

Obidve metódy závisia od mechanických vlastností používaných materiálov ako aj od spôsobu ich použitia [4].

## **6. SOCIÁLNO - EKONOMICKÉ ASPEKTY ZNIŽOVANIA HLUKU A VIBRÁCIÍ V PRIEMYSLE**

Ochrana človeka operátora pred účinkami hluku a vibrácií je zložitý vedecko - technický a súčasne sociálno - ekonomický problém. Zlepšenie podmienok práce má značný sociálny a ekonomický efekt.

### **6.1 SOCIÁLNE ASPEKTY VIBROOCHRANY ČLOVEKA OPERÁTOTA**

Sociálny efekt vibroochrany človeka operátora sa prejavuje v znížení hlučnosti, vo zvýšení pracovnej disciplíny, raste pracovnej a všeobecnej aktivity ľudí a v zlepšení celého radu ďalších ukazovateľov.

Na druhej strane, zvyšovanie bezpečnosti práce a ochrany človeka pred nežiadúcimi účinkami hluku a vibrácií vyžaduje doplnkové zdroje financovania, čo sa prejaví v raste výrobných nákladov. Preto je potrebné hľadať optimum medzi sociálnym a ekonomickým efektom pred hlukom a kmitaním.

V [6] je rozpracovaná koncepcia vyhodnotenia sociálneho prínosu zavádzania ochrany pred hlukom a kmitaním v prevádzke. Koncepcia vychádza z teórie tzv. primárneho rizika a metód analýzy straty - úžitku (prínos) používanej v radiačnej bezpečnosti.

Koncepcia primeraného riziku umožňuje optimalizovať prostriedky vynaložené na dosiahnutie zadanej úrovne bezpečnosti a straty vznikajúce pri nedostatočnej ochrane človeka pri danej úrovni bezpečnosti s cieľom dosiahnutia maximálneho efektu pre ten ktorý druh činnosti.

Vychádza z predpokladu, že každá ľudská činnosť je spojená s určitým rizikom, výsledkom ktorého môže byť trauma, bolesť a tiež úmrtie.

Veľkosť rizika je určená pravdepodobnosťou nešťastnej udalosti, ktorú možno s dostatočnou presnosťou určiť zo štatistických údajov.

Ako kritérium je vhodné použiť úroveň výkonu vibrácií alebo dávku vibrácií. Pravdepodobnosť výskytu chorôb z vibrácií rastie s úrovňou kontaktných vibrácií a jej hodnoty udáva tab. 8.

Pravdepodobnosť onemocnenia chorobou z vibrácií pri pôsobení lokálnych a všeobecných vibrácií

Tabuľka 8

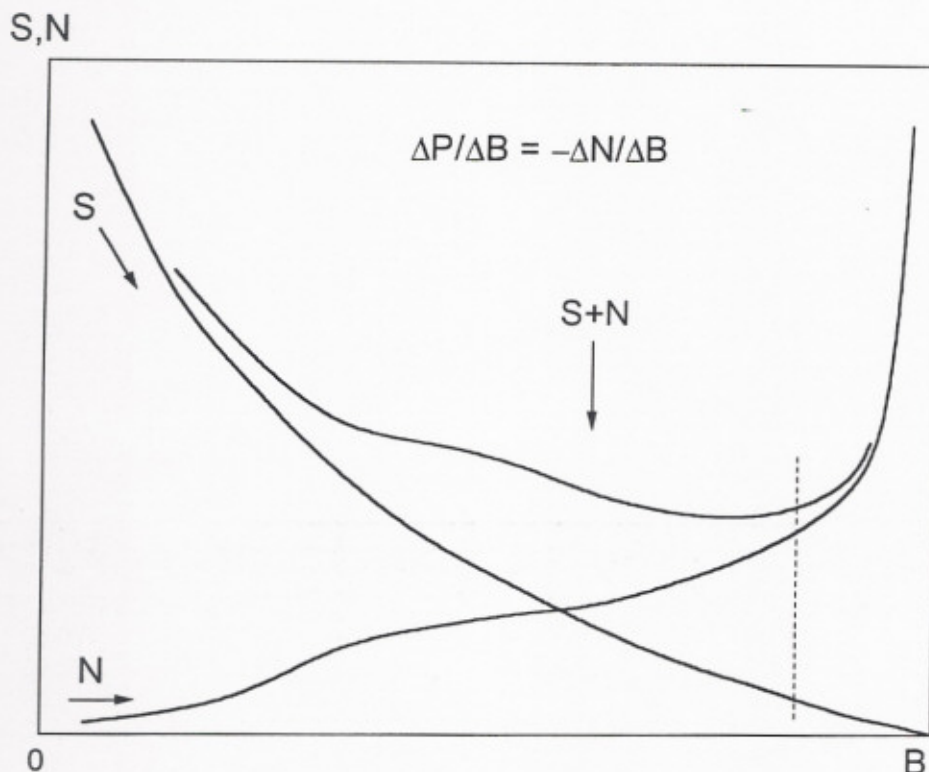
Dĺžka pôsobenia (v rokoch)	Úroveň intenzity lokálnych alebo všeobecných vibrácií (v dB)						
	110	111	112	113	114	115	116
5	0,0025	0,0035	0,005	0,007	0,01	0,012	0,015
10	0,005	0,007	0,010	0,017	0,025	0,03	0,045
15	0,015	0,022	0,030	0,037	0,045	0,06	0,080
Dĺžka pôsobenia (v rokoch)	Úroveň intenzity lokálnych alebo všeobecných vibrácií (v dB)						
	117	118	119	120	121	122	123
5	0,02	0,03	0,04	0,05	0,065	0,08	0,10
10	0,06	0,075	0,09	0,11	0,13	0,15	0,18
15	0,09	0,11	0,13	0,15	0,18	0,21	0,23
Dĺžka pôsobenia (v rokoch)	Úroveň intenzity lokálnych alebo všeobecných vibrácií (v dB)						
	124	125	126	127	128	129	130
5	0,12	0,15	0,17	0,20	0,23	0,26	0,30
10	0,21	0,23	0,26	0,30	0,34	0,38	0,43
15	0,27	0,30	0,34	0,38	0,43	0,47	0,52
Dĺžka pôsobenia (v rokoch)	Úroveň intenzity lokálnych alebo všeobecných vibrácií (v dB)						
	131	132	133	134	135	136	137
5	0,34	0,37	0,43	0,47	0,54	0,59	0,66
10	0,49	0,54	0,60	0,66	0,74	0,79	0,87
15	0,58	0,64	0,70	0,77	0,84	0,90	0,97

Ako vidieť z predchádzajúcich údajov, optimálny pomer strát a prínosu bude závisieť od úrovne prijatého rizika nežiadúcich následkov a jednotlivých vplyvov vibrácií.

Určenie primeraného rizika umožňuje zvýšiť sociálno - ekonomický efekt prijímaných opatrení vibroochrany človeka operátora.

Vychádzajúc z uvedeného tvrdenia pre profesionálnu činnosť kategórie I

(tab. 7), t.j. nebezpečná prevádzka, je miera rizika  $< 1 \cdot 10^{-4}$  na človeka za rok. Potom straty  $S$ , pre mieru bezpečnosti  $B = 1$  (úroveň ochrany pred vibráciami) sa blížia k nule (obr. 12). A naopak, ak  $B < 1$ , straty narastajú.



Obr.12 Schéma diferenciálnej analýzy straty - úžitok.

Súčasne pre zabezpečenie vibroochrany sú nutné náklady, ktoré závisia od úrovne vibroochrany. Úroveň vibroochrany (parameter  $B$ ) je podmienená tiež veľkosťou podniku a iba ťažko dosiahneme hodnotu  $B = 1$ . Niektoré technologické procesy však nemožno pre ich zložitosť vôbec zabezpečiť z hľadiska vibro a hluko ochrany.

Našou snahou však je minimalizovať náklady  $N$  potrebné pre dosiahnutie úrovne bezpečnej prevádzky a tiež straty  $S$ , vznikajúce z nedostatočnej vibroochrany pracovníkov.

Nutnou podmienkou je zabezpečenie normatívnych požiadaviek ochrany pred hlukom a kmitaním.

Prínos, ktorý dosiahneme ako výsledok zabezpečenia určitého stupňa bezpečnosti pri zohľadnení výhod, ale aj nákladov a strát, môžeme vyjadriť

$$P = E - N - N_p - S > 0, \quad (6.1)$$

kde  $E$  je dosiahnutá ekonomičnosť prostriedkov,  
 $N_p$  je sú základné prevádzkové náklady.

Za predpokladu, že  $E, N_p$  nezávisia od  $B$  môžeme stanoviť optimum pre  $P$  z podmienky

$$\frac{\Delta P}{\Delta B} = 0 \Rightarrow \frac{\Delta N}{\Delta B} = -\frac{\Delta S}{\Delta B}. \quad (6.2)$$

V bode optima (obr. 12), ďalšie znižovanie miery risku je bezpredmetné a plytvá náklady a úsilie.

Kvantitatívny ukazovateľ sociálneho efektu vibroochrany (kladný sociálny efekt) možno vyjadriť

$$E_s = X_1 - X_2, \quad (6.3)$$

kde  $X_1, X_2$  sú hodnoty sociálnych efektov pred a po vykonaní konkrétneho opatrenia na ochranu pred nežiadúcimi účinkami vibrácií a hluku v jednotkách merania ako sú nemocnosť v človekodňoch, frekvencia nemocnosti na 100 pracovníkov a pod.

Dosiahnutie kladného sociálneho efektu v rade prípadov môže slúžiť ako podklad pre realizáciu opatrení na zníženie hlučnosti alebo vibrácií v prevádzke. Sociálny efekt podmieňuje aj ekonomický efekt, ktorý sa však prejaví až za určité časové obdobie.

## **6.2 EKONOMICKÁ EFEKTÍVNOSŤ OCHRANY PRED ÚČINKAMI HLUKU A VIBRACÍÍ**

Úplnou charakteristikou ekonomických strát, spôsobených nežiadúcimi účinkami vibrácií na človeka operátora je rast strát na jednotku produkcie. Tieto straty rastú s nárastom počtu dní práceneschopnosti, čiastočnou stratou profesijnej schopnosti, poklesom produktivity práce a rastom nákladov potrebných na liečenie. Do strát treba zaradiť aj náklady na vyplácanie príplatkov za prácu v zdraví škodlivom prostredí, predčasného odchodu do dôchodku a náklady na výchovu nových špecialistov a rekvalifikáciu ľudí postihnutých chorobami spôsobenými nadmerným hlukom a vibráciami atď.

Dosiaľ neexistuje univerzálna metóda výpočtu a ekonomickej analýzy bezpečnosti práce. Je to spôsobené množstvom premenných faktorov vplyvajúcich na zhodnotenie podmienok práce a ich závislosť a previazanosť s organizáciou práce a technologickou úrovňou výroby.

Spätosť sociálnych a ekonomických výsledkov je charakterizovaná ukazovateľom využívania pracovného času, ktorý vyjadruje zvýšenie jeho efektívnosti využívania resp. zníženie strát pracovného času.

Rast produktivity práce možno určiť zo vzťahu

$$\Delta p = \frac{T_1 - T_2}{T_2} \cdot 100, \quad (6.4)$$

kde  $\Delta p$  je prírastok produktivity práce resp. skrátenie stratových časov,  
 $T_1, T_2$  sú straty do a po zavedení opatrení v človekohodinách.

Zníženie strát pracovného času z pohľadu zníženia úrovne chorôb z titulu nadmerného hluku a vibrácií po zavedení opatrení na ich zníženie možno vyjadriť vzťahom

$$\Delta S = \frac{D_1 - D_2}{100} \cdot n, \quad (6.5)$$

kde  $D_1, D_2$  je počet dní pracovnej neschopnosti spôsobenej vibráciami a hlukom na 100 pracovníkov pred a po zavedení opatrení,  
 $n$  je počet pracovníkov.

Pri stabilnej výrobe prírastok produktivity práce podmieňuje zníženie počtu pracovníkov, ktorý určíme zo vzťahu

$$n_{\Delta} = \frac{Q}{p_1} - \frac{Q}{p_2}, \quad (6.6)$$

kde  $n_{\Delta}$  je počet voľných pracovníkov,  
 $Q$  je objem výroby za rok,  
 $p_1, p_2$  je priemerná produktivita práce po zavedení opatrení v Sk.

Zníženie počtu pracovníkov ako výsledok rastu produktivity práce v dôsledku zlepšenia pracovných podmienok, dáva možnosť znižovať objem mzdového fondu a tiež prostriedky na sociálne fondy (nemocenské) a fondov na zdravotné a ochranné pomôcky a prostriedky. Zlepšenie pracovných podmienok dáva možnosť

znižit' počet pracovníkov pracujúcich v zdraví škodlivom prostredí a tým znižovať náklady na príplatky za prácu v tomto prostredí.

Ekonomický prírastok, v dôsledku zvýšenia vibro a hluko ochrany človeka operátora možno určiť zo vzťahu

$$\Delta E = n_{\Delta} (V_{\phi} + N_{\phi} + N_z) + (V_{K_{\phi}} + L_{\phi} + N_p) + E_k, \quad (6.7)$$

- kde  $V_{\phi}$  je priemerný ročný plat pracovníka pracujúceho v zdraví škodlivom prostredí daného typu, vrátane odmien a sociálnych dávok,  
 $N_{\phi}$  sú priemerné ročné náklady na zdravotné a ochranné pomôcky a prostriedky na jedného pracovníka,  
 $N_z$  sú priemerné ročné náklady na pomocné služby (šatne, sprchy),  
 $n_{\Delta}$  je počet tzv. uvoľnených pracovníkov po zavedení opatrení na zvýšenie bezpečnosti práce,  
 $V_{K_{\phi}}$  je priemerná cena liečebno - rehabilitačných služieb na jedného pracovníka,  
 $N_p$  sú náklady na stravovanie pracovníka pracujúceho v zdraví škodlivom prostredí,  
 $E_k$  ročné náklady na rekvalifikáciu sa určia pomocou vzťahu

$$E_k = n_{\phi} \left(1 - \frac{K_2}{K_1}\right) \cdot C_{\phi}, \quad (6.8)$$

- kde  $n_{\phi}$  je priemerný počet pracovníkov navštevujúcich rekvalifikačné kurzy,  
 $C_{\phi}$  sú priemerné náklady na jedného rekvalifikujúceho sa robotníka,  
 $K_1, K_2$  sú koeficienty nestálosti kádrov do a po zavedení opatrení, ktoré sa určia pomocou vzťahu

$$K_{1,2} = \frac{n_{\Delta}}{n} \cdot \alpha \cdot 100, \quad (6.9)$$

- kde  $n_{\Delta}$  je počet uvoľnených pracovníkov na vlastnú žiadosť,  
 $n$  je celkový počet pracovníkov organizačnej jednotky,  
 $\alpha$  je koeficient zohľadňujúci počet pracovníkov, ktorí nemôžu pracovať v podmienkach práce s vibráciami a v hlučnom prostredí.

Rast produktivity práce nevyjadruje len počet uvoľnených pracovníkov vykonávajúcich danú prácu, ale aj rast produkcie (objemu výroby).

Ak produktivita narástla v dôsledku zlepšenia podmienok práce, potom rast produktivity možno vyjadriť vzťahom

$$\Delta Q = p_1 \frac{n_{\Delta}}{100} \cdot n_m, \quad (6.10)$$

kde  $n_m$  je počet pracovníkov zapojených do opatrení pre zníženie vibrácií,  
 $n_{\Delta}$  určuje sa zo vzťahu (6.6) pre počet  $n_m$ .

Ekonomickosť nákladov na zvýšenie úrovne hluku a vibroizolácie sa potom určuje pomocou vzťahu

$$E = \Delta E + \Delta Q \cdot c - N_j - N_e, \quad (6.11)$$

kde  $c$  je cena na jednotku produkcie,

$N_j$  sú jednorázové náklady na zavedenie opatrení,

$N_e$  sú prevádzkové náklady na obsluhu zavedených prostriedkov vibro a hlukoochrany.

Sociálno - ekonomická efektívnosť opatrení sa určuje koeficientom efektívnosti

$$E_{\Delta} = \frac{E}{N_e}. \quad (6.12)$$

Opatrenia považujeme za ekonomicky efektívne ak

$$E_{\Delta} > E_n,$$

kde  $E_n$  je normatívny koeficient ekonomickej efektívnosti kapitálových vkladov (obyčajne  $E_n = 0,15$ ; v prípade realizácie opatrení na ochranu zdravia pri práci  $E_n = 0,08$ ).