

## ISTRAŽIVANJE BUKE U KABINI AVIONA

Petrović Predrag<sup>1</sup>, Janković Slobodan<sup>1</sup>, Vojnović Milan<sup>2</sup>, Zrud Džinić<sup>1</sup>  
 1 IMR Instanz 2 VOČ Žarkovo

### 1. OPŠTI USLOVI MERENJA BUKE

Avion Galeb-4 je jednomotorni, školiko-borbeni avion, projektovan za savremenu letačku i borbenu občinu, trenuži pilota u operativnim jedinicama, efikasnu takodiču podršku i kao avion za vuču i iznavaanje vazdušnih meta.

Avion je tako projektovan da ostvaruje vrhunske letne karakteristike stabilnosti i upravljivosti. Pored toga vrhunske opoznacijama povećana je borbena gotovost, a uvođenjem moderne navigacijske opreme poboljšane su letne karakteristike.

Takođe, poboljšanjem uređaja za upravljanje vatom i uređaja za klimatizaciju i preruaciju kabine, znatno je povećana borbena sposobnost ovog aviona. Avion ima savremene komande leta za hidrauličnim servo-pokretačima kralica i horizontalnog repa.

Sa aspekta buke, avion nije akustički obradjen, pa kao prvi korak ka tom cilju je utvrđivanje nivoa spojalasje i usatralasje buke pri određenim režimima rada.

U tom kontekstu, u usatralasjed kabina, metodom usatralasje vrha vrhna su merenja u cilju utvrđivanja domasatnih površina prodora zvuka, tako bi se na bazi dobljenih rezultata dala preporuka akustičke zaštite određenih površina.

Pri takvim ispitivanjima režim rada motora je iznosio 40% Nmax.

U cilju utvrđivanja karaktera zvučnog pritiska obo aviona na stancni, vrhena su merenja na razdičim daljinama (10, 20 i 40 m) i razdičim režimima rada motora (40, 60, 80 i 100%) Nmax.

U cilju utvrđivanja kriterijuma u pogledu duksae leta i ucaja aerodinamičke buke u opštam avonu buke u kabini, vrhena su merenja zvučnog pritiska pored uba pilota u toku horizontalnog leta pri razdičim visinama i brzinaa.

Merenja su obavljena sa 1/3 oktavnim filterom na centralnim frekvencama 63 Hz, 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1 KHz i 2 KHz, kao i po "A" i lin. skali. Korisena je adekvatna merna oprema, koja je u potpunosti odgovarala zahtevima važećih standarda. Svi ostali uslovi u toku ispitivanja su takođe zadovoljavali zahteva važećih standarda za merenje buke [1].

Iz datog prikaza je otigledno da je obim ispitivanja veoma veliki, pa će zbog toga u ovom radu biti prikazano samo nekoliko karakterističnih rezultata.

### 2. MERENJE ZVUČNOG INTENZITETA U KABINI AVIONA

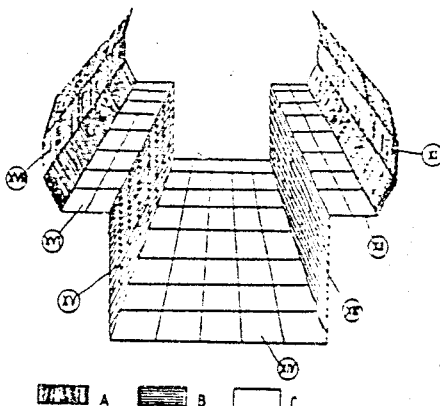
Elementarne površine zidova usatralasjed kabine su izložene dejstvu zvučnih talasa nehomogenog dužnog polja, koje proviruaju pojavu naimenzitnih promena smera vektora intenziteta zvuka. Da bi se postigla što realnija slika pravog stanja kabine, vrhena je podela površina sa tačno definisanim mernim mestima, koordinatama (X, Y).

Ist princip merenja i obrade rezultata je zadržan i na drugim površinama. Na bazi tako dobljenih rezultata izvrhena je akonometrijska analiza dominantnih vektora zvučnog intenziteta, na osnovu kojih su određene prioritietne zone koje zahtevaju akustičku zaštitu odgovarajućim izolacionim materijalom koji se koristi u vazduhoplovstvu.

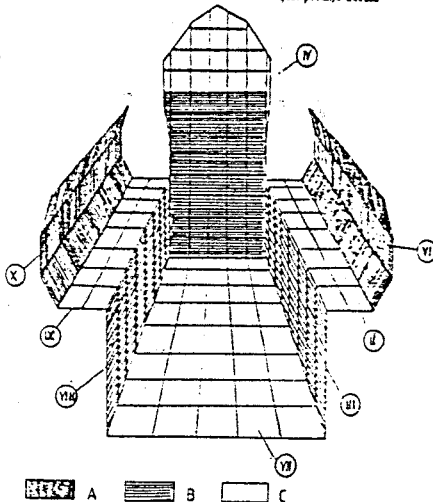
### 3. UTVRĐIVANJE DOMINANTNIH ZONA PRODORA ZVUKA I PREDLOG AKUSTIČKE IZOLACIJE KABINE

Na osnovu izvršenih analiza rezultata merenja prodora buke u kabini mlaznog aviona G-4, utvrđene su rangiranjem zone prodora zvuka u usatralasjed kabine. Prikaz dominantnih zona prodora zvuka u usatralasjed prednje kabine je dat na sl. 1, a zadnje kabine na sl. 2.

Najveće akustičko zračenje u kabini je u zonama "A" (bokovi površina VI, X, XVII, i IX). Nešto manje akustičko zračenje u kabini je u zonama "B" (bokovi puita III, VIII, XIII, XV, i leđa IV), a najniže akustičko zračenje u kabini je u zonama "C" (gornje strane puita XII, XVI, II, IX i podovi VII i XIV).



Sl. 1. Zone prodora buke u usatralasjed prednje kabine

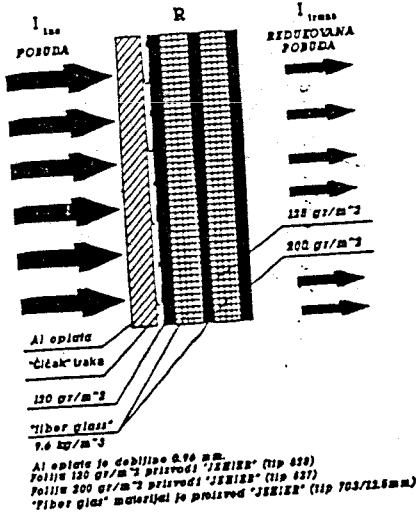


Sl. 2. Zone prodora buke u usatralasjed zadnje kabine

S obzirom na veoma stroge zahteve koji se postavljaju izolacionim materijalima koji se koriste u vazduhoplovstvu, a preovlasno u pogledu dobrih izolacionih karakteristika, ograničenja težine i nahtna postrojenja, naručilac je imao na raspolaganju sledeće materijale:

- Porozni materijal "JEHIER" tip 703, debljine 125 mm
- Impregnirana folija "JEHIER" tip E23 površinske mase 120 gr/m<sup>2</sup>
- Impregnirana folija "JEHIER" tip E27 površinske mase 200 gr/m<sup>2</sup>
- Sadržerasti materijal "JEHIER" koji u različitim kombinacijama formira nekoliko vrsta "sendviča".

Uglavnom svi navedeni materijali se privrćuju tzv. "čičak trakom" koja stvara izvesne vazdušne slojeve koje je u ovoj situaciji veoma teško definisati zbog različitih lokalnih pojava između folija i kma (sl.3.).



Sl. 3. Šematski prikaz vrstne pobude i izolacione moći materijala različitih akustičkih karakteristika.

Pri određenim vrstnim pobudama, definiše se slabljenje (R) izolacionog materijala.

$$R = 10 \log \frac{I_{\text{inc}}}{I_{\text{trans}}} \text{ (dB) gde je:}$$

R - slabljenje vrstne pobude, odnosno izolaciona moć materijala (dB)

$I_{\text{inc}}$  - intenzitet vrstne pobude (W/m<sup>2</sup>)

$I_{\text{trans}}$  - intenzitet vrstka koji je prošao kroz "sendvič" (W/m<sup>2</sup>)

Međutim tip pobude je veoma važan pri određivanju koeficijenta slabljenja izolacionog materijala. Merenja koja su obavljena u kabini aviona, čiji je deo rezultata ispitivanja dat u ovom radu, odgovaraju pobudi upravno na materijal. Ako se takvo slabljenje označi sa  $R_0$ , onda je slabljenje materijala sa pobudom u slobodnim uslovima (uslovi do 78° u odnosu na normalu na ravan materijala) različito u zavisnosti od vrste izolacionog materijala. Prema nekim podacima iz literature [1] ta zavisnost za porozne materijale iznosi  $R=1.1 R_0$ , a napr. za impregnirane i čvrste materijale  $R=R_0-5$  (dB).

Sa tih aspekata, za zone "A" se predlaže upotreba sendvič materijala sa Al folijom debljine 0,96 mm ("JEHIER" tip 828 površinske mase 120 gr/m<sup>2</sup>) ili materijal takđe sa Al folijom iste debljine - "JEHIER" tip 703 debljine 5 cm.

Za zone "B" sa nešto slabijim akustičkim zračenjem u kabini, preporučuje se isti izolacioni materijal kao i za zone "A".

Za zone "C" sa najslabijim akustičkim zračenjem u kabini, se preporučuje se izolacija iz dva razloga. Prvi, zbog mnogobrojnih instrumenata, komandi i dr., faktički bi bilo nemoguće ili pa veoma teško postaviti bilo kakvu akustičku zaštitu, drugo i kada bi se postavila akustička izolacija, ista ne bi dala posebne efekte.

## 6. ZAKLJUČAK

Na osnovu sprovedenih ispitivanja i analize razmatra može se konstatovati da su u potpunosti ispunjena sva očekivanja sa aspekta opravdanosti merenja buke aviona GALEB-4.

Primenom metode intenziteta vrstka utvrđene su priročne površine prodora vrstka u kabini aviona, i na osnovu toga su date, preporuke akustičke izolacije tih površina.

Merenjem vrstnog pritiska u kabini aviona u letu sa različitim vrstama utvrđeno je da o pogledu dužine leta u vremenu do i 120 min. vrstni pritisak zadovoljava standard MIL-8806A, a definisani su i kriterijumi za ostvarenje akustičke izolacije kabine aviona istom merenjem je utvrđeno doprinos aerodinamičke buke i preuzimanje opštem svooce buke u kabini.

Merenjem vrstnog pritiska oko aviona sa stajanci pri različitim režimima rada motora utvrđena su dominantna frekventna područja kompresijske i turbinske buke, kao i karakter spoljne buke oko aviona na različitim frekvencijama i daljinama.

Na bazi celokupnih rezultata ispitivanja može se zaključiti da je realizacija akustičke izolacije kabine opravdana, i da će u svakom slučaju smanjiti nivo buke u kabini.

## 5. LITERATURA

1. Bercock L.L. Noise and vibration control, Institute of noise control engineering, Washington, 1968.
2. Fahy F.J. Sound intensity, elsevier science publishers, Ltd Barking, 1990.
3. Projekat "Smanjenje buke u kabini aviona G-4, (Institut IMR-a, Beograd, 1991, I-faza).
4. Projekat "Smanjenje buke u kabini aviona G-4", (Institut IMR-a, VOC, Beograd 1991, II - faza)
5. Ispitivanja buke u kabini aviona VOC, Beograd, 1991.
6. S. Janković, P. Petrović, D. Zrnac, Determining of the Sound Power and dominant Sound Sources of test Object BY, Measuring Sound Intensity (an Example of engine). (VII-a Conferinta nationala de automobile si tractoare (CONAT), Brasov.

## SUMMARY

The paper is a practical example of experimental research of the noise emitted by the jet aircraft for manufacturing G-4 which has not been previously tested before. The research included:

- Having used the sound intensity method, measurement was done in order to determine dominant parts, that is areas of pressure of least into the cabin of front and rear section of aircraft in order that intensity for any level of altitude pressure could be determined on the basis of the measured results.
- Measurement of static pressure about the aircraft in steady or dynamic conditions with respect to noise of measurement and engine running conditions, in order to determine a noise emission characteristic about the aircraft.

- Measurement of static pressure made the concept of different chamber with least provided on and off in order to determine engine operating regime length by constant RPM, as influence of aerodynamic noise on general noise level inside cockpit. On the basis of conducted measurements and performed analysis of results, the necessity for soundproofing has been determined with precise present of dominant sound. On the basis, a recommendation of previously tested soundproofing materials used in aircraft for each pressure was also given.

## COCKPIT NOISE RESEARCHING

Petrović Predrag<sup>1</sup>, Janković Slobodan<sup>1</sup>,  
Vojnović Milan<sup>2</sup>, Zrnac Dunja<sup>1</sup>  
<sup>1</sup> IMR Institut  
<sup>2</sup> VOC Žarkovo