

MOŽNOSTI ZNIŽOVANIA HLUKU VO VYBRANOM PRIEMYSELNOM PODNIKU

DENIS BENKO¹, KAROL BALOG², PAVOL ČEKAN³

Abstract — *The noise may be integrated into the most significant factor of the labour and working environment. Nowadays, millions of employees working in manufacturing and non-manufacturing sphere worldwide are exposed to noise interaction. Presented thesis is concentrated on consideration of noise exposure and determination of equivalent sound pressure level impacted on employees of companies. On the basis of taking experimental measurements and by determination of appropriate equivalent sound pressure level will be designed measures with utilization of noise isolating materials, their structural changes and spatial arrangement. Appropriate combination of modifications we can achieved more effective results that will have benefit for the company in terms of occupational health and reduce their mental stress and thereby will increase the concentration of employees for work. This will increase of productivity and the quality of work.*

Keywords — noise 1; technical measures 2; reduction of noise 3

Abstrakt — *Hluk možno zaradiť k najvýznamnejším faktorom práce a pracovného prostredia. V súčasnosti sú jeho pôsobeniu vystavení milióny zamestnancov na celom svete, ktorí pôsobia vo výrobnej, ale aj nevýrobnej sfére. Prezentovaná práca je zameraná na posúdenie hlukovej expozície a stanovenie ekvivalentnej hladiny akustického tlaku pôsobiaceho na zamestnancov spoločností. Na základe vykonania experimentálnych meraní a stanovením príslušnej ekvivalentnej hladiny akustického tlaku sa prostredníctvom získaných výsledkov navrhnu potrebné opatrenia s využitím zvukoizolačných materiálov, konštrukčných zmien, usporiadaním zdrojov hluku v priestore. Vhodnou kombináciou úprav možno doceliť efektívnejších výsledkov, ktoré budú prínosom pre spoločnosti v podobe ochrany zdravia zamestnancov a zníženia ich psychického zaťaženia, čím sa zvýši koncentrácia zamestnancov na pracovnú činnosť čo prinesie zvýšenú produktivitu a kvalitu práce zamestnancov.*

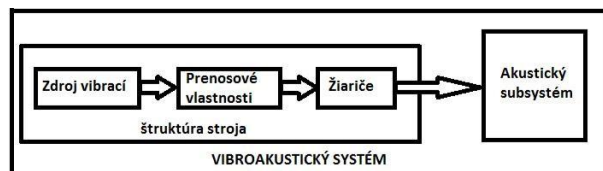
Kľúčové slová — hluk 1; technické opatrenia 2; znižovanie hlučnosti 3

ÚVOD

Hluk má celosvetovo dominantné miesto ako faktor rizikového pracovného prostredia. So stále sa zväčšujúcim sa a rastúcim priemyslom, zvyšuje sa aj počet ľudí vystavených hlukovej záťaži a možnosti vzniku chorôb z povolania, či iných dočasných alebo trvalých následkov. Preto je nanajvýš dôležité venovať dostatočnú pozornosť prevencii, monitorovaniu pracovného prostredia a následnému obmedzovaniu vystavovania zamestnancov nadmernému hlukovému zaťaženiu. Nadmerné hlukové zaťaženie, má dokázateľný negatívny vplyv na zdravia zamestnanca, jeho psychiku a tým spojenú koncentráciu na pracovnú činnosť, čo sa môže negatívne prejaviť aj zvýšeným výskytom pracovných úrazov či znížením produktivity práce zamestnanca.

1. VZNIK A ŠÍRENIE HLUKU

Problematika znižovania vibrácií rôznych zariadení je náročnou technickou disciplínou. Pri sledovaní hlučnosti strojov je nutné sledovať celý reťazec od zdroju vibrácií (budiacej sily) až po akustické prostredie s obsluhou stroja. Reťazec sa skladá z štyroch blokov ako môžeme vidieť na obrázku (obr. 1), pričom každý z týchto blokov môže výrazne ovplyvniť hladinu hluku. Z tohto dôvodu je nutné venovať patričnú pozornosť každému z týchto štyroch blokov. Prvé tri bloky sú súčasťou štruktúry stroja (subsystém, štruktúra), štvrtý blok je súčasťou akustického subsystému. Obidva tieto subsystémy tvoria spoločný vibroakustický systém (štruktúrálny - akustický systém) [1].



Obr. 1.: Reťazec vibroakustického systému [1]

¹ Benko Denis, Ing., Slovenská technická univerzita v Bratislave, Materiálovotechnologická fakulta v Trnave, UIBE, Botanická 49, Trnava, Slovenská republika, xbenkod@stuba.sk

² Balog Karol, prof.Ing., PhD, Slovenská technická univerzita v Bratislave, Materiálovotechnologická fakulta v Trnave, UIBE, Botanická 49, Trnava, Slovenská republika, karol.balog@stuba.sk

³ Čekan Pavol, Ing., PhD, Slovenská technická univerzita v Bratislave, Materiálovotechnologická fakulta v Trnave, UIBE, Botanická 49, Trnava, Slovenská republika, pavol.cekan@stuba.sk

Príčiny vzniku hluku všeobecne:

- vzájomný náraz alebo úder tuhých telies,
- vzájomné klzanie tvrdých telies, respektíve trenie medzi nimi,
- prúdenie plyných alebo kvapalných látok spôsobujúcich chvenie,
- vibrácie jednotlivých častí, výbuch a nárazové uvoľnenie stlačených plynov [2].

Príčiny vzniku hluku vo výrobných prevádzkach:

- nedostatočné riešenie akustickej záťaže v štádiu návrhu, respektíve vytvárania pracoviska,
- projektové riešenie s nimi počítalo, ale v realizačnej fáze sa vynechali (z finančných dôvodov) akustické úpravy pracoviska,
- vibroakustické údaje o zdrojoch hluku nie sú často dostupné (najmä hladiny akustického výkonu L_w , väčšinou pri starších strojoch), čím vznikajú chybné návrhy riešenia pri šírení hluku na pracoviskách,
- použité stroje ako zdroje hluku sa časom opotrebúvajú a zvyšuje sa ich hlučnosť (poškodia sa ložiská v rotujúcich strojoch, vzniká tzv. vôľa v posuvných kinematických dvojiciach a podobne), príčinou čoho je aj nedostatočná údržba strojov,
- nevhodné konštrukcie strojov ako zdrojov hluku (zlé osadenia, nezariadenie tlmičov do sústavy...),
- nepresná výroba finálnych produktov, respektíve ich osadenie priamo na konštrukciu (absencia pružného uchytania),
- nevhodné usporiadanie strojov a zariadení ako zdrojov hluku na pracoviskách a zmeny vyvolávané reštrukturalizáciou výroby a podobne [2].

2. MOŽNOSTI ZNIŽOVANIA HLUKU A VIBRÁCIÍ

Podľa zásahu do jednotlivých blokov sa metódy znižovania vibrácií a hlavne hluku delia na metódy:

- primárna (aktívne metódy),
- sekundárna (pasívne metódy).

Medzi primárne metódy patria úpravy a zníženie budúcich silových účinkov, zlepšujú sa prenosové vlastnosti štruktúry strojov (frekvenčné ladenie) a upravujú sa žiariče hluku (povrchy strojov). Je nutné predovšetkým venovať zvýšenú pozornosť výrobe jednotlivých súčastí stroja, ich vyvažovanie, opracovanie, presnosti, technologické montáže, vhodného výberu konštrukčných materiálov, použitie

vhodných tlmiacich vložiek, vhodné tvarovanie potrubí k zamedzeniu vzniku nestacionárneho prúdenia kvapaliny a pod. Rovnako dobre sa dá použiť pružné uloženie stroja za účelom zníženia prenosu vibrácií zo stroja do okolitého podlažia a naopak. Ďalej je vhodné vykonávať úpravu príslušného technologického pracovného procesu iným menej hlučným (náhrada nitového spoja skrutkovým spojom a pod.) [1].

Sekundárne metódy sa uplatňujú tam, kde nejde uplatniť žiadnu z primárnych metód. Medzi tieto metódy patria predovšetkým:

- Vibračné a hlučkové izolácie zdroju hluku (napr. stroju) od chráneného priestoru napr. vhodnou kapotážou, krytmi a uložením zdroja hluku. Cieľom týchto metód je zamedziť šíreniu mechanickej a akustickej energie do okolitého priestoru alebo na okolité stroje, prístroje, konštrukcie a pod.
- Vhodné priestorové rozmiestnenie hlučných strojov a zariadení v danom priestore tak, aby výsledná hlučnosť dosahovala minimálne hodnoty.
- Správne projektovanie výrobných hál, t.j. zabezpečiť dostatočnú priestornosť hál so stenami s vysoko pohltivými materiálmi, jednotlivé zdroje hluku oddeliť zvukovo izolačnými stenami a pod.
- Využívaním osobných ochranných prostriedkov (sluchové chrániče, prilby, vhodné pracovné odevy, antivibračné rukavice, obuv a pod.). Tieto pomôcky je nutné použiť tam, kde nebolo možné upraviť hluk vyššie uvedenými metódami, pretože tieto pomôcky zaťažujú pracovníka a sťažujú jeho pracovnú aktivitu.
- Medzi sekundárne metódy patrí aj tzv. aktívne riadenie (regulácia) zvuku, keď sa využíva interferencie zvukových vln primárneho a sekundárneho zdroja [1].

Účinné zníženie hluku sa dosiahne len vtedy, ak sa problém rieši systematicky. Pri formulovaní stratégie znižovania hluku a pri realizácii opatrení na zníženie hluku na nových a existujúcich pracoviskách by sa malo postupovať podľa nasledujúcich krokov:

- Stanovenie cieľov a spracovanie kritérií.
- Posúdenie hluku identifikovaním dotknutých oblastí – zahŕňa meranie a monitorovanie hlučnosti:
 - imisie na pracovných miestach, vplyv rôznych zdrojov hluku k imisii na pracovných miestach,
 - expozície osôb,
 - emisie zdrojov hluku, aby sa určilo poradie ich významnosti,
 - vytvorenie programu znižovania hluku, realizovanie vhodných opatrení,

- pravidelné monitorovanie a kontrolovanie účinnosti zavedených opatrení [2].

Ciele znižovania hluku majú vychádzať z toho, že hluk sa má znížiť na najnižšie možné hladiny. Hlavné ciele sa môžu vyjadriť pomocou imisných hladín hluku a/alebo expozičných hladín hluku. Zvyčajne sa berú do úvahy hodnoty s vážením A pre emisiu hluku a/alebo expozície hluku, ktoré nemajú prekročiť tieto hodnoty uvedené v Nariadení vlády č.115/2006 Z. z. o minimálnych zdravotných a bezpečnostných požiadavkách na ochranu zamestnancov pred rizikami súvisiacimi s expozíciou hluku [3].

Prvým krokom v postupe znižovania hluku na pracovisku a hlukového zaťaženia zamestnancov je analýza zdrojov hluku a podrobné stanovenie expozície hluku podľa normy podľa normy STN EN ISO 9612:2010-04 a správny výber stratégie merania. Příklad nameraných hodnôt expozície v praxi v potravinárskom priemysle je zobrazený v tabuľke (tab. 1), uvedené sú prepočítané hodnoty emisii hluku pre osem hodinovú pracovnú zmenu zvýšené o hodnotu neistoty merania + 1,4 dB pre všetky body merania. Uvedené sú taktiež hodnoty $L_{C, peak}$.

Tab. 1.: Namerané hodnoty expozície

Vážená hladina	Mer. bod	Prepočítaná hodnota zvýšená + U [dB]
LAEX, 8 h	A	89,32
	B	89,44
	C	89,65
	D	91,22
	E	90,43
L_{Cpk}	F	84,75
	A	93,44
	B	95,50
	C	94,90
	D	95,10
	E	95,50

Pri znižovaní hluku je predovšetkým potrebné sa sústrediť na oblasť výroby a použitia strojov, kde sa môžu realizovať najúčinnnejšie proti hlukové opatrenia.

3. METÓDY ZNIŽOVANIA HLUKU

Najlepších výsledkov sa dosahuje pri minimálnych finančných nákladoch kombináciou všetkých dosiahnuteľných opatrení. Sú však aj prípady, kedy je situácia neriešiteľná napríklad pri oklepávaní trosky pri elektrickom zváraní. Spôsoby používané pri boji s hlukom je možné rozdeliť do niekoľkých základných metód:

- 1. Metóda – redukcia hluku v zdroji, spočíva buď v úplnom odstránení zdroja hluku alebo v znižovaní

jeho hlučnosti. Tento spôsob boja s hlukom dáva najúčinnnejšie opatrenia, ktoré vyžaduje predovšetkým nižšie finančné náklady než opatrenia dodatočné. Metódu redukcie hluku priamo na zdroji je možné uplatňovať pri konštrukcii a stavbe strojov, technologických a dopravných zariadení, dopravných prostriedkov atď. Bohužiaľ nie je možné za súčasnej situácie poznania v obore technickej akustiky navrhovať stroje a strojné zariadenia úplne nehlučné, čo by v mnohých prípadoch ani nebolo žiaduce, pretože zvuk vyžarovaný strojným zariadením môže slúžiť k indikácii technického stavu stroja. Je preto nutné používať aj ďalšie sekundárne opatrenia [4].

- 2. Metóda – metóda dispozície je založená na vhodnom situovaní hlučných strojov a zariadení, respektíve celých hlučných priestorov od chránených a menej hlučných. Je na to treba pamätať hlavne pri územnom plánovaní, projektovaní priemyselných závodov, letísk, dopravnej infraštruktúry a to tak, aby hlučné prevádzky a stroje nepriaznivo neovplyvňovali akustickú pohodu v chránených priestoroch. Vo vnútri budov to znamená situovať chránené miestnosti na strane odľahlej od miestnosti, v ktorých sú zdroje hluku, pokiaľ nie sú dostatočne izolované proti šíreniu hluku vzduchom, tak aj konštrukciami stavby [4].
- 3. Metóda – metóda izolácie, spočíva v zvukovom odizolovaní hlučného stroja, zariadenia alebo celého hlučného priestoru od priestoru chráneného. Tieto metódy využíva predovšetkým stavebná akustika, ktorá sa zaoberá výpočtom, navrhovaním a stavbou zvukovo izolačných priečok, stropov, krytov a pod.. V strojárstve a priemysle sa používa najčastejšie v prípadoch, kedy už nie sú žiadne iné možnosti zníženia hlučnosti priamo v zdroji a dávajú hlučné stroje pod zvukovo izolačné kryty alebo zákryty, ktorých hlavným účelom je zamedziť šíreniu hluku do okolitého priestoru ako môžeme vidieť na obrázku [4].
- 4. Metóda – aplikuje poznatky priestorovej akustiky a využíva predovšetkým zvukovej pohltivosti, čo je vlastnosť niektorých hmôt a konštrukcií, ktorých úlohou je pohlcovať akustickú energiu a premeniť ju na teplo. Táto metóda sa používa pri znižovaní hlučnosti vo vnútorných priestoroch a v určitých akustický náročných priestoroch [4].
- 5. Metóda – spočíva v používaní osobných ochranných pomôcok. Uplatňuje sa až vtedy, keď všetky predchádzajúce uvedené metódy nebolo možné z určitých dôvodov použiť, alebo nedosahujú dostatočné zníženie hlukovej expozície človeka. V

týchto prípadoch musí pracovník používať osobné ochranné prostriedky ako sú rôzne tlmiace zátky vkladané do ucha, slúchadlové chrániče a prilby. V niektorých prípadoch je posledná možnosť ako znížiť expozíciu pracovníka skrátenie jeho pracovnej doby v hlučnom prostredí [4].

ZÁVER

V práci sú uvedené základne princípy návrhu technických opatrení a metód na zníženie hluku vo výrobných priestoroch, ako metóda redukcie hluku v zdroji, metóda dispozície, metóda izolácie, metóda priestorovej akustiky a metóda využitia OOPP. Najlepších výsledkov pri znižovaní hlučnosti sa dosahuje pri využití vhodnej kombinácie všetkých uvedených metód. Prednostne je treba využívať tie metódy, ktoré pri danom riešení problému dosahujú najlepšie zníženie hlučnosti a pritom sú cenovo dostupné.

ZOZNAM LITERATÚRY

- [1] MIŠUN V., 2005. *Vibrace a hluk*. Brno: CERM, ISBN:80-214-3060-5.
- [2] BECK Z., LAZAROVÁ P., 2013. *Znižovanie hluku v pracovnom prostredí*. IN: *Manažérstvo životného prostredia 2013*. Bratislava, s. 66 – 70. ISBN 978-80-89281-90-9.
- [3] STN EN ISO 11690-2 (01 1651) Akustika. Odporúčané postupy na navrhovanie nízkohlučných pracovísk vybavených strojovými zariadeniami. Časť 2: Opatrenia na znižovanie hluku.
- [4] NOVÝ R., 2000. *Hluk a chvení*. Praha: ČVUT, ISBN 80-01-02246-3.