

RAZVOJ METODA I POSTUPAKA ISPITIVANJA MODULA MAŠINA I UREĐAJA GRAĐEVINSKE I TRANSPORTNE MEHANIZACIJE MERODAVNIH ZA SERTIFIKACIJU

Prof. dr Milomir Gašić, dipl.maš.inž., mr Goran Marković, dipl.maš.inž.,
doc. dr Mile Savković, dipl.maš.inž., Nebojša Zadravković, dipl.maš.inž.

Kategorizacija rada: STRUČNI RAD
Recenzent: Prof. dr Ljubodrag Đorđević
Rad primljen: 11. 09. 2006.

Adresa:
Mašinski fakultet
Kraljevo

Rezime: U radu je izvršen metodološki pristup ispitivanja modula mašina i uređaja građevinske i transportne mehanizacije merodavnih za sertifikaciju. Pažnja je usmerena na sledeće module: traktorski deo (vučna mašina), prostor rukovaoca (kabina) i radni uređaj, sa posebnim osvrtom na uzajamnost: okolina radna sredina – rukovaoc.

Ključne reči: modul, vučna mašina, kabina, radni uređaj, sertifikacija, buka

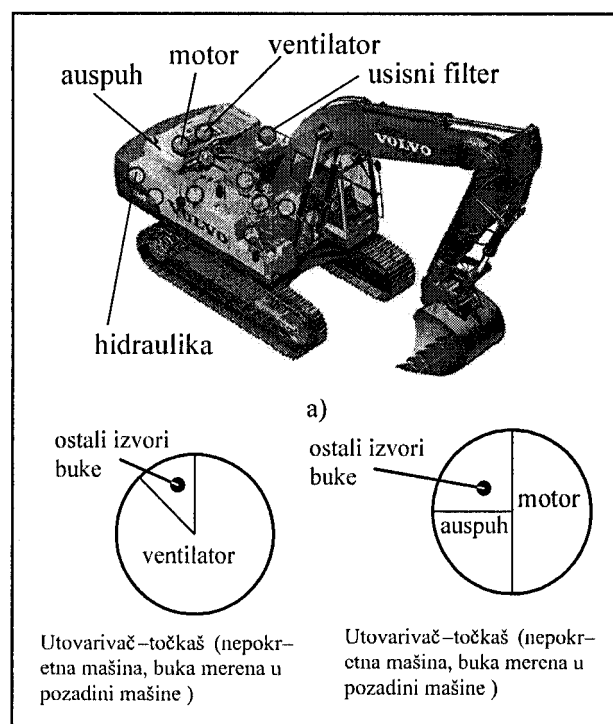
1. UVOD

Polazeći od zahteva koji se odnose na obezbeđenje uslova zaštite rukovaoca i radne sredine u toku rada građevinske i transportne mehanizacije, razvijaju se nove metode i postupci za smanjenje neželjenih uticaja (vibracije, buka, temperatura, stabilnost). Uslovi za bezbedan i siguran rad koje je neophodno obezbediti definisani su standardom.

Cilj istraživanja je formiranje sertifikacionog tela merodavnog za ispitivanje i kontrolu mašina i uređaja građevinske i transportne mehanizacije radi utvrđivanja ispunjenosti uslova za siguran i bezbedan rad mašine, rukovaoca kao i zaštite životne sredine. Ovo je posebno značajno ako se zna da u našoj zemlji postoji fabrika za proizvodnju ovih mašina koja ima izvoznju orijentaciju, a potrebno je i sprečiti uvoz mašina sa prevazidenim tehničkotehnološkim rešenjima kao i onih koje ne ispunjavaju osnovne propisane norme. Iz tog razloga su formulisani i uvedeni propisi u formi Direktiva, kao usmeravajući dokument u pravcu preduzimanja bezbedonosnih mera pri radu sa mašinama. Takođe, definisane su i serije standarda koji jasno definišu način analize problema bezbednosti u fazi razvoja mašine, ugradnje bezbednosne opreme i ispitivanja bezbedonosnih funkcija na svakoj mašini.

Evropska Komisija je predstavila buku u okruženju kao jedan od glavnih problema u Evropi, pa je neophodno harmonizovati zahteve za njenu emisiju na mašinama. U isto vreme mora se postići

visok nivo zaštite rukovaoca i životne sredine, bez postavljanja bilo kojih ograničenja vezanih za slobodan protok robe u okviru tržišta Evropske Unije. Direktiva 2000/14/EC reguliše emisiju buke uređaja u radnoj sredini i počela je da se primenjuje 3. januara 2002. Ona pokriva veliki broj uređaja podeljenih u dve grupe:



Slika 1

- uređaji podložni ograničenju buke (mašine građevinske i transportne mehanizacije i dr.)
 - uređaji podložni samo označavanju buke
- Celokupna buka koju pravi građevinska ili transportna mašina je rezultat više različitih izvora buke koji se mogu podeliti u dve glavne kategorije (slika 1): a) izvor- vučna mašina (auspuh, usisnici, ventilator) i b) izvor sistem (transmisija, hidraulika, vazdušni sistem kočenja, gume).

2. OSNOVNE TEHNIKE REDUKCIJE BUKE

Smanjenje neželjenog uticaja buke, zaštita rukovaoca i radne sredine mašine može se ostvariti jednom od šest osnovnih tehnika njene redukcije. Ove tehnike se mogu koristiti pojedinačno ili u kombinaciji zavisno od karakteristika buke.

- **Izolacija**
Smanjenje neželjenog uticaja umetanjem barijere ili štita između izvora buke i posmatrača (čelična ploča, olovo, guma)
- **Apsorbicija**
Materijali za apsorbciju su porozni (fiberglas, politen pena), i obično su postavljeni unutar površine gde je izvor buke smešten, sa ciljem zaštite od unutrašnje refleksije i reverberacije
- **Prigušenje**
Tretiraje površina u cilju smanjenja oscilacija i mogućnosti za emisiju buke.
- **Krutost**
Smanjenje amplituda oscilacija povećanjem krutosti u procesu oblikovanja proizvoda (rebra), vodeći računa o faktoru povećanja mase kompleksnih struktura.
- **Izdvajanje**
Princip je izolovanje izvora vibracija od bilo koje površine koja može generisati zvučne talase. Takođe, moguće je akustički razdvojiti jednu površinu od druge gumom tako da su vibracije van faze i mnogo manje frekvencije.
- **Rastavljanje**
Buka nastala iz kompleksnih izvora (bager, utovarivač i sl.) može se redukovati reorganizacijom odvojenih izvora.

3. METODE I POSTUPCIJA SMANJENJE BUKE

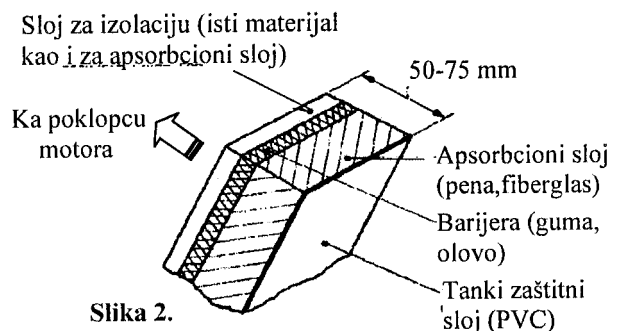
Sa aspekta smanjenja neželjenih uticaja buke najvažniji delovi mašina građevinske i transportne mehanizacije su motor i kabina. Za formiranje sertifikacionog lista kao dokumenta koji definiše ispunjenost međunarodnih normi za siguran i

bezbedan rad mašina važno je sagledati metode i postupke za smanjenje buke istih.

Kada je u pitanju traktorski deo ili vučna mašina najodgovorniji delovi za emisiju buke su sama struktura motora (radilica, cilindri i sl.) i ostali elementi motora (auspuh, ventilator i sl.)

Osim redizajniranja strukture motora, direktne metode za smanjenje buke uključuju smanjenje brzine, modifikaciju sistema sagorevanja i komponenata, akustičku obradu motora i upotrebu oklopa motora. U ovom slučaju različiti stepen smanjenja buke može se postići primenom sledećih tehnika:

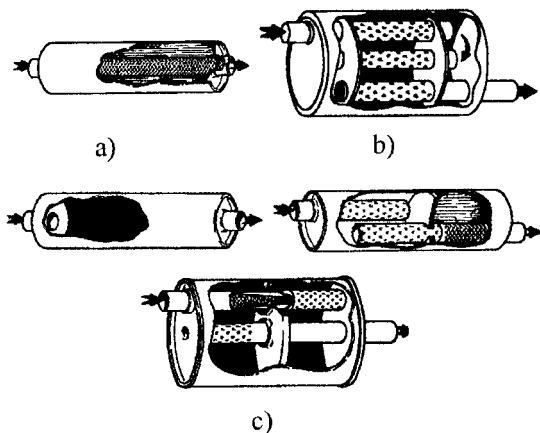
- Izolacija postavljanjem oklopa sprečiti širenje buke direktno ka rukovaocu ili refleksijom od površine
- Apsorbicija postaviti apsorbcioni materijal sa unutrašnje strane oklopa, minimalna debljina 25 mm (slika 2)
- Prigušenje prigušenje delova koji osciluju radi smanjenja oscilacija i mogućnosti za emisiju buke



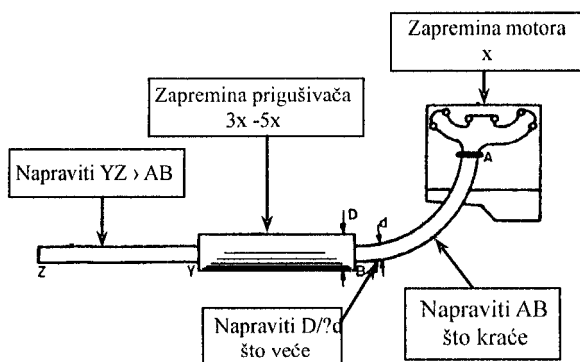
Značajnu pažnju neophodno je usmeriti i na elemente izduvnog sistema čija je namena smanjenje oscilacija gasa u izduvnoj cevi. Uz korišćenje odgovarajućeg prigušivača obezbeđuje se ne samo smanjenje buke već i smanjenje gubitka snage u izduvnom sistemu.

Najčešće korišćeni tipovi prigušivača su (slika 3):

- Apsorbicioni izbušena cev prolazi kroz komoru obloženu apsorbcionim materijalom (fiberglas), i uglavnom je efikasan za eliminisanje buke visoke frekvencije (slika 3a)
- Reverzibilni izduvni gas kruži sa nekoliko promena smera strujanja i efikasan je za široki frekventni opseg (slika 3b).
- Ekspazionna komora – korišćen u ranijim sistemima za brzu disipaciju energije ili kao rezonator na kraju sistema za smanjenje buke određene frekvencije (slika 3c). Preporuka većine proizvođača mašina 4 za optimalne dimenzije izduvnog sistema data je na slici 4.



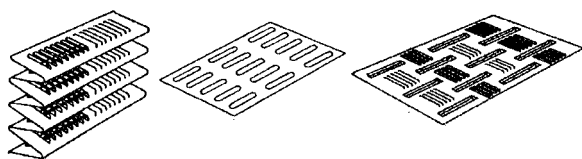
Slika 3.



Slika 4.

Značajan udeo u stvaranju buke, a naročito kod velikih mašina i vozila, daje i ventilator, kao sastavni deo sistema hlađenja motora. Ovako emitovanu buku mogu činiti ili komponente određene frekvencije ili širok frekventni opseg (turbulencije u strujanju). U jednom i u drugom slučaju na smanjenje buke veliki uticaj ima dizajn i konfiguracija celokupnog sistema za hlađenje.

U praksi postoji veliki broj kombinacija tipova ventilatora, brzine ventilatora i tipa hladnjaka (slika 5.) kojima je moguće ostvariti željeni stepen smanjena buke.



Slika 5.

Generalno kada je u pitanju sistem hlađenja treba voditi računa o sledećem:

- Ventilator i hladnjak moraju ležati na istoj osi strujanja i ne smeju preklapati ivice jezgra

hladnjaka

- Ako je prečnik ventilatora dobro prilagođen dimenziji hladnjaka optimalno rastojanje između ventilatora i hladnjaka je u opsegu od 0.5 do 1 širine lopatica
- Otkloniti moguće zapušenje u dovodnom kanalu, a zapušenje do trećine prečnika ventilatora niz struju dovodi do malih deformacija
- U interesu povećanja stepena korisnog dejstva i smanjenja buke koristiti poklopac ventilatora.

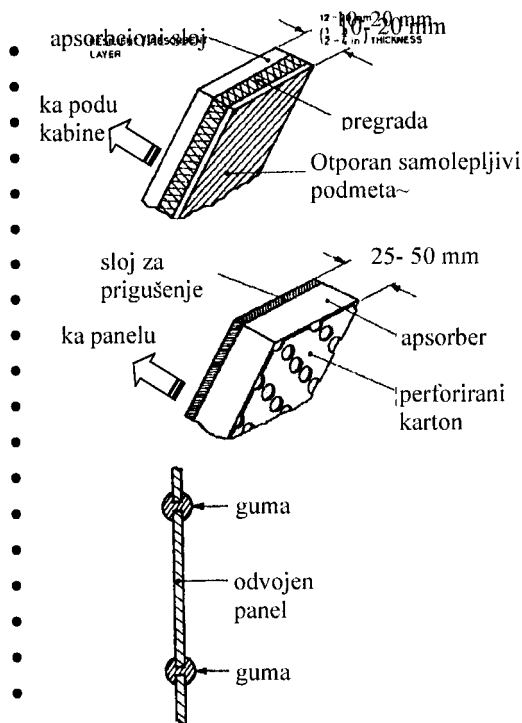
U osnovi hidraulični sistem kod građevinskih i transportnih mašina ne utiče značajno na nivo buke, odnosno izaziva neprijatnost posle dužeg vremena naročito unutar kabine, saglasno frekventnoj karakteristici. Smanjenje buke se može postići jednim od sledećih postupaka:

- pumpa i prateći ventili, moraju biti, ako je to moguće, postavljeni da omogućuju prenos oscilacija
- glavne hidrauličke komponente moraju biti, ako je potrebno, akustički izolovane ili udaljene od rukovaoca, posmatrača.
- korišćenje fleksibilnih cevi
- izbegavanje krutih nastavaka cevi
- izbegavanje neočekivanih preseka i pravaca u hidrauličkom sistemu
- servo kontrole mogu smanjiti buku u kabini.

Buka u kabini rukovaoca, obuhvata obično kombinaciju buke koja dopire u kabinu od raznih spoljašnjih izvora (motor, ventilator, auspuh i dr.) i buku koju emituju strukturni elementi kabine, sa mogućim povećanjem usled refleksije i reverberacije unutar kabine.

Smanjenje buke se može postići primenom osnovnih tehnika redukcije (izolacija, apsorpcija i prigušenje) (slika 6):

- Eliminisanje putanja kojima buke dopire u kabinu zatvaranje i zaptivanje svih otvora, proreza i spojeva metalnim pločama, gumom, zaptivnim trakama i sl.
- Prenošenje buke kroz pod kabine smanjiti korišćenjem podmetača
- Kad god je moguće trebalo bi kabinu izolovati od rama i prigušiti oscilacije kabine elastičnim oslanjanjem, ako to nije moguće delove kabine odvajati od okruženja elastičnim vezama
- Ugradnja materijala sa velikim prigušenjem (samolepljiv podmetač)
- Korišćenje apsorpcionog materijala minimalne debljine 25 mm radi smanjenja refleksije



• Slika 6.

4. POSTUPCI ZA MERENJE BUKE SAGLASNO DIREKTIVI 2000/14/EC

Metode merenja buke date su u Aneksu III, Direktive 2000/14/EC 3. Deo A Aneksa, sadrži:

- osnovne standarde za emisiju buke (EN ISO 3744:1995 i EN ISO 3746:1995) i
- dopunu istih standarda

U delu B istog Aneksa nalaze se:

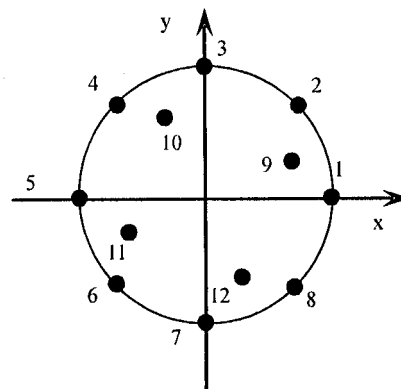
- preporučeni osnovni standardi za emisiju buke uključujući
 - preporuku osnovnog standarda
 - zonu testiranja
 - vrednost konstante K2A
 - oblik merne površine
 - broj i položaj mikrofona za merenje
 - uslovi rukovanja (preporuku standarda ako ga ima, zahtevi koji se odnose na montiranje opreme, metod za određivanje nivoa buke u slučaju većeg broja testova sa različitim radnim uslovima)
 - dodatne informacije

Za merenje buke neopterećenih mašina, motor i hidraulički sistem moraju biti zagrejani saglasno instrukcijama i zahtevima sa aspekta

bezbednog i sigurnog rada. Oprema je u stanju mirovanja bez rada radnog uređaja i mehanizma za kretanje.

U slučaju opterećene mašine motor i hidraulički sistem moraju zadovoljiti iste uslove, radni uređaji izvode kretanje i nema korišćenja signalnih uređaja u toku testiranja (sirena i sl.). Nivo zvuka mora biti meren najmanje tri puta. Ako je u toku zadnja dva merenja razlika manja od 1 dB, nema potrebe za daljim merenjima, u suprotnom merenja nastaviti dok razlika ne bude manja od 1 dB. Vrednost nivoa buke zaokružiti na najbliži ceo broj. Saglasno odredbama 7.2.1 i 7.2.2 EN ISO 3744:1995 koristi se set od 12 mikrofona poređanih na površini polulopte prečnika r sa položajem datim u polarnim koordinatama saglasno tabeli (slika 7). Poluprečnik treba biti jednak ili veći od dve najveće dimenzije referentnog paralopipeda. Paralopiped je definisan kao najmanji mogući pravougaoni paralopiped koji obuhvata opremu (bez dodatka) i završava na projektovanoj ravni. Poluprečnik treba zaokružiti na najbližu veću vrednost: 4, 10, 16 m.

Broj mikrofona se može redukovati na šest, ali položaji mikrofona 2,4,6,8,10 i 12 shodno zahtevima odredbi 7.4.2 ENISO 3744:1995 moraju se koristiti.



Number of microphone	x/r	y/r	z
1	1	0	1,5 m
2	0,7	0,7	1,5 m
3	0	1	1,5 m
4	-0,7	0,7	1,5 m
5	-1	0	1,5 m
6	-0,7	-0,7	1,5 m
7	0	-1	1,5 m
8	0,7	-0,7	1,5 m
9	0,65	0,27	0,71 r
10	-0,27	0,65	0,71 r
11	-0,65	-0,27	0,71 r
12	0,27	-0,65	0,71 r

Slika 7.

4. ZAKLJUČAK

Distribucija proizvoda na unutrašnjem tržištu država članica Evropske unije uslovljena je primenom novih direktiva kojima se reguliše kvalitet tih proizvoda. Da bi došlo do povećanja izvoza, naša zemlja treba da se uključi u preuzimanje i primenu tehničkog zakonodavstva EU, kako bi se izvršilo osposobljavanje i reorganizacija državne uprave. Pored prihvatanja i izrade standarda potrebno je raditi i na izradi metoda i postupaka ispitivanja, kontrolisanja i sertifikacije, saglasno procedurama ocenjivanja usaglašenosti, odnosno smanjiti neželjene uticaje (vibracije, buka, temperatura) i obezbediti standardom definisane uslove za bezbedan i siguran rad mašina građevinske i transportne mehanizacije.

Značaj istraživanja bi se ogledao u sprečavanju uvoza mašina i uređaja koji ne ispunjavaju uslove propisane postupkom sertifikacije. Na drugoj strani novo proizvedene mašine i uređaji sa pratećim sertifikacionim listom bili bi prihvatljivi i konkurentni na međunarodnom tržištu.

5. LITERATURA

- 1 Gašić M., Savković M., Marković G. i dr.: Machines and plants of building and transport mechanization technical regulations condition, HM 2005, Kraljevo, 2005.
- 2 Gašić M., Savković M., Marković G. i dr.: Zahtevi EU direktiva I harmonizacija tehničkog zakonodavstva u oblasti mašina građevinske i transportne mehanizacije, IMK 14. oktobar, Istraživanje i razvoj, časopis instituta IMK 14. oktobar Kruševac, broj (16-17) 1-2/2006.
- 3 Oficijelni žurnal Evropske zajednice, Direktiva 2000/14/EC
- 4 Izvedena rešenja, preporuke proizvođača Caterpillar

THE DEVELOPMENT OF CERTIFICATION REQUIRING METHODS AND PROCEDURES FOR INSPECTION OF THE MODULES OF THE CONSTRUCTION AND TRANSPORT MECHANIZATION MACHINES AND DEVICES

Summary: The paper presents a methodological approach to testing of modules in machines and devices of earth-moving and transportation mechanization which are significant for certification. Attention is directed to the following modules: the tractor part (engine), the operator's space (cab) and the working device, especially emphasizing the interrelation: surroundings - working environment - operator.

Key words: module, engine, cab, working device, certification, noise.
