

Tłumaczenie na podstawie tekstu Karla Slezaka "Achtung Einklapper!" zamieszczonego w DHV info nr 126.

Tłumaczyli: M. Kostur, Z. Stankiewicz i P. Hynek.



Załamanie dużej części powierzchni glajta, obojętnie czym spowodowane, drastycznie zmienia zachowanie w locie.

W tej serii artykułów będzie mowa o najczęstszym powodzie wypadków paralotniowych - o jednostronnych klapach. Chciałbym ten temat potraktować gruntownie a także podać nowe wnioski wynikające z analizy wypadków i technik lotu. Dla lepszego zrozumienia ten artykuł zostanie uzupełniony przykładowymi filmami. Co prawda ruchome ilustracje były dotychczas tylko na Harym Poterze, jednak ten artykuł zostanie zamieszczony w internecie razem z filmami (pierwotnie została opublikowana wersja w DHV-info). <http://www.dhv.de>

Kłapa - zagrożenie każdego pilota paralotni.

Nagle "odejście" jednego skrzydła, nawet chwilowe, jest ekstremalnym stanem lotu znanym tylko glajciarzom. Inne aparaty latające albo leca albo rozlatują się "ostatecznie". Ten kto uprawia paralotniarstwo w spokojnym powietrzu, a duża część pilotów właśnie w takim lataniu znajduje przyjemność, może przez wiele lat szczęśliwie latać bez kłap. Nie są oni jednak na nie odporni. Błąd w pilotażu, albo niespodziewanie wystąpienie turbulencji może spowodować choćby jedną kłapę. Z tego powodu znajomość przyczyn, konsekwencji i zachowania się jest dla każdego pilota szczególnie ważne. Nie mówimy tu o małych kłapkach, które same szybko znikają i nie mają większego wpływu na zachowanie się glajta. Rozważymy natomiast, mające zasadnicze znaczenie dla bezpieczeństwa, duże załamania się powierzchni glajta, które drastycznie zmieniają lot.

Kłapa w statystykach

DHV prowadzi od 1997 badania przyczyn wypadków paralotniowych. Z tych badań wynika, że rola kłapy jako przyczyny wypadku systematycznie maleje. Udział kłapy zmalał z 36% w 1997 do 26% w 2002 całkowitej liczby wypadków. Jest to odbiciem wzrostu rozsądku w zakupie glajtów: w 1997 30% zakupionych glajtów miało DHV 1 i 1/2 a w 2002 już aż 65%.

Udział procentowy kłapy jako przyczyny wypadków paralotniowych

1997	1998	1999	2000	2001	2002
36%	34%	33%	32%	30%	26%

Dlaczego glajt klapi?

Klapy mogą mieć wiele przyczyn: - Na górnej powierzchni zadziałała silna turbulencja. Konsekwencją jest gwałtowne zmniejszenie się kąta natarcia poniżej minimalnego i złamanie płata. - Silne wychylenie czaszy do przodu, aż do osiągnięcia zbyt małego kąta natarcia, spowodowane np. przez błąd pilotażu (wystrzelenie czaszy po fullstalu) lub też będące konsekwencją turbulencji. - Klapy mogą także być następstwem bardzo impulsywnego otwarcia się poprzedzającej klapy. W tym przypadku klapi strona przeciwna (niemcy mówią "Gegenklapper"). - Podczas manewrów w silnym pochylaniu może zostać zewnętrzna strona glajta odciążona i zaklapie. W turbulentnym powietrzu pilot musi być przygotowany na możliwość klapy. Turbulencja w termice i zawietrzna są najczęstszymi przyczynami klapy. Same aparaty latające także powodują zawirowania powietrza. Zawirowanie wytwarzane przez glajta może w odpowiednio gęstym szyku spowodować zdrową klapy. Można nawet swoim własnym glajtem spowodować takie zawirowanie, które będzie przyczyną klapy. Np. przy powolnym wyjściu ze spirali jest możliwe wpadnięcie we własny "Downwash".



Daleki wystrzał albo umiarkowane wahanie (na dole); podczas ruchu czaszy w kierunku mniejszych kątów natarcia maleją siły na sterówkach, drogi sterowania wydłużają się. Pilot musi zaciągnąć hamulce aż do uzyskania znanej mu siły.



Co może zrobić pilot żeby zapobiec klapie?

Skupiony pilot może rozpoznać oznaki nadchodzącej klapy i odpowiednio reagując stłumić ją w zarodku. Warunkiem takiego działania jest aktywna kontrola skrzydła za pomocą sterówek i poprawna interpretacja ruchów czaszy przenoszonych przez sterówki. Wychodząc od ustawienia sterówek w pozycji prędkości minimalnego opadania (lub nieco szybciej), pilot reaguje z wyczuciem na zmianę sił na sterówkach poprzez zaciągnięcie gdy stery mięknie i popuszczenie gdy twardnieją. Mięknięcie sterówki jest oznaką rozpoczynającego się odciążenia lub skoku do przodu połówki skrzydła a co za tym idzie nadchodzącej klapy. Natychmiastowe przyhamowanie aż do osiągnięcia poprzedniej siły na sterówce może prawie za każdym razem zapobiec klapie lub przynajmniej zmniejszyć jej rozmiar. W niektórych sytuacjach mogą dwie połówki skrzydła pracować na różnych kątach natarcia. Przy wleceniu jedna strona w noszenie może jedna połówka (ta w kominie) być na dużym kącie natarcia podczas gdy druga na małym. Pilot powinien być w stanie obydwie sterówki dostosować niezależnie. Opuścić sterówkę w noszeniu i równocześnie zaciągnąć ją poza ("Ekipa") się nabijała na forum z tego zdania że jeśli się tak będzie postępować to kominy będą puste:-) *przyp. tłum.*

Podobne informacje jak poprzez sterówki otrzymuje pilot przez ruchy uprzedzi, jeśli czasza porusza się do przodu - nacisk na



Silniejsze lub słabsze ustawienie się skrzydła podczas wlotu w noszenie; kąt natarcia zwiększa się a wraz z nim nacisk na hamulcach. Pilot musi stosowanie odpuszczać sterówki.



siedzenie maleje, jeśli zostaje w tyle to nacisk rośnie. Nagłe ustąpienie nacisku na jedną stronę uprzedzi jest oznaką nadchodzącej kłapy. Szczególne znaczenie ma wizualna kontrola stanu lotu. Pilot rejestruje w tle odchylenia od normalnego położenia. Jeśli horyzont przesuwa się do góry to oznacza, że czasza jest z przodu itp. Czasem można zaobserwować pilotów którzy przy locie w turbulentnych warunkach cały czas patrzą się w skrzydło by dostrzec zmiany kąta natarcia i ewentualnie zareagować. Jednak jest to niemożliwe. Przeciwnie, w taki sposób niebezpieczne zmiany kąta natarcia wcale nie mogą być rozpoznane ponieważ prawie zawsze pilot znajduje się pod kątem prostym w stosunku do czaszy.

Szczególnie ważny punkt w zapobieganiu kłapom jest zapominany przez pilotów. 85% wszystkich wypadków powodowanych przez kłapy ma swój początek 50 lub mniej metrów nad ziemią, przy odejściu po starcie, przy lądowaniu lub przy locie nad zboczem. Tolerancja pilota na turbulencje powinna się zmniejszać przy zbliżaniu do ziemi. Przy przelatywaniu na niskiej wysokości należy się podwójnie upewnić gdzie znajdują się potencjalnie turbulentne miejsca (zawietrzna, drzewa, budynki, miejsca odrywania się kominów). I w końcu, pilot świadomy niebezpieczeństwa kłapy na małej wysokości, powinien wszelkie manewry nad ziemią przeprowadzać w najwyższym skupieniu i gotowości do jak najszybszej reakcji na ewentualne podwiniecie.

Na zapobieganie kłap składają się następujące reguły:

- Pilot, poza stałą obserwacją przestrzeni powietrznej, stara się cały czas mieć pod kontrolą położenie swojego skrzydła.
- Punktem wyjścia dla bezpiecznego, aktywnego stylu latania jest ustawienie sterówek w takim położeniu by odpowiadało ono prędkości najmniejszego opadania lub nieco większej (ok 20cm) i utrzymanie takiego ich naprężenia.
- Zmiany kąta natarcia czaszy przekazywane są pilotowi poprzez zmianę siły na sterówkach. Siła się zwiększa = czasza (lub połowa czaszy) idzie do tyłu i odwrotnie. Ponadto ruchy uprzedzi dają bezpośrednią informację o ruchach czaszy.

- Pilot reaguje poprzez zaciąganie i luzowanie sterówek tak by siła pozostawała stała. Nie jest to statyczne zdarzenie lecz dynamiczne ciągłe działanie mające na celu utrzymanie stałego kąta natarcia na całej czaszy.

- Również podczas krazenia w termice należy aktywnie używać sterówek. Jeśli wewnętrzny hamulec jest mocno zaciągnięty, należy zwrócić szczególną uwagę na niebezpieczeństwo przeciągnięcia jednej strony. To niebezpieczeństwo najczęściej występuje w przypadku gdy mocno już zaciągnięta strona chce się odkrecić i pilot by utrzymać za wszelką cenę krazenie dociąga sterówkę. Oznaka oderwania strug na mocną zahamowanej stronie jest nagły zanik siły na sterówce. Właściwa reakcja jest natychmiastowe odpuśczenie tej sterówki.

- Latanie na speedzie nisko nad ziemią to tabu. Wielokrotnie zwiększa ono ryzyko kłapy i zaostrza reakcje na nią. Lepiej wylądować tyłem "na wstecznym" niż ryzykować kłapę na speedzie.

[VIDEO: Latanie aktywne](#)

To jest fragment filmu DHV "Latamy Aktywnie". Christoph Kirsch demonstruje aktywną kontrolę czaszy paralotni w warunkach silnej turbulencji.

Jak reaguje paralotnia na jednostronne podwiniecie?

Czasem glajt tak nieoczekiwanie zakłapi, że nie ma możliwości zapobieżenia. Wtedy pilot musi być w stanie manewrować glajtem ze złożoną jedną stroną

By należycie zrozumieć prawidłowe reakcje pilota, należy przyswoić sobie aerodynamiczne podstawy lotu na połowie skrzydła. Następująca sekwencja zdjęć przedstawia dużą kłapę na prędkości trymowej. Kłapa w normalnym locie jak pokazano na tej serii zdjęć występuje najczęściej.



1. Podczas podwinienia. Układ - znajdujący się w równowadze wahadło paralotnia-pilot, zostaje nagle zaburzony. Wzrost oporu aerodynamicznego zakłapionej strony powoduje jej natychmiastowe zmniejszenie prędkości. Pilot porusza się jeszcze swoją bezwładnością dalej, waha się przed skrzydło i tym zwiększa kąt natarcia. W tej fazie układ jeszcze się nie kreci.



2. 2 sekundy później. Paralotnia zredukowała swoją prędkość, pilot jest maksymalnie wychylony do przodu, kąt natarcia zwiększył się jeszcze bardziej. Czasza obróciła się o 20 stopi wokół osi pionowej w stronę kłapy. Na razie nie ma obrotu wokół poziomych osi.



3. 2.5 sekundy później. Pilot waha się z powrotem pod czaszą. Otwarta strona glajta nabiera prędkości i zaczyna wyskakiwać do przodu zmniejszając kąt natarcia. Z powodu zwiększonego oporu strony zakłapionej glajt wchodzi w zakret.



4. 3 sekundy później. Glajt wystrzeliwuje do przodu. Pilot działa jak wahadło i jest znacznie w tyle. Kat natarcia otwartej strony jest teraz mały, predkosc sie zwiększa. Takze zwiększa sie predkosc ruchu obrotowego.



5. 3.5 sekundy później. Wahadło osiąga pełną amplitudę. Czasza jest w dalszym ciągu zaklapiona, szybka i z małym kątem natarcia daleko przed pilotem, który zostaje wyrzucony przez siłę "odsrodkową" na zewnątrz zakretu. Predkosc obrotowa układu jest teraz duża.



6. 4 sekundy później. Czasza jest na horyzoncie, pod kątem 60 stopni. Glajt obrócił się już 160 stopni wokół osi pionowej. Opadanie, predkosc obrotowa i przeciążenie są największe. Kłapa zaczyna się otwierać.



7. 4.5 sekundy później. Glajt jest otwarty. Pilot stabilizuje czaszę przez przyhamowanie.



8. 5 - 7 sekundy później. Pilot waha się dalej pod czaszą. Po następującym zakrecie o 90 stopni wznowiony jest normalny lot. Całkowity obrót 360 stopni, utrata wysokości 40-50m, czas 7sekund.

Duża kłapa czy kłapa na dużej powierzchni; to zasadnicza różnica.

"Jakosc", jak również dynamika reakcji wtórnych skrzydła, zależy w dużej mierze od rodzaju kłapy. Przy czym jest mniej ważne jak dalece skrzydło jest podwinięte w kierunku rozpiętości. Znacznie większy na to wpływ ma to, jak dalece skrzydło jest podwinięte w kierunku szerokości profilu. Przy 50%-owej kłapie rozpiętości skrzydła i kącie załamania 20° w kierunku osi poprzecznej (szerokości profilu skrzydła), opór opływu wzrasta stosunkowo niewiele. Spadek siły nośnej jest też niewielki i ciśnienie w komorach zostaje częściowo zachowane. Skrzydło wykazuje słabą tendencję do rotacji, ma miejsce stosunkowo mała utrata prędkości, kłapa otwiera się z reguły samoczynnie i szybko. Przy kłapie 50% rozpiętości skrzydła z załamaniem 60° w kierunku osi poprzecznej, czyli w przypadku kłapy o dużej powierzchni, występuje znaczny wzrost oporu opływu wiszącej, załamanej części skrzydła. Spadek prędkości postępowej staje się znaczący oraz rośnie skłonność do rotacji w wyniku wyeliminowania dużej powierzchni generującej siłę nośną. Przy czym znacząca część powłoki opróżnia się, co utrudnia ponowne otwarcie kłapy na drodze wyrównania ciśnienia poprzez otwory wyrównawcze (cross ports).

Co decyduje o wystąpieniu bądź braku rotacji?

Podczas kłapy na dużej powierzchni, całkowicie zanika siła nosna podwiniętej połówki skrzydła, podczas gdy otwarta połówka kontynuuje lot. Dwa czynniki decydują teraz o zachowaniu skrzydła: hamujące, zwiększające kat natarcia działanie oporu zakłapionej połówki oraz moment obrotowy, którego przyczyną jest to, że parolotnia musi teraz rotować i przechylać się w stronę połówki o drastycznie zwiększonym oporze aerodynamicznym. Który z tych elementów przeważa i czy skrzydło nagle i szybko lub wolno i z opóźnieniem rotuje, decydują dwa czynniki: ustawienie wahadła skrzydła- pilot podczas wystąpienia kłapy, chwilowy kat natarcia otwartej połówki skrzydła podczas wystąpienia kłapy.

Rotacja o znacznej prędkości po wystąpieniu kłapy

Aby wystąpiła szybka rotacja (z dodatnim kątem natarcia) podczas lotu parolotni musza równocześnie wystąpić trzy warunki:

1. Mały kat natarcia, duża prędkość i mały opór aerodynamiczny zewnętrznej do skretu (rotacji) połówki skrzydła
2. Duży opór wewnętrznej połówki
3. Wystąpienie siły odśrodkowej działającej na środek ciężkości (pilota) układu.

Gdy bezpośrednio po podwinięciu końcówki skrzydła (kłapie) występują sprzyjające czynniki dla rotacji (patrz wyżej), przeważa uzyskana moment obrotowy.

Przykład praktyczny: podczas wypadania z komina termicznego, skrzydło dynamicznie przyspiesza, wystrzela przed pilota i jednostronnie podwija się. Kłapa hamuje ruch skrzydła w przód. Pilot porusza się jednak na skutek bezwładności (masa układu jest w jego pobliżu skoncentrowana) nadal w przeciwnym kierunku, czyli w tył i w górę. Docieżenie linii zakłapionej połówki skrzydła powoduje teraz, że tor ruchu pilota przesuwają się w kierunku otwartej części skrzydła. Optym otwartej połówki (mały kat natarcia, duża prędkość, mały opór) i pozycja pilota w układzie wahadłowym (w stosunku do skrzydła z tyłu i na zewnątrz) zmuszają teraz skrzydło do przejścia w szybka rotacje. Na serii zdjęć powyżej, na zdjęciach [1 do 3](#), omawiane fazy podwinięcia nie występują. Bezpośrednio po kłapie pilot i skrzydło znajdują się w tej sytuacji na [fotografii 4](#). W takiej fazie ([fot. 5 i 6](#)), bez aktywnej i poprawnej ingerencji pilota, nawet nisko sklasyfikowane skrzydła mogą bez niczego ulec rotacji do 360°, zanim podwinięta część skrzydła zacznie się napelnić.

Już podczas rotacji skrzydło zaczyna się samoczynnie otwierać, ale się często nie na tym nie kończy. Gdy pilot nie reaguje (pozostaje pasywny), często obserwuje się, że w takiej sytuacji skrzydło zachowuje prędkość i impuls do wykonania dodatkowego pełnego obrotu zanim przejdzie do normalnego lotu na wprost. Utrata wysokości: 40 do 80 metrów. Z punktu widzenia pilota reakcje skrzydła wyglądają jak zaskakująco szybkie i bez widocznego powodu przejście do rotacji, podobnej do spirali. "To wszystko działo się tak szybko, że nie miałem w ogóle czasu na jakakolwiek reakcję i w ciągu paru sekund uderzyłem w ziemię.." - to typowe sformułowanie ofiar wypadku. Przykład video w internecie.



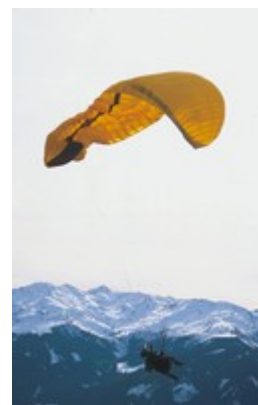
Kłapie podczas ruchu czaszy do przodu towarzyszy gwałtowne skreślenie

[VIDEO: Rotacja po kłapie](#)

Ten film pokazuje rotację czaszy glajta po samoczynnym otwarciu się. Dynamika ruchu pozostaje po otwarciu. Taka sytuacja może mieć miejsce jeśli pilot zachowa się pasywnie i nie skonstruuje kłapy.

Opóźniona reakcja rotacji po jednostronnej klapie.

Gdy podczas klapy niezbędne do rotacji warunki występują w mniejszym stopniu, rotacja w kierunku podwiniętej części skrzydła jest wolniejsza. Gdy tych warunków całkiem brak, rotacja w pierwszym momencie nie ma miejsca w ogóle. W tym przypadku przeważa najpierw siła hamująca i zwiększająca kąt natarcia skrzydła. Przykład praktyczny 1: Przy ukosnym wlatywaniu w termike, występujące turbulencje (prądy zstępujące) powodują klapy na połowie skrzydła. Otwarta, znajdująca się ciągle w obszarze noszenia część ma w tej sytuacji duży kąt natarcia. Skrzydło jest wolne i znajduje się za pilotem. Jego reakcja jest teraz zdecydowanie inna niż ta z pierwszego przykładu. Najpierw paralotnia na skutek klapy staje się jeszcze wolniejsza, a kąt natarcia jeszcze się zwiększa. Sytuacja przedstawiona na zdjęciu 2 trwa dłużej - skrzydło paralotni ze zwiększonym kątem natarcia pozostaje wyraźnie za plecami pilota. Następnie pilot wraca ruchem wahadłowym pod centrum otwartej (czynnej) powierzchni (nowy punkt przyłożenia siły aerodynamicznej). Równocześnie otwarta część skrzydła nabiera prędkości lecąc nad i dalej przed @@@ występują warunki do lotu po krzywej, paralotnia zaczyna skręcać w kierunku zakłapionej części. W tym przypadku skrzydło nie mogło pierwotnie tak zareagować, bo uniemożliwiał to zwiększony kąt natarcia otwartej części. Przykład praktyczny 2: Podczas wylatywania z termiki skrzydło wystrzeliwuje daleko w przód. Pod koniec tego ruchu, jedna z końcówek mocno się podwija. Pilot, jako przeciwwaga osiąga w tym momencie najwyższy punkt swojego ruchu w górę do tyłu. Ponieważ teraz pilot znajduje się w niekorzystnej dla rozpoczęcia rotacji pozycji za skrzydłem, nie wystąpi ona, mimo, że kąt natarcia otwartej połówki skrzydła jest teraz mały. Nie może on również w tej pozycji zostać wyrzucony na zewnątrz toru rotacji, bo energia jego ruchu została praktycznie wyczerpana. W tej sytuacji ulegnie on działaniu siły ciężkości i zostanie przyspieszony pod, a następnie przed skrzydło paralotni. I od tego punktu następuje to samo co w przykładzie 1. Mianowicie klapy z dużym kątem natarcia otwartej połówki. W tym przypadku nie nastąpi natychmiastowa rotacja w kierunku podwiniętej części skrzydła, brakuje bowiem jednego z warunków koniecznych: pilot nie znajduje się na zewnętrznej stronie jej ewentualnego toru.



Gdy po jednostronnej klapie kąt natarcia otwartej połówki skrzydła jest duży, paralotnia wpada w rotację z opóźnieniem. Mocne kontrowanie sterówką, jak na zdjęciu może doprowadzić do jednostronnego przeciągnięcia.

[VIDEO: Klapy spowodowane wystrzeleniem skrzydła do przodu.](#)

Po przeciągnięciu glajt wystrzeliwuje do przodu. Klapy następuje w momencie gdy czasza jest najdalej. Pilot wykonuje wahadło pod czaszą. Rotacja rozpoczyna się dopiero gdy glajt nabiera prędkości i częściowo się otwiera.

[VIDEO: Kontrola wizualna](#)

Po klapie z krawatem pilotka wpatruje się w zdeformowane skrzydło. Równocześnie usiłuje napompować poskładaną połowę, zamiast zająć się stabilizacją toru lotu na co jest wystarczająco dużo czasu. W efekcie glajt wchodzi w spirale upadkową i zostaje rzucony zapas

Podsumowując można powiedzieć, że:

- Kłapa, która deformuje skrzydło bardziej w kierunku rozpiętości, a mniej w kierunku głębokości (podobna do podwinięcia czolowego), ma z reguły mniej groźne następstwa.

- Gdy kąt natarcia otwartej części skrzydła, bezpośrednio po wystąpieniu kłapy jest mały, a pilot jako przeciwwaga zostaje wyrzucony na zewnątrz toru lotu, przeważa składowa rotacja. Paralotnia rozpoczyna natychmiast szybki ruch obrotowy (rotacje).

- Gdy kąt natarcia otwartej części skrzydła bezpośrednio po wystąpieniu kłapy jest duży i/lub pilot znajduje się przed skrzydłem, przeważa element hamujący, zwiększający kąt natarcia. Rotacja następuje z opóźnieniem.

Niezależnie od tego, podczas dużego podwinięcia bocznego skrzydła (kłapy), pilot opada w uprzęży mocno na jedną stronę. Jest to spowodowane prawie całkowitym odciążeniem tasm nosnych po zdeformowanej stronie skrzydła.

Jak uwiadaczniają się różnice w budowie skrzydeł podczas kłapy?

Z grubsza można powiedzieć: im wyższa klasyfikacja skrzydła DHV, tym większa dynamika, prędkość rotacji i utrata wysokości. Im większe wydłużenie ma skrzydło, tym bardziej na zewnątrz (na czynnej części skrzydła) zostaje przesunięty punkt zaczepienia siły aerodynamicznej. Długie ramie dźwigni sprzyja szybkiemu wejściu w rotację. Wyżej klasyfikowane skrzydła mają też zwykle krótkie drogi sterowania (na linkach sterowych). To z kolei wymaga więcej wprawy i wyczucia w kontrowaniu, ponieważ w tej sytuacji łatwiej jest przeciągnąć skrzydło. Również wśród nowoczesnych skrzydeł o niższej klasyfikacji można wyróżnić dwa rodzaje zachowania po wystąpieniu kłapy. Są paralotnie, które po kłapie wystrzelają silnie do przodu i wpadają w szybka rotacje. Równie szybko i samodzielnie stabilizują się, po czym następuje szybkie otwarcie kłapy. Po rotacji 180-270 stopni jest już po wszystkim. Te paralotnie są trudne do stabilizacji dla mniej doświadczonych pilotów, zwłaszcza w pierwszej, szczególnie szybkiej fazie rotacji. Ponowne otwarcie kłapy jest za to zwykle bezproblemowe. Inne skrzydła podczas kłapy mało pochylają się w przód i rozpoczynają umiarkowaną lecz długotrwałą rotację. Tendencja do samoczynnej stabilizacji i ponownego otwarcia podwiniętej końcówki występuje tutaj słabiej. Z powodu występującego tylko umiarkowanego impulsu powodującego rotację, stabilizacja toru lotu nie stwarza pilotowi specjalnych problemów. W takich skrzydłach ponowne otwarcie wymaga często energicznego pompowania linki sterowa. Analizy wypadków dokonywane przez DHV oraz doświadczenia z wielu lat treningów bezpieczeństwa wskazują, że skrzydła, które w wypadku wystąpienia kłapy silnie "padają na nos" (wystrzelają do przodu), są dla mniej doświadczonych pilotów trudniejsze do opanowania niż takie, które wolniej ale dłużej rotują. Analiza wielu wypadków wywołanych kłapą w pobliżu ziemi wskazuje, że najważniejszą cechą paralotni w takich sytuacjach musi być: "prosta i łatwa stabilizacja przez pilota". Ustaleniem nowych zasad klasyfikacji paralotni, wprowadzonych w kwietniu 2003, DHV wykonał ważny krok w kierunku zwiększenia bezpieczeństwa sprzętu. Wystrzelenie skrzydła w wyniku kłapy zostało w klasach 1 i 1-2 ograniczone do 45 stopni. Skrzydła, które w wyniku dużej kłapy w jednej sekundzie wystrzelają przed pilota na 70, 80 stopni przed pilota i tak go przez to przestrasza, że nie jest zdolny do żadnej skutecznej reakcji, nie powinny się już więcej znaleźć w tych klasach. Komu takie zachowanie paralotni odpowiada, będzie teraz musiał szukać czegoś dla siebie w wyższych klasach skrzydeł.

[VIDEO: Kłapa na dużym kącie natarcia](#)

Kłapa powstaje podczas ruchu wahadłowego do góry i otwarta strona ma stosunkowo duży kąt natarcia. Dlatego rozpoczęcie rotacji jest opóźnione.

Jak pilot powinien reagować na kłapę o dużej powierzchni?

Wskazówki postępowania w takich sytuacjach zawarte w niektórych podręcznikach mówią, że ... "w wypadku kłapy należy kontrolować otwartą część skrzydła" ... W niektórych przypadkach może to być jednak fałszywa rada, bowiem zachowanie różnych skrzydeł, jak opisano powyżej, może być bardzo różne.

**Podstawowym zachowaniem pilota w każdej sytuacji wywołanej kłapą powinno być:
Nie reagować na kłapę, a na zachowanie skrzydła ta kłapą wywołane.**

Zadaniem pilota jest takie manewrowanie podwiniętym skrzydłem, aby nie miała miejsca żadna dynamiczna rotacja ani przeciągnięcie. To zadanie jest dodatkowo tym utrudnione, że pilot ma do dyspozycji praktycznie tylko jedną sterówkę, a i możliwość sterowania ciałem jest mocno ograniczona.

Wpływ sterowania ciałem.

Podczas skretu, np. podczas kłazenia w termice, pilot wykorzystuje możliwość sterowania ciałem. Podczas przemieszczenia ciężaru w kierunku skretu, powstaje moment obrotowy w tę stronę. To obowiązuje również podczas jednostronnego podwinięcia (kłapy). Opadnięcie pilota w uprzęży w kierunku podwiniętej końcówki skrzydła często wzmacnia bardzo wyraźnie rotację układu w tę stronę. Z drugiej strony, takie opadnięcie pozornie skraca linki i tasmę nosną tej strony. To z kolei w pewnej mierze przeciwdziała odciążeniu powłoki. Najsilniej w obszarze podwieszonym środkowymi linkami rzędu A. To z kolei może zredukować rozmiar kłapy. Jednak nie w kierunku głębokości, a w kierunku rozpiętości skrzydła. Efekt ten nie ma znaczenia przy kłapach, które deformują skrzydło dalej niż do środka (powyżej 50%).

Jak powinien zachować się pilot w takim wypadku?

W pobliżu zbrocza lub na niewielkiej wysokości, należy przede wszystkim zapobiec dynamicznemu ruchowi obrotowemu. Było by fatalnie, gdyby temu zakłapionemu skrzydłu nadano dodatkową dynamikę skretu poprzez pasywnie, względnie świadome przechylenie się pilota w uprzęży. Temu przechyłowemu pilot powinien świadomie przeciwdziałać. Udo i pośladki powinny aktywnie obciążać stronę podniesionej części deski (strona nie zakłapiona), odciążając tym samym obniżoną stronę tejże deski. Naprężenie ciała, a przede wszystkim muskulatury brzucha w kierunku podniesionej części deski zapobiegnie przechyleniu się tułowia. Ten ruch prostujący musi być wykonany jedynie poprzez muskulaturę ciała. W żadnym wypadku w celu np. podciągnięcia się nie mogą być pociągnięte w dół sterówki strony wypełnionej. Czasami bardzo doświadczeni piloci wyczynowi, decydują się świadomie na przechylenie się w uprzęży, aby w ten sposób ciało aktywnie "poddało" w kierunku obrotu. Przyczyna leży w szczególnym zachowaniu się skrzydeł wyczynowych po zakłapieniu, których tendencja do zakrecań jest tak silnie zaakcentowana, że przeniesienie ciężaru ciała na stronę przeciwną obrotowi prowadzi do zakrecań w tasmach (Twist). Potęguje się to, kiedy pilot leci w pozycji leżącej. Do tego stabilizowanie zakłapionego skrzydła wyczynowego poprzez hamowanie niezakłapionej strony jest bardzo trudne z powodu niewielkiego zakresu ruchu sterówką i co za tym idzie, dużego niebezpieczeństwa zerwania strug. Przed przyhamowaniem otwartej strony, pilot musi "podać" za obrotem, aby pozwolił takiemu skrzydłu na przyspieszenie w kierunku obrotu, w celu stworzenia potrzebnej rezerwy kąta natarcia i aby równocześnie zapobiec twistowi. Takie postępowanie, szczególnie w pobliżu ziemi, jest jednak problematyczne z uwagi na szybką utratę wysokości.

Hamowanie strony niezaklapionej

Po jednostronnym zaklapieniu, stabilizując tor lotu za pomocą przeciwnej sterówki, należy uwzględnić jej zmieniony zakres ruchu. Posłuży się małym przykładem matematycznym: Rozpatrzmy jednostronnie zaklapione skrzydło, tak na 70% krawędzi natarcia załamane o 60 stopni w stosunku do osi poprzecznej. Ta solidna kłapa, około 50% powierzchni, aerodynamicznie działa jedynie jako opór. Z powodu tak drastycznie pomniejszonej siły nośnej prędkość przy której następuje zerwanie strug zwiększa się o jakieś 25%. Zakres ruchu sterówki, który pozostaje do zerwania strug jest więc zdecydowanie mniejszy. Zamiast ok. 80 cm. (z uwzględnieniem luzu) dla skrzydła klasy Intermediate, pozostaje tylko 60 cm. Zamiast wysokości tyłka, wysokość bioder. To ma jednak zastosowanie tylko wtedy, kiedy skrzydło znajduje się nad głową pilota. Jeżeli jednak skrzydło znajduje się za pilotem (większy kąt natarcia), już tylko dzięki temu jest ono bliżej zerwania strug, zakres hamowania skraca się dodatkowo. Z wysokości bioder na wysokość śc piersi (żeby przy powyższym przykładzie pozostać). W ten sposób tłumaczy się, dlaczego po zaklapieniu, następstwem czego jest zwiększony kąt natarcia, już przy umiarkowanym pociągnięciu sterówki strony otwartej, odrywają się strugi.

Mniejszy kąt natarcia ma przeciwny efekt dla zakresu ruchu sterówki. Zakres się zwiększa. Jeśli skrzydło wystrzeli wyraźnie przed pilotem, można wtedy zaciągnąć sterówki do oporu bez obawy o zerwanie strug. Jeżeli skrzydło zakłapi na dużej powierzchni w momencie kiedy kąt natarcia jest mały, prędkość czasu jest duża. Kąt natarcia i szybkość są znacznie oddalone od krytycznych zakresów. Dlatego w takiej sytuacji hamowanie strony otwartej musi odbyć się poprzez względnie silne zaciągnięcie sterówki, żeby dało się odczuć działanie stabilizujące.

Zachowanie się pilota przy kłapie na prędkości trymowej

Z uwagi na odmienne zachowanie się glajta w różnych sytuacjach pilot musi odpowiednio dostosować swoją reakcję. Jeśli glajt podwinie się nam w locie poziomym na prędkości trymowej to w pierwszym momencie dominuje hamujące działanie zwiększonego kąta natarcia strony otwartej nad tendencją glajta do skreślenia ([fot. 1 i 2](#)). W tej sytuacji pilotowi nie wolno zbyt silnie kontrować przeciwnym hamulcem. Dopiero gdy czasza zaczyna się krecić pilot powinien przyhamować otwartą stronę aż do pojawienia się wyczuwalnego oporu na sterówce. Do zatrzymania ruchu obrotowego z reguły wystarcza około 20-40cm. Poprzez siłę na sterówce i wizualną kontrolę paralotnia znajduje się pod kontrolą. Siła na sterówce sygnalizuje następujące zachowanie się. Jeśli siła zanika oznacza to, że czasza wychodzi przed pilotem (wystrzeliwuje) i wymaga przyhamowania. Rosnąca siła wskazuje na to, że ruch obrotowy jest wolniejszy lub zanik i można przestać hamować. Szybko postępujący zanik siły na sterówce świadczy o tym, że rozpoczyna się oderwanie strug ze zdrowej połówki, który może być uniknięty przez natychmiastowe zwolnienie hamulca. Szybkie i duże przyrosty siły na sterówce świadczy o tym, że glajt przyspiesza w ruchu obrotowym. Pilot musi ten ruch stłumić przez energiczne pociągnięcie hamulca. Przy optymalnej reakcji pilota, taka kłapa jaka jest pokazana na serii fotografii 1-8, powinna się ponownie znaleźć pod kontrolą pilota po sytuacji pokazanej na [fot. 4](#). Mając zapas wysokości można wytracić resztę energii glajta w kontrolowanym zakreśleniu. W przedstawionej sytuacji ma się też zapas kąta natarcia i drogi sterówek by w pobliżu gruntu lub zbocza przejść od razu do lotu po prostej a nawet dokonać korekty kursu w stronę od zaklapienia.

Zachowanie się pilota podczas kłapy z szybkim skreśleniem

Paralotnia która dostaje kłapę na małym kącie natarcia znajduje się wyraźnie przed pilotem i od razu przechodzi do ruchu obrotowego. Taka sytuacja wymaga umiejętnej reakcji pilota polegającej na przyhamowaniu otwartej strony glajta by zmniejszyć moment pedu i prędkość. By skutecznie stłumić początkowo silny moment obrotowy glajta potrzebny jest zdecydowany impuls sterówki, aż do wyraźnego odczucia oporu. Często potrzeba zaskakująco głębokiego ruchu ręki. W miarę jak ruch obrotowy glajta zwalnia (kłapa zazwyczaj jest już częściowo wypełniona) należy stopniowo popuszczać sterówkę stosownie do wzrostu na niej oporu, tak by jednak kąt natarcia glajta wzrastał

do normalnej wartości. Szansa oderwania strug w takim przypadku jest stosunkowo mała. Przed całkowitym "trzepaniem" pozostałości kłapy, glajt musi być pod kontrolą pilota i lecieć prosto lub w lekkim kontrolowalnym zakrecie.

Zachowanie się pilota podczas kłapy z opóźnionym zakreśleniem

W takim przypadku glajt nie wchodzi w zakret który trzeba by niezwłocznie stabilizować. Hamowanie strony przeciwnej prowadziło by niechybnie do oderwania strug. W takiej sytuacji pilot świadomie powinien się nie spieszyć z hamowaniem, ale dać czas na to by przemieściła się z za pleców pilota do przodu zyskując na prędkości (fot. 3.). Dopiero wtedy wolno z wyczuciem kontrolować hamulcem stronę przeciwną. Czas paralotni do tego momentu może w ogóle nie zakreślić.

Podsumowanie

- W przypadku kłapy z lotu poziomego z prędkością trymowa faza lotu na dużym kącie natarcia trwa krótko i kończy się szybkim przejściem do zakretu w stronę zakłapioną. Pilot rozpoczyna hamowanie strony przeciwnej nie później jak w momencie gdy glajt rozpoczyna skreślenie.
- W przypadku kłapy podczas ruchu czaszy do przodu nie występuje faza z dużym kątem natarcia. Glajt rozpoczyna szybkie i brutalne krecenie. Pilot musi energicznie przyhamować.
- W przypadku kłapy podczas ruchu czaszy do tyłu, faza lotu na wysokim kącie natarcia jest szczególnie przedłużona. Przejście do skretu odbywa się stopniowo. W początkowym stadium nie wolno hamować. Korekta kursu jest dopuszczalna dopiero gdy glajt zacznie wchodzić w rotację.

Szybka rotacja po kłapie stanowi w praktyce zdecydowanie częstą sytuację niebezpieczną. potwierdza to również analiza wypadków. Podczas siedmiu na dziesięć wypadków piloci nie byli w stanie wyprowadzić glajta z rotacji w stronę zakłapionej strony. hamowanie strony przeciwnej nie przyniosło skutku, było za późno lub za słabe. Do wypadku wyraźnie rzadziej prowadzi przeciagniecie spowodowane zbyt dużym przyhamowaniem strony przeciwnej

Wizualna kontrola



Zdecydowanie należy unikać wpatrywania się w czaszę glajta podczas kłapy.

Po złapaniu kłapy regułą jest rozpoznanie reakcji glajta. Czy kreci się szybko, powoli czy w ogóle. Taka kontrola nie jest możliwa gdy przez dłuższą chwilę patrzymy się do góry w czaszę. Brakuje optycznego układu odniesienia do horyzontu, umożliwiającego ocenę sytuacji i reakcji glajta: rotacji, utraty wysokości, odległości do zbocza. To wszystko jest niezbędne do podjęcia decyzji czy przyhamować zdecydowanie czy wcale i można tę informację uzyskać tylko jeśli pilot patrzy w kierunku lotu. Nikomu by się nie uśmiechało podczas krecenia lub spirali patrzeć się tylko na glajta, gdyż pozbawiło by to natychmiast orientacji przestrzennej. Ta reguła dotyczy bez wyjątku także

lotu po klapie, gdy gład, choć nieproszony, znajduje się w mniejszym lub większym zakresie. Niestety w sytuacji zagrożenia pomimo tego zalecenia najczęściej pierwszą instynktowną reakcją jest spojrzenie do góry, co się stało. Takie fatalne zaniechanie obserwacji prowadzi często nieuchronnie do wypadku. Pilot skupia uwagę nie tylko optycznie na klapie, ale usiłuje za wszelką cenę ją usunąć poprzez dzikie pompowanie i zapomina o kontroli stanu lotu i kursu. Powodowana przez klapy rotacja prowadzi do szybkiego zbliżania się do ziemi czy zbieżności, co jest nie dostrzeżone przez pilota. Pomyślmy przez chwilę o pilotach samolotów pasażerskich. Podczas nagłej awarii silnika pierwszą zasadą jest "Fly the aircraft" czyli kontrola stabilnego lotu. W pierwszej kolejności należy lecieć samolotem, a nie skupiać się na przyczynie awarii. Dopiero gdy stabilny lot jest zapewniony, można przejść do ewentualnego usuwania przyczyny zakłócenia - w tym przypadku silnika.

VIDEO: Dynamiczna rotacja z wystrzeleniem do przodu

Ten przykład pokazuje dynamiczne zachowanie się z dalekim wystrzeleniem czaszą do przodu, szybka rotacja, ale i szybka stabilizacja i samoczynnym otwarciem się gładki dotychczasowej klasy 1-2.

Jeśli gład samoczynnie się nie otworzy, konieczne jest aktywne "trzebanie". Podczas tej czynności lot powinien być cały czas pod kontrolą sterówki otwartej strony. Najlepiej, jeżeli jest możliwe utrzymanie lotu po prostej. Przy odpowiednio dużej klapie nie można utrzymać lotu prostego, gdyż prowadziłoby to do przeciągnięcia. W takim przypadku należy jednak tak hamować niezaklapioną stronę, by utrzymać lot w kontrolowanym zakresie. Im głębsza (w kierunku cieciny skrzydła) jest kłapa, tym niechętniej otwiera się czasza. Z reguły jest też dotknięta kłapa częścią krawędzi spływu. Przy zaciąganiu hamulca strony zaklapionej działają tylko linki połączone z centroplatem. W takiej sytuacji siła na sterówce zaklapionej strony napotyka mały opór, który rośnie jednak przy dużym zaciąganiu. Dlatego pilot musi przy trzebaniu takiej klapy ciągnąć hamulec do samego dołu, by uzyskać efekt - otwarcie się klapy. W tym momencie trzeba uważać na siłę na sterówce - jeśli ona rośnie, oznacza to, że kłapa się otwiera i należy już delikatnie ciągnąć dalej. Jeśli siła na sterówce się nie pojawia - należy zwiększyć zakres jej ruchu. Im bardziej jest otwarta połówka skrzydła, tym bardziej zbliżona jest siła na sterówce do swojej normalnej wartości. Podczas aktywnego otwierania klapy pilot patrzy cały czas w kierunku lotu - w żadnym wypadku nie wolno się wpatrywać w gładki. Obserwacja toru lotu i sił na sterówce dostarczają wystarczających informacji potrzebnych do kontroli gładki w tym stanie lotu.

Podstawowe zasady postępowania pilota podczas klapy

- Pilot patrzy się w kierunku lotu, w celu ustalenia swojej pozycji (a nie np. w skrzydło *przyp. tłum*)
- Przez aktywne usztywnienie ciała zostaje obciążona otwarta (wysoka) strona siedziska i uniemożliwione pasywne zawisnięcie w uprzęży.
- Prędkość rotacji skrzydła decyduje o sile kontry:
 - brak rotacji = zero kontry
 - powoli rozpoczynająca się rotacja = umiarkowana kontra
 - szybko rozpoczynająca się rotacja = silna kontra
 - szybka stabilna rotacja = silna energiczna kontra
- Podczas kontry obserwować siłę na sterówce:
 - stopniowo wzrastający opór = wzrost kąta natarcia = popuścić
 - gwałtownie wzrastający opór = przyspieszająca rotacja = hamować
 - malejący opór = czasza wychodzi przed pilota = hamować

- nagły zanik oporu = oderwanie strug = odpuścić sterówki
- Ciągła rotacja z ekstremalnie dużą siłą na sterówce (niezakłapionej) bez tendencji do spowolnienia lub przyspieszająca = krawat = rzucić pake!
- Trzepanie klapy dopiero po zatrzymaniu (kontrolowaniu jeśli niemożliwe) rotacji. Trzepanie poprzez głębokie zaciągnięcie zakłapionej strony.

Karl Slezak