

Стручни рад

ПРОЈЕКТОВАЊЕ СИСТЕМА ЗАШТИТЕ ОД БУКЕ ГЛАВНОГ ВЕНТИЛАТОРА ЗА ПРОВЕТРАВАЊЕ ЈАМЕ "ЈАРАНДО" - БАЉЕВАЦ

Петровић Зоран¹, Радичевић Бранко¹, Бјелић Мишо¹

ИЗВОД

У раду су дати принципи пројектовања система за заштиту од буке, коју у свом окружењу ствара главни вентилатор за проветравање рударске јаме "Јарандо" у Баљевицу. На основу дозвољених нивоа буке у животној средини и фреквентне анализе буке, дефинисани су апсорбери звука. Такође, су дате смернице за даље смањење нивоа буке у окружењу извора буке.

Кључне речи: заштита од буке, вентилатор, звучни апсорбери

1. УВОД

Апсорпциони материјали и конструкције налазе све већу примену у грађевинарству, индустрији и модерној архитектури. Њихова примена је посебно значајна у отклањању проблема буке како у радној тако и у животној средини.

Циљ изградње система заштите од буке је санација буке коју у свом окружењу ствара главни вентилатор за проветравање јаме Јарандо, рудника ЈП ПЕУ Ресавица, Ибарски рудници каменог угља, Баљевац.

Процена и мерење се врши на основу одредби Правилника о дозвољеном нивоу буке у животној средини, Сл. Гласник РС, бр. 54/92 као и стандарда JUS U.Ј6.090 и JUS U.Ј6.205.

2. АНАЛИЗА ПОСТОЈЕЋЕГ СТАЊА СА СТАНОВИШТА БУКЕ

2.1. Извор буке

Извор буке представља главни вентилатор за проветравање јаме "Јарандо". Основне карактеристике главног вентилатора су: (тип: AV 1000; проток: $Q=20\text{m}^3/\text{s}$; напор: $h=1250\text{Pa}$; снага електромотора: $P_m=45\text{ kW}$; број обртаја: $1460\text{о}/\text{min}$). Вентилатор ради непрекидно током 24 часа.

2.2. Мерна места

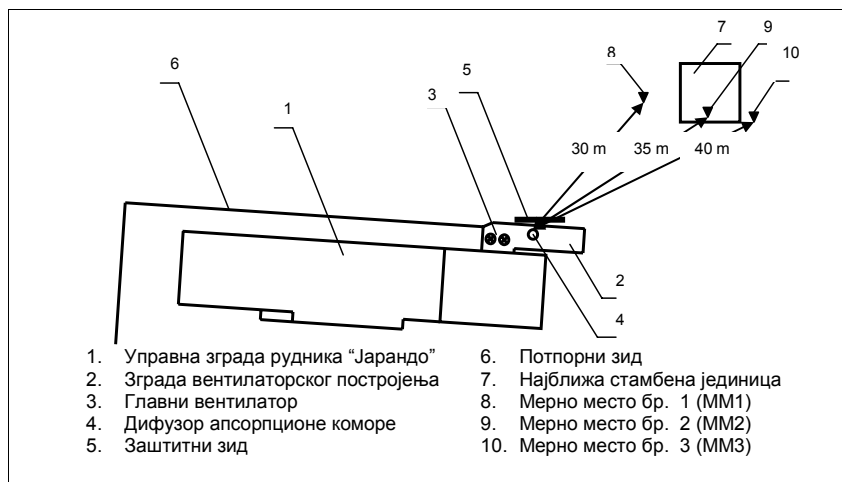
Стамбена јединица која је угрожена буком налази се на око 35m од апсорпционе коморе која представља доминантни извор буке.

¹ Машински факултет Краљево, Краљево (petrovic.z@maskv.edu.yu; radicevic.b@maskv.edu.yu; bjelic.m@maskv.edu.yu)

Нивои буке у боравишним просторијама и спољашње буке утврђени су мерењем у најистуренијој просторији на првом спрату и у дворишту поменуте стамбене јединице.

2.3. Резултати мерења буке

Из наведених резултата мерења, види се да ниво буке коју при свом раду ствара главни вентилатор за проветравање јаме "Јарандо" у Баљевцу, угрожава околину буком, јер прелази дозвољене нивое спољашње и буке у боравишним просторијама.



Слика 1. Скица извора буке и мерних места

Анализа постојећег стања са становишта буке је извршена на основу мерења нивоа буке на карактеристичним мерним тачкама, у дневним и ноћним условима.

Еквивалентни ниво представља просечни ниво буке, који у одређеном временском интервалу има исту звучну енергију као посматрана временски променљива бука.

$$L_{eq} = 10 \log \frac{1}{T} \int_0^T 10^{L_A(t)/10} dt \quad [dB(A)] \quad (1)$$

где је: $L_A(t)$ – временски променљив ниво буке одређен применом А-тежинске криве, а T - интервал мерења.

$$L_{eq}(sp) = 10 \log (10^{L_{eq}(u)/10} - 10^{L_{eq}(p)/10}) \quad [dB(A)] \quad (2)$$

Специфични ниво буке звучног извора одређен је према изразу 2.

Табела 1. Постојеће стање буке

Мерно место	Постојећи ниво буке $L_{eq}(p)$ [dBA]	Укупни ниво буке $L_{eq}(u)$ [dBA]	Специфични ниво буке $L_{eq}(sp)$ [dBA]	Дозвољени ниво буке [dBA]		Оцена
				дан	ноћ	
ММ1	40.5	62.2	62.17	46		Прелази доз. ниво
ММ1	39.3	62.3	62.28		44	Прелази доз. ниво
ММ2	25.6	40.3	40.15	40		Не пр. доз. ниво
ММ2	24.7	40.5	40.4		35	Прелази доз. ниво

3. ПРОЈЕКТОВАЊЕ СИСТЕМА ЗАШТИТЕ ОД БУКЕ

У циљу смањења нивоа буке у оквир дозвољених граница, планиране су и реализоване су следеће активности:

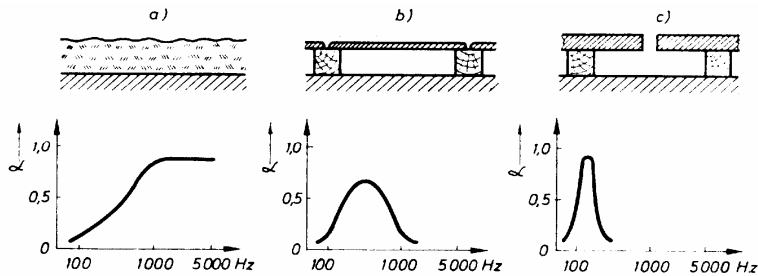
1. Изградња заштитног зида изнад зграде вентилаторског постројења на граници власништва према стамбеној јединици која је угрожена буком,
2. Затварање свих отвора на згради вентилаторског постројења у сва три одељења, са посебним освртом на отворе између зида и кровне конструкције,
3. Замена поломљених салонитних табли на крову објекта вентилаторског постројења (сва три одељења),
4. Замена кровне конструкције на згради коморе за пригушивање и амортизацију звука,
5. Изградња спуштеног плафона на згради коморе за пригушивање и амортизацију звука,
6. Постављање изолације на плафону и зидовима коморе за пригушивање и амортизацију звука.

3.1. Звучни апсорбери

Због избора најефикаснијег начина и материјала за заштиту од буке, извршена је фреквентна анализа буке на карактеристичним мерним местима. На основу измерених проблематичних фреквенција одређује се тип звучног апсорбера. Са становишта заштите од буке најтеже је елиминисати буку на ниским фреквенцијама. У пракси се употребљавају три типа апсорбера: а) порозни; б) мембрански; в) резонаторски.

$$\alpha = \frac{P_a}{P_u} \quad (3)$$

Коефицијент апсорпције се дефинише као однос апсорбоване енергије у јединици времена P_a , и укупне енергије у јединици времена, P_u , коју донесе прогресивни талас на граничну површину.



Слика 2. Избор звучних апсорбера у зависности од фреквенцијског спектра буке и коефицијента звучне апсорпције

3.2. Мембрански апсорбери

Механички резонатори су системи који се састоје од мембране која може бити танка дрвена, метална, стаклена, кожна или пластична, причвршћене на зид преко носача и ваздушне коморе испуњене порозним материјалом која се налази иза плоче. Мембрана вибрира под утицајем звучних таласа при чему се троши звучна енергија.

Мерно место (ММ1) је најкритичније са становишта буке, па је због тога изабрано као меродавно за утврђивање мера заштите од буке.

На 1/3 октавном спектру буке на најкритичнијем мерном месту (ММ1), види се да су проблематични нивои буке на фреквенцијама:

- 31.5 Hz коме одговара ниво буке од 61.1 dB и
- 500 Hz коме одговара ниво буке од од 61.4 dB

С обзиром на фреквенцијски спектар буке, највећи ефекат звучне апсорпције може се постићи помоћу мембранских или резонаторских апсорбера.

Највећи губици енергије настају при резонанци:

$$f_r = 600 \sqrt{\frac{1}{M \cdot d}} \quad (4)$$

где је: M – површинска маса мембране [kg/m^2],
 d – дебљина ваздушне коморе [cm].

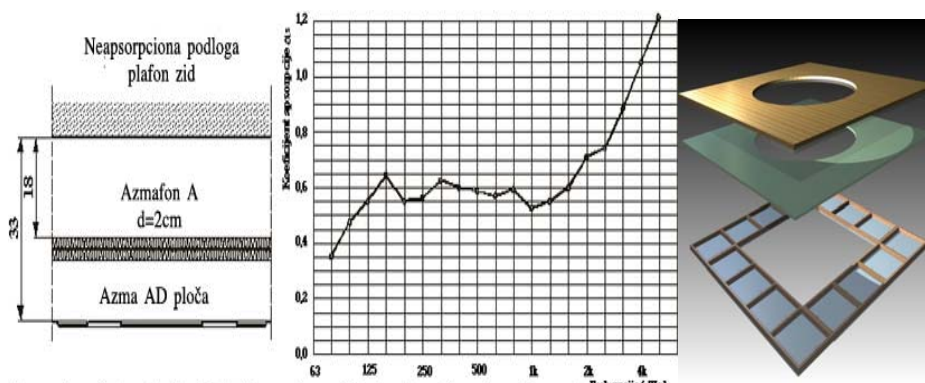
Коефицијент апсорпције ће се повећати ако се у простор ваздушне коморе смести апсорпциони материјал (обично није потребно по целој запремини).



Слика 3. Механички апсорбери без и са апсорпционим материјалом

3.3. Практична реализација мембранског апсорбера

Имајући у виду да се највиши ниво буке јавља на фреквенцији од 500 Hz, изабран је мембрански тип звучног апсорбера. Као апсорпциони материјал постављен је Азмафон А дебљине 20 mm, у комбинацији са Азма АД плочама, произвођача "Азма" Крагујевац.



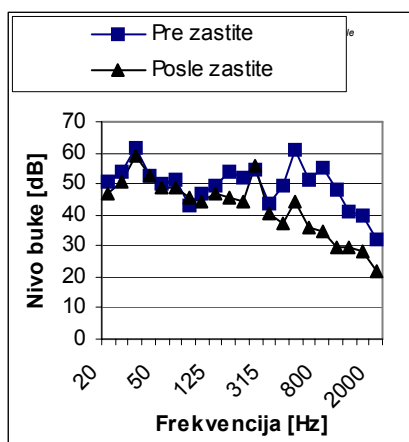
Слика 4. Апсорпционо фреквентна карактеристика за Азма АД плоче у комбинацији са АзмаФоном А

4. РЕЗУЛТАТИ МЕРЕЊА НИВОА БУКЕ И ФРЕКВЕНТНЕ АНАЛИЗЕ НАКОН РЕАЛИЗОВАНИХ МЕРА ЗАШТИТЕ ОД БУКЕ

На фреквенцијском спектру буке уочава се велико смањење нивоа буке на свим фреквенцијама, осим у подручју најнижих фреквенција од 31.5 Hz до 250 Hz.

Табела 2. Бука након реализације система заштите од буке

Мерно место	Постојећи ниво буке $L_{eq}(p)$ [dBA]	Укупни ниво буке $L_{eq}(u)$ [dBA]	Специфични ниво буке $L_{eq}(sp)$ [dBA]	Дозвољени ниво буке [dBA]		Оцена
				дан	ноћ	
MM1	41.9	48.1	46.9	47	47	Не прелази доз. ниво
MM2	23.5	32.0	31.3	40	35	Не прелази доз. ниво



Слика 5. Фреквенцијски спектар буке на мерном месту ММ1, пре и након постављања звучне изолације.

Након реализације мера заштите од буке, резултати мерења нивоа буке коју при свом раду ствара главни вентилатор за проветравање јаме "Јарандо" у Баљевцу, не прелазе дозвољене вредности које су дефинисане стандардима и Правилником.

Даље смањење нивоа буке у подручју најнижих фреквенција, могуће је остварити применом резонантног апсорбера, за резонантну фреквенцију од 31.5 Hz.

5. ЗАКЉУЧАК

Након реализације мера заштите од буке, резултати мерења нивоа буке коју при свом раду ствара главни вентилатор за проветравање јаме "Јарандо" у Баљевцу, показују да више не постоји угрожавање околине од овог звучног извора.

Даље смањење нивоа буке у подручју најнижих фреквенција, могуће је остварити применом резонантног апсорбера.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Петровић, З., Радичевић, Б., Бјелић, М., [2006]: *Заштита од буке главног вентилатора за проветравање јаме "Јарандо" ЈП ПЕУ Ресавица, Ибарски рудници каменог угља Баљевац*, Машински факултет Краљево;
- [2] Прашчевић, М., Цветковић, Д., [2005]: *Бука у животной средини*, Факултет заштите на раду у Нишу, Ниш;
- [3] Величковић, Д., [1990]: *Бука и вибрације 2*, Факултет заштите на раду у Нишу, Ниш;
- [4] Стандарди: JUS U.J6.090 i JUS U.J6.205;
- [5] Правилник о дозвољеном нивоу буке у животной средини, Сл. Гласник РС, бр. 54/92;
- [6] <http://www.azma.co.yu>.