

613.644:358.43:629.13

HODNOCENÍ HLUKOVÉ ZÁTĚŽE PŘÍSLUŠNÍKŮ INŽENÝRSKO-LETIŠTNÍ SLUŽBY VOJENSKÝCH LETIŠŤ

Npor. MUDr. Martin PAPÁČ
Ústav leteckého zdravotnictví, Praha
(náčelník: plk. doc. MUDr. Jiří Šulec, CSc.)

Úvod

Příslušníci inženýrsko-letištní služby (dále ILS) jsou v době plnění svých povinností vystaveni extrémně vysokým hladinám hluku. Tato skutečnost se odráží v počtu nemocných nedoslýchavostí různého stupně, zjištěné až u 50 % pracovníků (1). Nepříznivé působení leteckého hluku na sluch příslušníků ILS potvrzuje i dočasný posun jejich sluchových prahů na frekvencích 2000, 4000 a 8000 Hz o 10, 12 a 10 dB a u techniků kontrolujících motory letadel dokonce až o 17, 35 a 42 dB (2).

Abychom mohli komplexně posoudit riziko poškození sluchu příslušníků ILS, musíme hodnotit jednak časový interval chodu motorů letadla v jednotlivých režimech, jednak útlumové vlastnosti používaných protihlukových ochranných prostředků. Z těchto hodnot vypočteme maximální přípustnou dobu hlukové expozice příslušníků ILS, kteří se účastní motorové zkoušky letadla. Takto prováděné hodnocení hlukové zátěže konkretizujeme na letadle Su-25.

Metodika

Hluk letadla Su-25 charakterizují hodnoty hladin akustického tlaku v jednotlivých oktávových pásmech (3). Sluch technika chrání protihlukový osobní

ochranný pracovní prostředek (dále OOPP). Hladinu hluku dosaženou pod OOPP ve vnějším zvukovodu vyjadřujeme pojmem vnímaná hladina hluku \dot{L}_A . Stanovujeme ji výpočtem, ve kterém uvažujeme i s útlumovými konstantami protihlukového OOPP:

$$\dot{L}_A = 10 \log \sum_{i=1}^k 10^{0.1 (L_{oi} + K_{Ai} - K_{ui})} / \text{dB (A)} / [1]$$

kde: L_{oi} je hladina akustického tlaku v i-tém oktávovém pásmu (dB)
 K_{Ai} je korekce určená relativním průběhem váhové křivky filtru A zvukoměru (dB)
 K_{ui} je útlumová konstanta OOPP v i-tém oktávovém pásmu (dB)
 k je počet kmitočtových pásem

Jestliže pracovníka nechrání OOPP, uvažujeme $K_u = 0$, a potom se vypočítaná \dot{L}_A rovná hladině hluku L_A . Rozdíl mezi hladinou L_A a vnímanou hladinou \dot{L}_A udává střední útlum E (efektivnost) protihlukového OOPP. Tato hodnota není konstantní, mění se v závislosti na kmitočtovém složení hluku.

Pro hodnocení hlučnosti pracovišť se používá ekvivalentní hladina hluku L_{Aeq} vztažená k pracovnímu dni (týdnu) (4). Protože vnímaná hladina hluku \dot{L}_A je rozhodující pro hodnocení rizika poškození sluchu

příslušníků ILS, vztah pro výpočet L_{Aeq} (5) jsme upravili pro výpočet vnímané ekvivalentní hladiny hluku \dot{L}_{Aeq} dosažením vnímaných hladin hluku \dot{L}_{AI} :

$$\dot{L}_{Aeq} = 10 \log \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n f_i \cdot 10^{0,1L_{AI}/dB(A)} / [2]$$

kde: \dot{L}_{AI} je vnímaná hladina hluku I-tého hladinového intervalu /dB(A)/

f_i je míra časového výskytu hladiny \dot{L}_{AI} (h, min, s)

n je počet hladinových intervalů

Při hodnocení hlukové zátěže příslušníků ILS vycházíme z hladin akustického tlaku L_0 naměřených na jejich pracovních místech při jednotlivých režimech chodu motorů letadla Su-25 (3). Ze vztahu [1] vypočítáme hodnoty vnímaných hladin hluku \dot{L}_{AI} , které přiřazujeme k chodu motorů při určitém režimu. Změny režimu chodu motorů považujeme za skokové a každou změnu režimu provázíme změnou hladiny \dot{L}_{AI} . Délka trvání jednotlivých režimů je současně mírou výskytu f_i hladiny \dot{L}_{AI} . Dosažením těchto hodnot do vztahu [2] jsme vypočítali uvažovaným technikům vnímanou ekvivalentní hladinu hluku \dot{L}_{Aeq} za jednu motorovou zkoušku, která přesahuje přípustnou hodnotu $L_{Aeq} = 85$ dB (A). V zájmu ochrany sluchu příslušníka ILS proto musí být trvání motorové zkoušky, tj. trvání jednotlivých režimů chodu motoru, časově omezené.

Přípustné doby expozice osob, které jsou všeobecně platné, vyplývají ze vztahu [2] po doplnění hodnoty $\dot{L}_{Aeq} = 85$ dB(A) a proměnné hodnoty \dot{L}_A . Získané hodnoty však platí pouze za předpokladu expozice pracovníka konstantní hladině hluku během celé pracovní směny. V praxi jsou mnohem častější hladiny hluku v čase proměnné. Potom výslednou hlukovou zátěž vypočítáme podle procentuálního přepočtu. Ze vztahu [2] zjistíme přípustnou dobu expozice technika hluku letadla v určitém režimu chodu motorů, která představuje 100 %. Podíl trvání režimu (hladiny hluku \dot{L}_A) na přípustných expozičních dobách vyjádříme v procentech. Součet procent za celou

pracovní směnu rovný stu zabezpečí dodržení přípustné vnímané ekvivalentní hladiny hluku $\dot{L}_{Aeq} = 85$ dB(A).

Motorová zkouška letadla, prováděná předepsaným způsobem, znamená konstantní hlukovou zátěž technika letadla. Tato zátěž překračuje přípustnou hodnotu. Jestliže z provozních důvodů není možné příslušníka ILS vystřídat, stanovujeme přípustný interval před opakováním této hlukové expozice. Uvažovanou pracovní dobu (den, týden) prodloužíme o hodnotu procent nad sto a zjistíme časový úsek, po kterém uvažovaná hluková zátěž nebude znamenat překročení požadované hodnoty $\dot{L}_{Aeq} = 85$ dB(A).

Výsledky

V tabulce 1 jsou uvedeny naměřené hodnoty hladin hluku L_A na pracovních místech dvou příslušníků ILS, kteří se účastní motorové zkoušky letadla Su-25. Tito používají ochranné přilby, a proto v této tabulce uvádíme i vypočítané hodnoty vnímaných hladin hluku \dot{L}_A a efektivnost E protihlukových ochranných přileb typů PP-1 a POP-6.

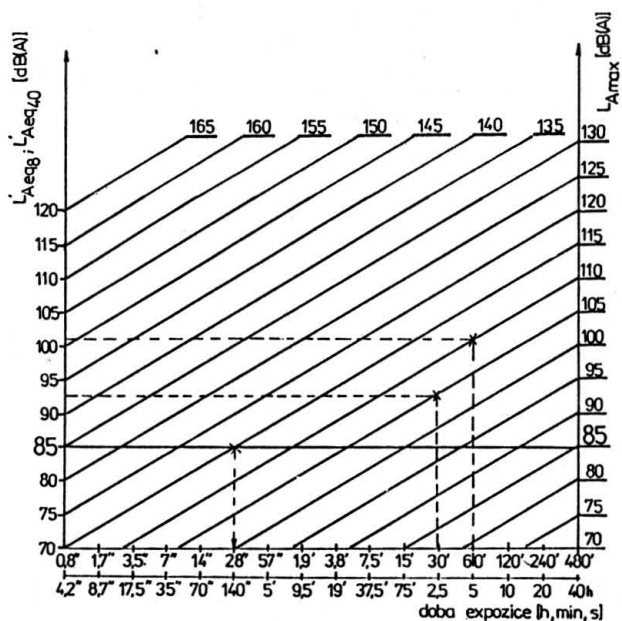
Na grafu č. 1 uvádíme všeobecně platné intervaly, vypočítané ze vztahu [2] pro pracovní den (týden). Hodnoty uvedené v grafu platí pro nechráněný sluch osob a současně jsou to hodnoty vnímaných hladin hluku \dot{L}_{Amax} . Ty zjišťujeme odečtením středního útlumu E používaného protihlukového OOPP od reálných hodnot hladin L_{Amax} . Tento graf umožňuje i výpočet hodnoty \dot{L}_{Aeq} za pracovní den (týden).

Z tabulky 1 a grafu č. 1 vyplývá, že technik, který kontroluje chod motorů letadla Su-25 v ochranné přilbě POP-6, může bez rizika poškození sluchu vykonávat tuto činnost 12 hodin za týden při volnoběžném režimu, nebo 8 minut při režimu ohřev, nebo jen 2,5 minuty při maximálním režimu chodu motorů. Každá tato jednotlivá expozice znamená stoprocentní „vyčerpaní“ přípustné hlukové zátěže. Proto při zjištění sumární zátěže za celou motorovou zkoušku použí-

Tabulka 1

Naměřené hodnoty hladin hluku L_A , vypočítané hodnoty vnímaných hladin hluku \dot{L}_A a efektivnosti E protihlukových ochranných přileb na pracovních místech dvou techniků letadla Su-25

Režim	Protihluková ochranná přilba	Technik kontrolující chod motorů letadla Su-25			Technik při celkové kontrole letadla Su-25		
		L_A	\dot{L}_A	E	L_A	\dot{L}_A	E
volnoběh	PP-1	111,7	86,1	25,6	100,7	77,6	23,1
	POP-6		89,4	22,3		81,0	19,7
ohřev	PP-1	131,7	105,6	26,1	119,9	94,8	25,1
	POP-6		109,8	21,9		99,0	20,9
maximál	PP-1	135,5	-	-	125,5	-	-
	POP-6		-	-		-	-



Příklad odečtu:

$L_{Amax} = 115 \text{ dB(A)}$přípustná doba pobytu $t = 28 \text{ s}$
 $L_{Amax} = 105 \text{ dB(A)}$, $t = 30 \text{ min}$ $L_{Aeq} 8 \text{ h} = 92,5 \text{ dB(A)}$
 $L_{Amax} = 110 \text{ dB(A)}$, $t = 5 \text{ hod}$ $L_{Aeq} 40 \text{ h} = 101 \text{ dB(A)}$

Graf č. 1.: Závislost mezi L_{Amax} , dobou expozice a ekvivalentní hladinou hluku L_{Aeq}

váme procentuální přepočtení, tak jak to ukazuje tabulka 2. V tabulce uvádíme časy trvání jednotlivých režimů, které zahrnuje motorová zkouška letadla Su-25. Podíl skutečného trvání vnímaných hladin hluku L_A na přípustných dobách expozic vyjadřujeme v procentech. Součet procent rovný stu zabezpečí dodržení limitu $L_{Aeq} = 85 \text{ dB(A)}$.

Z uvedených výsledků je patrné, že jedna motorová zkouška letadla Su-25 znamená téměř dvojnásobné překročení týdenní přípustné hlukové expozice technika, který kontroluje chod motorů. Snížení hlukové zátěže můžeme dosáhnout buď zkrácením režimu ohřev (a novým výpočtem podle tab. 2), anebo prodloužením intervalu před opakováním stejné motorové zkoušky o hodnotu procent nad sto, tj. o 95,76 %. Potom při jednom opakování motorové zkoušky uvažovaným technikem za dva pracovní týdny nevzniká riziko poškození jeho sluchu. V tab. 3 uvádíme závěry i pro druhého technika letadla Su-25 pro obě používané protihlukové přílby.

Tabulka 2

Výpočet týdenní expozice technika letadla Su-25

1	2	3	4
režim volnoběh	5,5'	12 h	0,76 %
režim ohřev	14,0'	8 '	175,0 %
režim maximál	0,5'	2,5 '	20,0 %
		celkem	195,76 %

Poznámka: sloupec 2 – skutečné trvání chodu pohonných jednotek v jednotlivých režimech
 sloupec 3 – maximálně přípustné doby expozice technika za 1 pracovní týden
 sloupec 4 – procentuální vyjádření skutečné týdenní hlukové zátěže technika při typické motorové zkoušce

Diskuse

Příslušníci ILS nejsou hluku exponováni jen po dobu motorové zkoušky letadla. Příprava letadla k letu v letových dnech zvyšuje celkovou hlukovou zátěž. Skutečné trvání expozice je různé. V rozsahu tohoto článku není možné tuto variabilitu postihnout. Tab. 2 je konstruována tak, že umožňuje výpočet individuální zátěže. Do sloupce 2 doplníme součet trvání určitého režimu za pracovní den (týden).

K přesnému časovému vymezení působení hluku s určitou hladinou (graf č. 1) je potřebné uvést i charakteristiku tichého pracovního prostředí. Příslušníci ILS vystavení extrémním hladinám hluku mají ve zbytku pracovní doby pobývat v prostředí, kde hladina hluku $L_A = L_A \leq 75 \text{ dB(A)}$. Tento závěr vyplývá ze vztahu [2]. Hluk s hladinou o 10 dB nižší, než je požadovaný limit, zvyšuje celkové množství akustické energie jen nepatrně.

Efektivnost útlumu protihlukových přileb není konstantní, závisí na kmitočtovém složení hluku. Jak potvrzuje tab. 1, již změna režimu motorů stejného letadla ovlivňuje útlumové vlastnosti přileb. Kmitočtové složení hluku proudových letadel je však podobné, a proto při odhadu hlukové zátěže příslušníků ILS

Tabulka 3

Přípustné opakování typické motorové zkoušky

Pracovní místo	Typ ochranné přílby	
	PP-1	POP-6
technika při celkové kontrole letadla Su-25	3krát za 2 prac. týdny	1krát za 2 prac. týdny
technika při kontrole chodu motorů letadla	15krát za 1 prac. týden	4krát za 1 prac. týden

z grafů křivek stejných hladin hluku můžeme uvažovat průměrnou efektivnost $E = 25 \text{ dB}$ u protihlukové ochranné přílby PP-1 a $E = 20 \text{ dB}$ u přílby POP-6. Tyto přílby jsou ve srovnání se zahraničními výrobky méně účinné.

Uvažujeme o způsobu odpočinku příslušníků ILS na vojenských letištích. V době mimo plnění pracovních povinností se obvykle zdržují 100–200 metrů od letadel stojících na volném prostranství. V době přestávky si odkládají protihlukové ochranné přílby. Starující a pojíždějící letadla v této vzdálenosti generují takové množství akustické energie, že hladina hluku i v této vzdálenosti od stojánky dosahuje $L_A = L_A = 100 \text{ dB(A)}$. Sluch „odpočívajících“ techniků je vlastně exponován stejným vnímaným hladinám hlu-

ku jako v těsné blízkosti letadla při používání přilby PP-1 s efektivností $E = 25$ dB. Logickým požadavkem by bylo trvalé nošení ochranných přileb během celého letového dne. Požadovat celodenní nošení ochranných přileb není reálné vzhledem k hmotnosti přilby. Potom můžeme zabránit zvyšování rizika poškození sluchu jediné vyčleněním budovy (obytné buňky, mobilní obytné buňky) pro odpočinek příslušníků ILS. Toto zařízení musí mít dostatečné zvukoisolační vlastnosti, aby hladina hluku uvnitř nepřesahovala $L_A = 75$ dB(A). Po splnění této podmínky bude povoleno odložit si ochrannou přilbu bez rizika poškození sluchu.

Závěr

Hluková expozice příslušníků ILS vojenských letišť závisí na hladinách hluku generovaných letadly, na kmitočtovém složení hluku, na útlumových vlastnostech používaných protihlukových ochranných přileb a v neposlední řadě na časovém působení hluku na jejich sluch. Zdravotnická služba může ovlivnit jen poslední z uvedených faktorů. Proto popisujeme způsob hodnocení hlukové zátěže a výpočet časového omezení přítomnosti techniků letadla Su-25 při provádění motorové zkoušky. Výpočet konkretizuje změny v organizaci práce a odpočinku příslušníků ILS a vytváří předpoklady pro snížení výskytu jejich profesionální nedoslýchavosti.

Souhrn

Na příkladu stanovení podmínek pobytu dvou techniků v hlukovém poli letadla Su-25 autor popisuje způsob hodnocení hlukové zátěže sluchu příslušníků ILS. Vzhledem k používaným protihlukovým ochranným prostředkům vychází z vnímaných hladin hluku, tj. z hladin hluku, které jsou dosahované pod ochrannými prostředky. Tyto hodnoty využívá pro stanovení vnímaných ekvivalentních hladin hluku za pracovní den (týden). Při překročení přípustné úrovně zkracuje dobu pobytu příslušníka ILS v hlukovém poli letadla nebo při konstantní hlukové zátěži (motorová zkouška letadla) stanovuje přípustný časový interval jejího opakování.

Literatura

1. ŠULC, J.: Hluková zátěž příslušníků pozemního personálu na vojenských letištích. *Voj. zdrav. Listy*, 44, 1975, č. 6, s. 217–223.
2. RUDNYJ, N. M. aj.: *Aviacionnaja medicina*. Moskva, Medicina 1986.
3. PAPÁČ, M. – HORÁČEK, P.: Vnější hluk letadla Su-25. *Voj. zdrav. Listy*, 58, 1989, č. 5/6, s. 229–232.
4. Předpis MZ ČSR č. 41: Nejvyšší přípustné hodnoty hluku a vibrací – Příloha k vyhlášce č. 13/1977 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací. Praha, Avicenum 1977.
5. Předpis MZ ČSR č. 42: Směrnice, jimiž se stanoví způsob měření a hodnocení hluku a ultrazvuku v pracovním prostředí. Praha, Avicenum 1977.

Klíčová slova: Hluk letadla; Hluková zátěž sluchu pracovníků.