

ifj. Horváth Dezső mk. főhadnagy, főiskolai tanársegéd
Horváth Dezső mk. alezredes, főiskolai docens

A LEGI JÁRMŰVEK LESZÁLLÁSÁNAK ÖSSZEHASONLÍTÓ ELEMZÉSE

A korszerű légi járművek bonyolult berendezései a légi járművek vezetőivel szemben egyre magasabb követelményeket támasztanak. Külföldi statisztikai adatok alapján a légi közlekedésben bekövetkező katasztrófák közel 90 %-a emberi mulasztás következménye, amelyek több mint 50 %-a a megközelítés és a leszállás szakaszára esik. Mindezek azt bizonyítják, hogy a repülés legkritikusabb fázisa a megközelítés, illetve a leszállás.

A Tudományos Kiképzési Közlemények 1989. évf. 2. számában foglalkoztam a repülőgép leszállásával, a leszállás irányításával. Ennek során elemeztem a repülőgép bejövételét sikláshoz, valamint a siklopályán történő haladását (I. és II. szakasz). E cikkben a III. szakasz, azaz a felvétel, kilebegtetés, kigurulás dinamikai elemzését végezzük el, kiterjesztve azt a helikopterekre és a helyből fel- és leszálló repülőgépekre is.

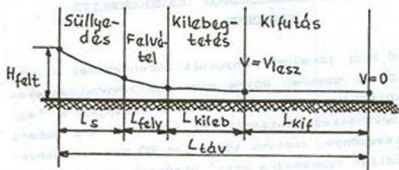
I. A REPÜLŐGÉPEK LESZÁLLÁSA

a. / A leszállás szakaszai

A repülőgépek leszállása a következő szakaszokból áll:

- süllyedés,
- felvétel,
- kilebegtetés,
- földetérés,
- kifutás (kigurulás).

A repülőgép leszállását a kifutási úthossz L_{kif} , a leszálló távolság $L_{táv}$ és a leszálló sebesség v_{lesz} határozza meg.



1. ábra

A repülőgép leszálló távolságának nevezzük a szabványakadály és a repülőgép teljes megállása közötti távolságot.

A repülőgép leszálló sebességének nevezzük a biztonságos földetérés minimális sebességét.

A leszálló távolság:

$$L_{táv} = L_s + L_{felv} + L_{kileb} + L_{kif} \quad (1)$$

- ahol: $L_{táv}$ - leszálló távolság
 L_s - a süllyedés folyamán megtett út
 L_{felv} - a felvétel folyamán megtett út
 L_{kileb} - a kilebegtetés alatt megtett út
 L_{kif} - kifutási úthossz.

b. / A süllyedés

A leszállást megelőző süllyedés szakaszában határozza meg a repülőgépvezető:

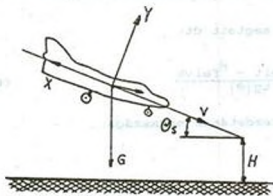
- a leszállás lehetőségét,

- vagy szükség esetén a második körre történő továbbmenetelt.

A süllyedés jellemzői:

- a süllyedés folyamán a repülőgép sebessége állandó vagy bizonyos értékekben csökken;
- a süllyedés közel egyenesvonalú pályán történik;
- a pálya hajlásszöge: $|\theta| = (2-3)^\circ$.

Süllyedés közben a következő erők hatnak (2. ábra):



2. ábra

- Y - felhajtóerő;
- X - homlokellenállás;
- P - a hajtómű tolóereje;
- G - a súlyerő.

A repülőgép állandósult mozgásának egyenlete süllyedés közben feltételezve, hogy:

- a vizsgált szakaszon $v \approx \text{const}$ és $\frac{dv}{dt} = 0$;
- mivel a pálya egyenesvonalú $\theta = \text{const}$, $\frac{d\theta}{dt} = 0$;
- a hajtómű tolóereje a sebesség irányába hat, azaz $\cos \alpha_p = 1$ és $\sin \alpha_p = 0$.

$$P - X - G \sin \theta = 0 \quad (2)$$

$$Y - G \cos \theta = 0 \quad (3)$$

A pálya egyenesvonalúsága következtében teljesül:

$$Y = G \cos \theta \quad (4)$$

Amikor $\cos \theta \approx 1$ (a süllyedés kis szögei esetén):

$$Y \approx G \quad (5)$$

A változtatható nyílazású szárnyal felszerelt repülőgépek leszállás előtti süllyedés feltételei javulnak. Az ilyen repülőgépeknél a leszállás a szárny kis nyílazású helyzetében történik. Ekkor a karcúság nagy, ebből következően nő az aerodinamika jóságai szám értéke is. Az ilyen gépek süllyedésekor kisebb hajtómű töltődő szükséges, mint állandó nyílazású szögű szárnyal felszerelt gépeknél.

A süllyedés szakaszán megtett út:

$$L_s = \frac{H_{\text{felt}} - H_{\text{felv.k}}}{\lg |\theta|} \quad (6)$$

$H_{\text{felv.k}}$ - a felvétel kezdetének magassága.

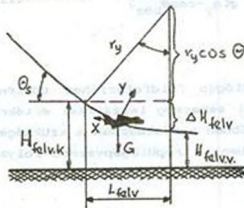
c. / Felvétel

Felvételkor a repülési sebesség függőleges összetevőjének csökkentése és a repülőgép vízszintes repülési irányba történő átállítása történik. Ekkor a futóműkerekek és a föld közötti távolság 0,5 - 1,0 méter (durva közelítés a földfelszínhez).

Jellemzői:

- a süllyedés végén $H_{fk} = 7-15$ méter magasságban kezdődik;
- a repülőgépvezető növeli a repülőgép állásszögét és a pálya elgörbül (a felhajtóerő nagyobb lesz, mint a súlyerő összetevője és a pálya elgörbül) 3. ábra.

A felvétel kezdete előtt vagy annak folyamán a repülőgépvezető a hajlómű tolderejét csökkenti áttér az alapgáz üzemmódra.



3. ábra

θ_s - a pálya hajlásszöge súlylyedéskor;

r_y - a pálya görbületi sugarára.

A magasság változása a felvétel során, és a felvétel kezdete is a függőleges súlylyedési sebesség értékétől függ. A 3. ábra alapján felírhatjuk:

$$\Delta H_f = r_y - r_y \cos \theta_s = r_y (1 - \cos \theta_s) \quad (7)$$

$$r_y = \frac{v^2}{g(n_y - \cos \theta_s)} \quad (8)$$

$$\Delta H_f \approx \frac{v^2 (1 - \cos \theta_s)}{g(n_y - \cos \theta_s)_{\text{közepes}}} \quad (9)$$

Az egyszerűsítéseket és behelyettesítéseket elvégezve:

$$\Delta H_f \approx \frac{v^2}{2 g(n_y - \cos \theta_s)_{\text{közepes}}} \quad (10)$$

A (10) képletből következik, hogy a felvételkor létrejövő magasságvesztés egyenesen arányos a repülőgép függőleges sebességének négyzetével a súlylyedés szakaszán.

A függőleges túlterhelés értéke nem nagy: $n_y \approx 1,1-1,3$.
 A 3. ábra alapján a közelítő meghatározása a megtett út:

$$L_{\text{felv}} \approx r \cdot \sin \theta_s = \frac{v^2 \sin \theta_s}{g(n_y - \cos \theta_{\text{köz}})} \quad (11)$$

d. / A kilebegtetés:

A kilebegtetéskor a repülőgép földfelszínhez történő pontos közelítése és a haladási sebesség leszállási értékre való csökkentése valósul meg. Ebben a szakaszban a szükséges felhajtóerő fenntartása érdekében, a repülőgépvezető folyamatosan növeli a gép állásszögét.

Jellemzői:

- a repülőgép kis szög alatt süllyed: $|\theta| < 1^\circ$,
- a hajtómű toldereje gyakorlatilag nullával egyenlő és a repülőgépre csak az Y felhajtóerő, a G súlyerő és az X homlokellenállás hat. A homlokellenállás hatására a repülőgép sebessége folyamatosan csökken.

A kilebegtetés végén, amikor a repülőgép eléri a leszálló sebességet, a repülőgépvezető megszünteti az állásszög növelését, mivel a fékezés folytatódik, a felhajtóerő csökkenni kezd és a repülőgép süllyedve érinti a talajt - megtörténik a leszállás.

A felvétel és kilebegtetés végrehajtható egyben is. Ekkor elmarad a klasszikus leszállás végső fázisa, amikor a földterés és felhajtóerő fékezés miatti csökkenése miatt következik be.

A felvétel kezdete előtt vagy annak folyamán a repülőgépvezető egyidejűleg a botkormány hátrahúzásával - a HVK segítségével csökkenti a tolderőt is, az alapgáz Uzemődnak megfelelő értékig.

A kilebegtetés alatt megtett út:


$$L_{\text{kileb}} = K_{\text{köz}} \frac{v_{\text{kileb.k.}}^2 - v_{\text{lesz.}}^2}{2g} \quad (12)$$

ahol: $K_{\text{köz}}$ - az aerodinamikai jósági szám ezen a szakaszon.

$v_{\text{kileb.k.}}$ - a repülőgép sebessége a kilebegtetés kezdetén.

e. / Földetérés:

A leszálló sebesség:


$$v_{\text{lesz}} = \sqrt{\frac{2 G_{\text{lesz}}}{C_{y_{\text{lesz}}} \zeta s}} = \sqrt{\frac{2 m_{\text{lesz}} g}{C_{y_{\text{lesz}}} \zeta s}} \quad (13)$$

A leszálló sebesség (földetérési sebesség) értéke a repülőgép egyik legfontosabb repülési technikai jellemzője. Meghatározza a kifutási úthosszt, következésképpen fel- és leszállómező hosszát, azaz a repülőtér méreteit.

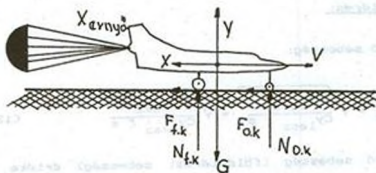
A változtatható nyílazási szögű szárnyak alkalmazása igen hatásos. Leszálló helyzetben a szárny nyílazási szöge minimális.

f. / A kifutás:

Miután a kerekek érintkezésbe léptek a földdel, megkezdődik a kifutás szakasza. A repülőgép mozgása földön a leszálló sebességtől a teljes megállásig, vagy a gurulási sebességig történő fékezéssel történik. A kifutás folyamán különböző eszközöket (melyek mozgással szembeni ellenállást növelik) alkalmaznak, a kifutási úthossz csökkentésére.

A repülőgépre ható erők kifizetés közben:

- $X_{\text{ernyő}}$ - fékernyő fékező ereje,
 - a Föld $N = N_{fk} + N_{ok}$ normális reakció ereje,
 - a kerekek és a felszállómező között keletkező
- $$F = F_{fk} + F_{ok} = f \cdot N \text{ súrlódási erő.}$$



4. ábra

a mozgással ellentétes irányba ható toldóerő létrehozása, akkor a toldóerőt felhasználják a fékező erő növelésére.

A turbólégcsavaros hajtóművekkel felszerelt repülőgépeknel a kifizetés szakaszán a légcsavarokkal negatív vanderőt hozhatnak létre.

A mozgásegyenletek:

$$m \cdot a_x = m \frac{dv}{dt} = -X - X_{\text{ernyő}} - F_{\text{AP, ford}} \quad (14)$$

$$m \cdot a_y = Y + N - G = 0 \quad (15)$$

$$\frac{dL}{dt} = v \quad (16)$$

A föld normális reakcióereje:

$$N = G - Y \quad (17)$$

A súrlódási erő:

$$F = f \cdot N = f (G - Y) \quad (18)$$

Behelyettesítve a (17) egyenletet a (14)-be:

$$m \cdot a_x = m \frac{dv}{dt} = -X - X_{\text{ernyő}} - f (G - Y) - \Delta P_{\text{ford}} \quad (19)$$

A fékezési gyorsulás (lassulás):

$$a_x = \frac{-X - X_{\text{ernyő}} - f (G - Y) - \Delta P_{\text{ford}}}{m} \quad (20)$$

A (18) és (20) egyenleteket megoldva megkapjuk az L_{kif} kifizutási úthossz és t_{kif} kifizutási idő meghatározását:

$$L_{\text{kif}} \cong - \frac{v_1^2}{2 \cdot a_x} \quad (21)$$

$$t_{\text{kif}} \cong - \frac{v_1}{a_x} \quad (22)$$

A (21) és (22) egyenletekből következnek:

- a kifizutási úthossz egyenesen arányos a repülőgép lezárló sebességének négyzetével és fordítva arányos a közepes fékezési lassulás értékével. Minél nagyobb az a_x lassulás abszolút értéke, annál kisebb a kifizutási úthossz.

A kerekek fékezésén, a fékernyő és a toldóerőfordító berendezés alkalmazásán kívül, a lassulás abszolút értékének - kifizutási szakaszán történő - növelése céljából alkalmazhatunk törzsfékklapokat és interceptorokat.

A szárny fékező felületén elhelyezett interceptorok felfelé térnek ki, aminek következtében, egyrészt kiegészítő ellenállást hoznak létre, másrészt előidézik az áramlás leszakadását a szárny felső felületéről. Az áramlásleszakadás következtében az Y felhajtóerő csökken, ami az $f(G-Y)$ súrlódási erő növekedéséhez vezet.

A kifutási úthosszra még a következő Üzemeltetési tényezők hatnak:

1. A repülőgép leszálló tömege.
2. A települési feltételek és az atmoszférikus viszonyok.
3. A szél hatása.

II. A HELIKOPTER FEL- ÉS LESZÁLLÁSA

a. / A felszállás módszere

Alapvetően két módszert alkalmaznak: a helikopter módszert és a repülőgép módszert. A rendelkezésre álló terület és annak méreti függvényében kerül végrehajtásra.

Nyitott megközelítési utak esetén a felszállás a légpárnahatás felhasználásával történhet. Ebben az esetben a helikoptert elemelik a földtől és 1,5-3 méter magasságban ellenőrző függést hajtanak végre. Ezt követően a helikoptert átviszik gyorsítási üzemmódra és $\sim 0,5 v_{gazd}$ sebesség elérésekor megkezdik az emelkedést.

A helikopterként történő felszállást a párnahatás alkalmazása nélkül, korlátozott méretű területek esetén alkalmazzák, amikor a közelben 3-5 méter magasságú akadályok vannak. Felszálláskor a helikopter függőleges emelkedést hajt végre 10 méter magasságig, majd az ellenőrző függés követ-

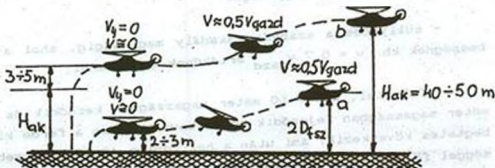
kezik, azután pedig a gyorsítással végrehajtott emelkedés a $v \approx v_{gazd}$ sebesség eléréséig.

A repülőgépszerző felszállást túlterhelt helikopterekkel hajtunk végre. Ebben az esetben a helikopter nekifutást véggez a földön $v = 0,4 v_{gazd}$ sebesség eléréséig, a hajtómű névleges üzemmódon történő működése mellett, majd ezt követően növelni kell a forgószárnylapátok közös beállítási szögét a felszálló üzemmódnak megfelelő értékig és ezzel egyidejűleg a botkormány hátrahúzásával el kell emelni a helikoptert a földtől. Ezt követően a helikoptert átviszik a gyorsítással végrehajtott emelkedés üzemmódra.

b. / A leszállás módszerei (5. ábra)

A helikopter leszállása is helikopterszerzőn és repülőgépszerzőn hajtható végre.

A helikopterszerzőn történő leszállás végrehajtható a párnahatás zónájában (5. ábra "a" pálya) vagy azonkívül végzett függéssel (5. ábra "b" pálya).



5. ábra

Az első módszerrel történő leszálláskor a helikopter süllyedést hajt végre és a felvétel $H = (1,5-2) D_{fsz}$ magasságról (D_{fsz} - a forgószárny átmérője) kezdődik a helikopter

$v = 0,5 v_{\text{gazd}}$ sebességig történő fékezésével, majd ezt követi a kilebegtetés további sebességcsökkentéssel. A haladó és a függőleges sebesség nulla értékig történő csökkentése után a helikopter 2-3 méter magasságban függést hajt végre, majd pedig függőleges süllyedést $v_y = 1-2$ m/s értékű függőleges sebességgel először 1 méter magasságig, azután pedig tovább süllyed a földetérésig.

A légpárna zónáján kívüli függést végrehajtott, helikopter módszerrel végrehajtott leszállás 40-50 méterig történő süllyedéssel kezdődik, ami után végrehajtásra kerül a felvétel és a vízszintes repülésre történő áttérés 15 méter magasságban, a sebesség további csökkentésével egészen nullaig. A 15 méter magasságban történő függést követően a helikopter függőleges süllyedést hajt végre $v_y = 1,5-2$ m/s sebességgel, egészen 1 méter magasságig, majd megtörténik a leszállás.

A helikopter repülőgépszerű leszállását akkor alkalmazzák, amikor a rendelkezésre álló teljesítmény elégtelensége miatt a helikopterszerű nem valósítható meg. A leszállás az alábbi szakaszokban megy végbe:

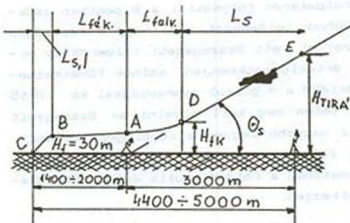
- süllyedés a szabvány akadály magasságig, ahol a sebességnek kb. $v = 0,7 v_{\text{gazd}}$ értékűnek kell lenni;
- felvétel, ami 7-10 méter magasságban kezdődik és 2-3 méter magasságban fejeződik be. A továbbiakban a ferde kilebegtetés következik, ami után a helikopter 40-60 km/h sebességgel földet ér és kifutást hajt végre, miközben a kerekeket fékezik.

Egyes helikoptereknél a forgószárny is bevonható a fékezésbe a botkormány mérsékelt hátrahúzásával.

III. A FÜGGŐLEGES FELSZÁLLÓ REPÜLŐGÉPEK LESZÁLLÁSA

a. / A függőleges fel- és leszálló repülőgépek leszállási vázlatát (6. ábra).

A függőlegesen fel- és leszálló repülőgépek leszállásának vázlatát a repülésbiztonság figyelembevételével kell ki-



6. ábra

Ebben az esetben a repülőgép földhöz történő közelítése kis függőleges sebességekkel fog végbemenni. Ebből adódóan a fékezési szakasznak egyenes vonalú vízszintes, vagy enyhén süllyedő pályán kell megvalósulnia, földközelenben. A fékezési szakasz után pedig a süllyedés és földetérés következik. Ez annyiban különbözik a megszokott leszállástól, hogy a fékezési szakaszt a süllyedés és felvétel kell, hogy megelőzze. A 6. ábra alapján a leszállás folyamata a következő:

- a repülőgép előzetes egyenesvonalú süllyedést hajt végre 45-50 méter magasságig, majd következik a felvétel, ami körülbelül 30 méter magasságban fejeződik be;

- a továbbiakban megkezdődik a repülőgép egyenesvonalú fékezésének szakasza földközélen, egészen $v_x = 5-10$ m/s sebességig, ami átmeny a süllyedési és földterelési szakaszba, $v_y \approx 0$ sebességig történő fékezéssel;

- B pont - a süllyedés és földterelés megkezdésének pontja, görbevonalú mozgásszakasz.

A süllyedés és földterelés folyamata: a B pontban csökkenteni kell a hajtóművek tolóerejét úgy, hogy a repülőgép függőleges tolóerő szerint vett összegezett tolóerősúly viszonya $\mu = 0,90-0,92$ értékig csökkenjen, aminek következtében a repülőgép kis értékű $a = g(1-\mu)$ gyorsulással kb. 10-15 méter magasságban hirtelen meg kell növelni az összegezett tolóerőt úgy, hogy az nagyobb legyen a repülőgép súlyánál. Ezt olyan számítással kell végrehajtani, hogy a repülőgép a lassú süllyedés folyamatában a földnél nulla értékű függőleges sebességgel rendelkezzen.

A leszállási vázlat felépítésének általános tételei:

1./ Alapvető követelmény, hogy a repülőgépvezető a leszállás helyét kb. 2,5-3 km távolságról és 25-30 méter magasságból vizuálisan belássa.

2./ A fékezés kezdetének (A) pontjában a repülőgépnek a megadott magassággal és repülési sebességgel kell rendelkeznie.

3./ Az (A) pontba érkezés pillanatában a menet-emelő hajtóművek gázkiáramlás sebességfokozóinak leszálló helyzetben elfordítva kell állniuk, az emelő hajtóműveknek pedig "alapgáz" üzemmódban kell működniük.

A repülésbiztonság növelés céljából a következő rendszabályokat kell betartani:

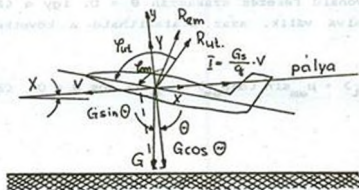
1./ Az (AO) pont alatt a földön közeli irányadó állomást (KIRAO) kell telepíteni. Az irányadó feletti átrepülés pillanatát hang- és fényjelzésnek kell kísérnie.

2./ A repülőgép felvételének közvetlenül a közeli irányadó állomás előtt be kell fejeződni. A felvétel szakasza megegyezik a klasszikus repülőgépek felvételi szakaszával.

3./ A süllyedés szakasza sem különbözik a megszokottól, a θ_{sz} süllyedési szög alapján kiszámítható a leszállás megadott távolságra telepített távoli irányadó állomás (TIRA) átrepülési magassága (H_{TIRA}). A θ_{sz} megválasztása a megszokott $v_y = 3-5$ m/s függőleges sebességből kiindulva történik. Az emelő hajtóművek indítását a süllyedés szakaszán kell végrehajtani, de még a TIRA átrepülését megelőzően.

4./ Az egyenesvonalú fékezés szakaszát legegyszerűbb végrehajtani az α állásszög α_{meg} értékig történő egyenletes növelésével, ha ezt megelőzően az α értéke ennél kisebb volt.

A leszállási szakasz számítási módszerei: a leszálló távolság a repülőgép egyenesvonalú fékezési szakasza és a



7. ábra

földetérésig tartó görbevonalú süllyedés összegével határozható meg. A leszálló távolság nagy részét a fékezési szakasz teszi ki.

A fékezési szakaszban ható erők (7. ábra):

A függőleges fel- és leszálló repülőgépeknél a fékezési szakasz hossza jelentős, mivel a φ_{ut} és φ_{em} szögek korlátozott értékek és nem lehet tölőerő fordítást alkalmazni.

A süllyedés szakaszának hossza mintegy 25-30 métert tesz ki, vagyis a leszálló távolság alapvető része a fékezési szakasz hossza.

Mozgásegyenletek a leszállásnál (megegyezik a felszállás mozgásegyenleteivel, csak a φ_{ut} , φ_{em} , R_{ut} , R_{em} , α és θ szerinti vezérlési törvények lesznek mások:

$$\frac{dv}{dt} = \frac{G}{G} \left[R_{ut} \cos(\alpha + \varphi_{ut}) + R_{em} \cos(\alpha + \varphi_{em}) - X - G \sin \theta - I_{ut} - I_{em} \right] \quad (23)$$

$$\frac{d\theta}{dt} = \frac{g}{G \cdot v} \left[R_{ut} \sin(\alpha + \varphi_{ut}) + R_{em} \sin(\alpha + \varphi_{em}) + Y - G \cos \theta \right] \quad (24)$$

$$\frac{dH}{dt} = v \sin \theta \quad (25)$$

$$\frac{dL}{dt} = v \cos \theta \quad (26)$$

Az egyenesvonalú fékezés szakaszán $\theta = 0$, így a (24) egyenlet algebraivá válik, azaz átalakítható a következő alakra:

$$\mu_{ut} \sin(\alpha + \varphi_{ut}) + \mu_{em} \sin(\alpha + \varphi_{em}) + \frac{Y}{G} - \cos \theta = 0 \quad (27)$$

ahol:

$$\mu_{ut} = \frac{R_{ut}}{G} \quad \text{- utazó hajtóművek tölőerő-súly viszonya;}$$

$$\mu_{em} = \frac{R_{em}}{G} \quad \text{- emelő hajtóművek tölőerő-súly viszonya.}$$

A (27) egyenletből következik, hogy a mozgás egyenesvonalúságának biztosítása céljából a μ_{ut} értékét a fékezés folyamán a következők szerint kell megválasztani:

$$\mu_{ut} = \frac{\cos \theta - \mu_{em} \sin(\alpha + \varphi_{em}) - \frac{Y}{G}}{\sin(\alpha + \varphi_{ut})} \quad (28)$$

A fékezési úthossz és idő kiszámítása legegyszerűbb a (23), (24), (25), (26) egyenletek numerikus integrálása útján, megadva a kezdeti feltételeket $v_k = 0$ és $L_k = 0$, valamint μ_{ut} , μ_{em} , α , φ_{ut} , stb. értékeit.

Ha bevezetjük az egyszerűsítést, R_{ut} és R_{em} értékei nem függnek a sebességtől, az α , θ , φ_{ut} , és φ_{em} szögek pedig állandó értékűek, akkor az (1)...(4) differenciál mozgásegyenletek visszavezethetők a táblázatos integrálokhoz és véges formában integrálhatók.

A repülőgép mozgásának számítását a süllyedés és a földetérés szakaszán a (23)...(26) egyenletrendszer integrálása útján lehet elvégezni.

Összefoglalva:

Az elemzett repülési szakaszokon jelentős mértékben megváltozik a légi jármű külső formája (futók, fékszárnyak kibocsátása, stb.), a repülés sebessége, magassága, iránya, stb., valamint a hajtóművek teljesítménye. A leszállás folyamán a személyzetnek nagyszámú műszer jelzését kell figyelemmel kísérnie, értékelnie és a kapott adatok alapján a repülés további menetéről döntenie. A felsorolt műveletekre fordítandó idő rendkívül korlátozott, ezért a repülőgép vezetésében olyan hibák keletkezhetnek, melyek már nem kiküszöbölhetőek. A repülésbiztonság szükségessé teszi a repülést gátló tényezők elhárítását. A repülőgépek leszállításának automatizálásával is növelhető a repülés biztonsá-

ga, aminek első lépését a félautomatikus megközelítést biztosító, utasítást adó rendszerek alkalmazása jelentheti. A második lépés a megközelítés műveletének teljes automatizálása kell legyen.

A repülőgépek leszállításának teljes automatizálása csak az elhatározási magasság és a vízszintes repülési távolság értékének fokozatos csökkentésével lehetséges.

A polgári repülésben az ICAO (Nemzetközi Repülésügyi Szervezet) a repülőgépek leszállításának automatizálására az elhatározási magasság és a vízszintes távolság függvényében a következő kategóriák bevezetését javasolta (1. számú táblázat).

1. számú táblázat

KATEGÓRIA	ELHATÁROZÁS MAGASSÁGA (m)	VISSZINTES HATÓTÁVOLSÁG (m)
I.	60	800
II.	30	400
III. a.	0	200
III. b.	0	50
III. c.	0	0

Az egyes kategóriák követelményeinek biztosítása viszont komoly műszaki - gazdasági problémákat vet fel.

FELHASZNÁLT IRODALOM

1. / Mihajlov J. A. és mások: A repülőgép automatikus vezérlésének rendszerei.
Moszkva, 1975. Zsukovszkij Akadémia
2. / Егер С. М. и др: < Проектирование самолетов
Москва, 1983. Машиностроение

3. / Акинов А. И. и др: Летние испытания вертолетов
Москва, 1980. Машиностроение

4. / Котик М. Г.: Динамика взлета и посадки самолетов
Москва, 1984. Машиностроение