

612.821:613.693:629.13.007

**PSYCHOFYZIOLOGICKÝ ROZBOR PŘÍPRAVY PILOTŮ
PRO ZVLÁŠTNÍ PŘÍPADY ZA LETU*)**

N. M. RUDNYJ, P. K. ISAKOV — SSSR

Lékařský rozbor leteckých nehod potvrzuje závislost jejich důsledků za stejných ostatních podmínek na stupni emočního napětí vznikajícího u pilota při zjištění kritické situace za letu. Jinými slovy — při nadměrném emočním napětí se značně snižují možnosti pilota zabránit letecké nehodě. Při tom je snížen rozsah pozornosti, jsou brzděny nové a projevují se staré pracovní návyky, vznikají chyby v hodnocení přístrojových údajů. V nejzávažnějších případech lze pozorovat nesprávné pohyby řídicími pákami, charakterizující narušení procesu rozhodování, v paměti jsou blokovány vědomosti potřebné k odvrácení havarijní situace.

Je známo, že zdaleka ne všechny havarijní situace lze modelovat za letu. Výcvik výkonných letců v řešení havarijních situací za letu se většinou provádí na pilotních trenažérech. Z toho vyplývá nutnost stanovení spolehlivých kritérií k posuzování přípravy pilotů pro činnost ve zvláštních případech za letu.

Nejobecnějším kritériem přípravy pilota k činnosti ve zvláštních případech za letu je správné provádění potřebných úkonů v omezených časových úsecích. Aniž bychom chtěli zamítnout význam tohoto ukazatele, musíme poznamenat, že pro plnohodnotný úsudek o stupni přípravy pilota k činnosti při zvláštních případech za letu je třeba také znát, jak rychle pilot určil příčiny technické závady a s jakým vypětím se mu podařilo odvrátit havarijní situaci a zabránit letecké nehodě. Někdy pilot dokáže vykonat všechny potřebné úkony bez zvláštního emočního napětí a pokračuje pak normálně v letu. Jindy si může řešení havarijní situace vyžádat značné emoční vypětí a v důsledku pilotova rozrušení bude bezpečnost dalšího letu dosti pochybná.

To všechno nutně vyžaduje zavedení dodatečných kritérií pro hodnocení přípravy pilotů pro zvláštní případy za letu při výcviku na pilotních trenažérech.

Za účelem výzkumu stupně emočních reakcí a jejich závislosti na významu signálů upozorňujících pilota na vznik technické závady byly provedeny zvláštní pokusy při výcviku pilotů na pilotních trenažérech. Kromě stanovení doby mezi zjištěním té či oné technické závady a počátkem pilotovy aktivní činnosti k odvrácení havarijní situace byly registrovány také některé fyziologické reakce: EKG, KGR, dýchací pohyby, bioelektrická aktivita krčního svalstva a svalstva

pravého předloktí a ruky. Byla vzata v úvahu také závislost mezi intenzitou emoční reakce a pilotovou leteckou zkušeností.

Objeví-li se jednoznačná informace o vzniku zvláštního případu za letu, zůstává zpravidla tepová frekvence beze změn. Stejný obraz je typický i při závadách, které signalizuje zvláštní tabló, tj. není-li pilot zatížen řešením složitých logických úkonů ke zjištění technické závady. To lze pozorovat při imitování poruch pilotážně-navigačních přístrojů, kdy ke zjištění selhávajícího přístroje musí pilot porovnat údaje jiných přístrojů. Vezmeme-li v úvahu, že takové pozorování se děje v časové tísní, je přirozené, že se tyto stavy vyznačují zvýšeným napětím, které je doprovázeno emoční reakcí. Analogické změny vznikají také při vysazení motoru. V těchto případech musí pilot řešit dosti složitý problém: Má se pokusit o nahození motoru nebo se katapultovat? Při samovolném vysazení motoru v dostatečné výšce je třeba se pokusit o jeho nahození. Jinak je tomu při zadření motoru. Nejistí-li pilot ihned příčinu a bude-li se pokoušet nahodit motor, může propást okamžik pro bezpečnou katapultáž. Podobné technické závady jsou tudíž pro pilota velmi vážným problémem vyžadujícím přesnou diferenciaci. Při imitaci podobných závad lze pozorovat zvýšení tepové frekvence o 20—30 % ve srovnání s výchozí hodnotou.

Vycházíme-li ze stanoviska, že emoční reakce jsou kompenzujícím mechanismem, který doplňuje nedostatek poznatků ve snaze dosáhnout cíle [P. Simonov 1963], dojdeme k předpokladu, že případy značných odchylek u registrovaných fyziologických ukazatelů svědčí o tom, že pilot nemá o vzniklých závadách dostatek poznatků. Uvedená okolnost vysvětluje současně pozorovanou zdržení při provádění nutných úkonů k odvrácení dalšího rozvíjení havarijní situace. Lze tudíž využít fyziologických reakcí pilotů při výcviku na pilotních trenažérech pro zvláštní případy za letu jako jednoho z kritérií při hodnocení stupně výcviku. Ukázalo se, že mají-li piloti dobré znalosti a návyky v rozpoznávání technických závad a v jejich odstraňování, pak stupeň jejich vegetativních reakcí bude do značné míry závislý na možných důsledcích technické závady.

*) Podle materiálů V. A. Ponomarenka, N. D. Zavalové, I. D. Malinina, V. V. Lapy.

Je třeba brát rovněž v úvahu, že za ostatních stejných podmínek vyvolávají červené signály intenzivnější vegetativní reakce. Podobné zvláštnosti reakcí je třeba připisovat sociálnímu významu červeného světla (barvy) v lidské praxi. To bylo již zjištěno četnými autory.

Při rozboru záznamů dýchacích pohybů zaregistrovaných při výcviku pro zvláštní případy za letu jsou zjišťovány krátké přestávky (do 3 sekund) v dýchacích pohybech; vznikají zpravidla zároveň se zvýšením tepové frekvence a charakterizují rovněž stav zvýšeného emočního napětí.

Elektromyogramy ohybačů pravého zápěstí při výskytu zvláštních případů jsou zákonitě odrazem závažnosti důsledků těchto případů; signály o pumpáži motoru, o samovolném vysazení motoru vyvolávají u pilota vždy vyšší amplitudu EMG, než je tomu při jiných technických závadách, nehledě na přesnost informací a na stupeň znalostí pilota, jak si v podobných případech počínat. Výjimkou mohou být případy selhání některých pilotážně-navigačních přístrojů, vyžadujících od pilota v rámci diferenciální diagnostiky poruchy vyřešení složitých logických schémat. Ve všech podobných případech se zvyšuje amplituda EMG o 30–50 % ve srovnání s výchozími hodnotami.

Bioelektrická aktivita krčního svalstva vykazuje při vzniku zvláštních případů za letu rovněž závislost na stupni závažnosti té či oné závady při vývoji dalších událostí.

Změny vykazuje též kožně-galvanická reakce; její trvání a výraznost závisí rovněž na závažnosti zjištěné technické vady.

Psychofyzilogická kritéria vypětí organismu, jimiž reaguje na signály o závadě na technice,

Tabulka 1

Pohybové a vegetativní reakce při signalizaci technických závad. Charakteristika nedostatečných znalostí a návyků v blokování dalšího rozvíjení havarijní situace při závadách na technice

Reakce	Charakteristika
Pohybové reakce	zvýšená amplituda a zvýšení pohybového úsilí, někdy zmatenost a zkusný charakter pohybů
Doba pro rozhodnutí	větší než podle směrnic
Začátek efektivní činnosti	po 30 i více sekundách od vzniku závady
Ustálení pozornosti na různé přístroje	od 0,2 do 3,0 sekund
Přenášení pozornosti na různé přístroje	až 200krát za minutu
Tepová frekvence	až 180/min.
Dechová frekvence	nestálá, od 10 do 40/min. s přestávkami
Bioelektrická aktivita svalstva	amplituda se zvětšuje o 40–50 %
Kožněgalvanický reflex	amplituda a trvání se zvětšuje o 60–70 %

jsou přirozeně doprovázena také jinými pilotovými reakcemi. Tak lze zjistit značné rozdíly v čase, potřebném k rozhodnutí pro nutné úkony k odvrácení havarijní situace. V situaci charakterizované svízelným rozhodováním se zvětšuje počet přenášení pozornosti na přístroje, fixace pozornosti na jednotlivé přístroje se zvětšuje o 2–3 sekundy, dochází ke zkusným pohybům řídicími pákami, zapínání a vypínání různých spínačů apod. Tento obraz ovšem nesvědčí o pevných znalostech a návycích v diagnostice a řešení havarijních situací. Svědčí o nutnosti dalšího výcviku na pilotních trenažérech za účelem pevnějšího osvojení potřebných návyků.

Podle výsledků pokusů provedených na pilotních trenažérech a při modelování havarijních situací za letu na letounech s dvojitým řízením lze dnes již dost přesně hodnotit stupeň pilotova výcviku v rozpoznávání a úspěšném řešení zvláštních případů za letu. Charakteristika pohybových a vegetativních reakcí při nedostatečné znalosti zvláštností signalizace technických závad a způsobů blokování dalšího rozvíjení havarijní situace jsou znázorněny v tabulce 1.

Charakteristiky uvedené v této tabulce musí být hodnoceny společně a za předpokladu jejich současného výskytu; to znamená, že v reálných podmínkách se jednotlivé ukazatele mohou lišit od hodnot uvedených v tabulce. Je důležité najít v každém konkrétním případě celkovou tendenci v dynamice registrovaných ukazatelů a určovat okamžik jejich stabilizace, jež charakterizuje dostatečný počet nácviků a dosaženou úroveň přípravy.

Tabulka 2

Pohybové a vegetativní reakce při signalizaci technických závad. Charakteristika vysokého stupně výcviku a pevných návyků v jednání ve zvláštních případech za letu

Reakce	Charakteristika
Pohybové reakce	včasné, s odpovídající přesností, intenzitou a amplitudou
Doba pro rozhodnutí	menší než stanoví směrnice
Začátek efektivní činnosti	v rozmezí 1–2 sekund
Ustálení pozornosti na různé přístroje	v rozmezí 0,6–0,8 sekundy
Přenášení pozornosti na různé přístroje	až 40krát za minutu
Tepová frekvence	80–90/min.
Dechová frekvence	20–24/min., bez přestávek
Bioelektrická aktivita svalstva	zvýšení amplitudy o 10–15 %
Kožněgalvanický reflex	krátké trvání, zvýšení amplitudy o 10 %

K ilustraci jsou v tabulce 2 naznačeny ukazatele charakterizující pohybové a vegetativní reakce během zvláštních případů za letu (skutečného a na trenažéru) při vysoké připravenosti pilotů na takové situace.

V této tabulce jsou odvozeny údaje charakteristické pro závěrečné období výcviku v činnosti při vzniku zvláštních případů za letu. Je přirozené, že při prvních nácvicích se charakteristiky sledovaných reakcí poněkud liší od hodnot uvedených v tabulce. Kromě celkové tendence ve změnách reakcí se v průběhu opakovaných nácviků projevují rozdíly podmíněné leteckou zkušeností adeptů. K ilustraci jsou v tabulce 3 uvedeny příslušné údaje.

Z tabulky je patrná zřejmá závislost: čím větší je pilotní zkušenost, tím menší jsou rozdíly v tepové frekvenci a tím rychleji nastává jejich normalizace při opakované signalizaci technické závady.

Při hodnocení efektivnosti výcviku pro zvláštní případy za letu včetně modelování technických závad na pilotních trenažérech je pochopitelně nutno brát v úvahu kromě uvedených ukazatelů také pilotní zkušenosti.

Tabulka 3

Tepová frekvence při imitování vysazení autopilota za letu

Kvalifikace pilotů	Tep za letu	Tep při vysazení autopilota za letu			
		po-prvé	po-druhé	po-třetí	po-sedmé
Řadoví piloti	95	150	140	140	90
	90	135	105	95	85
	95	160	140	140	100
Zkušební piloti	95	135	100	95	80
	95	140	100	100	90
	80	120	90	90	85
Zkušební piloti - instruktoři	90	90	95	100	85
	85	90	90	90	85
	90	100	90	90	90