Nenad Dimitrijević,
kapetan I klase, dipl. inž.
Vojnotehnička akademija VJ,
Beograd

BUKA U VOJNIM MOTORNIM VOZILIMA I NJENO DEJSTVO NA VOZAČE

UDC: 534.831.08:623.43

Rezime:

U toku upravljanja motornim vozilom dolazi do pojave zamora vozača. Uzroci tog zamora i smanjenja radne sposobnosti su različiti, ali, pre svega, evidentan je uticaj buke na povećanje zamora i smanjenje radne sposobnosti, a samim tim i na bezbednost saobraćaja. Do fizičkih veličina koje karakterišu dejstvo buke dolazi se merenjem. U radu je prikazan metod merenja buke u kabini motornih vozila sa osvrtnom na dozvoljene norme date pravilnikom.

Ključne reči: buka, merenje buke, motorno vozilo.

NOISE IN MILITARY MOTOR VEHICLE AND ITS EFFECT ON MILITARY DRIVING PERSONNEL

Summary:

During driving a vehicle driver usually becomes tired. There are different causes of this fatigue and decreasing of working ability, but firstly, it is evident that noise mainly influences the increasing of fatigue, the decreasing of working ability and, of course, traffic safety. Measuring the noise effect, certain physical values appear. In this study, the method of measuring noise in the motor vehicle cabin is shown, in accordance with the standards given in the Book of regulations.

Key words: noise, noise measuring, motor vehicle.

Uvod

Od sposobnosti pravovremenog i ispravnog reagovanja vozača u konkretnoj saobraćajnoj situaciji u velikoj meri zavisi bezbednost saobraćaja.

Na zamor vozača najčešće utiču vizuelni, auditivni, vibracioni i mikroklimatski uslovi. Pored toga što izazivaju zamor koji utiče na smanjenje radne sposobnosti vozača pri dužem i intenzivnijem dejstvu ugrožavaju i zdravlje vozača. Danas, pri projektovanju i konstrukciji savremenih saobraćajnih sredstava sve veća pažnja poklanja se vibroakustičnim uslovi-

ma, a već su prihvaćeni i kriterijumi kojima se ograničava vreme izlaganja pojedinim intenzitetima buke i oscilacija.

Zbog toga je merena buka u kabinama vojnih motornih vozila, a dobijeni podaci vrednovani upoređenjem sa kriterijumima o dozvoljenim nivoima karakteristika.

Pojam buke

Buka se može definisati subjektivnim, objektivnim, kvantitativnim i kvalitativnim parametrima [3].

Subjektivna definicija — buka je svaki neugodan, nepoželjan, jači zvučni podražaj, bez obzira na njegove daljnje akustične kvalitete. U definiciji buke pojedini autori se služe samo ovim subjektivnim kriterijumima.

Objektivna definicija — buka je kompleksni zvučni podražaj koji ima malo ili nimalo periodičnosti u svom kontinuitetu, a talasni oblici se ne ponavljaju u određenim vremenskim intervalima.

Kvantitativna definicija — buka je definisana određenim vremenskim konstantama, frekvencijskim spektrom, izraženim u hercima (Hz) i intenzitetom izraženim u decibelima (dB).

Kvalitativna definicija — buka može biti kontinualna, intermitentna, impulsna ili eksplozivna. Ona može biti kombinovana sa pojedinačnim jakim vršnim intenzitetima bilo gde u frekvencijskom spektru.

Buka, definisana kao svaki neželjeni zvuk, sastavni je deo svakodnevnog života. Svojom dejstvom negativno utiče na pažnju, snižava radnu sposobnost, deluje na neurovegetativni sistem, oštećuje sluh i izaziva niz različitih promena u organizmu. Ometa govornu komunikaciju i utiče na ponašanje čoveka, a pri jačim nivoima može imati i patološke efekte.

Pod štetnom bukom [8] podrazumeva se svaki zvuk čiji nivo, izmeren na određenom radnom mestu u radnoj prostoriji u dB (A), prelazi dopuštene nivoe buke propisane pravilnikom.

Pod štetnim delovanjem buke podrazumeva se buka koja naročito ometa razne vrste delatnosti, neposredno sporazumevanje govorom, posredno sporazumevanje sredstvima komunikacije i primanje zvučnih signala, a oštećuje i čulo sluha.

Pri dejstvu buke dolazi do određenih promena [5], a najčešće do oštećenja sluha, osećaja smetnji i neprijatnosti, u čijoj osnovi leže razne psihofiziološke promene, a česte su i promene učinka na radu.

Ublažavanje buke, a time i otklanjanje štetnih posledica koje ona izaziva, danas je vrlo značajan zadatak svih stručnjaka koji se bave pitanjima poboljšanja uslova života i rada.

Do zadovoljavajućih rešenja problema buke sigurno nije moguće doći ni brzo ni lako, ali sve inicijative moraju biti u skladu sa savremenim tehničkim saznanjima i dostignućima nauke.

Pokazatelji buke

Buka je vrlo kompleksna po poreklu i stohastička je pojava. Za poznavanje buke najznačajnije su fizičke karakteristike koje se odnose na pritisak, intenzitet, spektar i vremenske promene.

Jedinica za merenje nivoa buke je decibel (dB), koji predstavlja odnos izmerene i referentne veličine. Decibel-skala je logaritamska gde je referentni nivo 20 mPa, što predstavlja 0 dB.

Ova skala sužava opseg merenja na 120 dB. Nivo je logaritam odnosa date veličine i reperične vrednosti iste vrste.

Nivo zvučnog pritiska SPL je mera koja predstavlja odnos:

$$L_p = 10 \log \left(\frac{p}{p_0} \right)^2 = 20 \log \left(\frac{p}{p_0} \right)$$

gde je:

p — pritisak na izvoru u mPa,

p_0 — referentna vrednost od 20 mPa.

Međutim, nivo buke izražen u dB ne daje podatke o spektralnim komponentama buke, niti podatke kako na njih reaguje čovek. Predložene su tri korekcione krive — A, B i C koje su na međunarodnom nivou standardizo-

vane (slika 1). Rezultati merenja buke izražavaju se u vrednostima dB (A), dB (B), dB (C).

Sl. 1 — Korekcione karakteristike A, B, C

Korišćenjem težinske krive A mereni intenzitet buke se najviše približava doživljaju jačine. Kod težinske krive C, kriva odgovara za sve frekvencije od 30 do 8 000 Hz, ravna je, izražavanje jačine je približno, u dB i bez prigušivanja. Između njih nalazi se korekciona kriva B koja se znatno manje koristi. Za merenje nivoa saobraćajne buke preporučljivo je da se koristi korekciona karakteristika A, koja se najčešće koristi za razmatranje dejstva buke na čoveka [7].

Merne veličine buke

Zvuk je jedan oblik energije, pa potencijalno oštećenje sluha ne zavisi samo od nivoa već i od trajanja buke. Izlaganje izvoru buke, na primer od četiri časa, donosi veća oštećenja sluha od istog zvuka u trajanju od jednog časa. To znači da mora da se odredi primljena energija, što je relativno lako za konstantni nivo buke. Za promenljivi nivo, definiše se period merenja i izračunava vrednost Leq.

Naime, kod buke stalnog nivoa (bez impulsa i bez tonova) izmereni (merodavni) nivo je isti kao i srednji, meren preciznim fonometrom, uz primenu korekcionog filtra sa A karakteristikom i brzim (fast) odzivom u toku mernog intervala.

Ekvivalentni kontinualni nivo buke (Leq) nivo je zvučnog pritiska, raspoređen na merni period i predstavlja prosečnu energiju nivoa buke za neki određeni period. Ova mera daje numeričku vrednost promenljive buke koja je ekvivalentna nivou konstantne buke sa istom ukupnom energijom.

Merenje Leq zasniva se na odgovarajućem energetsom principu:

$$L_p = 10 \log \frac{1}{T} \int_0^T \left(\frac{p(t)}{p_0} \right)^2 dt \quad (2)$$

gde je:

T — vremenski interval merenja (s),

p(t) — vremenski promenljiv zvučni pritisak (Pa),

p₀ — referentni nivo od 20 mPa.

Nivo izlaganja zvuku SEL ili Leat predstavlja alternativni parametar za Leq. To je konstantni nivo koji deluje u jednoj sekundi i jednak je akustičnoj energiji originalnog zvuka:

$$L_{\text{eat}} = 10 \log \frac{1}{t_{\text{ref}}} \int_0^T \left(\frac{p_A(t)}{p_0} \right)^2 dt \quad (3)$$

gde je:

$$t_{\text{ref}} = 1 \text{ s.}$$

Merenje buke u motornom vozilu

Merenjem buke određuju se veličine kojima se opisuje i ocenjuje buka i njeno dejstvo.

Buka u motornom vozilu predstavlja značajan faktor opterećenja vozača i putnika. Međunarodna organizacija za standardizaciju usvojila

je odgovarajući standard o merenju buke u motornim vozilima — ISO 5128 (1980).

Ovim standardom predviđeno je merenje buke u motornom vozilu, i to:

— pri najmanje pet jednako raspoređenih brzina između 40% i 80% od maksimalne brzine;

— pri punom ubrzanju motora od minimalnog do maksimalnog broja obrtaja;

— na mestu, pri punom ubrzanju motora od minimalnog do maksimalnog broja obrtaja.

Merno mesto nalazi se kod vozača. Položaj mikrofona u odnosu na sedište vozača prikazan je na slici 2 [2].

Sl. 2 — Položaj mikrofona u odnosu na sedište vozača

Merni interval određuje se prema tipu buke. Po pravilu, minimalni merni interval mora biti dovoljno dug da obuhvati ceo ciklus promene nivoa posmatrane buke.

Merna oprema

Merni instrumenti moraju da ispunjavaju zahteve IEC 651 za tip »I« i IEC 804 na integracione merne instrumente kategorije »P«. Za merenje promenljivih nivoa instrument mora da omogući merenje L_{eq} . Instrument treba da omogućava merenje nivoa sa filterom A, linearnog nivoa, kao i oktavnu analizu u opsegu srednjih frekvencija oktava od 16 Hz do 16 kHz [8].

Opremu za merenje buke, u osnovi, uvek čine zvukomer i mikrofoni.

Zvukomer ima ulogu da prima zvuk na način koji odgovara ljudskom uhu i da obezbedi objektivno reprodukciju merenja zvučnog pritiska. Mikrofoni pretvaraju zvučni signal u ekvivalentni električni, koji se u procesu može preračunavati.

Precizni integracioni fonometar B & K 2230, IEC tip 1 (impulse) idealan je za sve vrste merenja, uključujući oktavnu i 1/3 oktave frekventnu analizu sa dodatkom filtera. Na slici 3 prikazan je instrument kojim se obavlja merenje.

Merni instrument, u zavisnosti od toga šta se meri, upotrebom dva detektora omogućava:

Sl. 3 — Instrument B&K 2230

— dva načina rada (RMS i Peak), tri vremenske karakteristike (S, F i I), četiri ponderisane karakteristike (A, C, Lin i All Pass), što omogućava sva standardna merenja;

— merni opseg od 24 do 130 dB (A) u šest podopsega po 70 dB sa preklapanjem;

Skala je od tečnih kristala sa četiri cifre koje se obnavljaju svake sekunde, finoće 0,1 dB. Omogućava kva-zi analogno prikazivanje trenutnog nivoa u skokovima po 2 dB koje se obnavlja 64 puta u sekundi.

Funkcije mernog instrumenta su: Reset, Max. i Min., Hold Reset i Pause. Oktavnu i tercnu analizu obavlja sa filterima 1624 i 1625 istog proizvođača. Omogućava priključak na pisač nivoa 2317 [9].

Instrument može istovremeno da obavi pet vrsta merenja:

— merenje nivoa zvučnog pritiska (SPL),

— određivanje ekvivalentnog nivoa zvučnog pritiska za ceo period merenja (Leq),

— merenje vršne vrednosti (Leq max, Leq min),

— merenje nivoa izlaganja zvuku (SEL).

Svih pet merenja obavlja se paralelno, a jedinice mere u kojoj su izmerene veličine su u dB.

Znači, meri se A ponderisani nivo buke pri brzinskoj karakteristici instrumenta FAST [9].

Rezultati merenja

Buka je merena u toku realizacije zadatka prevoženja sredstava, u realnim uslovima eksploatacije, u kabinu motornih vozila. Merenje je vršeno u vangradskoj vožnji u uslovima kolonskog kretanja. Instrument je postavljen u visini ušiju vojnika vozača, na odstojanju 0,2 m od uha.

Rezultati merenja unutrašnje buke, instrumentom B & K 2230, različitih tipova motornih vozila obrađeni su i prikazani tabelarno.

Tabela 1

Rezultati merenja unutrašnje buke vozila TAM 5000 D

t=5x5 min	SEL	Leq	Max	Min	SPL
III st. pren. v=30 km/h	106,4	87,8	94,3	85,7	87,7
IV st. pren. v=40 km/h	104,1	84,9	94,3	82,6	87,5
V st. pren. v=50 km/h	102,9	83,6	93,8	79,8	81,5
V st. pren. v=70 km/h	106,2	88,4	94,9	83,7	85,3
V st. pren. v=80 km/h	108,2	88,5	94,2	83,0	91,3

Tabela 1a

Rezultati merenja unutrašnje buke vozila TAM 5000 D u stanju mirovanja

t=2x5 min	SEL	Leq	Max	Min	SPL
minimalni br. obrtaja	99,4	80,4	97,8	72,9	75,7
maksimalni br. obrtaja	108,3	89,4	98,4	88,1	89,8

Tabela 2

Rezultati merenja unutrašnje buke vozila TAM 150 T 11

t=5x5 min	SEL	Leq	Max	Min	SPL
III st. pren. v=40 km/h	106,6	85,4	94,6	83,2	87,0
IV st. pren. v=40 km/h	99,8	79,6	87,7	77,1	80,5
V st. pren. v=50 km/h	103,3	81,1	94,3	75,9	84,6
V st. pren. v=70 km/h	107,2	87,8	92,1	76,5	86,3
V st. pren. v=80 km/h	106,2	86,9	93,2	79,5	90,6

Tabela 2a

Rezultati merenja unutrašnje buke vozila
TAM 150 T 11 u stanju mirovanja

t=2x5 min	SEL	Leq	Max	Min	SPL
minimalni br. obrtaja	90,3	70,4	83,2	68,9	74,5
maksimalni br. obrtaja	106,3	86,4	96,4	70,1	88,7

Tabela 3

Rezultati merenja unutrašnje buke vozila
FAP 2026 BS / AVS

t=5x5 min	SEL	Leq	Max	Min	SPL
III st. pren. v=40 km/h	101,2	81,0	95,9	78,5	88,6
IV st. pren. v=40 km/h	99,6	77,2	94,2	72,9	80,0
V st. pren. v=50 km/h	102,1	79,3	88,0	74,6	81,7
V st. pren. v=70 km/h	101,5	83,0	94,2	78,76	82,8
VI st. pren. v=70 km/h	104,8	84,1	94,4	77,0	87,2
VI st. pren. v=80 km/h	102,5	83,0	91,6	74,0	91,6

Tabela 3a

Rezultati merenja unutrašnje buke vozila
FAP 2026 BS/AVS u stanju mirovanja

t=2x5 min	SEL	Leq	Max	Min	SPL
minimalni br. obrtaja	84,3	64,7	84,0	62,2	64,5
maksimalni br. obrtaja	99,7	80,0	84,4	78,1	81,6

Tabela 4

Rezultati merenja unutrašnje buke vozila
PUCH 300 GD

t=5x5 min	SEL	Leq	Max	Min	SPL
III st. pren. v=40 km/h	81,8	63,3	69,7	35,0	69,7
IV st. pren. v=30 km/h	82,9	63,7	76,2	31,0	62,2
IV st. pren. v=50 km/h	88,5	68,4	84,0	39,2	72,2
IV st. pren. v=70 km/h	89,8	70,2	78,8	39,8	74,6
IV st. pren. v=80 km/h	94,0	73,9	85,0	31,1	75,6

Tabela 4a

Rezultati merenja unutrašnje buke vozila
PUCH 300 GD u stanju mirovanja

t=2x5 min	SEL	Leq	Max	Min	SPL
minimalni br. obrtaja	74,3	55,9	66,9	50,2	58,1
maksimalni br. obrtaja	92,2	76,8	80,2	54,1	77,3

Ocena rezultata merenja

Prema pravilniku o merama i normativima zaštite na radu od buke u radnim prostorijama dopušteni nivo buke za upravljanje transportnim sredstvima ograničen je na 80 dB (A). Iz podataka koji su dobijeni merenjem i kasnijom obradom može se zaključiti koji tip motornog vozila zadovoljava navedeni kriterijum. Buka u motornom vozilu TAM 5000 D je najizraženija. Osim toga ovo vozilo je i osnovno nastavno sredstvo u osnovnoj obuci vojnika vozača, pa imajući u vidu navedeni pravilnik, moguće je izvući vrlo zanimljive zaključke.

Naime, u pravilniku je, s obzirom na izmereni nivo buke, dat tabelarni pregled mogućnosti neposrednog sporazumevanja govorom (tabela 5).

Tabela 5

Dopušteni nivoi buke s obzirom na mogućnost neposrednog sporazumevanja govorom [8]

dB (A)	Udaljenost (m)	
	Normalni govor	Glasni govor
45	7	14
50	4	8
55	2,2	4,5
60	1,3	2,5
65	0,7	1,4
70	0,4	0,8
75	0,22	0,45
80	0,13	0,25
85	0,07	0,14
90		0,08

Ako se uzme u obzir izmereni nivo buke u vozilu i mogućnost sporazumevanja govorom, može se dobiti rastojanje na kome mora biti instruktor da bi mogao kandidatu u toku obuke pružiti dodatna objašnjenja i potrebnu pomoć. S obzirom na nivo izmerene buke u vozilu TAM 5000 D, a da bi postojala govorna komunikacija između instruktora i kandidata u fazi obuke, oni moraju biti, u slučaju glasnog govora, na međusobnom rastojanju manjem od 0,14 m, odnosno, prema istraživanjima [4], mogućnost sporazumevanja normalnim govorom je praktično nemoguća. U slučaju da se u obuci koristi motorno vozilo TAM 150 T 11, govorna komunikacija bi bila praktično nemoguća s obzirom na položaj motora unutar kabine motornog vozila. Mogućnost obuke u takvim uslovima radne sredine, kao i pouzdanost vozila sa takvim karakteristikama,

može biti predmet posebnog istraživanja u funkciji sticanja vozačkih znanja, veština i navika. Drugi pravac istraživanja bio bi u domenu zaštite na radu.

Osim toga, pravilnikom je regulisano i vreme izlaganja buci s obzirom na nivo njenog trajanja (tabela 6).

Tabela 6

Dopušteno vreme izlaganja buci s obzirom na nivo njenog trajanja [8]

Dopušteno izlaganje (h)	Nivo buke dB (A)
8	85
6	87
4	90
3	92
2	95
1 1/2	97
1	100
1/2	105
1/4	110
1/8	115*
* Ne dozvoljava se trajno ili povremeno izlaganje buci čiji je nivo iznad 115 dB (A)	

S obzirom na mere bezbednosti saobraćaja, ovi pokazatelji imaju veliku ulogu, kako u planiranju, tako i pri realizaciji zadataka upravljanja motornim vozilima.

Vozilo kao izvor buke

Buka motornih vozila rezultat je rada velikog broja uređaja i sistema, od kojih svaki proizvodi buku manjeg ili većeg intenziteta. Najznačajniji izvori buke su:

- izduvni sistem,
- usisni sistem,

- motor (buka sagorevanja i mehanička buka),
- sistem za hlađenje,
- pneumatici.

Motorna vozila imaju dva vida emisije buke [1]:

— neizbežni — koji su vezani za razne procese (proces sagorevanja, u-sisavanja, izduvavanja, hlađenja. . .);

— emisiju — čiji intenzitet zavisi od nedostatka konstrukcije, proizvodne tehnologije i drugih grešaka.

Emisija buke privlači pažnju sa nekoliko aspekata:

— opšta emisija buke motornih vozila i njeno dejstvo na okolinu (spoljna buka);

— uslovi rada vozača i komfora vozača i putnika (unutrašnja buka);

— vek elemenata vozila koji proizvode buku (strukturna buka);

— dijagnostika sklopova i agregata vozila prema emisiji buke.

Sl. 4 — Uticaj pojedinih komponenti na nivo buke vozila prema testu pravilnika N9 — ISO

Značajno je prikazati uticaj pojedinih komponenti na ukupan nivo buke teretnog vozila na osnovu merenja koja su u skladu sa Pravilnikom N9 međunarodne organizacije za standardizaciju ISO, slika 4 [1].

Buka izduvnog sistema

Izduvni sistem je potencijalno najveći izvor buke na vozilu. Buka je proizvod iznenadnog oslobađanja gasa u izduvnom sistemu sa otvaranjem izduvnih ventila, i bitno zavisi od tipa i konstrukcije motora, režima rada motora i karakteristika prigušivača, kao i dužine izduvne cevi i debljine njenog zida.

Buka usisnog sistema

Buka usisnog sistema je proizvod otvaranja i zatvaranja usisnih ventila, odnosno prolaska i zaustavljanja protoka vazduha u cilindre, i znatno zavisi od režima rada motora, akustičnih karakteristika usisnog takta, vrste i karakteristika filtera za vazduh i prigušivača.

Buka motora i mehanička buka

Buka motora sa unutrašnjim sagorevanjem je proizvod sila mehaničkog porekla i dejstva gasova na klip, a nastaje od procesa kompresije i sagorevanja u cilindru motora, što proizvodi vibracije spoljnih zidova bloka koji emituju buku. Proces sagorevanja predstavlja najznačajniji izvor buke motora. Efekti sagorevanja kod dizel motora znatno zavise od pritiska u cilindru. Buka mehaničkog porekla pro-uzrokovana je radom zupčanika za pogon mehanizma za razvođenje smeše, ventila, pumpe za dovod goriva, sistema za podmazivanje, menjača, sistema za prenos i drugih pomoćnih uređaja.

Buka sistema za hlađenje

Buku sistema za hlađenje uglavnom stvara ventilator. Problem buke ventilatora stalno se zaoštrava sa porastom snage motora, jer se motori veće snage moraju intenzivnije hladiti. Zbog toga buka sistema za hlađenje znatno zavisi od konstrukcije ventilatora, njegove brzine, kao i od hladnjaka odnosno oblika saća. Ostali komponentni izvori buke rashladnog sistema su drugorazrednog značaja.

Buka pneumatika

Dodir pneumatika i kolovoza jedan je od osnovnih izvora buke za pojedine kategorije vozila, posebno za teretna, pri određenim uslovima eksploatacije. Za brzine ispod 50 km/h buka nije znatno izražena, dok pri brzinama većim od 80 km/h ona postaje dominantna. Ova buka nastaje usled povećanja pritiska vazduha i njegovog strujanja kroz protektore i neravnine na putu. Buka pneumatika zavisi i od oblika šare i za poprečno postavljene žlebove ona je izraženija nego kod reb-rasto postavljenog žleba.

Uticaj buke na organizam

Sama ili u sprezi sa drugim agensima buka dovodi do tegoba, kao što su glavobolja, vrtoglavica, zujanje u ušima, osećanje straha, povećanje razdražljivosti.

Prema sprovedenim istraživanjima [4], pri izlaganju buci od 98 do 100 dB, frekventnog opsega 50—5000 Hz u trajanju od samo 5 minuta, smanjuje se vidno polje, sposobnost raspoznavanja boja (posebno crvene), brzina primanja signala i drugo.

Pri jačini buke od 85 dB dolazi do povećanja bioelektričnih struja moždanih ćelija, a pri jačini od 120 do 150 dB dolazi do agonalnih stanja. Jačina buke od 80 do 90 dB izaziva pore-

mećaje u srčanom ritmu i EKG talasima, na žlezdama sa unutrašnjim lučenjem i u elektrolitu krvi [4].

Već kod buke od 66 dB dolazi do suženja krvnih sudova u koži, pa se kao granica zvučnog pritiska preporučuje 65 dB [4].

Dužina izlaganja buci bitno utiče na opažanje signala i uopšte na efikasnost viđenja (slika 5) [3].

Sl. 5 — Efikasnost viđenja zavisno od trajanja buke

Najuočljivije je dejstvo buke na slušni organ. Oštećenja sluha javljaju se pri jačini buke koja prelazi 80 dB. Smatra se da buka između 80 i 90 dB već štetno utiče na sluh. Negativni uticaj buke povećava se sa povećanjem njene jačine, koja kada prelazi 120 dB — granicu bola, postaje neizdržljiva i za kraći vremenski period [5].

Buka spada među one faktore spoljne sredine koji imaju veliki uticaj na radnu sposobnost čoveka. Kao dokaz šetnog dejstva, danas se najčešće koriste pokazatelji kao što su: statistika morbiditeta, gubitak radne sposobnosti, profesionalna oboljenja, funkcionalni testovi, laboratorijske analize. Preko dejstva na čulo sluha buka utiče na smanjenje radne sposobnosti, nadražujući centralni nervni sistem i centre u njemu, remeti njihove funkcije i izaziva patološke promene. Osećanje smetnji od buke dovodi do veće nelagodnosti (slika 6) [5].

Sl. 6 — Linearna zavisnost osećaja smetnji i jačine buke

Buka smanjuje čovekovu pažnju koja je vrlo bitna za obavljanje mnogih poslova i radnih zadataka, pa prema tome, imajući u vidu da upravljanje transportnim sredstvima zahteva koordinaciju i integraciju pokreta uz stalnu psihičku aktivnost, delovanje buke ima veliki uticaj. Posebno su pogodene radne operacije koje predstavljaju rezultantu brzo prikupljenih i obrađenih informacija. Na slici 7 prikazana je zavisnost koncentracije pažnje od jačine buke i vremena izlaganja [5].

Zaštita vozača od unutrašnje buke

S obzirom na štetne uticaje koji se manifestuju u različitim oblicima potrebno je smanjiti nivo buke, što se na vozilu obavlja na dva načina [1]:

— aktivnim merama na njihovim izvorima,

— pasivnim merama (prigušenjem, apsorpcijom i sl.).

U okviru metoda rešavanja problema zaštite od buke značajno mesto zauzima razvoj i proizvodnja šireg asortimana materijala i sredstava za zaštitu. Ova sredstva mogu se podeliti u sledeće grupe:

- sredstva za izolaciju,
- sredstva za povećanje apsorpcije,
- sredstva za prigušenje buke u kanalima,
- zvučno-izolacione kabine aktivnog i pasivnog tipa,
- specijalni elementi konstrukcije.

Mogućnost smanjenja buke na motornom vozilu (aktivne mere), s obzirom na izvore, kretala bi se u sledećem:

za usisni sistem:

- dodavanje ulazne cevi,
- promena mesta usisa,

1 - Концентрација пажње пре почетка дејства буке
 2 - Одмах после дејства буке
 3 - После 30 min дејства
 4 - После 60 min дејства
 5 - После 120 min дејства

a - Контрола
 b - 60 dB
 c - 70 dB
 d - 80 dB
 e - 90 dB
 f - 100 dB

Sl. 7 — Uticaj jačine buke i vremena izlaganja na koncentraciju pažnje

— postavljanje usisnog difuzora,
 — primena savremenih prečistača;

za izduvni sistem:

— promena načina veze izduva i motora,

— elastično oslanjanje izduvnog lonca,

— primena složenih višestrujnih prigušivača;

za motor:

— poboljšanje u sistemu oslanjanja,

— prekidanje puteva širenja buke,

— izmena u sistemu ostvarenja smeše i sagorevanja,

— oblaganje zidova motornog prostora,

— intervencije na bloku;

za sistem hlađenja:

— smanjenje brzine obrtanja ventilatora,

— postavljanje difuzora,

— izrada remenice kolenastog vratila i ventilatora,

— primena većih hladnjaka;

za pneumatike:

— oblik i dubina protektora,

— opterećenje vozila,

— brzina vozila,

— podloga puta.

Buka u kabini može se smanjiti aktivnom konstrukcijom izduvnog sistema vozila, sistema oвеšenja i ogibljenja, nosača motora, i primenom akustične izolacije između motora i kabi-

ne, pri čemu se nivo buke može smanjiti za 15 do 20 dB [3]. Ovakva akustična izolacija kabine, kao i ostali konstrukcijski zahvati na motoru zalaze u politiku razvoja automobilske industrije.

Pod pasivnim merama podrazumevaju se postupci, načini i metode koje se podrazumevaju kako bi se već postojeći nivo buke snizio, učinio podnošljivijim, a životna i radna sredina ugodnijom.

S obzirom na činjenicu da se na razmatranim tipovima motornih vozila ne mogu preduzimati skupi konstrukcijski zahvati radi smanjenja nivoa buke, potrebno je osloniti se na lična sredstva za zaštitu od buke, i na razna organizaciona rešenja (pasivne mere).

Međutim, glavni nedostatak ličnih sredstava za zaštitu od buke (antifona) jeste u tome što smanjuju mogućnost razumevanja glasova i drugih važnih zvukova i zvučnih signala.

Organizaciona rešenja, koja mogu doprineti smanjenju nivoa unutrašnje buke na fiziološki dopuštene granice, sadrže čitav niz mera i postupaka koje se mogu svesti na sledeće:

- kretanja izvoditi u onim stepenima prenosa i onim brzinama pri kojima je emisija buke najmanja;

- pri radu vozila u mestu ne treba povećavati broj obrtaja motora;

- pri planiranju kretanja treba se pridržavati pravilnika i dopuštenog vremena izlaganja buci.

Zaključak

Unutrašnja buka u motornim vozilima TAM 5000 D izraženija je nego u drugim tipovima motornih vozila kod kojih su obavljena merenja. To se može objasniti i podatkom da su ta vozila u proseku stara oko trideset godina i da zvučna izolacija ne postoji. Ipak, taj tip motornog vozila najzastupljeniji je u jedinicama a osnovna buka vojnika vozača uglavnom se izводи na njemu.

S obzirom na nivo izmerene buke potrebno je preduzimati određene mere, pre svega organizacione mere zaštite, uzimajući u obzir sve specifičnosti vojnih motornih vozila. Svakako, preventivi je potrebno pokloniti posebnu pažnju. Radi potpunijeg sagledavanja problema buke i njenog štetnog uticaja na vozača potrebno je utvrditi i njen uticaj na opadanje radne sposobnosti, odnosno na povećanje zamora u toku upravljanja transportnim sredstvom. Zanimljiv podatak bio bi i kako buka utiče na proces sticanja vozačkih znanja, veština i navika, naročito ako se imaju u vidu zakonitosti tog procesa. To bi bili predlozi za budući istraživački zadatak čiji cilj bi bio preventiva i zaštita od buke.

Literatura:

- [1] Beara, G.: Saobraćaj i životna sredina, Napredak, Aranđelovac, 1985.
- [2] International Organization for Standardization (ISO), ISO 5128 (1980).
- [3] Jelčić, I.: Medicina prometa, Istraživački centar za medicinu i psihologiju prometa Zavoda za zaštitu zdravlja grada Zagreba, Zagreb, 1985.
- [4] Kolenc, J.: Analiza sistema vozač-automobil-okolina sa stanovišta ergonomije, Magistarski rad, Fakultet mašinstva i brodogradnje, Zagreb, 1976.
- [5] Milošević, S.: Čovek i saobraćajna buka, Naučna knjiga, Beograd, 1987.

- [6] Milošević, S.: Saobraćajna psihologija, Naučna knjiga, Beograd, 1981.
- [7] Mladenović, D., Janjoš, Ž.: Merenje buke i vibracija u vozilu radi utvrđivanja njihovog dejstva na vozače i putnike, Časopis »Saobraćaj u gradovima«, br. 5/95, str. 27—37, Beograd, 1995.
- [8] Pravilnik o merama i normativima zaštite na radu od buke u radnim prostorijama, Sl. list SFRJ, 21/92.
- [9] Hassall, J. R., Zaveri, K.: Acoustic Noise Measurements, Brüel & Kjaer, Denmark, 1988.