

Živomir Radojković,
dr sc. med. rada
Dejan Živković,
dipl. inž.
Gradimir Basarić,
dipl. inž.
Institut za medicinu rada,
ZPM VMA, Beograd

ŠTETNI FAKTORI U RADNIM I KONTROLNIM PROSTORIJAMA POGONA NA RATNIM BRODOVIMA

UDC: 614.87 : 623.836.5

Rezime:

Na devet ratnih brodova (sedam borbenih i dva pomoćna) RM VJ ispitivani su štetni faktori u motorskim i turbinskim prostorima kao i kontrolnim kabinama motorskog prostora. Utvrđeno je da zaposleni u navedenim prostorima rade u uslovima nedovoljne osvetljenosti, da su izloženi visokoj temperaturi, buci, vibracijama, a potencijalno i izduvnim gasovima. Izmereni nivoi buke u motorskim i turbinskim prostorima iznosili su 104–124 dB(A), i bili su znatno iznad dopuštenog nivoa od 85 dB(A), dok je u kontrolnim kabinama većine brodova buka bila ispod nivoa od 80 dB(A). U kontrolnim kabinama dva ratna broda buka je bila iznad dozvoljenog nivoa i iznosila je 83 dB(A) i 95 dB(A). Buka kojoj su izloženi zaposleni u motorskim i turbinskim prostorima može da dovede do oštećenja čula sluha, ukoliko se ne koriste predviđena zaštitna sredstva.

Ključne reči: ratni brodovi, štetni faktori, buka.

HARMFUL FACTORS IN ENGINE-ROOMS AND MACHINERY CONTROL-ROOMS ON WARSHIPS

Summary:

Harmful factors in engine and machinery control rooms on 9 warships (7 combat and 2 auxiliary ships) were examined. The results show that crews on these ships work in conditions of insufficient luminance, elevated air temperature, noise, vibration, and possibly are exposed to exhaust gases. The entire noise levels in engine and turbine rooms were between 104 dB(A) and 124 dB(A), and they were significantly above the permissible levels of 85 dB(A) and 80 dB(A). On two ships, in machinery control-rooms, the entire noise was above the permissible level (83 dB(A) and 95 dB(A)). These mentioned noise levels could lead to hearing damage if the self protecting devices for hearing protection are not used.

Key words: warships, harmful factors, noise.

Uvod

Savremeni ratni brodovi mogu biti nezavisni od baza na kopnu (uz eventualno snabdevanje na moru) u periodu od nekoliko dana do nekoliko meseci. Njihovim razvojem i modernizacijom me-

njali su se i uslovi rada i života na njima, pa se može reći da su vrlo specifični. Naime, posade su stalno prisutne na brodu i izložene su uticaju štetnih faktora ne samo kada su na svom radnom mestu već i u vreme van radnih aktivnosti, tj. u fazi odmora. Osim toga, rad i život na ratnim

brodovima odvijaju se na vrlo ograničenom prostoru, što još više potencira štetno dejstvo noksi [2].

Najveći broj štetnih faktora, koji postoje na brodovima, nastaje u pogonskom delu broda, koji čine motorski i turbinski prostor u kojima se nalaze pogonski motori, pomoćni motori, turbine i drugi uređaji velike snage, pri čijem se radu stvaraju buka, vibracije i izduvni gasovi. Prenošenju ovih noksi sa mesta nastanka na ostale delove broda pogoduje kompaktna metalna konstrukcija broda (za buku i vibracije), dok se izduvni gasovi preko izduvnih cevi izbacuju u spoljašnju sredinu, pa u slučaju njihove loše zaptivenosti mogu da dospeju u unutrašnjost broda. Ovaj problem je posebno izražen na manjim ratnim brodovima kod kojih su, zbog skućenog prostora, ostale prostorije (za rad i odmor) smeštene vrlo blizu pogonskog dela broda.

Zbog toga je važno da se sagledaju štetni faktori na ratnim brodovima na mestu njihovog nastanka, i predlože odgovarajuće mere zaštite radi sprečavanja njihovog prenošenja na ostale delove broda.

U ovom radu opisano je ispitivanje uslova radne sredine u pogonskom delu i kontrolnim kabinama pogonskog dela na ratnim brodovima i utvrđeno koji su štetni faktori najčešći. Na osnovu toga predložene su odgovarajuće mere čijim bi se sprovođenjem smanjio intenzitet štetnih faktora i sprečilo njihovo nepovoljno dejstvo na zdravlje članova posade.

Materijal i metode merenja i rezultati

Ispitivanje uslova radne sredine obuhvatalo je merenje sledećih parametara:

mikroklimе, osvetljenosti, buke, vibracija, hemijskih štetnih materija i ventilacije, kao i sticanje uvida u primenu mera zaštite na radu. Ispitivanja su sprovedena u pogonskom delu i kontrolnim kabinama pogonskog dela, na ukupno devet ratnih brodova (sedam borbenih – BB i dva pomoćna – PB), u toku periodičnog ispitivanja uslova radne sredine.

Za ocenu rezultata ispitivanja parametara radne sredine korišćeni su domaći i strani normativi.

Mikroklimatska merenja obavljena su u letnjem periodu na devet ratnih brodova. Spoljašnja temperatura vazduha kretala se u rasponu od 17,1 do 28,5°C, a relativna vlažnost vazduha od 51 do 86%. U tabeli 1 prikazani su rezultati merenja mikroklimе u motorskom i turbinskom prostoru i u kontrolnim kabinama pogonskog dela ratnih brodova.

Tabela 1

Rezultati merenja parametara mikroklimе na ratnim brodovima

| Red. br. | Vrsta broda | Motorski prostor | | Turbinski prostor | | Kontrolna kabina | |
|----------|-------------|------------------|---------|-------------------|---------|------------------|---------|
| | | t °C | Teff °C | t °C | Teff °C | t °C | Teff °C |
| 1. | BB-1 | 29,8 | 24,9 | 29,5 | 24,7 | 23,9 | 21,1 |
| 2. | BB-2 | 30,1 | 25,0 | - | - | 20,7 | 18,8 |
| 3. | BB-3 | 32,6 | 25,4 | 31,3 | 25,3 | 26,2 | 22,8 |
| 4. | BB-4 | 38,0 | 28,8 | - | - | 30,7 | 25,8 |
| 5. | BB-5 | 34,5 | 26,1 | - | - | 30,5 | 25,6 |
| 6. | BB-6 | 34,5 | 26,2 | - | - | 28,6 | 24,5 |
| 7. | BB-7 | 31,9 | 25,8 | - | - | 31,5 | 25,9 |
| 8. | PB-1 | 29,2 | 24,9 | - | - | - | - |
| 9. | PB-2 | 29,6 | 23,7 | - | - | 24,8 | 21,7 |

Može se zapaziti da je najviša temperatura vazduha (t °C) izmerena u motorskom prostoru na BB-4, a najniža u motorskom prostoru PB-1. U motorskom prostoru ostalih brodova takode su izmerene visoke temperature vazduha, jer su efektivne temperature (Teff °C) u svim motorskim prostorima bile znatno iznad

gornje granice zone komfora (17,2 – 21,2 °C), a iznosile su od 23,7 do 28,8 °C.

U turbinskom prostoru dva ratna broda takođe su izmerene visoke temperature vazduha koje su bile uzrok visokih efektivnih temperatura u ovim prostorima.

U kontrolnim kabinama motorskog i turbinskog prostora bile su nešto niže temperature vazduha u odnosu na prethodno navedene (20,7 – 30,7 °C), ali su efektivne temperature bile, takođe, povišene na svim brodovima, a jedino su na BB-1 i BB-2 efektivne temperature bile u granicama zone komfora.

Relativna vlažnost vazduha u motorskim i turbinskim prostorima iznosila je 31 do 49%, a u kontrolnim kabinama 43 do 66%, odnosno u granicama optimalnih vrednosti.

Opšta i lokalna osvetljenost motorskog i turbinskog prostora nije zadovoljila normativne zahteve od 50, 80 i 150 lx (normirano prema vrsti posla koji se obavlja), po JUS-u, na oko 50% mernih mesta [3], a osvetljenost kontrolnih kabina motorskih i turbinskih prostora nije zadovoljila normativne zahteve od 80 i 150 lx na 41,2% mernih mesta. Nedovoljna osvetljenost uglavnom je posledica neispravnosti postojećih svetlosnih izvora, a u manjoj meri se javlja zbog nedovoljnog broja svetlosnih izvora.

Ukupni nivoi buke mereni su u pogonskim prostorima (motorskom i turbinskom) i kontrolnim kabinama motorskog prostora na devet ratnih brodova, a dobijeni rezultati prikazani su u tabeli 2.

Upoređivanjem rezultata merenja nivoa buke prikazanih u tabeli 2, i dopuštenih nivoa buke s obzirom na vrstu delatnosti, može se konstatovati sledeće:

Tabela 2

Nivoi buke u dB(A) u pogonskim prostorijama i kontrolnim kabinama

| Red br. | Vrsta broda | Motorski prostor | | Turbinski prostor | | Kontrolna kabina | |
|---------|-------------|------------------|-----------|-------------------|-----------|------------------|-----------|
| | | izmereni | dopušteni | izmereni | dopušteni | izmereni | dopušteni |
| 1. | BB-1 | 113 | 80 | 114 | 80 | 79 | 70 |
| 2. | BB-2 | 105 | 80 | - | - | 75 | 70 |
| 3. | BB-3 | 114 | 80 | 115 | 80 | 73 | 70 |
| 4. | BB-4 | 115 | 80 | - | - | 83 | 75 |
| 5. | BB-5 | 124 | 80 | - | - | 95 | 75 |
| 6. | BB-6 | 106 | 80 | - | - | 79 | 75 |
| 7. | BB-7 | 107 | 80 | - | - | - | - |
| 8. | PB-1 | 104 | 80 | - | - | - | - |
| 9. | PB-2 | 107 | 80 | - | - | 75 | 70 |

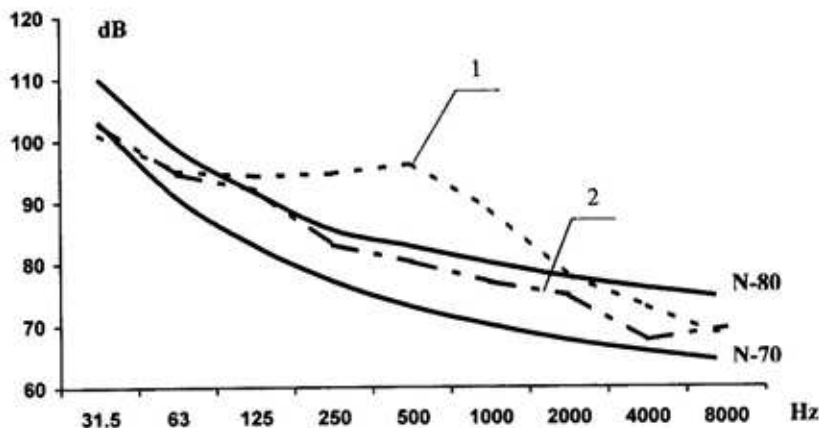
– u motorskim prostorima brodova izmereni ukupni nivoi buke bili su 104 do 124 dB(A) i znatno prelaze dopušteni nivo buke od 80 dB(A), koji se odnosi na ometanje delatnosti koja se obavlja u tom prostoru, pri čemu buku stvara uređaj koji opslužuje radnik;

– u turbinskim prostorima izmereni ukupni nivoi buke, od 114 do 115 dB(A), na brodovima BB-1 i BB-3, znatno prelaze dopušteni nivo buke od 75 dB(A), koji se odnosi na ometanje delatnosti (rutinski rad pretežno mentalnog karaktera) koja se obavlja u tom prostoru, a buku stvara uređaj koji opslužuje radnik;

– u motorskim i turbinskim prostorima izmereni nivoi buke, takođe, prelaze i dopušteni nivo od 85 dB(A), koji se odnosi na mogućnost oštećenja čula sluha;

– u kontrolnim kabinama nivo buke je daleko niži od nivoa buke u motorskim i turbinskim prostorima [4].

U kontrolnim kabinama motorskih prostora izmereni ukupni nivoi buke na BB-1, BB-2, BB-3 i PB-2 prelaze dopušteni nivo od 70 dB(A), koji se odnosi na ometajuće dejstvo buke, kako na neposredno sporazumevanje govorom i po-



Oktavna analiza buke u kontrolnim kabinama motorskih prostora borbenih brodova: 1 - tip 5, 2 - tip 4

sredno sporazumevanje sredstvima komunikacije, tako i na obavljanje delatnosti u kabinama. Izmereni ukupni nivoi buke na brodovima BB-4, BB-5 i BB-6 prelaze dopušteni nivo od 75 dB(A), s obzirom na vrstu delatnosti. Nivo buke na brodu BB-5 prelazi i dopušteni nivo od 85 dB(A), koji se odnosi na mogućnost oštećenja čula sluha.

Zbog toga je izvršena oktavna analiza nivoa zvučnog pritiska na ovim radnim mestima, a rezultati analiza za dva broda, BB-4 i BB-5, kod kojih su i najizraženiji nivoi buke od 83 dB(A) i 95 dB(A), sukcesivno, prikazani su grafički na slici.

Sa grafikona se vidi da nivoi zvučnog pritiska kod ovih brodova prelaze dopuštene nivoe zvučnog pritiska određene normativnom krivom N-70 (koja se odnosi na dopušteni nivo s obzirom na ometajuće dejstvo buke) u oktavama sa centralnim frekvencijama od 63 Hz do 8 000 Hz.

Kod broda BB-5 izmereni nivoi u oktavama sa centralnim frekvencijama

od 125 do 2 000 Hz prelaze nivoe zvučnog pritiska određene normativnom krivom N-80 (koja se odnosi na dopušteni nivo s obzirom na mogućnost oštećenja sluha).

Izvršena je frekventna analiza ubrzanja opštih vibracija u toku plovidbe svih brodova, pri radu motora sa pola snage i punom snagom, u sledećim prostorijama: kontrolnoj kabini (na sedištu), glavnom motorskom prostoru (na podu) i pomoćnom motorskom prostoru (na podu).

Na osnovu upoređenja izmerenih ubrzanja sa graničnim (dopuštenim) veličinama koje su određene za zaštitu radnih sposobnosti, utvrđeno je da su ubrzanja u kontrolnoj kabini i glavnom motorskom prostoru za oba režima rada motora, a u pomoćnom motorskom prostoru u toku rada motora sa pola snage na svim brodovima, manja od graničnih veličina određenih za neprekidno izlaganje u trajanju od 24 h, pa se njihov uticaj na radnu sposobnost članova posade može zanemariti [5].

Za vreme rada motora punom snagom, u pomoćnom motorskom prostoru, na BB-5 izmereno je kritično ubrzanje od $2,26 \text{ m/s}^2$ u terci sa centralnom frekvencijom od 40 Hz, za koje maksimalno dozvoljeno vreme izlaganja traje 5 h 28 min.

U prvom motorskom prostoru BB-6, za vreme rada motora povećanom snagom, izmereno je kritično ubrzanje od $0,68 \text{ m/s}^2$ u terci sa centralnom frekvencijom od 1,6 Hz za koje maksimalno dozvoljeno vreme neprekidnog izlaganja iznosi 5 h 56 min.

U motorskom prostoru BB-7, za vreme rada motora punom snagom, izmereno je kritično ubrzanje od $4,62 \text{ m/s}^2$ u terci sa centralnom frekvencijom od 63 Hz, za koje je maksimalno dozvoljeno vreme neprekidnog izlaganja 3 h 35 min (tabela 3).

Ispitivanja koncentracije izduvnih gasova motora sa unutrašnjim sagorevanjem (CO, NO_x) i naftnih isparenja vršena su u prostoru glavnih motora i prostoru pomoćnih mašina svih brodova. U motorskim prostorima većine brodova izmerene koncentracije CO, NO_x i isparenja nafte bile su ispod maksimalno dozvoljenih koncentracija (MDK) po JUS-u [6].

Tabela 3
Rezultati merenja vibracija

| Red. br. | Vrsta broda | Deo brodskog prostora | Ubrzanje vibracija (m/s^2) | Centralna frekvencija (Hz) | Dopušteno vreme neprekidnog izlaganja (min) |
|----------|-------------|-----------------------|---------------------------------------|----------------------------|---|
| 1. | BB-5 | pom. mot. prostor | 2,26 | 40 | 5 h 28 |
| 2. | BB-6 | prvi mot. prostor | 0,68 | 1,6 | 5 h 56 |
| 3. | BB-7 | motorski prostor | 4,62 | 63 | 3 h 35 |

U motorskim prostorima BB-2, BB-4, BB-5 i BB-6 registrovane su vrednosti pojedinih komponenti izduvnih gasova koje su prelazile maksimalno dozvoljene koncentracije (tabela 4), mada u tim prostorima nije neophodno stalno prisustvo članova posade već povremeni obilazak.

Tabela 4
Rezultati merenja štetnih hemijskih materija u motorskim prostorima

| Red. br. | Vrsta broda | NO _x izmerena | MDK | CO izmerena | MDK | Jedinica mere |
|----------|-------------|--------------------------|-----|-------------|-----|---------------|
| 1. | BB-2 | 4,5 | 3,0 | - | 50 | ppm |
| 2. | BB-4 | 4,0 | 3,0 | 1 | 50 | ppm |
| 3. | BB-5 | 1,0 | 3,0 | 65 | 50 | ppm |
| 4. | BB-6 | 8,0 | 3,0 | 45 | 50 | ppm |

U kontrolnim kabinama svih brodova izmerene vrednosti navedenih štetnih hemijskih materija bile su znatno ispod MDK.

Na ratnim brodovima ventilacija može biti prirodna i veštačka. Prema zahtevima međunarodnih standarda, u prostorijama u kojima borave ljudi, zapremina vazduha po osobi iznosi $0,008 \text{ m}^3/\text{s}$ i 15 izmena vazduha na čas u sanitarnim prostorijama [7].

Ventilacija nije bila zadovoljavajuća u 34,2% ispitivanih prostorija na brodovima, pri čemu je na BB-5 i BB-7 u prostorijama pogona veoma slabo funkcionisala.

Analiza rezultata

Na osnovu iznetih rezultata merenja parametara radne sredine u radnim i kontrolnim prostorijama pogona na devet ratnih brodova može se uočiti da je ljudstvo na njima izloženo nepovoljnim mikroklimatskim uslovima.

Radi zaštite zdravlja članova posade potrebno je preduzeti određene mere, koje treba da doprinesu, u prvom redu, poboljšanju uslova radne sredine (tehničke mere), a ako nisu dovoljne moraju se primeniti mere korišćenja sredstava lične zaštite. Treću kariku u ovom lancu čine medicinske mere zaštite, prethodni i periodični zdravstveni pregledi, koji imaju za cilj rano otkrivanje oboljenja i oštećenja ljudi koji rade na ovim poslovima.

Za zaštitu od nepovoljnih mikroklimatskih uslova, pre svega visoke temperature vazduha, potrebno je omogućiti rashlađivanje prostorija sistemom za ventilaciju ili klimatizaciju.

Nedovoljna opšta i lokalna osvetljenost može da doprinese nastanku povreda na radu, pa je potrebno redovno održavanje postojećih svetlosnih izvora i postavljanje novih tamo gde je potrebno.

Za zaštitu od ometajućeg i štetnog dejstva buke, pri radu u motorskom i turbinskom prostoru, jedina primenljiva mera je korišćenje ušnih štitnika protiv buke. Druge, pre svega tehničke mere, koje bi dovele do znatnijeg smanjenja nivoa buke na mestu njenog nastanka, ne mogu se primeniti pojedinačno, već mogu biti posledica drugačijeg pristupa u projektovanju i izgradnji brodova.

Za zaštitu od vibracija preporučuje se skraćivanje vremena boravka u prostorijama u kojima su one prisutne iznad propisanih vrednosti.

Mere zaštite od štetnih izduvnih gasova treba sprovoditi u više pravaca: redovna kontrola ispravnosti sistema za odvod izduvnih gasova, obezbeđenje funkcionisanja sistema za ventilaciju i korišćenje ličnih sredstava za zaštitu organa za disanje.

Kao najštetniji faktor na ratnim brodovima buka je najizraženija u motorskim i turbinskim prostorima, kada motor ili turbina rade punom snagom. Sem štetnog dejstva na izvršioce poslova u tim prostorima zbog loše zvučne izolacije, izloženi su i ostali članovi posade u drugim radnim prostorijama, ali i u prostorijama za odmor i spavanje.

U dostupnoj literaturi ima vrlo malo radova koji se bave problemom buke na ratnim brodovima i njenim štetnim uticajem na zdravstveno stanje ljudstva [8, 9, 10]. U nekim radovima navedena su ispitivanja uslova rada na brodovima Rečne ratne flotile, gde je buka takode bila dominantan štetni faktor [11, 12, 13].

Zaključak

Istraživanja su pokazala da je u prostorijama pogonskog dela i kontrolnim kabinama motorskog i turbinskog prostora povišena temperatura vazduha, nedovoljna osvetljenost, povišen nivo buke i vibracija, a dolazi i do pojave izduvnih gasova.

Izmereni nivoi buke mogu da dovedu do oštećenja sluha kod zaposlenih u kabinama ako ne koriste zaštitna sredstva za zaštitu čula sluha. Pored oštećenja sluha, buka može da dovede i do drugih poremećaja u organizmu.

Koncentracije izduvnih gasova su ispod maksimalno dozvoljenih, ali u uslovima dužeg rada motora ili kada sistemi za odvod nisu dobro zaptiveni, može doći do njihovog štetnog dejstva.

Neophodno je preduzeti propisane mere zaštite, pre svega od buke, koja je dominantan štetni faktor na ratnim brodovima.

Literatura:

- [1] Antić, B.: Savremeni ratni brodovi, Vojna knjiga, Beograd, 1996.
- [2] Tonja, F.: Zaštita na ratnim brodovima Ratne mornarice U: Pomorska medicina, sveska 26, Beograd, Mornarički glasnik, 1975. pp. 273–7.
- [3] Pravilnik o dnevnoj i električnoj osvetljenosti u prostorijama, JUS U C9.100 od IX/1962.
- [4] Pravilnik o merama i normativima zaštite na radu od buke u radnim prostorijama. Sl. list SRJ br. 21/92.
- [5] ISO 2631/1 Guide for the evaluation of human exposure to whole body vibration, Geneva, International Organization for Standardization, 1985.
- [6] Maksimalno dozvoljene koncentracije škodljivih gasova, para i aerosola u atmosferi radnih prostorija i radilišta, JUS Z. B0.001 iz 1991.
- [7] ISO 7547, Air-conditioning and ventilation of accommodation spaces on board ships – Design conditions and basis of calculations, Geneva, International Organization for standardization, 1985.
- [8] Hrnjez, Z.: Buka na brodovima, Beograd, Vojnotehnički glasnik, 1998, 46(6), 691–700.
- [9] Radovanović, B.; Juras, K.; Mirković G.: O složenosti ocenjivanja i zaštiti od buke na brodovima U: Pomorska medicina IV, Beograd, Mornarički glasnik, 1987, pp. 55–63.
- [10] Hrnjak, M.; Giser, A.; Dželajlija, S.; Basarić, G.: Buka u radnim i smeštajnim prostorijama ratnih brodova, Beograd, Naučno-tehnički pregled, 1998, 48(1), 36–9.
- [11] Petrović, D.; Giser, A.; Hrnjak, M.; Radojković, Ž.; Kitanić, N.: Buka u radnim prostorijama rečnih plovniha objekata, Beograd, Tehnika – Organizacija rada, 1986, 36 (10): 12–6.
- [12] Petrović, D.; Marjanac, A.; Hrnjak, M.; Gavrić, S.; Basarić, G.: Štetni faktori fizičke i hemijske prirode na plovniha objektima Rečne ratne flotile, Beograd, Vojnosanitetski pregled 1987; 44 (2): 116.
- [13] Petrović, D.; Hrnjak, M.; Giser, A.; Hadžibegović, E.; Kitanić, N.: Buka, infrazvuk i ultrazvuk u motornim prostorima rečnih plovniha objekata, Beograd, Ergonomija, 1986; 13 (3): 49–56.