

## ИЗБОР ТИПА КОЛОВОЗНОГ ЗАСТОРА У ФУНКЦИЈИ ЗАШТИТЕ ОД БУКЕ

Барбара Стошић, Александар Бајовић  
COWI d.o.o., Београд, Србија

**Резиме:** Данас се у свејшћу поспећује све већа пажња испраживању буке која настаје услед интеракције пнеуматик - подлоа. Овај извор буке у неким случајевима може и да надмаши остале изворе буке (моторни извори буке, аеродинамичка бука возила и бука трансмисије) нарочито код савременијих, пшних возила са опшћим нивоом буке 73-78 dB(A).

Бука која настаје на контакту пнеуматика и коловоза пре свеа зависи од пшћа микро и макро површине подлоа (асфалт, бетон, макадам, коцка или друи новији материјали), брзине кретања, притиска и оптерећења пнеуматика, дубине профектора, врсте дезена и шаре профектора (уздужне - попречне), пшћа пнеуматика (радијални, дијагонални) и слично.

Приликом обнављања, замене и појачања дограјалих коловозних застора треба имати у виду да се избором одговарајућег материјала и текстуре завршног слоја коловозне конструкције, знајно може утицати на побољшање услова у окружењу саобраћајнице. Корекћним одабиром завршног слоја коловозне конструкције постижу се значајна умањења буке.

У овом раду посебна пажња биће посвећена геометријским карактеристикама текстуре и одабору материјала за израду коловозних површина, као једном од значајних параметара мера зашћиће од саобраћајне буке.

**Кључне речи:** Пушеви, рехабилитација, бука, пнеуматици, коловозни застор, мере зашћиће.

## PAVEMENT TYPE SELECTION REGARDING NOISE PROTECTION

**Abstract:** The noise produced due to interaction of tyre-road surface has risen as one of the issue in the previous years. In some cases, this noise source can overwhelm other sources of the noise (car engine, aero dynamical car noise and transmission noise) especially with new type of car with a general noise level 73-78 dB (A).

The noise level that has been derived on a contact of road surface and a tyre depends on surface type (asphalt, concrete, macadam road, state-of-the-art materials), running speed, tyre pressure and load, tyre-top protector depth, tyre-top pattern (sideline-transversline), tyre type (radial, diagonal) etc.

During reconstruction, replacement and reinforcement of deteriorated road surface it should be borne on mind that choosing of adequate material and texture of the final layer can significantly improve environmental conditions. Right type of the final layer can significantly reduce noise level.

In this topic special attention is devoted to geometrical characteristics and a right chooses of material for final layer road surface, as a one of the important parameters for noise protection measurement.

**Key words:** Roads, rehabilitation, noise, tyre, pavement, measurement protection.

Општа класификација геометријских неправилности, коловозних површина на микротекстуру, макротекстуру, мегатекстуру и равност. Свака од ове четири врсте на одређен начин утиче на стабилност возила и контролу возила, што непосредно угрожава безбедност саобраћаја, нарушава комфор путника, скраћује животни век пута, оштећује објекте у околини. Њихово штетно дејство на животну средину огледа се и кроз емисију буке и вибрација, које имају изразито деструктивно дејство на људски организам и психичко стање личности.

На основу бројних истраживања буке коју емитују моторна возила дошло се до сазнања да код средњих и великих брзина кретања бука генерисана на контакту пнеуматика и коловоза постаје доминантна у односу на друге изворе (моторни извори буке, аеродинамичка бука возила и бука трансмисије).

Емисија буке је штетан утицај карактеристичан за све четири области неправилности коловозних површина: у области микротекстуре и макротекстуре је изражена високофреквентна бука, док је код мегатекстуре и равности доминантно генерисање нискофреквентне буке.

## 1. НАСТАЈАЊА БУКЕ НА КОНТАКТУ ПНЕУМАТИКА И КОЛОВОЗА

Досадашња истраживања, као најзначајније издвајају три механизма за генерисање буке пнеуматика:

Вибрације пнеуматика представљају битан фактор у генерисању буке из зоне додира пнеуматика и коловоза.

- Радијалне вибрације пнеуматика добијају побуду или услед неравнина на коловозној површини (бука индукована текстуром коловоза) или од елемената газеће површине пнеуматика. Најчешће се ради о садејству оба ексцитатора.

- Тангенцијалне вибрације пнеуматика настају услед константног процеса пријањања и проклизавања, односно клизања пнеуматика по коловозној површини.

- “Stick and Slip” феномен односно клизање између дезена протектора услед његовог додира са подлогом, узрок је посебне врсте вибрација које емитују буку пнеуматика.

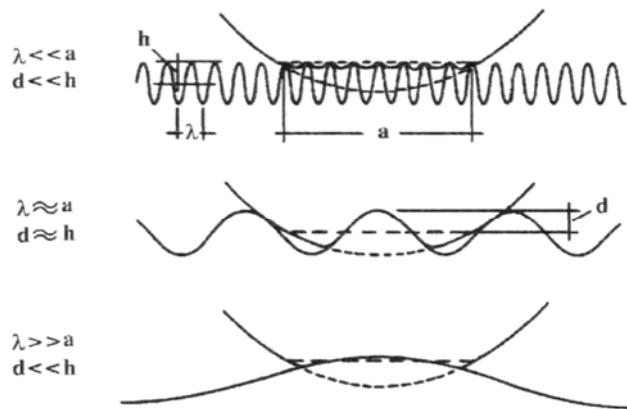
Пумпање ваздуха (air pumping) које се јавља као последица истискивања ваздуха из шупљина дезена (профила) протектора при ступању у контакт са подлогом (коловозом) и истовременог враћања ваздуха у шупљине при подизању дезена протектора са подлоге, сматра се изузетно важним фактором за настајање ове врсте буке.

Ударање рамена пнеуматика у подлогу приликом котрљања пнеуматика такође има одређену улогу код генерисања буке на контакту коловоза и пнеуматика.

Емисија буке која настаје кретањем пнеуматика по коловозној површини јавља се као последица сложених процеса на контактної површини. Међутим, ни након обимних и комплексних истраживања ова појава није у потпуности испитана.

Да би се на ваљан начин одредили главни генератори буке која се емитује са додирне површине коловоза и пнеуматика неопходно је поћи од процеса деформисања пнеуматика приликом његовог котрљања по, условно речено, таласастој коловозној површини приказаној на слици 01.

Поред сталне деформације која се јавља и приликом котрљања пнеуматика по идеално равной путној површини, постоји и додатна наизменична деформација ( $g$ ), за коју се предпоставља да даје побуду за вибрације пнеуматика које емитују буку.

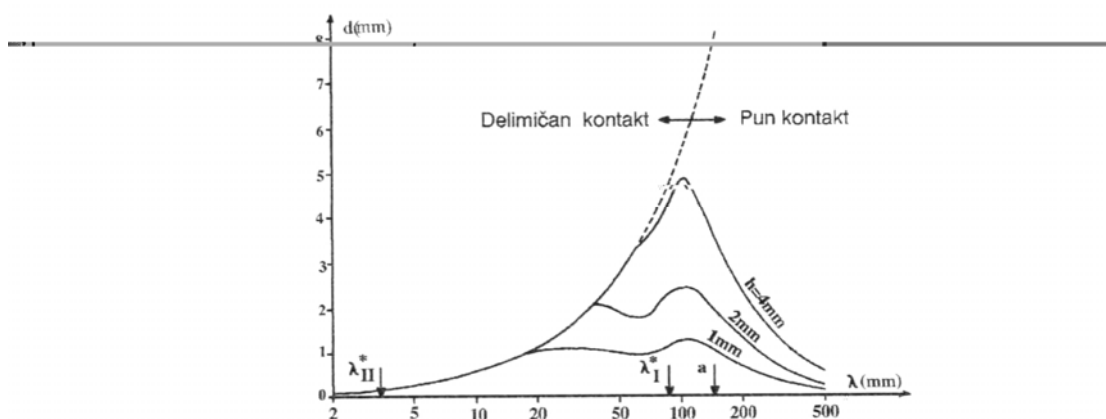


Слика 01 Деформисање пнеуматика приликом његовог котрљања по неравној коловозној површини.

За константну дубину текстуре ( $x$ ), у случају када је таласна дужина ( $\lambda$ ), профила коловозне површине знатно већа од дужине отиска пнеуматика ( $a$ ), наизменична деформација ( $g$ ) је мала и приближава се нули са повећањем  $\lambda$ . У случају када је  $\lambda$  много мање у односу на  $a$  пнеуматик не може дуго да прати профил коловозне површине. Тада са опадањем  $\lambda$  ка нултој вредности, величина  $g$  поново постаје све мања.

Између наведена два екстремна случаја постоји критичан опсег таласних дужина, које су по величини блиске дужини отиска пнеуматика, при којима величина  $g$  добија максималне вредности.

Ово је илустровано на слици 02. где су приказане деформације измерене на пнеуматику типа "Michelin XZX-summer" димензије 155CP13 са прописаним притиском и условима експлоатације, који се кретао по неравној коловозној површини.



Слика 02. Деформације измерене на пнеуматику типа Michelin XZX-summer, димензија 155CP13

Истраживања вршена осамдесетих година у Белгији и Шведској, показала су да постоји релативно добра сагласност између критичне таласне дужине, која је главни изазивач нискофреквентне буке пнеуматика, и опсега таласних дужина на којима се јављају максималне наизменичне деформације пнеуматика. Сматра се да је ово снажан

аргумент у прилог хипотези да су радијалне вибрације пнеуматика главни извор нискофреквентне буке (800-1600Hz) на контакту пнеуматика и коловоза.

На нижим фреквенцијама побуде вибрације пнеуматика не емитују значајнији ниво звучног притиска, међутим на вишим фреквенцијама, долази до генерисања буке, тако да на саобраћајницама са коловозним застором од ситне камене коцке, вибрирање пнеуматика може подићи укупни ниво буке и за 9 dB(A).

На уобичајеним коловозним површинама, са просечном дужином текстуре мањом од 5мм, односно мањом таласном дужином профила, високофреквентна бука пнеуматика постаје доминантна. Ово је последица ефекта "пумпања ваздуха" који се повећава са смањењем таласне дужине профила испод критичне вредности за  $\lambda$ .

Наиласком пнеуматика на површину коловоза долази до истискивања ваздуха из зоне контакта, из микро шупљина коловоза, да би се већ у следећем моменту, након померања пнеуматика, сав истиснути ваздух нагло вратио назад како би попунио све шупљине у којима се налазио пре наиласка пнеуматика.

Поједини аутори истичу значај микротекстуре и адхезије, при чему површини са већим коефицијентом трења одговара већа емисија високофреквентне буке пнеуматика, док је процес перманентног тангенцијалног проклизавања и пријањања пнеуматика у односу на коловоз од најмањег значаја за емитовање високофреквентне буке.

начајну улогу у емисији буке пнеуматика игра и степен влажности коловозне површине, иако се не сврстава међу основне механизме за генерисање буке са контакта пнеуматик - коловоз. Ова врста побуде изазива повећање звучног притиска на фреквенцијама изнад 1000Hz, тако да ниво буке може да порасте за 7 dB(A) за време обилне кише.

Посебан проблем представља дефинисање доминантног механизма за генерисање буке настале као последица интеракције између сувог коловоза и пнеуматика. Како овај сегмант буке зависи од мноштва фактора као што су : конструкција пнеуматика, карактеристика коловозне површине, брзине возила итд, на тренутном нивоу сазнања из ове области нема генералног и једноставног општеприхваћеног става.

## 2. ПОРОЗНА ЕЛАСТИЧНА КОЛОВОЗНА ПОВРШИНА

У већини случајева када саобраћајница пролази кроз урбано подручје, густо насељено са густом мрежом саобраћајница и уским тротоарима, где бука прелази дозвољене нивое за 15 dB(A) и више, немогуће је решити проблем буке постављајући зидове за заштиту од буке. У оваквим случајевима се прибегава пасивној заштити која углавном подразумева замену прозора на околним зградама, чиме се од буке штите само становници зграда односно сви који у њој бораве.

Пре скоро две деценије, приступило се решавању овог проблема, директним утицајем на један од главних (генератора) извора буке возила, интеракцију пнеуматик-подлога, тачније истраживани су материјали за израду коловозног застора који бу умањили емисију буке.

Прво решење се нашло у једноставном повећању порозности асфалта, чиме би се постигла већа апсорпција звука. Оваква решења била су делимично успешна. Бука се смањује у просеку за свега 3 dB(A), а током године порозност се смањује све док после 3 године не би добили карактеристике обичних асфалтних површина. Значи, животни циклус овог вида редукције буке, много је краћи од његовог животног циклуса као коловозне површине.

"Public Works Research Institute" из Јапана, од 1993 године ради на развоју новог тихог коловозног застора под именом "порозне еластичне површине пута". Овај нови тип

асфалтних површина има порозну структуру и гранулисану гуму (искоришћену аутомобилску гуму) као агрегат, уретанску смолу као везиво. Његова порозност је око 40%. Нивои редукције буке достижу 15 dB(A) за путничка возила, и 8 dB(A) за камионе.

PWRI је већ испробао овај тип застора и решени су проблеми недовољног пријањања за горњи носећи слој, проблеми клизања и проблеми везани за малу ватроотпорност.

Са испитивањима техничких карактеристика стигло се до израде пробне тест деонице на градском аутопуту што представља само један корак до почетка редовне употребе ове врсте “тихог” коловозног застора.

## РЕФЕРЕНЦЕ

- [1] Б. Будисављевић *Бука - основи, анализа, извори и заштите*, Трибина грађевинске физике, Београд, 1998.
- [2] ЕЦЕ Правилник бр. 51 Е/ЕЕЦ/324 *Једнообразни услови за испитивање и спровођење обавезне хомологације моторних возила са најмање 4 тачке у погледу буке*
- [3] Х.Куртовић *Основи техничке акустике*, Научна књига, Београд, 1990.
- [4] Мерење унутрашње буке ЈУС М.НО.401
- [5] P.Nelson *Transportation noise*, Reference book, Butterworths 1987
- [6] П.Петровић *Побуде буке дизел мотора и правци деловања ка њеном смањењу*, Савремена пољопривредна техника, Нови Сад, 1995.
- [7] S. Meirashi *Porous Elastic road surface as an ultimate highway noise measure*, Public Works Research Institute, Japan