LETECKÉ ROZHLEDY

Redaktoři: Plukovník p. p. let. Vilém Stanovský a plukovník děl. Čeněk Zikmund.

BŘEZEN 1938.

Kapitán tech. zbroj. Ing. Bohuslav Beneš:

Autogiro — nový druh letounu — a jeho vojenské použití.

První zdařilé lety autogira v r. 1922 vzbudily v celém světě zcela pochopitelný zájem a není divu, že mnozí jednotlivci tehdy předpovídali dokonce v současném letectví rychlý a pronikavý převrat. Avšak brzy se ukázalo, že prvotní konstrukce autogir měly ještě mnoho nedostatků, a když se dosti neskromné požadavky nad očekávání rychle nesplnily, pozbyla veřejnost o věc zájmu (vyjímajíc odborníky v Anglii, Německu a Americe).

V poslední době byly však učiněny v zdokonalení autogira takové pokroky, že se i vojenské odborné kruhy (anglické, francouzské, německé, americké i japonské) začaly vážně zabývat myšlenkou použít autogira k speciálním vojenským úkolům. U nás se doposud nezabýváme problémy autogira tak, jak by bylo po mém soudu záhodno, nebude tedy na škodu, seznámíme-li se s vlastnostmi tohoto zajímavého druhu letounu poněkud podrobněji.

Dnešní letouny jsou v základě letadla draková, jichž konstrukce byla odvozena ze skříňovitého draku Hargravova, používaného k zvedání registračních přístrojů na aerologických stanicích do výše asi 7000 m. Všechny drakové letouny mají však několik nevýhod, které — ani dnes, v době takových pokroků v konstrukci letounů — nemohou být odstraněny, neboť jsou způsobovány fysikálními zákony letu samého draku. Je jistě známo, jak značné rychlosti je třeba, aby se letoun vznesl, a že k dosažení této rychlosti je třeba dlouhého rozjezdu. Přibližně stejné dráhy je však třeba i k přistání letounu. To jsou dva největší nedostatky drakových letadel. Mimoto letoun nemůže setrvat v prostoru nehybně. Různé pomocné prostředky, na př. brzdicí nebo přistávací plochy, mohou sice vést k určitým zlepšením, ale uvedené nevýhody nemohou nikdy docela odstranit.

Pokusy, sestrojit letadlo se svislým startem i přistáním, které by mohlo ve vzduchu po určitou dobu nehybně setrvat, sahají daleko před počátky praktického létání. Byly navrženy nejrůznější konstrukce letadel, s vodorovnými nebo sklápěcími vrtulemi, s lopatkovými koly nebo se skutečnými křídly (letadla kývavá). Již mnoho hlav se marně nalámalo, aby dosáhlo nějakého úspěchu, byť prozatím jen menší praktické ceny. Na př. letadla kývavá se snaží napodobit let ptáků, nejideálnější pohyb ve vzduchu. Ale zůstávají stále jen více nebo méně zdařilými modely. Není právě lehké přenést ptačí křídla v jejich úplné činnosti do stroje. Není ani správné napodobit otrocky přírodu se zcela jinak utvářeným mechanismem. Pro úsporné létání, tak jak to činí příroda, lze mnohé poučení odvodit z plachtění, je to t. zv. létání bezmotorové. Naproti tomu rychlost létání bude ovládána jediné vrtulí spojenou s motorem, s níž se dosáhlo až 80% užitečného efektu. Že příroda sama nepoužila vrtule, to má důvody jen ana-

tomické: nedovedeme si představit, jak by se přiváděla krev anebo nervy k otáčejícímu se údu. Pro mrtvý organismus je však tento pohyb dán již předem.

V r. 1922 vynalezl skvělý španělský inženýr Juan de la Cierva autogiro, které je velice zajímavé zcela novou a originální myšlenkou použití aerodynamických principů. A je v tom kus životní tragedie, že právě ten vynálezce, který svůj celý život věnoval zvýšení bezpečnosti letounů, nalézá smrt při havarii dopravního letounu.

Obr. 1.

I když dnešní autogiro není ještě ideálně dokonalé, je přece již možno použít ho k účelům civilním (sportovním a cestovním) i vojenským, pro něž zvláště má přímo skvělé předpoklady.

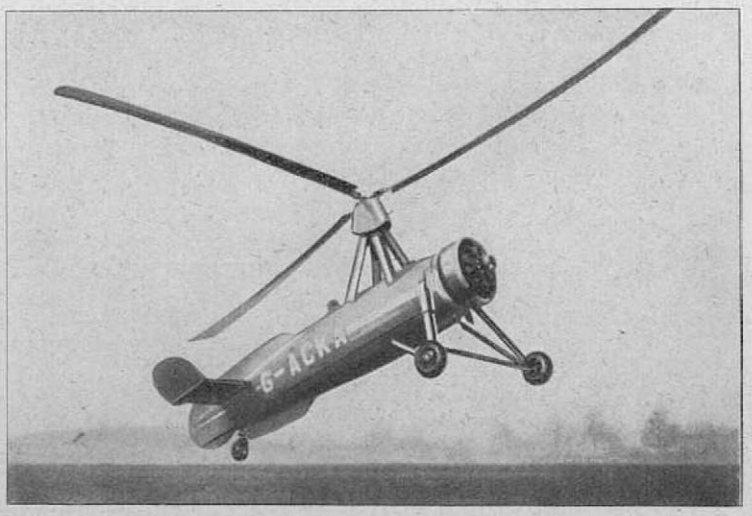
Autogiro nemá žádné vodorovné neboli nosné vrtule (jednu nebo několik, jak se mnozí mylně domnívají), poháněné motorem, které táhnou letoun vzhůru; svislá, normální vrtule obstarává, jako obvykle, pohyb vpřed, ve směru vodorovném. U autogira jsou normální pevná křídla nahrazena 3 anebo 4 velmi úzkými lopatkami, otáčivými kolem středu, neboli t. zv. rotorem, jenž však není otáčen silou motorickou, nýbrž proudem vzduchu, vnikajícím jednak otáčením hnací vrtule, jednak pohybem letounu vpřed (letem). Otáčením rotoru v určitém směru vzniká pak přídavný tah vzhůru, který snižuje rychlost letounu, k jeho udržení ve vzduchu nezbytnou, na tak nepatrnou míru, jak to u normálního letounu (drakového) není ani přibližně možné. Foto 1.

Je zajímavé, jak de La Cierva vlastnosti svého autogira názorným způsobem, vzor za vzorem zlepšoval. Své pokusy započal r. 1922, při čemž jeho prvým vzorem byl normální dolnokřídlý jednoplošník (aeroplán) s částečně zmenšenými křídly, nad nimiž byly 2 čtyřramenné rotory, proti sobě otáčivé. De La Cierva se domníval, že se použitím druhého rotoru vzestupná složka, vznikající otáčením spodního rotoru, ještě zvětší. Ale letoun nevzlétl. Druhý vzor měl již jen 1 rotor a ukázal upotřebitelnost návrhu. Křídla byla postupně stále více zmenšována a rotor aerodynamicky zdokonalován. V r. 1932 vzniká nový vzor „C-19 Mark IV", jenž očekávané vlastnosti ukázal tak přesvědčivě, že v krátké době byla objed-

nána serie těchto letounů a do různých zemí zadána byla licence jejich výroby, při čemž se vzor „C-19" stal vzorem konstrukcí autogir jiných firem. Letoun „C-19" je dolnokřídlý jednoplošník s malými křídly rozpětí

Obr. 2.

5 m, která jsou na koncích zahnuta pod úhlem 45° ve vodicí plochy, jejichž účelem je zachycovat otáčivý moment rotoru. Tyto vzory se mohly vznést do vzduchu teprve tehdy, když byl rotor roztočen na zemi (asi na 180 otá-



Obr. 3.

ček/min.), což se dělo s pomocí pryžového lana a rozjezdem letounu po zemi (bylo třeba dlouhé dráhy). Další vzory Ciervovy byly „C-30" a „C-30 P", jež se vzájemně lišily jen výkonností a krytem motoru. Křídla, jakož i výškové a stranové kormidlo chybějí. Místo nich jsou na trupu vhodně umístěny vodicí plochy. Foto 2, 3.

Charakteristika letu autogira.

Autogiro je zajímavým druhem letounu nejen pro laika, ale i pro odborníka-technika. Technické zásady, při konstrukci autogira použité, jsou velmi důležité při odhadování jeho skutečné ceny a při uvažování o jeho různých možnostech. V této věci se setkáváme s mnoha nesprávnými názory, jež, zcela pochopitelně, mají svou příčinu v takřka shodné konstrukci autogira a normálního letounu. Vysvětlím proto stručně zvláštnosti letu autogira za předpokladu, že principy létání a tedy základy konstrukce normálního letounu jsou všeobecně známy.

Autogiro je v základě rovněž konstruováno jako normální letoun, t. j. má trup s vrtulí vpředu, má stranové kormidlo, ale nemá křídla (nosné plochy) známého tvaru, ani výškové kormidlo, bez nichž by obyčejný letoun nemohl létat. Příznačný pro ně je však veliký rotor, umístěný nad přední částí trupu a skládající se z 3 nebo 4 stejně dlouhých a širokých ramen (lopatek) aerodynamického (proudnicového) průřezu. Rotor se při letu otáčí volně kolem své osy, která není kolmá na podélnou osu trupu, t. j. rovina otáčení rotoru není vodorovná, není kolmá k rovině otáčení vrtule, nýbrž je poněkud skloněna dozadu. Rotor se roztáčí již před startem autogira (s pomocí spojky a převodu určitého stupně je možno rotor spojit s motorem). Spojení s motorem se vypne, jakmile otáčky rotoru dostoupí určité výše, a potom se rotor otáčí (rotuje) již samovolně, jsa poháněn vzdušným proudem (vznikajícím otáčením vrtule), jenž probíhá odpředu dozadu ve směru podélné osy autogira. Při startu pracuje motor na „plný plyn", vrtule se otáčí s největším počtem otáček a rovněž otáčení rotoru se zrychluje. Autogiro se „odlepuje" od země a stoupá rychle vzhůru, po velmi strmé křivce. Otáčení rotoru je však mnohem pomalejší nežli vrtule. Dříve se rotor roztáčel pohybem autogira po zemi, což trvalo dosti dlouho a vyžadovalo dlouhé dráhy (do zavedení výsuvné spojky mezi motorem a rotorem). Otáčením rotoru při současném pohybu autogira vpřed vznikají v lopatkách rotoru síly směřující vzhůru (vzestupné), způsobující rychlé stoupání letounu při velmi malém rozjezdu.

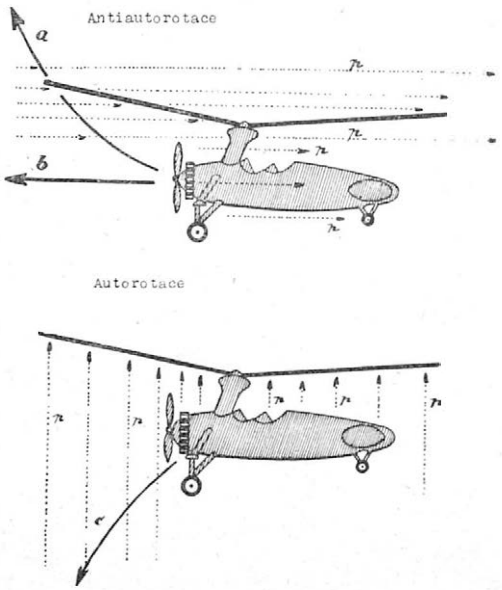
Antiautorotace a autorotace rotoru autogira.

Rotor autogira se za letu otáčí (zdánlivě bez viditelného pohonu) kolem osy, která je poněkud skloněna nazad. Zdá se, že se rotor otáčí jako lopatky větrného kola, avšak ve skutečnosti se otáčejí rotor a větrné kolo vzájemně v opačném smyslu, proti sobě; lopatky větrného kola se otáčejí po větru (jsou jím tlačeny), kdežto lopatky rotoru se otáčejí zdánlivě proti větru. Lopatky větrného kola se otáčejí v tom smyslu, kam jsou skloněny. Tomuto zjevu říkáme autorotace. Lopatky rotoru se však otáčejí proti směru, v němž jsou skloněny. Tomuto zjevu pak říkáme antiautoritace. Jednoduchým pokusem mohli bychom si ukázat, že smysl otáčení větrného kola záleží jediné na sklonu osy otáčení k směru proudu vzdušného (větru). Kdyby osa rotoru byla skloněna dopředu, otáčel by se rotor ve směru sklonu lopatek, neboli nastala by rovněž autorotace. Nutno však též dodat, že by při autorotaci tlačil rotor autogiro k zemi, kdežto při antiautorotaci je zdvíhá. Oba zjevy vysvětlí nejlépe obrázky. Tabulka 1.

Autorotace (též autogirace) nastává při sestupu autogira, když motor nepracuje (při klouzavém letu). Rotor autogira tudíž při výstupu antiautorotuje a při sestupu autorotuje. V prvém případě je poháněn proudem vzduchu, vzniklým otáčením vrtule a pohybem autogira vpřed, kdežto v druhém případě je poháněn proudem vzduchu, způsobeným klesáním autogira k zemi. Rotor autogira není tedy šroubem, který se šroubuje jako vrtule normálního letounu (aeroplánu) ve svislém směru do vzduchu.

Přihlédněme blíže k silám působícím na lopatky rotoru, vydané proudu vzduchu. Každá lopatka je poněkud odchýlena od roviny otáčení i od směru vzdušného proudu. Proud vzduchu vyvolává v určitém bodě příčného průřezu lopatky 2 síly, z nichž jedna, kolmá na směr vzdušného proudu, t. zv. vztlak (zdvih), směřuje vzhůru a druhá je rovnoběžná se směrem vzdušného proudu, t. zv. tah. Tyto síly vznikají i v křídlech aeroplánu při jeho letu; vysvětlíme si tedy snadno název rotoru autogira: „rotující křídlo". Tabulka 2.

Lopatky otáčejícího se rotoru procházejí vzhledem k směru letu autogira řadou poloh, z nichž nejdůležitější jsou (k charakteristice sil) polohy při pohybu lopatek vpřed (ve směru letu autogira) a polohy při pohybu vzad (proti směru letu autogira). Uvažujme nyní o jednotlivých základních polohách:



Antiautorotace nastává při letu s pracujícím motorem, při vzestupu a při letu vodorovném. Na rotor působí proud vzduchu, vzniklý pohybem autogira vpřed, a proud vzduch od vrtule.

a, b . . . . . směry letu autogira,
p . . . . . směr proudu vzduchu.

Autorotace nastává při letu bez motoru, při sestupu a letu klouzavém.

c . . . . . směr letu autogira,
p . . . . . směr proudu vzduchu.

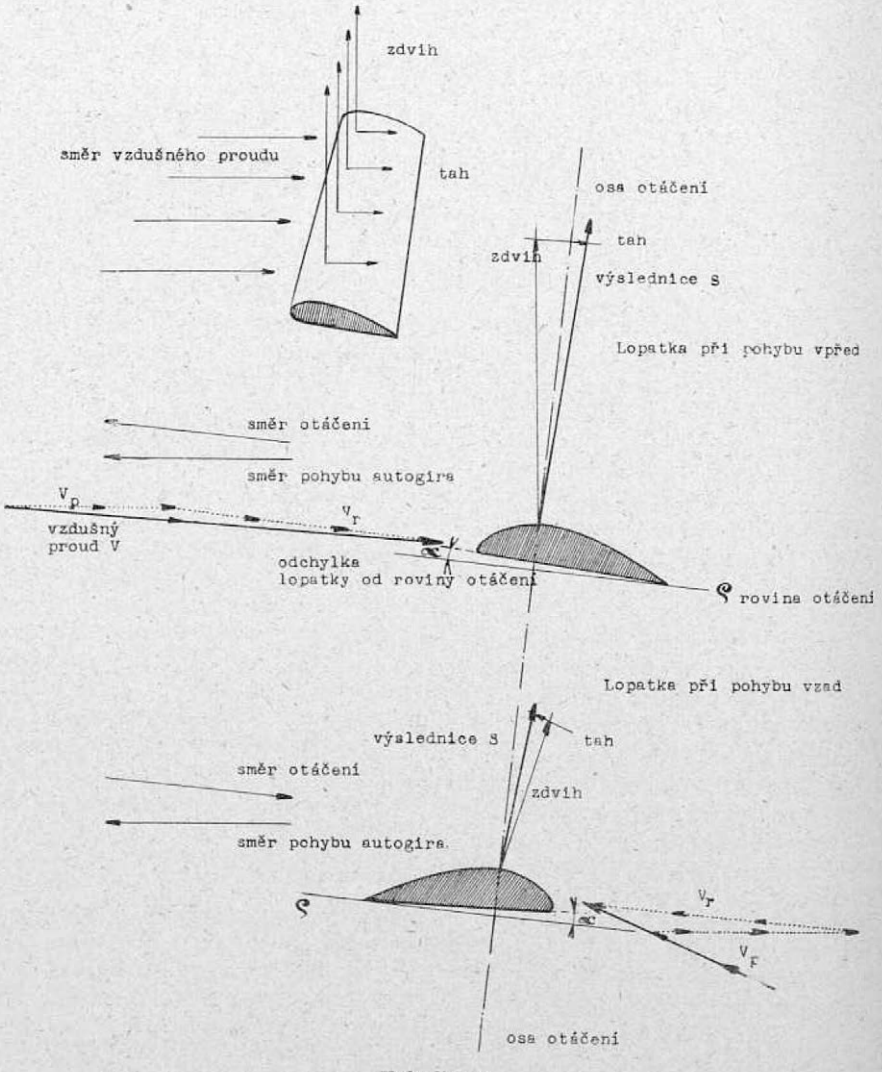
Na rotor působí proud vzduchu, vzniklý klesáním autogira. Přichází tudíž na rotor kolmo zespodu.

Smysl otáčení rotoru je v obou případech, t. j. při antiautorotaci i autorotaci, týž.

Tabulka 1.

1. Lopatka pohybující se dopředu. Osa rotoru je kolmá k rovině otáčení, jež je odchýlena o malý úhel od roviny vodorovné. Lopatka je odchýlena poněkud od roviny otáčení rotoru. Předpokládejme, že vzdušný proud V (vyvolávající podél celé lopatky vztlak a tah) je výslednou silou složek V_p, vzniklé pohybem autogira vpřed, rovnoběžné se směrem letu a zvětšené tahem vrtule (motor stále pracuje), a V_r, vzniklé otáčením rotoru (pohybem lopatky dopředu), rovnoběžné s rovinou otáčení a působící proti směru pohybu lopatky (je to odpor vzduchu). Výslednicí vztlaku a tahu je síla S, směřující vzhůru, jež však působí poněkud za osou otáčení (rotoru) vzhledem k pohybu lopatky, t. j. je skloněna nazad a je antiautorotativní, způsobujíc onen zdánlivě obrácený postup rotoru.

Čím bližší jsou jednotlivé průřezy lopatky, v nichž výslednice V působí, ose rotoru, tím menší je složka V_r (obvodová rychlost je menší) a výslednice V je stále více skloněna k rovině otáčení rotoru a svírá s ní stále větší úhel.



Tabulka 2.

Čím větší pak je tento úhel, tím více se výslednice S přibližuje k ose otáčení, t. j. pohybuje se před, což prakticky znamená, že síly antiautorotativní přecházejí v autorotativní. Na jedné a téže lopatce pohybující se dopředu (motor autogira pracuje) působí tedy síly antiautorotativní a autorotativní současně.

2. Lopatka pohybující se dozadu. Složka V_p je stejná jako v předešlém příkladě. Složka V_r je sice téže velikosti, ale opačného směru. Výsledný vzdušný proud V působí pod větším úhlem, ale je mnohem slabší

nežli v předešlém případě. Rovněž výslednice vztlaku a tahu S je menší a působí před osou otáčení, je tedy autorotativní. A zcela obdobně jako v předešlém příkladě: čím blíže k ose rotoru, tím V_r je menší, vzdušný proud pak více skloněn a výslednice S se stále více naklání dopředu. Na jedné a téže lopatce pohybující se dozadu (motor autogira pracuje) působí jen síly autorotativní, a to po celé její délce. Složka vztlaková je pak největší u lopatky pohybující se vpřed (ve směru letu autogira) a nejmenší u lopatky pohybující se vzad.

Je nejevě, že algebraickým součtem všech sil antiautorotativních a autorotativních na celém rotoru musí být nula. Kdyby převládly na př. síly autorotativní, zrychloval by se pohyb rotoru, složka V_r by vzrůstala ve všech polohách lopatky, čímž by se sklon vzdušného proudu V zmenšoval. Výslednice S by se ustálila v určité rovnovážné poloze antiautorotativní. Rotor by nabyl určité konečné rychlosti, protože by zrychlení kleslo na nulu.

Antiautorotativní síly vznikají jen při pohybu lopatek dopředu (při pracujícím motoru autogira), v ostatních polohách jsou autorotativní.

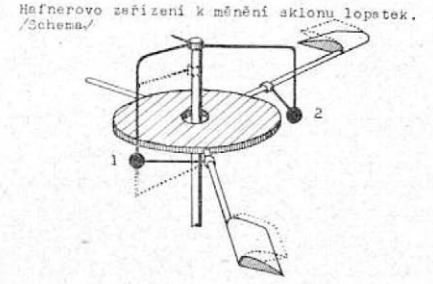
Změna rychlosti letu autogira (a ještě jiné podmínky) má v zápětí též vzrůst anebo pokles sil na lopatky působících, ale jejich vliv na rychlost otáčení rotoru se vzájemně vyrovnává tak, že změna rychlosti otáčení není patrná, činí jen asi 10% původního, beztoho již malého počtu obrátek.

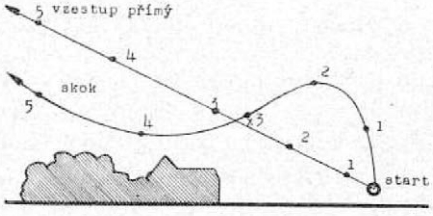
Průřez lopatek je aerodynamický (proudnicový). Podle teorie měl by se při otáčení rotoru měnit (při přechodu lopatky z polohy do polohy), aby se velikost vztlaku nekolísala. Šířka lopatky bývá asi 30 cm, délka 6 m. Motory mohou být dosti slabé, 40—100 k. s. Angličané nazývají autogiro přiléhavějším názvem „gyroplan".

Praktické pokusy s rotory ukázaly, že velmi záleží na sklonu lopatek k rovině otáčení. Tak na př. u rotoru se sklonem lopatek 15° nebylo možno dosáhnout autorotace; právě tak při sklonu lopatek asi 3° rotor jen antiautoroval. Zato rotor s lopatkami v nulovém sklonu začal v proudu vzduchu autorotovat, a když byl roztočen ve smyslu opačném (ve smyslu antiautorotace), otáčel se touž rychlostí v novém smyslu otáčení. Autogiro, tímto rotorem opatřené, vzlétne tedy za použití antiautorotace rotoru (při čemž vzdušný proud přichází se strany, od motoru) a sestoupí za použití samovolné autorotace rotoru (při čemž vzdušný proud přichází zespod, od země). Zajímavé při tom je, že se smysl otáčení rotoru nemění, je stále týž při startu, letu i sestupu autogira, ačkoliv fysikální principy startu a sestupu jsou (pokud se rotoru týká) zcela protichůdné. U nejnovějších autogir mají rotory lopatky se sklonem do 3° (ačkoliv teoreticky má autorotace probíhat až asi do 10° sklonu lopatek).

K zabezpečení autorotace pro sestup autogira nutno tedy volit sklon lopatek tak, aby vztlaková složka byla ještě dostatečně účinná, t. j. aby autorotace nastala i při letu bez motoru (klouzavém), nejen při svislém sestupu. Víme však, že čím větší je vztlaková složka, tím rychleji se rotor otáčí. Poněvadž při sklonu lopatek nelze překročit určitou mez, zvětšuje se vztlak, resp. rychlost otáčení rotoru zvětšením rychlosti letu autogira při témž směru vzdušného proudu (t. j. při letu v stejném směru), čímž se zvětší i síla vzdušného proudu na lopatky působícího, nebo se změní směr letu (při téže rychlosti letu), čímž na rotor přichází pak vzdušný proud pod jiným, výhodnějším úhlem. Tato změna se provádí relativně nakláněním osy rotoru. Nejnovější modely autogira mají lopatky, jejichž sklon je

možno ze stanoviště pilota samočinně měnit (v určitých mezích ovšem). S pomocí tohoto zařízení je umožněn t. zv. „skokovitý start" autogira, záležející v tom, že autogiro „se odlepí" rychle a takřka svisle od země (start s místa) do určité výše (několik desítek metrů) a pokračuje pak v dalším letu jako aeroplán. Tímto způsobem může autogiro „překonávat" dosti vysoké překážky, umístěné velmi blízko místa startu. Pilot musí ovšem bezpečně ovládat zařízení pro měnění sklonu lopatek rotoru. Tab. 3.



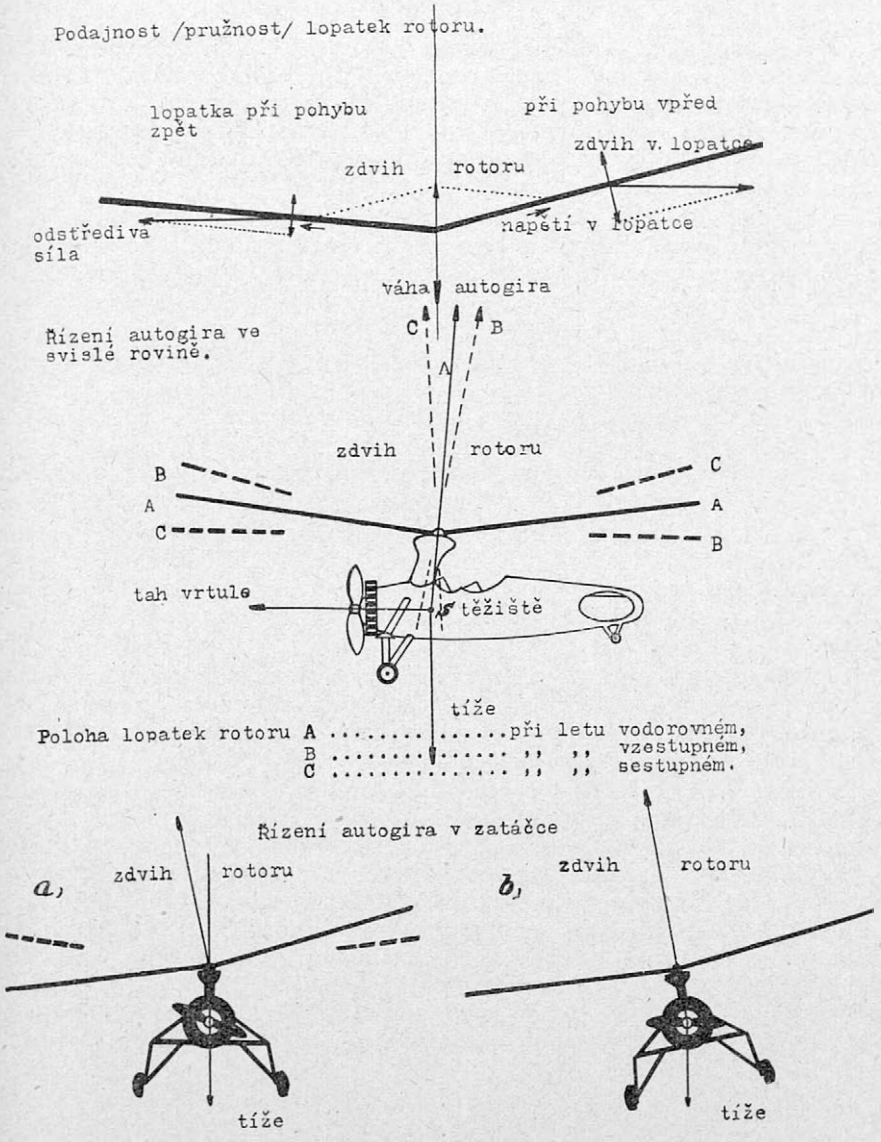


Pomocí Hafnerova zařízení je možno měnit sklon lopatek autogira (v určitých mezích) posouváním rotorové osy, kterou lze též naklánět v různých směrech (1 a 2 jsou kloubová spojení). Toto zařízení umožňuje přímý vzestup autogira, podle názorů mnohých odborníků výhodnější nežli vzestup skokovitý, který je pokládán za poněkud nebezpečný tehdy, když v blízkosti místa startu jsou vyšší předměty. Při tomto způsobu vzestupu vystoupí autogiro náhle do výše a zase dosti značně klesne. Pak teprve je jeho vzestup pravidelný. Obrázek znázorňuje různé druhy vzestupu autogira při větru vanoucím proti směru letu rychlostí 6 m za vteřinu. Jednotlivé polohy při vzestupu souhlasí s časem ve vteřinách.

Tabulka 3.

Podajnost (pružnost) lopatek rotoru.

Lopatky rotoru nejsou připevněny k ose rotoru nehybně, nýbrž jsou do určitého stupně posuvné ve svislém směru (jako obrácený deštník). Na podélný tvar lopatky, resp. na velikost její odchylky od roviny otáčení mají vliv síly, na ni právě v tom onom okamžiku otáčení působící. Zdvihová složka lopatku zdvíhá a poněkud ohýbá vzhůru (vyjímajíc tam, kde je záporná). Vlivem odstředivé síly jsou však lopatky rotoru zase narovnávány. Zdvih, působící po celé délce lopatky, mění svou hodnotu spolohou lopatky. Mění se tedy během otáčení rotoru i poloha lopatky vzhledem k rovině otáčení, lopatka se od ní vzdaluje a zase se k ní přibližuje. Proto je nutno učiniti lopatky pohyblivými ve svislém směru. Kdyby lopatky byly spojeny pevně s osou rotoru, vznikal by v pravé straně rotoru otáčivý moment, který by se snažil otočit autogirem do strany, kolem podélné osy autogira (zdvih na pravé straně rotoru, ve směru letu autogira, je větší nežli na straně levé, u lopatek, pohybujících se odpředu dozadu). Lopatky rotoru jsou též pružné, což usnadňuje vyrovnávání sil antiautorotativních a autorotativních, působících v podélném průřezu lopatky. Otáčející se lopatka se při pohybu vpřed zdvíhá tak dlouho, až se zdvih vyrovná s odstředivou složkou, která napíná lopatku rotoru, narovnává ji. Při pohybu nazad lopatka zase klesá. Tomuto pohybu lopatek vzhledem k rovině otáčení, jenž působí na diváka velmi podivně (jako mávání rukama), říkáme po právu mávání. Je nutno ještě dodat, že celková, výsledná složka zdvihová, vznikající při otáčení rotoru, nepůsobí v ose otáčení rotoru, nýbrž poněkud před ní a je vyrovnávána vlastní vahou autogira. Tab. 4.



a) Poloha autogira před obratem.

Čárkovaná poloha rotoru odpovídá poloze při normálním letu vpřed, kdy autogiro je v t. zv. rotační rovnováze. Skloněním rotoru na stranu (poloha plně vytažená) se rotační rovnováha poruší, což má za následek změnu zdvihu na jedné straně (vznik otáčivého momentu) až do nového ustavení rotační rovnováhy.

b) Poloha autogira v zatáčce.

Sklouznutí po křídle je zabráněno konstrukcí ocasních ploch. K usnadnění obratu se používá ještě stranového kormidla.

Tabulka 4.

Řízení autogira.

Řízení autogira je přímé, účinné a logicky velmi jednoduché. Kormidla, výškové i stranové, byla by sice velmi dobrou pomůckou řízení, ale nejsou nezbytně nutná. Hlavním kormidlem je tu otáčející se rotor. Pohybu autogira ve svislé rovině, t. j. stoupání nebo klesání, dosahuje se nakláněním rotoru dopředu nebo dozadu, v celkovém rozsahu asi 11° (otáčením volantu jako u automobilu).

Poloha A značí polohu rotoru při vodorovném letu autogira, kdy autogiro je v t. zv. rotační rovnováze, při čemž jediným jeho pohybem je pohyb vpřed, způsobovaný tahem vrtule. V těžišti autogira (nebo blízko něho) působí 3 síly: tah, vztlak a tíže, jsoucí v rovnováze.

Poloha B značí polohu rotoru při letu vzestupném. Zdvihová složka nejde těžištěm autogira, nýbrž prochází bodem před ním. Proto se přední část trupu autogira zdvíhá, vychyluje se z vodorovné polohy a autogiro stoupá vzhůru v strmé křivce. Kdyby se však rotor v této poloze B ponechal dále, stoupalo by autogiro po křivce tak dlouho, až by provedlo úplný přemet nazad. Proto je nutno polohu autogira vždy včas vyrovnat tak, aby byl umožněn nepřetržitý a svislý vzestup.

Poloha C značí polohu rotoru při sestupu. Zdvihová složka prochází bodem za těžištěm (vzhledem k směru letu) autogira, jež klesá se zdviženou zadní částí trupu. Sestup nutno provést zcela obdobně jako vzestup, přímo nebo postupně, podle toho, jak dlouho se rotor ponechá v té oné poloze.

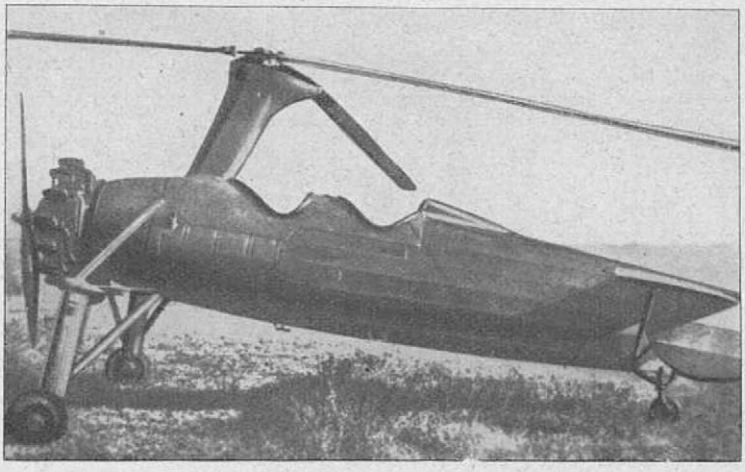
Je-li nutno sestupovat, přistávat bez motorické síly (na př. při selhání motoru), způsobuje proud vzduchu, vzniklý klesáním autogira, samovolnou autorotaci rotoru. Přistát je možno buď zcela svisle nebo klouzavým letem, podle stupně sklonění rotoru.

Pokusy ukázaly, že se rychlost klesání, t. j. svislá složka výsledné rychlosti autogira, mění se sklonem klesání. Tak na př. při vodorovné rychlosti asi 65 km za hodinu je rychlost klesání nejmenší, asi 14·5 km za hodinu. Ale i při menších vodorovných rychlostech (bez motoru) je možno přistat bez nebezpečí, protože rychlost klesání je stále ještě dostatečně malá. Tato schopnost velmi pozvolného klesání (klouzavý let na velké vzdálenosti) umožňuje autogiru vyhledat si vždy vhodné místo k přistání (při selhání motoru). Pro jemné přistání je však uvedená rychlost klesání poněkud vysoká, nutno tudíž ještě použít alespoň slabého tahu vrtule, zvláště před samým přistáním, před dosednutím na zem, které má být co nejjemnější.

V zatáčkách je řízení autogira zcela obdobné řízení výškovému: rotor se naklání do stran, nalevo nebo napravo, v rozmezí asi 7°. K usnadnění obratů slouží stranové kormidlo. Zvláštní ocasní plochy znemožňují sklouznutí po křídle.

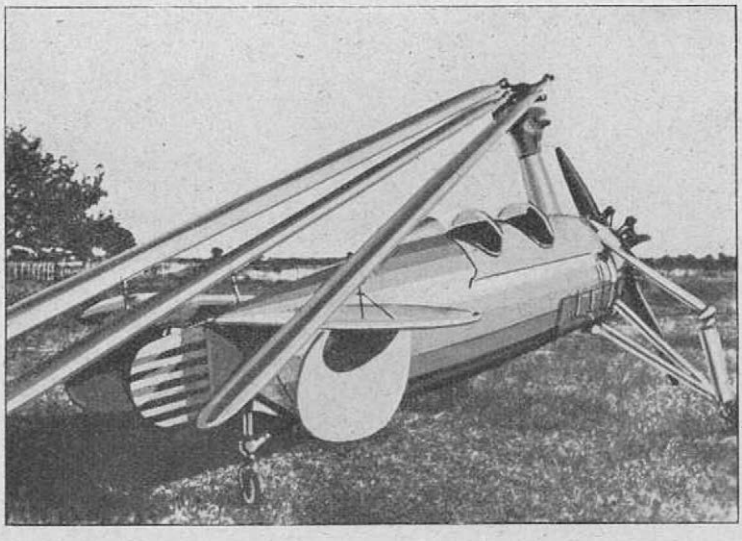
Moderní (anglické a americké) konstrukce autogir se liší navzájem provedením rotoru (3—4 lopatky), silou motoru, tvarem trupu a p. V Americe se vyrábí seriově již 6 různých druhů gyroplanů. Za bezvětří může moderní autogiro přeletět překážku 15 m vysokou na vzdálenost 90 m. Zkouší se též start skokový („jump start"), 60 m vzhůru přímo s místa. Uložení rotoru je kardanové, libovolné sklápění je tudíž velice snadné. Autogiro má místo ostruhy na spodní části trupu kolečko, řiditelné nožní pákou.

Pokusy ukázaly, že k startu autogira za úplného bezvětří postačila dráha 11 m, při zcela nepatrném větru jen 6—7 m. Přistávání, jež vyžaduje značné zručnosti, bylo prováděno ve čtverci, jehož strana byla pouhých 6 m.



Obr. 4.

Anglické autogiro se sedmiválcovým motorem (Armstrong-Siddeley-Genet Major) dosáhlo největší rychlosti 193 km za hodinu, normální rych-



Obr. 5.

losti 153 km/hod. a nejmenší rychlosti 16 km/hod. bez ztráty výšky; největší výšky 4850 m při stoupavosti 275 m za 1 minutu.

V Americe bylo zkonstruováno autogiro s motorem o 700 k. s. na dopravu 10 osob.

Mezi odborníky se dlouho pochybovalo o tom, zdali je možno s autogirem dosáhnout týchž rychlostí jako s aeroplánem se stejně silným motorem. Autogiro bylo ve skutečnosti velmi pomalé, neboť nebylo doposud dostatečných zkušeností s rotorem. Výpočty Bennetovy a pokusy ve větrném tunelu přispěly k správnému hodnocení největší rychlosti autogira, aerodynamicky správně řešeného, a ukázaly, že rychlost autogira může být dokonce větší nežli aeroplánu s motorem téže výkonnosti, při čemž není nutno se obávat současného zvětšení nejmenší rychlosti ani slevit s požadavku svislého přistávání.

V nejnovější době byly konány v Německu s řízením autogira bez pilota, což má s vojenského stanoviska dalekosáhlý význam. Anglický gyroplán „Kellet-YG-1a" dosáhl nejmenší rychlosti za bezvětří 25 km/hod., největší rychlosti 200 km/hod., normální rychlosti 168 km/hod.; při rychlosti větru od 3 m za vteřinu udržel se již nehybně ve vzduchu. Při startu „přeskočil" na vzdálenost 15 m předmět 10 m vysoký. Rotor tohoto autogira se dá složit podél trupu, což má pro jeho dopravu (po úzkých cestách) a vojenské použití veliký význam. Foto 4, 5.

Helikoptera.

Autogiro bývá často nesprávně zaměňováno s helikopterou, která má také rotor, ale ten je poháněn motorem, kdežto rotor autogira je poháněn proudem vzduchu. U autogira prochází vzdušný proud rotorem vzhůru, kdežto u helikoptery rotorem svisle dolů, neboť rotor helikoptery je opravdovou vrtulí, šroubující se do vzduchu. I když se z navrhovaných helikopter prakticky až doposud žádná neosvědčila, neznamená to, že ani v budoucnu nebude schopna praktického použití. Prozatím se názory o ní velmi různí. Dokonalá helikoptera měla by být schopna nejen letu s místa, t. j. přímo svisle vzhůru, a ve výši nehybně po libovolnou dobu setrvat, ale měla by být schopna i letu do stran. Francouz Laurence le Page vypracoval návrh na helikopteru s rotorem, který je možno naklánět podobně jako rotor autogira, a s přímým řízením, bez postranní vrtule, kterou nahrazuje rotor, jehož nakloněním na některou stranu se dosáhne pohybu helikoptery v onom směru. Le Page uvádí, že by helikoptera jím navržená dosáhla rychlosti asi 240 km za hodinu při sklonu rotoru asi 18° od roviny vodorovné.

Použití autogira.

Neobyčejně krátký rozjezd při startu a svislé přistávání učinilo autogiro nezávislým na zvláštních letištích. Rovněž skutečnost, že autogiro je bezpečné proti zřícení, otvírá tomuto druhu letounu další budoucnost jakožto letounu sportovnímu a cestovnímu (pro obchodní účely), neboť nebezpečí nehody při nutném přistávání je sníženo na nejmenší míru. Ale pro autogiro se objevují zcela nové možnosti při použití k účelům vojenským, k provádění úkolů, jichž splnění s pomocí dosavadních letounů by bylo velmi obtížné. Charakteristika letu autogira budí zvláště zájem dělostřelců, neboť možnosti startu i přistání umožňují provádění operací v těsné spojitosti s podporovanými zbraněmi. Malá rychlost letu umožňuje provedení mnohem podrobnějšího průzkumu, nežli každým jiným prostředkem. V anglických manévrech v r. 1933 bylo použito 2 autogir (vzor C-19), jednak k dopravě důstojníků štábů vyšších jednotek, jednak k uskutečnění osobního styku mezi štáby a bojujícími jednotkami. Zničené nebo nepřite-

lem postřelované silnice často znemožní rychlé osobní spojení. Silnice byly často, právě při důležitých bojových akcích, tak hustě obsazeny pochodujícími jednotkami, že průjezd autem trval velmi dlouho nebo byl zcela nemožný. Ani s terénními vozidly nelze dosáhnout té rychlosti jako s auto-

Obr. 6.

girem. Nebezpečí, že právě tyto důležité osoby budou nepřítelem zastřeleny, je při použití autogira menší nežli u dopravních prostředků odkázaných na terén. Autogiro skýtá všeobecně menší cíl nežli letoun. Polní i výpomocná letiště za frontou, až k postavení dělostřelectva, bude lze za obyčejných poměrů nalézt vždy. Nelze-li však výjimečně přistat, umožní nepatrná přistávací rychlost autogira spustit písemnou zprávu přímo běžci na zemi (po motouzu) a přijmout touž cestou i odpověď. Bylo také vyzkoušeno spojení telefonním drátem až do výše 2000 m, při čemž drát neslo autogiro samo. Optická signalisace je dosti snadná. Pokusy uspokojily tak, že anglické ministerstvo letectví objednalo dalších 6 autogir (vzoru C-30 P) pro manévry v r. 1934. Obr. 6.

Velký taktický význam má i ta skutečnost, že autogira, již v dnešním stupni vývoje, může být za určitých podmínek použito jakožto vhodné náhrady za upoutaný balon, jenž je již dlouho na obtíž všem vojenským odborníkům. Nelze se ho zříci jakožto pozorovatelny, v prostoru pevně tkvící, avšak jeho velké nevýhody, t. j. těžkopádnost v terénu a spojené s ní obtíže při rychlé změně stanoviště, stávají se stále patrnějšími a nepříjemnějšími.

Balonové čety již ve světové válce často nebyly s to sledovat jednotky, které byly právě v pohybu. Dnes je všeobecně nutno (u motorisovaných útvarů) počítat s mnohem většími pochodovými rychlostmi a možnost rychlé změny stanoviště balonu se tudíž stává stále důležitější. Ve Francii a v Americe se řeší tento problém již po několik let motorisací upoutaného balonu, t. j. vybavením balonové čety takovými prostředky, které dovolují, aby pozorovací koš balonu byl bez zvláštních obtíží a v nejkratší době zaměněn za motorovou gondolu. Moto-balon pak vlastní silou — jako malá vzducholoď — přeletí na nové stanoviště, kdežto balonová četa dosáhne na nejmodernějších terénních vozidlech nového stanoviště bez obtíží a také rychle. Moto-balon přistane po přezkoušení povětrnosti a motorová gondola se zase zamění za pozorovací koš (výměna trvá asi 7 minut). Pozorování může tedy být započato velmi brzy po přemístění balonu. Velkou nevýhodou těchto moto-balonů je však malá rychlost, asi 40 km za hodinu, která činí jeho použití velmi závislým na panující právě povětrnosti. Větší rychlosti se dosáhne obtížně, neboť při tvaru balonu je nutno především oceňovat jeho hlavní úlohu, pozorování. Autogiro je tu velikým zdokonalením, neboť možnost jeho použití jakožto upoutaného balonu počíná právě tam, kde použitelnost upoutaného balonu již končí, t. j. při rychlosti větru 16—18 km za hodinu. Od této hodnoty výše může autogiro setrvat nehybně nad libovolným pevným bodem v terénu a skýtá proto pozorování právě tytéž možnosti, jaké až doposud měl upoutaný balon. Autogiro se tedy může jednak rychle pohybovat (jako každý jiný letoun), jednak může nehybně v prostoru setrvat; veliká pohyblivost činí z něho velmi cenný pozorovací prostředek. Ono má veškeré přednosti upoutaného balonu a nemá žádné z jeho nevýhod (snadnou zasažitelnost, obtížné manévrování, nemožnost setrvat přímo nad cílem). Balon byl až dosud nejrychlejším a přesným pozorovacím prostředkem vlastní palby, on dovoloval použití dalekohledu, přímého telefonního spojení se zemí, ale pro svou nutnou velikost byl cílem daleko viditelným a zranitelným, velmi citlivým na povětrnostní poměry. Vyžaduje velikého množství prostředků a potřeb na zemi. Jeho pohyblivost je značně omezená, činí nejvýše 40 km za hodinu. Letoun má proti upoutanému balonu větší rychlost, menší zranitelnost a může se bránit kulomety; při průzkumu má větší poloměr působnosti a možno z něho také pozorovat svisle. Avšak jeho veliká rychlost, chvění trupu a široká křídla omezují rozhled i použití dalekohledu. Zato z autogira je mnohem lepší rozhled nežli z letounu, neboť křídla nepřekážejí a není tu tak velké chvění trupu při velmi malé rychlosti letu. Autogiro je tedy s to, nahradit upoutaný balon dělostřeleckého pozorovatele. Použití dalekohledu je nutno ještě vyzkoušet. Autogiro je také méně viditelné nežli letoun. Dnešní typy autogir nejsou doposud vyzbrojeny, neboť jsou vesměs ještě příliš malé. Jejich činnost se tudíž omezí spíše na vlastní území, vyjímajíc ovšem činnost v noci, kdy mohou být mnohem důležitější nežli letoun. Větší autogira budou však přiměřeně vyzbrojena, při čemž větší možnost manévru při dostatečném vyzbrojení může velmi podstatně změnit dosavadní názory na použití autogira. Závislost autogira i letounu na větru je proti upoutanému balonu celkem nepatrná.

Zdá se však, že pro průzkum cílů a nepřátelského terénu vůbec bude mít letoun přec jen více výhod nežli autogiro, jehož bude používáno k průzkumu vlastního území, k donášení rozkazů, všeobecně jako spojovacího prostředku. Jisté však je, že balon může být nahrazen autogirem úplně, kdežto pozorovací letoun v míře dosud blíže neurčené.

S neustálým technickým rozvojem autogira vzrůstá i počet dalších možností jeho vojenského použití. Tak na př. pokusy konané v Anglii ukázaly, že vedení útočné vozby v boji za pomoci autogira je velmi výhodné. Vysazování bojových výsadků v týlu nepřítele z letounů, čemuž se v budoucnu přičítá velká důležitost, bude vždy spojeno se značnými obtížemi. K vysílání, t. j. k dopravě silných a skutečně boje schopných jednotek vzdušné pěchoty bude nutno použít přiměřeně únosných a prostranných velkoletounů, které k přistání budou potřebovat rozsáhlých ploch; stejně tak při startu bude třeba dlouhého rozjezdu. Ale tyto plochy budou jen zřídka vždy tam, kde jich bude z taktických důvodů právě třeba. Mimoto úspěch podobné akce bude závislý na tom, zdali vysazování jednotek z letounů nebude nepřítelem zpozorováno. Za dne bude to pro útočníka vždy tvrdý oříšek, ale ani v noci nelze přistat nepozorovaně, neboť velkoletouny musí k přistání na zcela neznámém místě použít palubních světlometů nebo pozemních pochodní (za pomoci jednotlivců, kteří provedli již dříve seskok s padákem). Proto je použití padáků k hromadným (nočním) seskokům větších jednotek, k shazování zbraní ,střeliva i jiného materiálu dnes ještě nejlepším prostředkem k řešení odvážného úkolu, jakým útok anebo spíše obchvat svisle ze vzduchu do týlu nepřítele provedený je, protože jiného, bezpečnějšího prostředku zatím není. I když se porůznu na velkých cvičeních podařilo tímto způsobem v týlu nepřítele vysadit poměrně zdatné bojové výsadky, které zaujaly dosti brzy takticky výhodné nebo předem určené bojové postavení (na př. kulomet byl za 3 minuty po přistání letounu již připraven k palbě), vyskytne se ve válce vždy tolik obtíží, že podobné operace budou mít svůj význam jen v ojedinělých případech. Kdyby se však podařilo vyrobit i autogira téže únosnosti, jakou mají dnešní moderní dopravní velkoletouny, nabyla by doprava bojových výsadků do týlu nepřítele nesmírného významu. Autogiro nalezne téměř vždy vhodné místo k přistání blízko strategicky důležitých bodů, při čemž nepozorované přistání je možno provést mnohem snáze a tedy i častěji.

Autogira bylo by možno použít po zvýšení jeho nosnosti též jako bombardovacího letounu, což by mělo velkou výhodu, neboť jistota zásahů při shazování pum s velké výšky by byla mnohem větší, protože autogiro by se mohlo před vržením pumy ve vzduchu zastavit. U bombardovacích letounů s rychlostí 200—300 km za hodinu je jistota zásahů příliš malá, i když zaměřovací přístroje jsou již značně dokonalé. Letem střemhlav při bombardování cílů menších rozměrů dosahuje se sice znamenitých výsledků, ale k tomu je nutno použít letounů menších, které lépe snesou ohromné namáhání, jemuž je materiál letounu vydán, a jejichž únosnost je rovněž menší. Využitím schopnosti autogira, setrvat nepohnutě nad kterýmkoliv bodem v terénu, bude let střemhlav bombardovacích letounů zbytečný, obtíže v zaměřování při velké rychlosti letounů zmizejí a nebezpečné namáhání materiálu letounu i lidí bude odstraněno.

Použitím autogira se též usnadní bombardování pohybujícího se cíle, protože autogiro je s to letět přímo nad cílem, touž rychlostí jako cíl sám, při čemž pomine odhadování t. zv. předstihu, nadběhu v míření, při němž omyl je vždy možný.

Autogira je možno výhodně použít k umělému zadýmování nepřítele, k pokládání clon před vlastní jednotky i k vypouštění bojových chemických látek všemi známými způsoby. Provádění chemického průzkumu, zjišťování druhu bojové chemické látky a rozsahu zaplynování nebo za-

moření terénu bude velmi usnadněno použitím autogira, speciálně k těmto úkolům vybaveného.

Autogiro bude mít vliv i na způsob stavby t. zv. mateřských letadlových lodí, neboť zařízení startovací i přistávací na nich (paluby, jeřáby, katapulty) se zmenší nebo zcela zmizejí. Autogiro může vzlétnout i za vlnobití, kdežto hydroaviony narážejí při startu na vlny, což je při nejmenším velmi nepříjemné.

Autogiro může vzlétnout přímo v přístavě, kde letoun manévrovat nemůže, jsou-li v přístavě zakotveny lodi. Autogiro může řídit palbu z lodi na velké vzdálenosti, když cíl leží pod obzorem a není jej z lodí vidět, nebo je-li pozorování střelby ztíženo (mlha přirozená nebo umělý dým).

Za nevýhodu rázu vojenského byla až doposud považována malá pohyblivost autogira, k vzdušnému boji a k bojové akrobacii u většiny letounů nezbytná. Ale nejnovější pokusy ukázaly, že i autogiro má četné schopnosti k letecké akrobacii, třebas nebyly doposud vyzkoušeny. Vyzbrojení autogira činí také ještě určité potíže vzhledem k tomu, že průměr rotoru bývá asi 12 m a okruh působnosti kulometů (hlavně pevné kulomety mají bojovou cenu) se tím značně zmenšuje.

Tyto nevýhody se však zmenšují tím, že autogira bude používáno k zvláštním úkolům, vyjmenovaným již dříve a prováděným mimo obvyklý prostor boje vzdušného i pozemního (ve dne). Autogiro, kterého se použije místo upoutaného balonu, vždy včas unikne nepřátelskému leteckému útoku, a je proto i z tohoto důvodu výhodnější nežli balon. Malá obranná síla autogira při jeho použití místo letounu bombardovacího a k dopravě leteckých bojových výsadků bude mít rovněž význam podřadnější, poněvadž v podobných případech bude možno úkol provést za takových povětrnostních aneb jiných poměrů, které budou obranu nepřítele (použití stíhacího letectva a pozemní OPL.) ztěžovat, na př. v noci. Skupinu autogir bude nutno po dobu jejich činnosti chránit přiměřeně silnou skupinou letounů stíhacích.

Skutečnou a jistě nejvážnější nevýhodou pro vojenské použití autogira, alespoň ve dne, je skutečnost, že autogiro v prostoru nehybně stojící bude dobře vycvičené nepřátelské pozemní OPL. výborným cílem. Tu nově roste význam umělého zadýmování.

Autogiru se tedy v budoucnu při vojenském použití naskytají zcela netušené možnosti, neboť může létat stejně rychle jako letoun, může však létat také zcela pomalu, může vzlétnout a přistát takřka kdekoliv. Je předurčeno k průzkumu terénu, ke kontrole střelby při zastřelování a k řízení střelby dělostřelectva vůbec, k zpravování dělostřelectva o situaci předních sledů pěchoty, k zjišťování cílů, k dopravě důstojníků štábů jednotek, k přijímání písemných hlášení přímo se země atd. V obtížném terénu může podle okolností samo klást telefonní kabel (cívka s kabelem bude umístěna pod autogirem pomalu letícím). Je nejevě, že ten ze soupeřů, který použije autogira, bude s to jednat v boji rychleji a lépe zbraněmi působit nežli protivník méně dokonale vyzbrojený.

V závěru této studie můžeme říci: nelze se spokojit tvrzením, že velkým pokrokem v stavbě letounů (v praxi již mnoho z teoretických požadavků civilního i vojenského použití splňujících) je autogiro zcela překonáno. Ono je výtvorem vynikajícího lidského ducha, který konstrukci letounů ovládal velmi dokonale, je skutečností, nikoliv jen teoretickým snem

a překonalo již počáteční údobí svého vývoje. Nelze je ovšem ještě srovnávat s dnešním moderním letounem, avšak pokusy, až doposud s autogirem vykonané, opravňují nás k nejlepším nadějím. Po stránce aerodynamické je autogiro sice poněkud složitější nežli letoun-aeroplán, ale tato složitost zdaleka nepřesahuje hranice dnešního konstruktivně-technického umění lidstva.

Literatura: The Field Artillery Journal, čís. 1/37 (USA), The Aeroplan, září 1937 (Anglie), Deutsche Luftwacht 1934, Militär-Wochenblatt 1936/7 a jiné odborné publikace.

Major děl. František Schneider, dipl. inž. ESE:

Několik poznámek o německém dělostřelectvu proti letadlům.

(Pokračování.)

Užití dělostřelectva p. l.

Sestava DPL. musí být budována tak, aby střelba mohla být zahájena dřív, než nepřátelský letec může splnit svůj úkol. Zabránilo-li DPL. nepříteli vykonat jeho poslání, je to taktický úspěch i tehdy, nebyl-li letoun střelbou materiálně poškozen.

DPL. nemůže chránit se stejnou intensitou území celého státu. Podobný postup by vedl nutně k tříštění prostředků, což je v zásadním rozporu s žádoucí účinností palby DPL. na důležitých místech.

Při umístění prostředků kolem určitého objektu je potřebí přihlížet k tomu, že nepřítel může přiletět z libovolného směru. „Nejméně pravděpodobný směr útoku je často nejpravděpodobnější."

Za všech okolností však nutno předvídat změnu sestavy, aby nepřítel byl vždy v nejistotě o mohutnosti palby, kterou může být v určitém prostoru překvapen.

Proto moderní DPL. musí být motorisováno a musí mít velkou strategickou i taktickou pohyblivost. (Pohyb ve volném terénu je nutný.)

Mimořádný důraz je kladen na utajení sestavy DPL.

Proti činnosti zpravodajského letectva, které se může, majíc veliký dostup, objevit nepozorovaně nad sestavou, je třeba se chránit dokonalým zastíráním.

Aby sestava DPL. nebyla prozrazena střelbou na zpravodajské letouny, je třeba určit v rozkaze o bojové činnosti, které baterie mají zahájit palbu. Ostatní baterie mlčí. Baterie, které střelbou pravděpodobně odkryly svá postavení, provedou pak změnu bojových stanovišť.

Utajení sestavy je nutné, aby se nepřítel včas nevyhnul dobře střeženým prostorům a aby bylo učiněno vše, co by ztížilo nepříteli provést útok na baterie DPL. s malých výšek během bombardovacího náletu, který je současně proveden ve velké výšce.