

613.693:613.64.[539.16]:614.898.5

OZÁŘENÍ LETECKÉHO PERSONÁLU SVÍTÍCÍMI BARVAMI

Podplukovník MUDr. Jaroslav HALÍK, VÚHEM, Praha-Střešovice

V našem letectvu je v poslední době věnována značná pozornost otázce, jaké jsou dávky ozáření svítícími radioaktivními barvami v kabinách letadel, a zda jsou tyto dávky škodlivé lidskému zdraví. Jelikož tato otázka zajímá hygienické orgány vojenské i civilní, považovali jsme za nutné tyto dávky změřit a zhodnotit je.

Svítící radioaktivní barviva se používají v leteckém průmyslu k označení všech přístrojů a zařízení, která jsou nutná k nočnímu létání. Tato barviva zajišťují bez použití světelného zdroje intenzivní luminiscenci nabarveného povrchu, a proto se používají k označování ciferníků, horizontů, tlačítek, nouzových a bezpečnostních

zařízení, k nápisům na palubních deskách. Jsou to v podstatě sulfidy se solí těžkého kovu, v nichž se nachází radioaktivní budič luminiscence. Tento budič může být alfa-zářič (Ra, MaTh, RaTh) nebo beta-zářič (Sr⁹⁰).

U nás jsou v současné době velmi rozšířena barviva vyráběná firmou Zeller-Radium (Teuffen — Švýcarsko). Podle údajů, daných nám k dispozici ÚVVVR Praha a Chemapolem, je obsah radioaktivních látek v různých typech barviv Zeller znázorněn na tab. 1.

Poměrně vysoký obsah radioaktivních látek je nebezpečím pro uživatele těchto barviv. Ohrožení může nastat nejen zevním ozářením při

TABULKA 1

Poř. čís.	Označení barviva	Obsah Ra mg/kg barvy	Obsah Sr ⁹⁰ mC/kg barvy	Poznámka
1	L 6	35	—	
2	L 7	45	—	
3	L 8	50 68	170 —	od r. 1959
4	L 10	90 105	170 —	od r. 1959
5	L 130	20	1000	Lumostabil
6	L 200	20	1500	Lumostabil

větším nahromadění barvených povrchů, ale také vniknutím radioaktivních částic do organismu dýchacími nebo zažívacími cestami. Oba používané prvky jsou biologicky nebezpečné pro svou vlastnost hromadit se v kostní tkáni s následným jejím poškozením za vzniku krevních chorob nebo nádorového bujení. Tyto všechny okolnosti s rostoucím zájmem veřejnosti o otázky ochrany před zářením vedly ke vzniku diskuse o ozáření leteckého personálu na palubách letadel.

Metodika

Provedli jsme proměření mnoha typů letadel, která se používají na našich letištích. Měřili jsme dávky záření v místech, kde pracuje letecký personál, na sedadlech pilotů, navigátorů, palubních mechaniků, na pákách a částech palubní desky, jichž se dotýkají ruce. Použili jsme přenosného bateriového beta-gama radiometru s ionizační komorou obsahu 0,95 l zn. Intendosimetr Mechanika. Přístroj měří s přesností $\pm 20\%$.

Vzhledem k tomu, že zdroj záření obsahuje spektrum alfa-beta-gama záření o různých energiích a tudíž i o různém průniku do organismu, měřili jsme přístrojem jednak povrchovou intenzitu měkkého záření, jednak intenzitu záření tvrdého.

Z technických důvodů nám jako filtr měkkého záření byl nejprístupnější kryt na komoru z plexiskla o síle 5 mm. Zjistili jsme, že toto stínění propouští ještě 4,5 % záření a odpovídá stínicí vrstvě 530 mg/cm² Al nebo 6,32 mm vodního sloupce. Filtr na komoře propouštěl tedy beta-částice o maximální energii nad 1,25 MeV, což by odpovídalo části záření z Y⁹⁰, přítomného na površích spolu s Sr⁹⁰, a záření gama z Ra²²⁶. Dá se tedy očekávat, že ozáření osob námi naměřené bude ve skutečnosti ještě o něco nižší. Citlivost a chyba našeho přístroje nám však tento rozdíl již nedovolují zjistit. K přesnému změření bude třeba použít přístroje založeného na jiném principu, např. scintilačního počítače s gama-

krystalem. Do té doby naše měření považujeme za orientační a předběžná.

V kabinách letadel jsme měřili intenzitu záření v místě rukou na řídicích pákách ve střední poloze, na úrovni hlavy a genitálií sedícího pilota nebo navigátora. Všimli jsme si i povrchové úpravy svíticích značek a nápisů, pořídili jsme seznam míst, zbytečně označených radioaktivní barvou v každém letadle. Podrobnosti byly předány přímo příslušným orgánům, a nejsou uváděny v této práci.

Výsledky

Výsledky měření můžeme shrnout do tabulky 2. V tabulce pro přehlednost uvádíme v odst. „měkké“ povrchovou dávkovou intenzitu záření, v odst. „tvrdé“ intenzitu tvrdého záření z údajů pro hlavu a genitálie.

TABULKA 2

Údaje v mr/hod.

Druh letounu	Typ	Místo měření	Měkké	Tvrdé
dopravní letadla	Tu 104	pilot	2	1
		navigátor	3,5	1
	Il 18	pilot	2,5	1
		navigátor	4,5	1,5
	Il 14	pilot	1 — 7	< 1
		navigátor	1,5 — 7,5	< 1
		palubní mechanik	7	1
	Li-2	pilot	1	0
	vertulník	pilot	2	1
	L 200	pilot	3	< 1
sportovní letadla	Aero 45	pilot	1	0
	Brigádýr	pilot	5,5	1
	C 105	pilot	2	< 1
	JAK	pilot	5	1,5
	C 205	pilot	2	< 1
	HC-2	pilot	2	1

Při proměřování palubních přístrojů k nalezení maxima záření jsme naměřili tyto hodnoty (měřeno otevřenou komorou):

Tvrdé záření přitom zpravidla nečinilo více než 1—2 mr/hod. Při proměřování těchto silně zářících povrchů naši pozornost upoutaly dvě věci. Nestřídmost, s jakou se používá svítící barvy k natírání zařízení v letadlech, a skutečnost, že velká část nabarvených páček a nápisů po určité době používání je oloupána a setřena. Naši výrobci palubních přístrojů přeháněli během

TABULKA 3

Typ letounu	Maximální intensita	Typ letounu	Maximální intensita
Tu 104	6,5 mr/hod.	Brigadýr	11—80 mr/hod.
Il 18	4,5	JAK	12—45
Il 14	50—90	L 200	55
Vrtulník	4—5		

mnoha let svou péči o svítící povrchy a natírali předměty z neznalosti rizika i zbytečně. A tak i páčky v buffetu, přepínače magnetu, vypínače světel v kabinách září. Čím více je natřených míst, tím větší je olupování a tím větší je i možnost kontaminace rukou a vniknutí radioaktivního barviva do organismu. Přelakování speciálním lakem Zeller není spolehlivá ochrana.

V dopravních letadlech Tu 104, Il 18, Il 14 původní sovětské výroby jsme toto nepozorovali. Provedli jsme proto srovnávací měření několika letounů Il 14 z různé výrobní doby a také letounu Il 14, z něhož na příkaz krajského hygienika Praha byly odstraněny všechny povrchové nápisy s SRB. Výsledky měření v tabulce 4.

TABULKA 4

Letoun in- tensita (v mr/hod.)	IL 14				Li 2 sovětský
	sovětský 1955	čs. 1956	čs. 1960	čs. opravený	
měkké	1,5	7,5	3	1	1
tvrdé	1	1	<1	< 1	0

V r. 1956 se používalo L 130 (Lumostabil) se Sr⁹⁰, který dával značnou povrchovou dávku na kůži osob. Později byl Lumostabil zakázán a přešlo se na barvy s menším obsahem Sr⁹⁰, popřípadě bez něho. Po sejmutí povrchových nápisů zůstává téměř nezměněna intensita tvrdého záření.

Jak ocenit námi naměřené hodnoty z hlediska škodlivosti pro lidský organismus?

Každý člověk je vystaven vlivům záření z tzv. přirozených zdrojů, jako je obsah radonu v ovzduší, rádium v půdě, ve stavebních materiálech, C¹⁴ a K⁴⁰ ve vlastních tkáních, kosmické záření atd. Připočteme-li trvalé umělé zdroje, jako periodické rtg. prohlídky, spad radioaktivních částic v důsledku pokusných nukleárních výbuchů, je každý člověk vystaven tzv. radioaktivnímu pozadí, které v různých částech světa podle zpráv OSN činí 100 až 700 mr/rok. Od náramkových hodinek s SRB se počítá dávka 10 mr/rok. Naše hygienické normy počítají u nás s pozadím 500 mr/rok, což je současně přípustná dávka ozáření obyvatelstva nepracujícího se

zdroji radioaktivního záření. Podle současných znalostí se předpokládá, že člověk může dostat za život 200 r ze styku s radioaktivními zářiči, což činí 5 r za rok po dobu pracovní schopnosti. Tato dávka byla vzata za základ naší radiohygienické normy pro pracující se zářením. Za rizikovost se považují dávky od 1,5 r za rok výše. Pro povrchové beta-ozáření je dovolena dávka 5krát vyšší za předpokladu, že celé tělo nedostává vyšší dávku než 50 mr za den.

Je tedy třeba vzít v úvahu expozici, tj. pracovní dobu strávenou v letounech na místech, v nichž dávková intensita činí hodnoty uvedené v tabulce 2. Předpokládáme-li, že dopravní piloti a jejich posádky stráví 1000 až 1300 hodin ročně na palubě letadla, sportovní pilot nejvýše 300 hodin, dostaneme dávky, uvedené v tabulce 5.

TABULKA 5

Odbornost	Expozice (letových hodin/rok)	Typ letounu	Dávky ozáření v mr/rok	
			povrchové	hluboké
Dopravní pilot	1300	Tu 104	2600	1300
		Il 18	3250	1300
		Il 14	1300—9000	méně než 1300
		vrtulník	600	300
		Aero 75	1300	0
		L 200	3900	méně než 1300
		Brigadýr	7150	1300
Navigá- tor	1300	Li 2	1300	0
		Tu 104	4550	1300
		Il 18	3250	1950
		Il 14	1950—9750	méně než 1300
Palubní mecha- nik	1300	Il 14	9000	1300
Tech- nický pozemní personál	400	všechny	800—3000	400
Sportov- ní piloti	300	JAK	1500	450
		C 105	600	méně než 300
		C 205	600	méně než 300
		HC-2	600	300

Závěry

1. Dávky zevního ozáření leteckého personálu v kabinách letadel svítícími radioaktivními barvivy nedosahují hodnot, které by bezprostředně ohrožily zdraví leteckého personálu. Velikost tohoto ozáření činí dvojnásobek až trojnásobek přirozeného pozadí.

2. Povrchové ozáření rukou a kůže těla v blízkosti nabarvených ploch SRB může dosahovat hranice do 10 000 mr/rok. Jelikož však toto ozáření pochází z větší části z nápisů, na nichž je zbytečně nanesena SRB, může být tato dávka prakticky odstraněna.

3. Nebezpečí vnitřní kontaminace je reálné z otírání povrchů na páčkách, nápisích, tlačítkách atd. Tato skutečnost je dalším dokladem nutnosti sejmout povrchové nápisy.

4. Ozáření ve zmíněných dávkách je třeba chápat jako jedno z rizik létání, a to nikoli největší. Současně je nutno vyzvednout otázku, zda ve zmíněných letadlech je svítící radioaktivní barvivo vůbec nutné, a lze-li se bez něho obejít.

Souhrn

Byly změřeny dávky povrchového a celotělového ozáření leteckého personálu. Povrchové dávky měkkého záření lze snížit odstraněním nadměrného množství svítících nápisů v kabině

dopravních letadel. Celotělová dávka ozáření je největší u dopravních pilotů a překračuje 2krát až 3krát přirozené pozadí.

Я. Галик:

Резюме

Автор измерил дозы поверхностного облучения рук и облучения всего тела у летного состава. Поверхностные дозы мягкого облучения можно уменьшить удалением чрезмерного количества светящихся надписей из кабин транспортных самолетов. Общая доза облучения оказалась наибольшей у пилотов транспортных самолетов и превышает в 2—3 раза естественный фон.

Summary

The doses of superficial and whole body irradiation exposure of flying personnel were measured. The superficial doses of soft rays can be lowered by removing superfluous luminous paint in the cabins of transport aircraft. The whole body dose is highest in pilots of transport aircraft and is 2 to 3 times greater than the natural background.