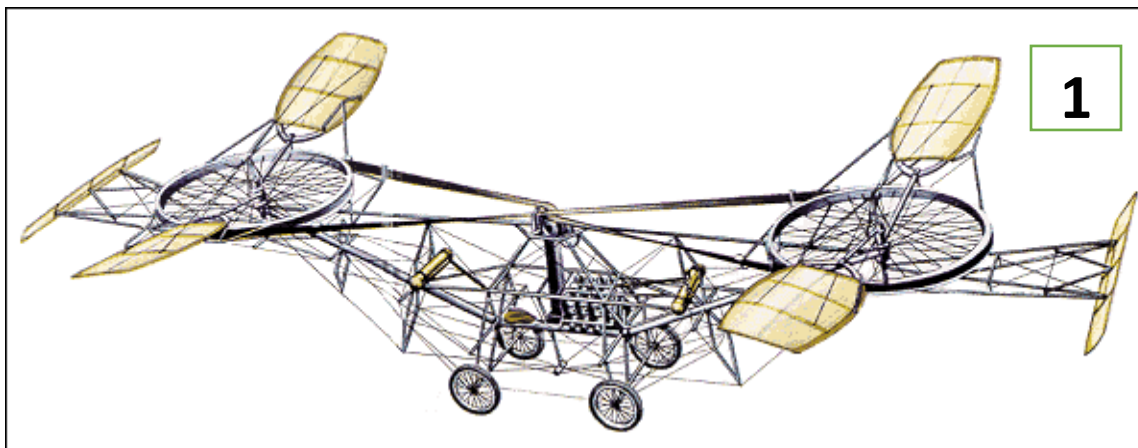


ХЕЛИКОПТЕР ЗА ПОЧЕТНИЦИ

Темата за овој текст се наметна како резултат на моето повеќегодишно искуство со летање на различни типови хеликоптери и пред сè, заради интересот на пошироката јавност за тоа како лета хеликоптерот. Самата аеродинамика и механика на лет се објаснети со општи изрази, така што се надевам дека ќе ги доближам основните принципи на летот на хеликоптерот до сите љубители на ова необично летало. Во споредба со авионите, историјата, развојот и првиот успешен лет на хеликоптерот се помалку познати, но секако дека неколку успешни летови придонеле за афирмација на овие извонредни летала.

До почетокот на 20 век, вертикалното полетување повеќе може да се рече дека било идеја бидејќи аеродинамиката и механичката сложеност на леталото со вертикално полетување претставувале нерешлив проблем за тоа време. Но, и покрај сложеноста на хеликоптерот, првиот успешен лет со вертикално полетување е изведен на 13 ноември 1907 година од страна на францускиот инженер Пол Корни (Paul Cornu), точно 4 години после историскиот лет на браќата Вилбур (Wilbur) и Орвел Рајт (Orville Wright), изведен на 17 декември 1903 година. Самиот лет изнесувал 20 секунди на околу 50 cm височина, но значењето на ова полетување е историско, бидејќи водел кон натамошни истражувања на полето на аеродинамика и механиката на хеликоптерите кои во временска рамка од 60-70 години резултирале со конструкција на високософистицирани летала со вонредни летачки карактеристики и перформанси.



Слика 1. Хеликоптерот на Пол Корни

Многумина љубители на хеликоптерите (познавачи и непознавачи) се прашуваат како лета хеликоптерот и што е тоа што го држи во воздух. Прашањата се наметнуваат бидејќи во природата нема ништо слично што асоцира на аеродинамиката на хеликоптерот, за разлика од аеродинамиката на авионот каде што обичниот човек со базична општа култура и образование може да најде паралела помеѓу, на пример, летот на авионот со летањето на птиците, или летањето на змаевите. За човекот, навикнат на движење во две

димензии, воздухот како флуид претставува неприродна средина за движење каде што малкумина имаат пристап. За попластично објаснување на движењата ќе се послужи со споредба на некои превозни средства како што се возот, автомобилот и авионот, и на тој начин ќе се обидам да се доближам до проблемите поврзани со управувањето и летот на хеликоптерот.

Општопознато е дека возот се движи во две насоки, според принципот напред и назад, што значи дека лесно може да се управува со една рака. Автомобилот е веќе посложен систем бидејќи се движи напред и назад како воз но, исто така, се движи лево и десно, што претставува дополнителен елемент при управувањето. Правецот на автомобилот се одржува со воланот, а возењето напред-назад со менувачот, што значи теоретски и практично (за автомобили со автоматски менувач) автомобилот минимално може да се управува со една рака и со една нога.

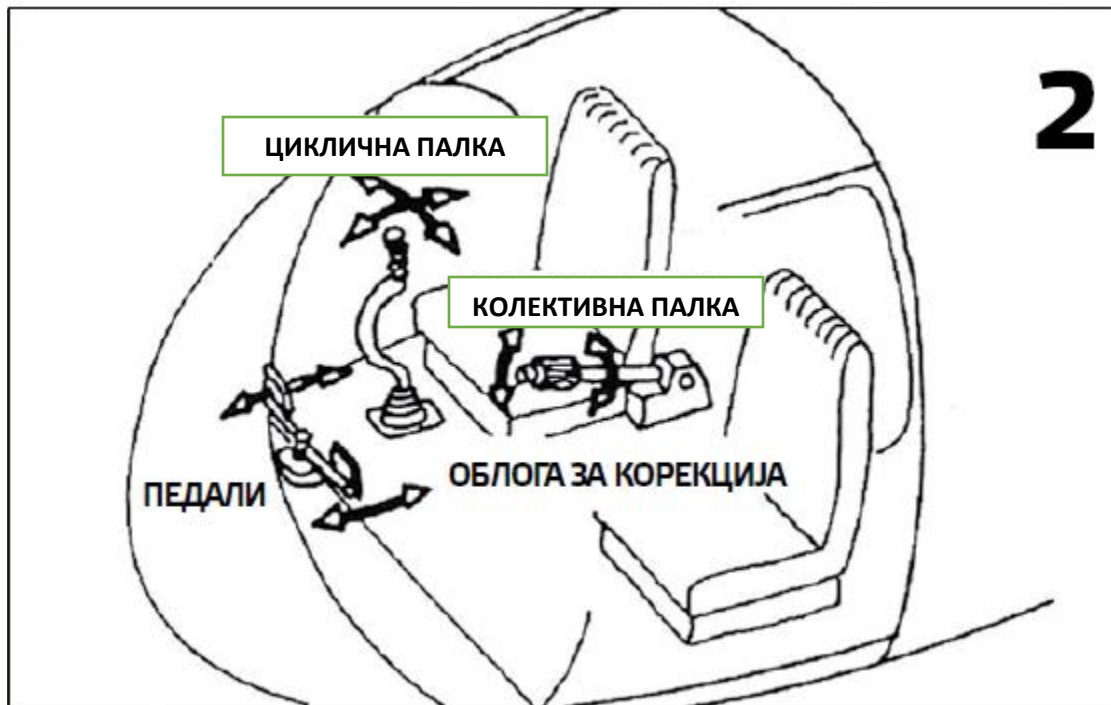
Општата претстава за авионот и за неговите команди подразбираат дека управувањето со авионот е покомплексно за разлика од возот и од автомобилот. Летањето со авион е многу повеќе од возење, односно во случај со авионот, таксирање. Авионскиот лет претставува движење напред, лево и десно, но за разлика од автомобилот, и возот, се движи нагоре и надолу. Свкупно, тоа се пет правци што го прават авионот комплексен во однос на земските превозни средства. Во согласност со методологијата, на пилотот за летање на авионот му е потребно движење, минимум со едната рака и со двете нозе.

Ако ја пратиме горенаведената логика хеликоптерот е посложено средство за летање во однос на авионот ако се замат предвид правците на движење и на управување со леталото. Хеликоптерот се движи нагоре и надолу, лево и десно, напред и назад, дури и странично, на левата и на десна-та страна. Исто така, посебност на хеликоптерот е и ротирањето околу оската во една насока или во друга, со можност на комбинирање со останатите движења. Но, сепак, најкарактеристичната аеродинамичка способност на хеликоптерот е неговата можност за „недвижење“, односно лебдење, што го прави уникатно воздушно средство, толку поразлично од останатите. Претпоставувате дека според горенаведената методологија за летање со хеликоптер се потребни минимум две раце и две нозе (а многупати и повеќе од тоа).

Команди за управување со хеликоптерот

Управувачкиот систем на хеликоптерот се состои од циклична палка (сместена помеѓу нозете на пилотот), која пилотот ја држи со десната рака, колективна палка со облога за корекција на моторите (сместена од левата страна на пилотот) која пилотот ја држи со левата рака и ножни команди кои се сместени на подот на кабината и се движат со помош на нозете на пилотот. Сите движења потребни за управување со хеликоптерот всушност се поединечни, лесни и одмерени движења на одредени команди за управување кои, во зависност од потребниот маневар, најчесто се комбинации на сите команди истовремено. Не е потребно да се напомене дека за управување со хеликоптерот потребна е одлична координација на командите, што во комбинација на контрола на инструментите

и контрола на околината ја прави работата на пилотот предизвикувачка. Слично како кај авионите, основното управување со хеликоптерот се врши со цикличната палка која го управува движењето на секој крак од главниот ротор. Сите краци на роторот (минимум два) формираат ротирачки диск, кој со цикличната промена на палката (движење лево-десно и напред-назад) предизвикува компонентите на аеродинамичките резултантни нето-сили на хеликоптерот да го движат напред-назад и бочно. Кога пилотот ја потиснува циклична палка напред, дискот на роторот оди нанапред, а протокот на воздух низ роторот наназад, што предизвикува движење на хеликоптерот на напред. Слично, во обратна насока на цикличната палка се движењата на назад и бочно лево и десно. Хоризонтална компонента на влечната сила на роторот (која го движи хеликоптерот) е зависна од аголот на дискот и од колективниот агол на лопатките на главниот ротор.



Слика 2. Команди на хеликоптерот

Втората управувачка палка е колективната палка со која се менува чекорот, односно нападниот агол на лопатките на роторот, а со тоа и оптоварувањето на истите. Истовремено со движењето на колективната палка се контролира јачината на моторите. Со подигање на колективната палка, пилотот го зголемува нападниот агол на сите лопатки во исто време, а со тоа го зголемува протокот на воздух низ роторот, што како краен резултат дава зголемување на резултантната компонента на влечната сила. Како резултат на зголемениот агол на лопатките и последично на отпорот од воздухот врз истите, роторот ги намалува вртежите, како и узгонот на лопатките (узгон е општо прифатен

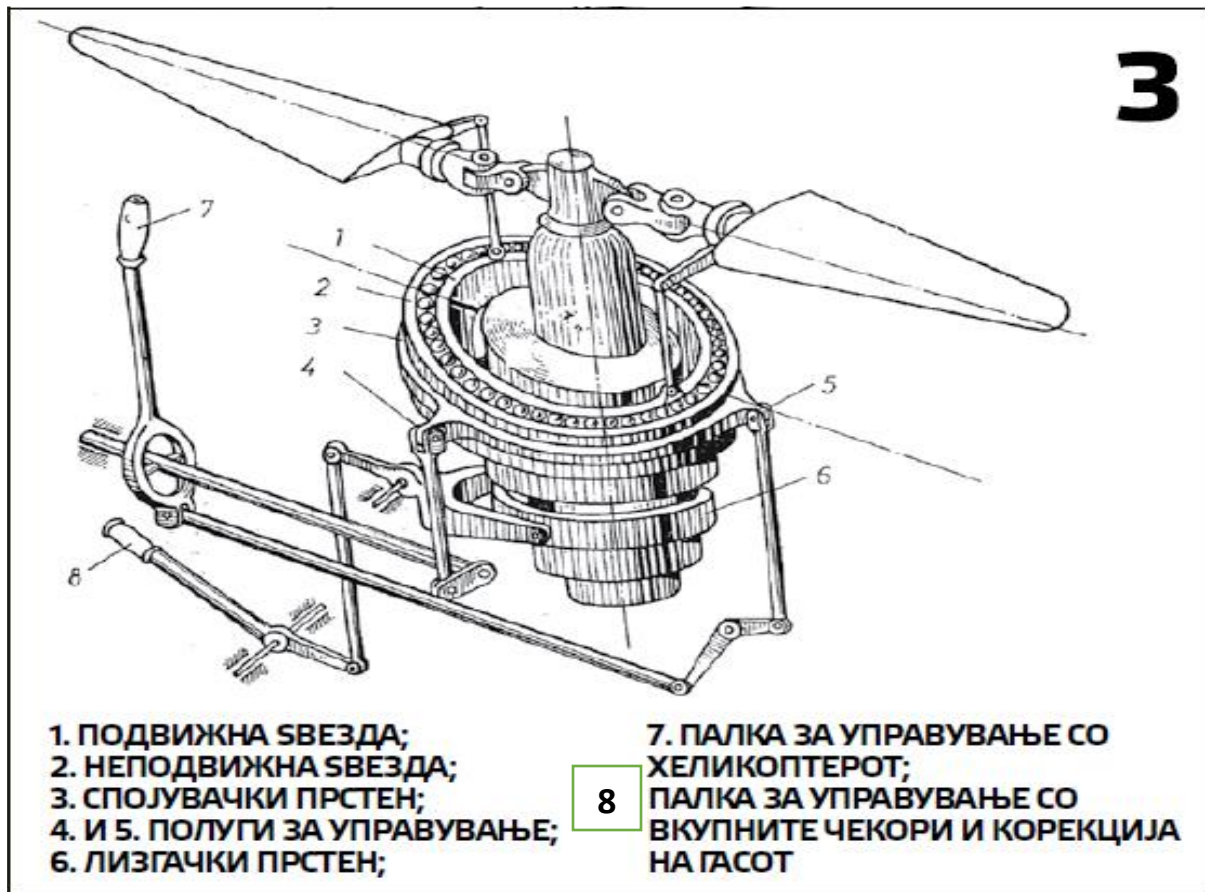
термин за компонента на вкупните аеродинамички сили што ја „влече“ лопатката нагоре), што може да доведе до пад на критична брзина на роторот. За да се избегне ваква можност, неопходно е со зголемувањето на колективниот чекор (зголемување на нападниот агол на сите лопатки истовремено) да се зголеми силата на моторите за да се компензира зголемениот отпор и падот на вртежите на главниот ротор. Повеќето модерни хеликоптери со турбински млазни мотори имаат вградено автоматска регулација на протокот на горивото кој ја одржува постојана брзината на роторот на сметка на зголемување на вртежите на турбокомпресорот на моторот.

Ножните педали служат за менување на колективниот чекор на опашниот ротор (нема можност за циклична промена на чекорот на опашниот ротор), односно за управување на движењето на хеликоптер по вертикална оска. Главната функција на опашниот ротор во суштина претставува балансирање на реакција на вртежниот момент генериран од страна на ротација на главниот ротор. Во согласност со Третиот Њутнов закон за движење, секогаш силите дејствуваат во пар, односно секоја акција има реакција. Во нашиот случај, со аеродинамиката на хеликоптерот, движењето на главниот роторот во една страна предизвикува реакција-движење на трупот на хеликоптерот во обратна страна, што се компензира со влечната сила генерирана од опашниот ротор. Како што името му кажува, вообичаено опашниот ротор е сместен во опашката на хеликоптерот и е придвижуван со продолжено вратило од главниот редуктор кој е врзан за моторите. Постојат потисни и повлечни опашни ротори кои зависно од потребата за зачувување на силата на моторите се поставуваат од левата или десната страна на опашката на хеликоптерот. За управување со опашниот ротор инсталиран е систем на жичани команди (на поновите хеликоптери “fly by wire” (FBW) систем кој ги заменува конвенционалните жичани команди со електронски интерфејс) од ножните педали до опашниот редуктор со кој се менува нападниот агол на лопатките на опашниот ротор.

Горенаведените команди на хеликоптерот: цикличната и колективната палка, како и ножните педали, овозможуваат движење по сите правци, како и вертикално спуштање и качување. Како што веќе напоменав најголемата предност на хеликоптерот над сите останати летала е можноста за лебдење во воздух и истовремено свртување околу својата вертикална оска. За многумина ова својство на хеликоптерот го прави различен од другите летала и во исто време понеразбирлив од останатите за тоа како хеликоптерот се одржува во воздух. За тоа како лета воздухопловот (хеликоптерот) потребно е базично познавање на аеродинамичко крило кое во случај со хеликоптерот се однесува на лопатката на носечкиот или опашниот ротор. Со прости зборови, узгонот на крилото се создава со движење на крилото низ воздухот. Опструјување на воздухот околу крилото создава надпритисок и подпритисок околу крилото, што директно доведува до појава на сила која го движи крилото нагоре. Тоа значи дека колку што е поголема брзината на крилото и на нападниот агол, узгонот е поголем. Ова е точно, но само до одредени брзини и нападни агли кои се нарекуваат критични нападни агли и брзини кои, ако се пречекорат, доведуваат до нестабилност и до загуба на узгонот на крилото.

ГЛАВЕН РОТОР

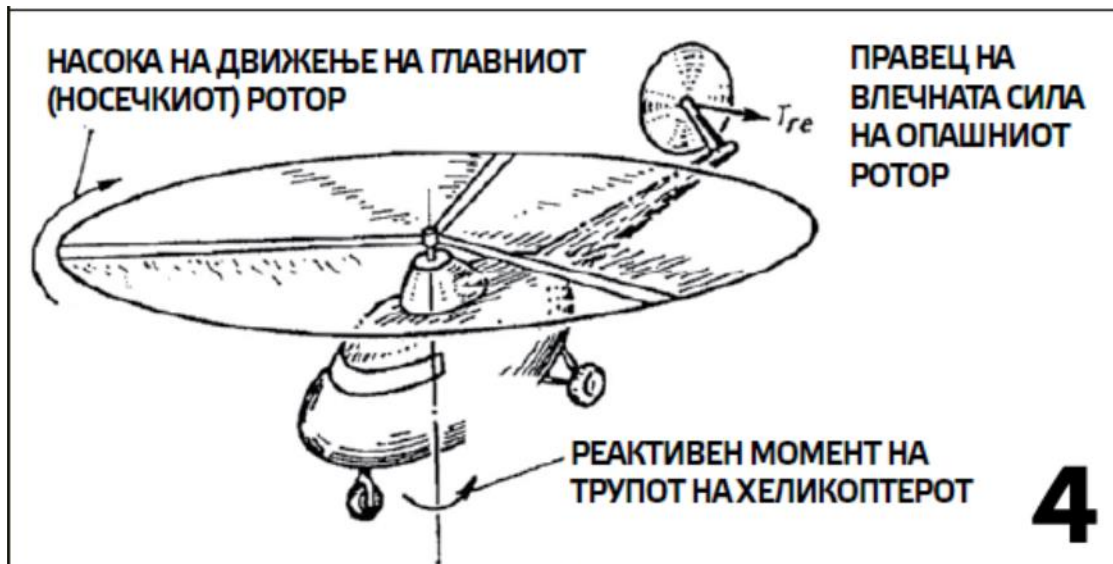
Ако се земе предвид дека основна узгонска површина на хеликоптерот е главниот ротор, односно лопатките на главниот ротор кој во случајот со хеликоптерот ја имаат улогата на крила кои ротираат, лесно може да се замисли дека хеликоптерот, всушност, има авионски крила закачени кон централната оска што ротира. Лопатките кои ротираат се аеродинамички дизајнирани, како авион со крила, со тоа што кај хеликоптерите лопатките се потенки и потесни и треба да ротираат многу брзо за да го добијат узгонот кој авионот го добива со самото движење низ воздухот. Сè што е потребно за добивање на влечна сила во оската на ротација е зголемување на нападниот агол и на брзината на лопатките на ротирачките хеликоптерски крила на главниот ротор. На тој начин хеликоптерот е подготвен за летање.



Слика 3. Шема на уредот за промена на чекорите

РЕШЕНИЈА ЗА НЕУТРАЛИЗИРАЊЕ НА РЕАКТИВНИОТ МОМЕНТ

Главниот ротор дефинитивно е најважниот дел од хеликоптерот кој што обезбедува потребна влечна сила за летање, како и командување со хеликоптерот во саканиот правец. Сите аеродинамички движења најпрво се чувствуваат на него, а со својот огромен вртежен момент создава реактивен момент на трупот на хеликоптерот кој што мора да биде елиминиран за да хеликоптерот може да се движи. За да се неутрализира овој момент, решението е најдено во опашниот ротор кој со своето дејство ја спречува (компензира) ротација на трупот на хеликоптерот околу вертикалната оска. Со ножните педали пилотот го менува чекорот на опашниот ротор и со тоа го контролира движењето на хеликоптерот во вертикална оска.



Слика 4. Реактивен момент на хеликоптер со еден носечки ротор

Покрај класичното решение со опашен ротор, за неутрализирање на вртежниот момент на главниот ротор постојат и други концепти кои зависат од производителот на хеликоптерите. Познатиот американски производител на специјализирани хеликоптери „Каман“ има развиено технологија на два синхронизирани контраротирачки ротори кои имаат оски поставени под агол.



Слика 5 Синхронизирани ротори на хеликоптер “Kaman K-MAX”

Во моментот (покрај стандардното поставување на ротор на опашката), најприфатливите решенија се два ротирачки дискови, коаксијално поставени во иста оска со ротации во спротивна насока, како во случајот на рускиот производител на хеликоптери КАМОВ, или на два тандем-ротори кои се вртат во спротивна насока, придвижувани од заеднички мотори, како во случајот со американскиот хеликоптер „СН-47 Chinook“.

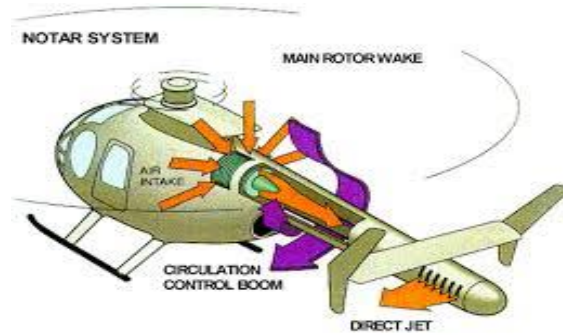


Слика 6. Коаксијални ротори “Камов Ка-50” Слика 7. Тандем ротори “СН-47 Chinook”

Најновото хеликоптерско (или авионско) достигнување е конверт-планот V-22 на американската воздухопловна индустрија каде што роторите и моторите се инсталирани на краевите на крилата, но истите вртат во спротивни насоки за да се елиминира вртежниот момент на роторите. Сите три концепти го користат принципот на неутрализирање на два обратни реактивни моменти, при што добивката, покрај поедноставната техничка изведба, претставува максимално искористување на силата на моторите и подобрување на летачките катактеристики на хеликоптерот.



Слика 8 Тилт ротори “V-22 Osprey”



Слика 9. NOTAR (no tail rotor) “MD 520N”

Новите правци во решавањето на проблемот со реактивниот момент кај хеликоптерите се фокусирани на максималното зголемување на искористувањето на моторите (значаен дел од силата на моторите се губи за движење на опашниот ротор) и намалување на звучниот одраз на хеликоптерот со таканаречената NOTAR-технологија. NOTAR е името на хеликоптерскиот антивртежен момент-систем кој ја заменува употребата на опашниот ротор. Развиен од страна на фирмата „McDonnell Douglas“, името е акроним добиен од фразата „нема опашен ротор“ (No Tail Rotor). Системот користи вентилатор, внатре во опашниот конус кој генерира големо количество низок воздушен притисок кој излегува преку два отвори на крајот од опашниот конус. Воздушниот притисокот се користи за создавање потисок од спротивната страна на движење на трупот на хеликоптерот со што се парира реактивниот момент на трупот и се управува хеликоптерот по вертикалната оска.

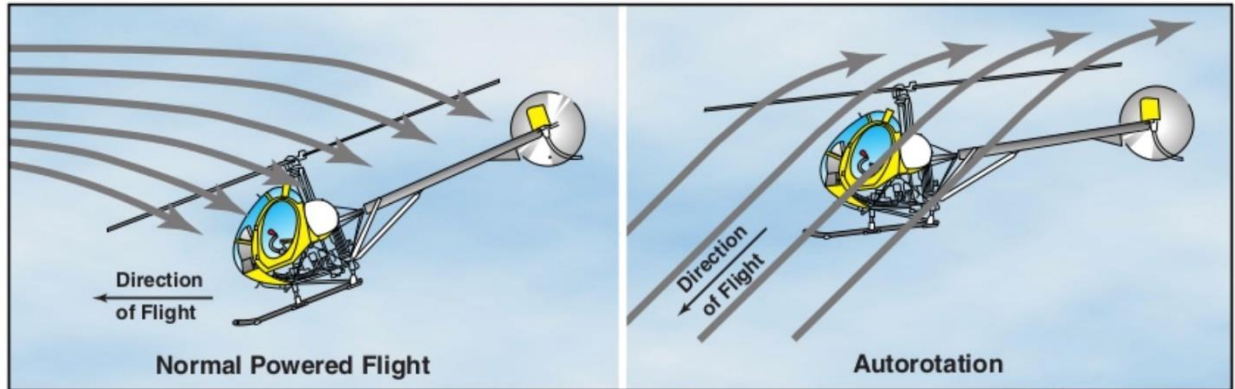
АВТОРОТАЦИЈА

Секако, едно од најинтересните аеродинамички решенија за хеликоптерите е поврзано за аеродинамиката на лет во случај на отказ на моторите на хеликоптерот. Најчестите прашања се поврзани со тоа како лета хеликоптерот кога би откажале моторите или, воопшто, кога има проблеми кои генерираат услови за брзо приземјување. Прашањата повторно се наметнуваат како резултат на животното искуство на секој од нас кој што може да најде логика во аеродинамиката на слетување на птиците со приземјувањето на авионот, за разлика од аеродинамиката на хеликоптерот каде што за повеќето луѓе отказот на моторите резултира со престанок на вртење на лопатките на носечкиот ротор и неконтролирано приземјување на хеликоптерот. Потребно е да се знае дека во случај на отказ на моторите, хеликоптерот има заштитни системи (слободна турбина или квачило), кои моментално ја прекинуваат крутата врска помеѓу моторите и главниот ротор, така што се спречува остар пад на вртежите на главниот ротор.



Слика 10. Авторотација

Повторно разликата меѓу авионот и хеликоптерот е визуелно различна но, всушност, аеродинамички е иста. Врз двата аеропрфили (крилото на авионот и лопатката од носечкиот ротор) делуваат надоаѓачките воздушни струи од долната страна, така што во случај со хеликоптерот се придвижува главниот (носечкиот) ротор во режим на авторотација или самовртење. Протокот на воздух низ роторот обезбедува енергија за надминување на отпорот на лопатката и за завртување на роторот. Силата која го придвижува роторот се контролира со колективната палка (зголемување или намалување на нападниот агол на лопатките). За одржување на константен број вртежи на главниот ротор потребен е минимален нападан агол на лопатките на носечкиот ротор и стабилен нападан агол на дискот на носечкиот ротор. Во принцип, пилотот се откажува од височина над теренот во замена за енергија за движење на роторот на хеликоптерот. Значи, хеликоптерот на почетокот на авторотацијата има потенцијална енергија врз основа на неговата височина. Како височина се намалува така потенцијалната енергија се претвора во кинетичка енергија за движење на роторот. Во режимот на авторотација вертикалната брзина на спуштање изнесува 12-18м/с додека прогресивната брзина е од 120-140 км/ч. При самото слетување (последните 20 метри) пилотот врши маневар со кој на сметка на зголемување на нападниот агол на лопатките и самиот носечки ротор (повлекување на колективната палка нагоре и цикличната палка на себе) ја намалува вертикалната и прогресивната брзина и изведува слетување со минимална вертикална брзина и прогресивна брзина од 40-60 км/ч. Потребно е да се напомене дека вистинската авторотацијата е комплексен режим на лет на хеликоптерот кој побарува од пилотот одлично пилотирање и максимална концентрација бидејќи нема „поправен испит“ за евентуални грешки. Аеродинамичките закони се универзални и важат насекаде, така што секое тело потешко од воздухот мора да се приземји.



Слика 11. Проток на воздух низ носечкиот ротор

Се надевам дека со овој краток текст успеав да ги објаснам карактеристиките поврзани со летањето на хеликоптерот и базичните принципи на законите на аеродинамика и механиката на лет кои го одржуваат во воздух. Историјата на хеликоптерите, како самите физички закони на лет, секогаш биле помалку познати за пошироката јавност отколку историјата на авионот, но благодарение на неколку ентузијаста, денес човештвото има на располагање уникатен летачки систем кој што во иднина ќе биде уште пошироко експлоатиран. Општествениот живот на која било држава денес е тешко да се замисли без хеликоптерите кои се користат за најразлични потреби, од обичен транспорт и спасување човечки животи до гасење пожари, транспорт на храна и лекови и слетување на тешко пристапни терени. Воената оперативна употреба е посебно интересна бидејќи последните 20 години бројот на хеликоптерите во сите армии расте, споредбено со употребата на авиони поврзани со оперативно-тактичките перформанси и уникатните аеродинамички карактеристики. Новите предизвици на глобално ниво, мировните, хуманитарните, спасувачките операции и комерцијалната употреба на хеликоптерите, како и достигнатиот технолошки развој на хеликоптерите, дефинитивно ќе им донесат светла иднина на овие необични летала.

Кире Колевски

Пилот на хеликоптери–Инспектор во АЦВ