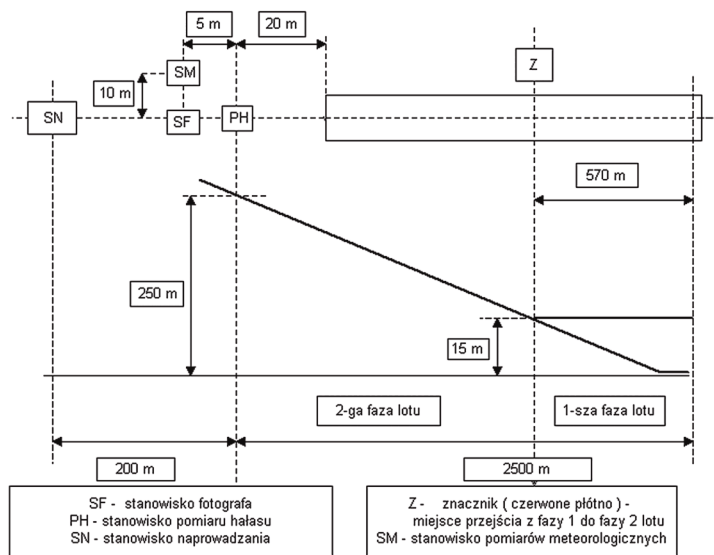
wylicza się wzorcowe parametry przelotu samolotu nad punktem pomiarowym.

#### Parametry wzorcowe:

$H_R$  – wysokość przelotu nad punktem pomiarowym,

$M_R$  – śrubowa liczba Macha,

$P_R$  – moc silnika w warunkach wzorcowych dla  $H_R$ .



Rys. 1. Przykładowy profil startu z rozmieszczeniem punktów pomiarowych

## Parametry mierzone podczas próby:

### 1. Wysokość przelotu nad punktem pomiarowym ( $\pm 20\%$ ).

Na realizującym badania spoczywa obowiązek niezależnego określenia wysokości przelotu samolotu nad punktem pomiarowym odległym o 2500 m od punktu startu. Instytut Lotnictwa stosuje metodę fotograficzną określenia wysokości przelotu.

### 2. Dopuszczalne odchylenie od pionu $\pm 10^\circ$ .

Norma określa dopuszczalne odchylenie od kierunku nalotu wzdłuż osi pasa startowego odchylenie od pionu na  $10^\circ$ . Również ten parametr musi być weryfikowany podczas każdego nalotu na stanowisko pomiarowe.

- temperatura powietrza ( $2-35^\circ\text{C}$ ), wilgotność względna ( $20-95\%$ ),
- prędkość wiatru ( $<19\text{km/h}$ , składowa prostopadła do kierunku lotu  $<9\text{km/h}$ ), kierunek wiatru,
- prędkość samolotu, prędkość obrotowa silnika (instrumenty pokładowe),
- inwersja temperatury.

Dla każdego prawidłowego nalotu na stanowisko pomiarowe wyznaczana jest maksymalna wartość poziomu dźwięku. Do każdej wartości zmierzonej dodawane są 4 poprawki uwzględniające odchylenia rzeczywistych warunków przelotu samolotu od warunków wzorcowych dla których wyznaczono wzorcowe parametry przelotu nad punktem pomiarowym.

## Metoda obliczania poprawek

W stosowanych poprawkach uwzględnione zostają następujące efekty:

- a) różnice w pochłanianiu atmosferycznym pomiędzy warunkami atmosferycznymi podczas próby a warunkami wzorcowymi,
- b) różnice w długości drogi pomiędzy rzeczywistym torem lotu samolotu a torem wzorcowym,
- c) zmianę śrubowej (wypadkowej) liczby Macha w rzeczywistych warunkach próby w stosunku do warunków wzorcowych,
- d) zmianę mocy silnika w warunkach rzeczywistych próby w stosunku do warunków wzorcowych.

Poziom hałas w warunkach wzorcowych  $(L_{Amax})_{REF}$  jest równy poziomowi w warunkach rzeczywistych próby  $(L_{Amax})_{TEST}$  po dodaniu wyżej wymienionych poprawek:

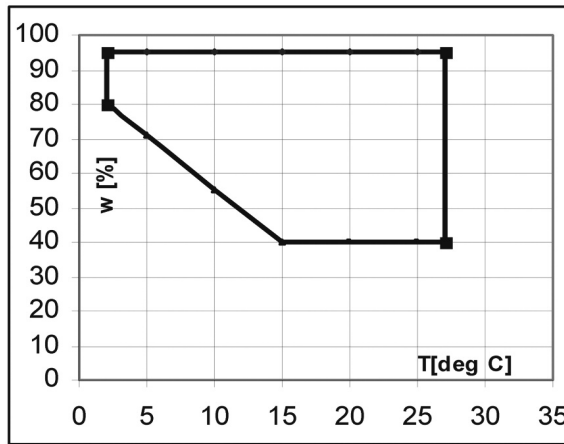
$$(L_{Amax})_{REF} = (L_{Amax})_{TEST} + \Delta_M + \Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3,$$

gdzie:

- $\Delta_M$  – poprawka na zmianę pochłaniania atmosferycznego pomiędzy warunkami wzorcowymi a rzeczywistymi,
- $\Delta_1$  – poprawka na różnicę w drogach fali dźwiękowej w warunkach rzeczywistych i wzorcowych,
- $\Delta_2$  – poprawka na różnicę w śrubowej liczbie Macha,
- $\Delta_3$  – poprawka na różnicę w mocy silnika.

Poprawki te oblicza się z następujących zależności:

### Metoda wg FAR 36 App. G:



Rys. 1. Obszar G1 stosowania poprawek (gdzie w – wilgotność względna)

gdy warunki meteorologiczne poza obszarem G1

$$\Delta_M = (H_T \alpha - 0.7 H_R) \frac{1}{1000} \quad \text{dla } H_T \text{ i } H_R \text{ w stopach}$$

gdy warunki meteorologiczne wewnątrz obszaru rys. G1 (rysunek w przepisach FAR)

$$\Delta_M = 0$$

$$\Delta_1 = 22 \log \frac{H_T}{H_R}, \quad \text{gdy warunki atmosferyczne wewnątrz obszaru G1}$$

$$\Delta_1 = 20 \log \frac{H_T}{H_R}, \quad \text{gdy warunki atmosferyczne na zewnątrz obszaru G1 (rysunek w przepisach FAR)}$$

gdzie:

- $H_T$  – wysokość samolotu nad punktem pomiarowym w warunkach próby w stopach,
- $\alpha$  – współczynnik pochłaniania atmosferycznego dla częstotliwości 500 Hz w warunkach próby w dB/1000 stóp,
- $H_R$  – wysokość samolotu nad punktem pomiarowym w warunkach wzorcowych w stopach.

$$\Delta_2 = 150 \log \frac{M_R}{M_T}, \text{ gdy } M_T < M_R \text{ i warunki Sec. G36.201 (i), (ii), (iii)}$$

$$\Delta_2 = 0 \quad \text{gdy} \quad M_T > M_R$$

gdzie:

$M_R$  - śrubowa liczba Macha w warunkach wzorcowych,  
 $M_T$  - śrubowa liczba Macha w warunkach próby.

$$\Delta_3 = 17 \log \frac{P_R}{P_T},$$

gdzie:

$P_R$  - moc silnika w warunkach wzorcowych,  
 $P_T$  - moc silnika w warunkach próby.

### Metoda pomiaru węgdu ICAO

#### Metoda obliczania poprawek

tak samo jak w przepisach FAR 36-G za wyjątkiem obliczania zależności na  $\Delta_M$ :  
 gdy warunki meteorologiczne poza obszarem G1 (rysunek w przepisach ICAO)

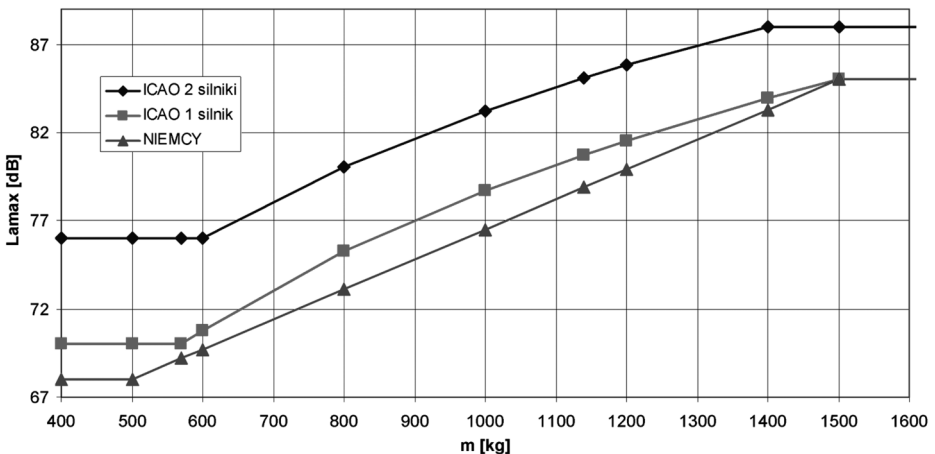
$$\Delta_M = 0.01(H_T \alpha - 0.2H_R)$$

gdy warunki meteorologiczne wewnątrz obszaru  $\Delta_M = 0$

gdzie:

- $\alpha$  - współczynnik pochłaniania atmosferycznego dla częstotliwości 500 Hz w warunkach próby w dB/100m,
- $H_T$  - wysokość samolotu nad punktem pomiarowym w warunkach próby w metrach
- $H_R$  - wysokość samolotu nad punktem pomiarowym w warunkach wzorcowych w metrach

Jako wynik pomiarów podaje się średnią arytmetyczną ze skorygowanych wyników pomiarów akustycznych dla wszystkich ważnych przelotów nad punktem pomiarowym i jego 90% granicę ufności nie przekraczającej  $\pm 1.5$  dB.



Rys. 3. Wartości dopuszczalnych poziomów dźwięku według FAR i ICAO

PIOTR KALINA

EXTERNAL NOISE MEASUREMENT OF PROPELLER AIRPLANES BY FAR 36  
APPENDIX AND ANNEX 16 CHAPTER 10 OF ICAO CONVENTION

*Abstract*

*The paper presents requirements and rules to carrying out certification tests of aircraft noise according to U.S. regulations FAR 36 Appendix G and Annex 16 Chapter 10 of ICAO Convention (Volume 1. Noise of Aircrafts – 3-rd Edition -1993).*