

Horváth Dezső mk.alezredes, főiskolai docens:

A LÉGKONDITIONÁLÓ RENDSZER MEGHIBÁSODÁSAI HATÁSÁNAK
ÉRTÉKELÉSE A REPÜLÉSBIZTONSÁGRA

A modern technika fejlődése során nagy jelentőségűvé vált különböző fajtájú berendezések hatékonyságának növelésével kapcsolatos számos kérdés. A megbízhatóság elmélet azokat az általános módszereket és eljárásokat tanulmányozza, amelyeket a működtetés ideje alatti maximális hatékonyság biztosítására a berendezések tervezése, készítése, átvétele, szállítása és felhasználása során be kell tartani, valamint kidolgozza a berendezések minőségének számítási módszereit ismert minőségi mutatók alapján.

A megbízhatóság elmélet megállapítja a berendezésekben fellépő meghibásodások keletkezésének törvényszerűségeit és előrejelzésének módszereit; keresi a berendezések megbízhatóságának növelési lehetőségeit a tervezés és az azt követő előállítás során, valamint a megbízhatóság fenntartását segítő eljárásokat, a tárolás és felhasználás ideje alatt; kidolgozza a berendezések megbízhatóságának ellenőrzési módszereit és a megbízhatóság ellenőrzésére alkalmazandó eljárásokat, a megbízhatóságelmélet vizsgálja a berendezések minőségének számszerű mutatóit.

A repülőtechnika üzemeltetésének hatékonysága nagyban függ a műszaki karbantartás és javítás módjainak tökéletességétől. A repülések folyamatos mennyiségi növekedésének (harcfeladatok számának növekedése, légiszállítások növekedése), a repülőgépszerkezetek bonyolultabbá válásának feltételei között az alkalmazott karbantartási és javítási mód hatása a repülőtechnika üzemeltetési folyamatának hatékonyságára egyre jobban észrevehetővé és érezhetővé válik.

Bármely karbantartási és javítási mód tökéletességét az határozza meg, hogy az mennyiben biztosítja a kölcsönhatást a technika műszaki állapotában objektíve meglévő változási folyamata, és annak műszaki üzemeltetési folyamata - melyet a különböző állapotok időbeni változása: repülés, karbantartási és javítási forma, tárolás, várakozás stb. jellemez - között.

A légkondicionáló rendszer rendeltetése, hogy a személyzet, valamint az utasok számára normális életfeltételeket biztosítson a szellőzés és a szükséges hőmérséklet biztosításával az összes repülési üzemmódon, valamint gurulás közben.

A légkondicionáló rendszer összetevő elemei:

- légkondicionáló rendszer: szellőzés, fűtés;
- automatikus hőmérsékletszabályozó rendszer;
- a szabályozó szelepek vezérlése;
- hőmérséklet és levegőfogyasztás vezérlése;
- speciális berendezések.

A személyzet periódikusan ellenőrzi a műszerek segítségével a rendszer működését és csak akkor avatkozik bele annak működésébe, ha meghibásodik valamelyik elem és kézi vezérlésre kell áttérni.

A kondicionáló rendszer egy funkcionális meghibásodással rendelkezik, mely a rendszer üzemképességének elvesztéseként jelentkezik. A kondicionáló rendszer ezen funkcionális meghibásodása esetén a repülés sikeres befejezése céljából biztonságos magasságra kell süllyedni (2000-3000 méter), vagyis meg kell változtatni a repülési üzemmódot. Ezt a situációt veszélyesnek lehet tekinteni.

Ebben az esetben a veszélyes helyzet keletkezésének valószínűsége, valamint az összes kevésbé súlyos különleges eseménnyé (az adott esetben a repülési feltételek bonyolulttá) válása a vizsgált kritikus meghibásodás realizálódása esetén eggyel determinálódik, az összes többi különleges esetre (katasztrófa, törés) pedig nullával.

Ha a funkcionális meghibásodás a rendszerben kritikusabb situációt okoz, mint a repülési feltételek bonyolulttá válása, akkor a műszaki üzemeltetési és javítási program hatékonysági mutató értékeinek a meghatározásakor a légkondicionáló rendszer olyan meghibásodását kell kiválasztani, mely nem válthat ki nehezebb situációt, mint a repülési körülmények bonyolulttá válása.

A részleges vagy teljes üzemképeség elvesztésével kapcsolatos funkcionális meghibásodáshoz vezető számítási esetek jegyzékének összeállításához először végre kell hajtani a légkondicionáló rendszer működési vázlatának elemzését.

A funkcionális rendszerelemek meghibásodásának a repülés biztonságára gyakorolt hatásának az értékelésekor a különleges esetek rendszerezését célszerű a légialkalmassági előírásokban javasoltak szerint végezni. A légialkalmassági előírásokban a repülés közben keletkező, következő különleges esetek vannak felsorolva: katasztrófa, törés, veszélyes helyzet, bonyolult repülési viszonyok. Ezenkívül ugyanott fel vannak sorolva a repülés szakaszai: felszállás, emelkedő repülés, vízszintes repülés, süllyedés (beleértve a várakozást a megfelelő magasságon), átstartolás, bevezetés és leszállás.

A funkcionális rendszerelemek meghibásodásának a repülés biztonságára gyakorolt hatása mennyiségi értékelését célszerű valamely műszaki ok miatt bekövetkezett különleges rep.esemény keletkezésének értékelésével végrehajtani.

A funkcionális rendszer meglehetősen bonyolult gyártmány. Különböző elemeinek meghibásodásai vagy kapcsolódó meghibásodásai a repülőgép egészére vonatkoztatva ilyen vagy olyan különleges eseményhez vezetnek.

A funkcionális rendszer tervezési-üzemeltetési sajátosságainak elemzése

Az elágazó, többlépcsős funkcionális rendszerek esetére az elemek meglehetősen nagyfokú meghibásodás-kombinációit lehet felállítani. Minden funkcionális rendszerben ki kell választani valamely számítási esetek összegét, melyek az elemek nagy számú meghibásodását viszonylag nem nagy számú kritikus vagy funkcionális rendszer meghibásodásához vezetik, vagyis olyan meghibásodásokhoz, melyek a funkcionális rendszer célfunkcióinak végére nem hajtását jelentik. Ebben az esetben minden funkcionális meghibásodásnak megfelelhet egy vagy néhány számítási eset állapotainak összessége.

A konkrét funkcionális rendszer üzemképtelenségét kiváltó számítási esetek összességét a rendeltetési cél, konstrukciós sajátosságok, valamint a rendkívüli rep.események statisztikai elemzéséből kiindulva választjuk ki, figyelembe véve a vizsgált funkcionális üzemeltetés közben észlelt elemeknek meghibásodását is. Az újonnan létrehozandó funkcionális rendszerek esetén a hasonló rendszereket kell vizsgálni.

A funkcionális rendszer meghibásodásainak a repülés biztonságra való hatása mennyiségi értékeléséhez a különleges események és a repülés szakaszai korábban ismertetett felsorolásának megfelelően felhasználhatjuk azt a megközelítést, melyet a repülőgépek légialkalmassági értékeléséhez alkalmaznak.

Kritériumként ebben az esetben a különleges rep.esemény keletkezésének valószínűsége szerepel a számítási eset realizálása során a vizsgált kritikus meghibásodás esetére.

A javasolt kritérium $Q_{\beta\xi}$ különleges repülőesemény kialakulásának valószínűsége ξ -edik számítási eset realizálásakor a β -edik kritikus meghibásodás esetére:

$$Q_{\beta\xi} = \sum_{\alpha} Q_{\beta\xi\alpha} \cdot Q'_{\beta\xi\alpha} \quad (1)$$

A $Q_{\beta\xi}$ különleges esemény keletkezésének valószínűsége azon elemek esetére szolgál a funkcionális rendszer elemei meghibásodásának hatásjellemzőjeként a repülés biztonságára, melyek meghibásodásai a β -edik funkcionális meghibásodás ξ -edik számítási esetébe tartoznak.

A ξ -edik számítási eset a β -edik funkcionális meghibásodása keletkezési valószínűségének számítását a repülés közbeni szakaszaira $Q_{\beta\xi\alpha}$ (vagy a $P_{\beta\xi\alpha} = 1 - Q_{\beta\xi\alpha}$ be nem következésének valószínűsége) a bonyolult rendszerek megbízhatósági értékelési módjaival [1] végezzük a repülés különböző szakaszaira.

Egy valamely rendkívüli repülőesemény bekövetkezésének $Q'_{\beta\xi\alpha}$ feltételes valószínűségét a β -edik funkcionális meghibásodás ξ -edik számítási

esetére a repülés γ -edik szakaszán a funkcionális meghibásodás a repülőgép egészének funkcionizálására való hatása, a személyzetnek a meghibásodás elhárítására és következményeinek felszámolására tett intézkedései hatásossága, valamint a különböző véletlenszerű tényezők határozzák meg (külső és belső gerjesztések).

Mivel a $Q'_{\beta\xi\gamma}$ meghatározásának módszere nem megfelelően kidolgozott, a funkcionális meghibásodásnak a repülés biztonságára gyakorolt hatása értékelésekor célszerű a mérnöki elemzés eredményeit felhasználni és a rendkívüli repülőesemények meghatározásából kiindulva determinálni a $Q'_{\beta\xi\gamma} = 0$ értéket, ha a funkcionális meghibásodás nem vezethet valamilyen különleges eseményhez és $Q'_{\beta\xi\gamma} = 1$ értéket, ellenkező esetben.

A személyzetnek a funkcionális meghibásodások következményeinek kompenzálásával kapcsolatos tevékenységét az elemzés során nem vesszük figyelembe.

A funkcionális rendszernek a repülés biztonságára gyakorolt hatása értékelése esetén felhasználhatók a repülőgép egészére vonatkoztatott különleges események gyakoriságának adatai az angol légialkalmassági előírásokból, egy repült órára vagy egy repülésre vonatkoztatva.

A különleges események keletkezésének megengedett valószínűsége repülés közben (1.sz. táblázat).

1.sz. táblázat

Gyártmány	Bonyolult feltételek	Veszélyes helyzet	Törés	Katasztrófa
Repülőgép	$<10^{-3}+10^{-5}$	$<10^{-5}+10^{-7}$	$<10^{-7}$	$\ll 10^{-7}$
Funkcionális rendszer	$<10^{-4}+10^{-6}$	$<10^{-6}+10^{-8}$	$<10^{-8}$	$\ll 10^{-8}$

A funkcionális rendszernek a repülés biztonságára való hatásának értékelését a rendszer vizsgált funkcionális meghibásodásával kapcsolatos valamely lehetséges rep.esemény kialakulási valószínűségének összehasonlításával végezzük az 1.sz. táblázatban közölt számadatokkal. Ekkor a funkcionális rendszer elemzését úgy tekintjük, hogy nem hat a repülés biztonságára, ha a funkcionális meghibásodáshoz tartozó összes számítási esetre minden különleges rep.esemény keletkezésének valószínűsége kevesebb a megengedett értéknél.

A légkondicionáló rendszer elemzése során feltételezzük, hogy a kondicionáló rendszer a teljes repülés során azonos üzemmódban működik, ezért a repülés szakaszokra való bontása nem történt meg.

A különleges esemény kialakulási valószínűségének meghatározása az összes számított eset realizálódása során mindegyik funkcionális meghibásodás esetére a szerkezeti vázlatok módszerével történt az 1.sz. kifejezés szerint.

A számítási eredményeket a 2.sz. táblázat tartalmazza. A táblázatból látható, hogy a repülési viszonyok bonyolultabbá válásának valószínűsége a vizsgált számított esetekre 10^{-5} -től 10^{-6} -ig terjedő tartományba esik, és nem gyakori eseménynek számít mint mérsékeltlen valószínű esemény (10^{-4}).

A $0,84 \cdot 10^{-6}$ valószínűséggel bekövetkező veszélyes helyzet kialakulása nem gyakoribb, mint kis valószínűségi (10^{-6}). Ezért a további elemzés során elfogadható, hogy a légkondicionáló rendszer funkcionális elemeinek a meghibásodásai nem hatnak a repülés biztonságára.

A légkondicionáló rendszerelemek hibamentességének elemzése

A légkondicionáló rendszerelemek hibamentességének elemzése azon statisztikai adatok alapján történhet, amelyeket az adott repülőgéptípus üzemeltetése során gyűjtünk.

A statisztikai információ feldolgozásának célja, hogy kiderüljön a rendszerelemek meghibásodásáig ledolgozott üzemidejének eloszlási törvényszerűsége.

A rendszerelemek hibamentességének elemzési sorrendje:

1. A rendszer célfunkciójának meghatározása és azok nem teljesítését kiváltó funkcionális meghibásodások felsorolása.
2. A számítási esetek összeállítása minden funkcionális meghibásodás esetére, melyek kiválthatják ezen meghibásodásokat.
3. A bonyolult rendszerek megbízhatóságának értékelési módszereivel meg kell határozni a funkcionális meghibásodások keletkezésének valószínűségét $Q_{\beta\xi x}$ minden számítási esetre a repülés összes fázisára.
4. Mérnöki elemzési módszerekkel értékelni kell minden funkcionális meghibásodás következményét az összes számítási esetre a repülés minden fázisában, és meg kell határozni a különleges esemény kialakulásának feltételes valószínűségét $Q'_{\beta\xi x}$.
5. Meg kell határozni a különleges esemény kialakulásának valószínűségét az összes számítási esetre minden funkcionális meghibásodás esetére $Q_{\beta\xi}$ (1.sz. kifejezés) kifejezésenként megfelelően.
6. A funkcionális rendszer minden elemére kiszámított $Q_{\beta\xi}$ értékeket össze kell hasonlítani a megfelelő különleges események ismétlődési gyakoriságával.

A statisztikai eloszlások elméleti és kapott gyakorlati azonossága lehetőséget ad a hibamentes működés valószínűség eloszlási paramétereit meghatározni és következtetéseket levonni a meghibásodási ráta változásának jellegéről λ/t a rendszerelemek esetére.

A meghibásodási ráta λ/t hisztogramjának felépítéséhez a funkcionális rendszerelemek meghibásodásaival kapcsolatos statisztikai adatokat legalább egy-két éves üzemeltetési időszakokra kell feldolgozni. A statisztika feldolgozását a repülőgéppark változásának figyelembevételével kell végezni, ami lehetővé teszi a funkcionális rendszerelemekben lezajló folyamatok üzemeltetés közbeni figyelését.

A kondicionáló rendszer műszaki karbantartása üzemeltetési költségeinek, munkaráfordításának és állásidejének csökkentése a végrehajtandó munkák mennyiségének csökkentésével és egy sor ellenőrzési munka végrehajtási ciklusidejének a növelésével érhető el.

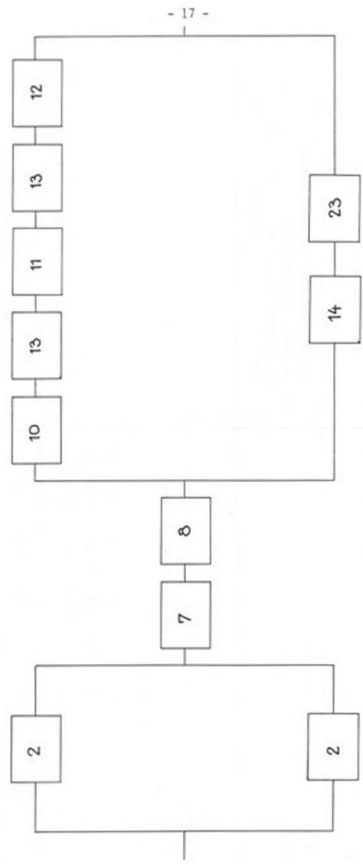
Javítás során az üzemeltetési költségek, munkaráfordítások és állásidők csökkentését a helyreállítási munkák mennyiségének olyan meghatározása biztosítja, mely megfelel a légkondicionáló rendszer tényleges műszaki állapotának.

FELHASZNÁLT IRODALOM

1. Normi ljotnoj godnosztyi grazsdanszkih szamajljotov CCCP.
2. Burger I.A.: Technicseszakaja diagnosztika.
Masinosztroenije 1978.
3. P.I. Kuznyecova: Osznovi posztroenijá automatirizovannih szisztem kontrolja szlozsnih objektob
Energijá, 1969.
4. Snejder P.: Inzsenyernyje problémi teploprovodnosztyi
M.I.L. 1960.
5. Iljusin: Szisztemi obeszpecsenijja zszinyegyijátyelnosztyi i szpaszényijá ekipazsej letatyelnih apparatov
Akadémia Zsukovszkogo, 1986.

1. ez. ábra

A LÉCKONDITIONÁLÓ RENDSZER RÉSZLEGES ÜZEMKÉPESSÉGE ELVESZTÉSÉNEK SZÁMÍTÓT ESETEI



2.sz. Táblázat

Különlleges esemény kialakulásának valószínűségei a légkondicionáló rendszer funkcionális meghibásodása esetén

Funkcionális meghibásodás	Számítási eset	Különlleges esemény kialakulásának valószínűségei			
		Katasztrófa	Törés	Veszélyes helyzet	Repülési feltételek bonyolulttá válása
1. A rendszer üzemképességének részleges elvesztése.	a./ A jobb és középső levegő betápláló rendszer vagy két levegő elvezető rendszer meghibásodása (1.sz.ábra)	0	0	0	2,88.10 ⁻⁵
	b./ A bal és jobb levegő betápláló rendszer vagy két levegő elvezető rendszer meghibásodása.(1.sz.ábra)	0	0	0	2,88.10 ⁻⁵
2. A rendszer üzemképességének teljes elvesztése.	a./ Három levegő elvezető ág és három levegő elvezető ág meghibásodása (1.sz.ábra)	0	0	0,86.10 ⁻⁶	0,84.10 ⁻⁶

3.sz. Táblázat

A légkondicionáló rendszer funkcionális elemei hibamentességi elemzésének eredményei

Funkcionális elem megnevezése	Meghibásodásig ledolgozott üzemidő eloszlási törvényszerűsége	Eloszlási törvényszorúság paraméterei	A meghibásodási ráta változásának jellege
Visszacsepős szelep (2)	Weibull	$t_0=115; m=0,25$	csökkenő
Túlnyomás szelep (7)	Metszet normális ,	$t_0=4094 m=10091$	növekvő
Túlnyomás szabályozó (8,10)	Exponenciális	$=0,722 \cdot 10^{-5}$	cont
P6 levegő-radiátor (11)	Exponencionális	$=0,272 \cdot 10^{-4}$	cont
Hátóturbina (12)	Weibull	$t_0=13,6 \cdot 10^6 m=1,6$	növekvő
Elosztó (13)	Exponenciális	$=0,093 \cdot 10^{-5}$	cont
Elosztó (14,23)	Weibull	$t_0=13,6 \cdot 10^6$	növekvő