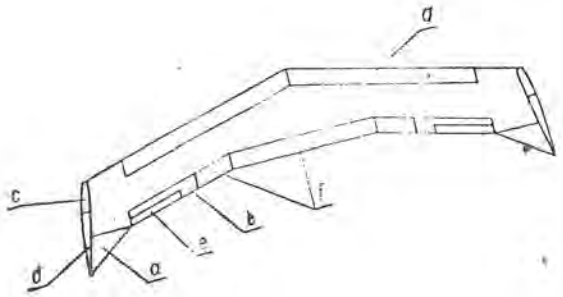
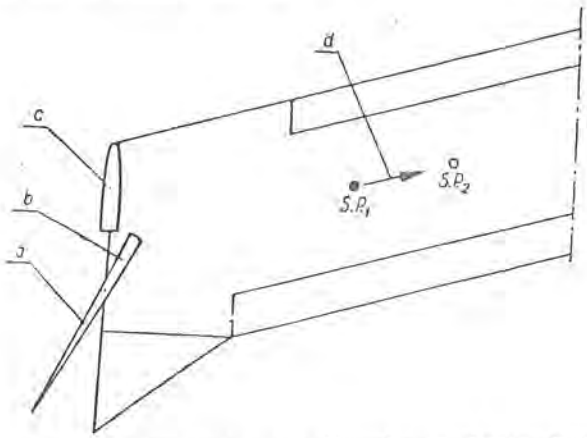
Rewelacyjne skrzydło W. Kasprzyka

W artykule opisano zjawiska, z którymi zetknął się W. Kasprzyk w lotach na swoim szybowcu BKB-1 oraz praktyczne ich wyjaśnienie. Przedstawiono koncepcję supernośnego skrzydła i korzyści wynikające z jego zastosowania.

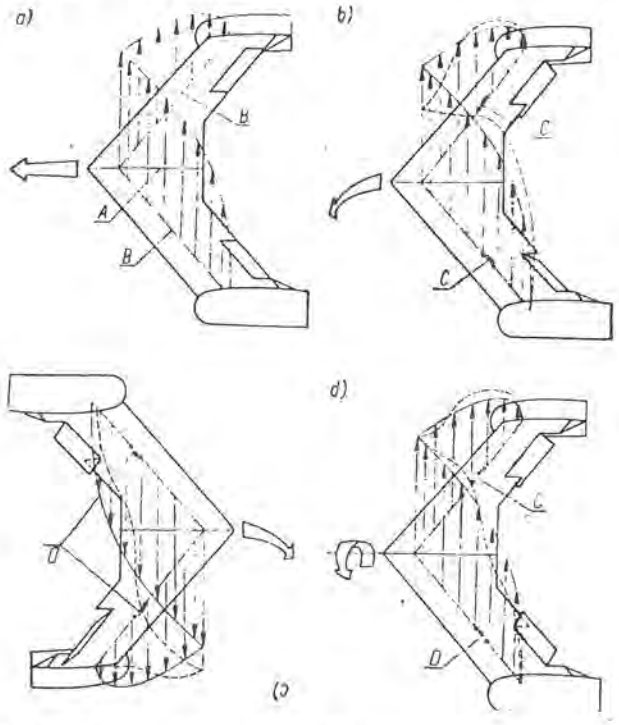
Polski konstruktor i pilot Witold A. Kasprzyk, znany na Zachodzie pod nazwiskiem Kasper, buduje samolot, który wykazuje interesujące właściwości aerodynamiczne i pilotażowe. Dotąd skonstruował i oblatał dwa szybowce bezogonowe BKB-1 i „Kasper Bekas N". Odznaczają się one umiarkowanym skosem około 20°, statecznikami pionowymi na końcach skrzydeł oraz oryginalnym rozmieszczeniem powierzchni sterowych, które wraz z zastosowanym profilem i obrysem skrzydła stanowią układ sterujący dookoła wszystkich trzech osi obrotu (Patent USA no 3 438 597). Będąc doskonałym pilotem (czterokrotny szybowcowy mistrz Polski w latach 1937 do 1948, łączny nalot na szybowcach i samolotach ponad 4000 h), sam oblatuje swoje konstrukcje. Podczas lotów doświadczalnych na szybowcu BKB-1 zauważył niespotykane zjawisko. Otóż przy pełnym wychyleniu sterolotek do góry (działających wtedy jako stery wysokości) prędkość minimalna wynosiła około 64,4 km/h, a opadanie ustalało się na około 3 m/s. Jednakże szybowiec w tym stanie lotu pozostawał stateczny i sterowny, co nasunęło wątpliwości, czy istotnie osiągnięto prędkość minimalną. W celu upewnienia się o tym przed następnym lotem zwiększono zakres wychyleń sterolotek w górę i naklejono w okolicy krawędzi natarcia skrzydła nitki wskazujące oderwanie strug. W locie przy prędkości około 64 km/h nastąpiło odgięcie nitek, lecz drążek sterowy nie był jeszcze w tylnym położeniu. Po delikatnym ściągnięciu drążka opadanie zmalało do 1,1 m/s, prędkość spadła do 48 km/h, stateczność wzrosła, a sterowność pozostała tak dobra jak uprzednio. Nitki na skrzydle były odgięte do przodu i napięte, wskazując silny przepływ o kierunku przeciwnym do kierunku lotu. Zjawisko to powtarzało się regularnie za każdym razem. Mimo bogatego doświadczenia w tej dziedzinie (15 lat pracy w zakładach Boeinga w charakterze aerodynamika małych prędkości i urządzeń supernośnych przy modelach 727, 737, i 747) nie potrafił znaleźć wyjaśnienia w podręcznikach klasycznej aerodynamiki. Zaczął eksperymentować ze skrzydłem z naklejonymi wzdłuż rozpiętości czterema rzędami nitek oraz dodatkowym obciążeniem 2,5 kG ołowiu w tyle kadłuba dla osiągnięcia większych kątów natarcia. Zainstalował także trzy niezależne wariometry i wskaźnik kąta natarcia. Teraz podczas lotu w spokojnej atmosferze z prędkością 88,4 km/h szybowiec opadał 1,1 m/s. Po zmniejszeniu prędkości do około 64,2 km/h przy tylnym rzędzie nitek pojawiało się oderwanie strug i opadanie wzrastało do 3 m/s. Dalsze ściąganie drążka powodowało zmianę kierunku położenia tylnego rzędu nitek, a następnie przedostatniego i drugiego. Przy zupełnie ściągniętym drążku sterowym 3 końcowe rzędy były odchylone do przodu. Pierwszy natomiast (przyklejony w 25% cięciwy) pozostawał skierowany zgodnie z kierunkiem lotu, lecz był nieco oddalony od powierzchni profilu. Prędkość wynosiła wówczas 32,2 km/h, kąt natarcia 35°, a opadanie 0,50 m/s, to znaczy połowę mniej niż dotychczas w normalnych stanach lotu! Nieznane zjawisko utrzymywało szybowiec, dając współczynnik siły nośnej $C_z = 3{,}15$. Jeszcze bardziej zadziwiające było to, że w tej konfiguracji opór skrzydła z nitkami był mniejszy niż skrzydła bez nitek, co dawało się odczuć tendencją do skrętu w stronę skrzydła bez nitek (odwrotnie niż w pozostałych fazach lotu). Analizując zebrane dane W. Kasprzyk doszedł do wniosku, że po przeciągnięciu na górnej powierzchni skrzydła powstaje wir wytwarzający siłę nośną. Dalsze badania za pomocą nitek i kamery filmowej potwierdziły przypuszczenia. Sądzi on również, że dzięki sile nośnej wytwarzanej przez taki wir możliwe jest lądowanie ptaków przy zerowej prędkości postępowej. Gdy ptaki rozpościerają skrzydła



1. Skrzydło W. Kasprzyka: a) statecznik poziomy, b) sterolotka, c) płyta brzegowa (ustawiona zbieżnie do przodu), d) ster kierunku, e) klapka zapobiegająca odchyleniu kierunkowemu, f) wychylane do góry klapy krokodylowe, wywołujące wir przy krawędzi spływu, g) klapy wywołujące wir na krawędzi natarcia



2. Końcówka skrzydła: a) ster kierunku, wychylany tylko na zewnątrz, b) odciążenie aerodynamiczne działające jak spoiler, c) stała płyta brzegowa, d) przesunięcie środka parcia skrzydła wskutek wychylenia sterolotki



3. Rozkład siły nośnej na płacie przy wychylaniu sterolotek: a) sterolotki niewychylone, lot poziomy: *A* — środek ciężkości, *B* — środek parcia skrzydła, b) sterolotki wychylone w dół, opuszczanie nosa, *C* — przesunięcie środka parcia skrzydła na zewnątrz i do tyłu, c) sterolotki wychylone do góry, zadzieranie nosa, *D* — przesunięcie środka parcia skrzydła do wewnątrz i do tyłu, d) lewa sterolotka w górze, prawa w dole

do lądowania — wyjaśnia on od dawna obserwowany, lecz zagadkowy fakt — wówczas końcowe pióra skrzydeł ustawiają się tak, by spowodować przepływ do przodu wzmacniając wir wytwarzany przy ponadkrytycznych kątach natarcia.

W tym szybowcu Witold Kasprzyk zastosował skośne skrzydła z profilem NACA 8-H-12 (o szkieletowej w kształcie S, przeznaczonym do łopatek wirnika śmigłowca). Zwichrzenie końców skrzydła uzyskał za pomocą trójkątnych stateczników poziomych umieszczonych przy zewnętrznych końcach krawędzi spływu (rys. 1). Stateczniki są regulowane z kabiny. Wychylenie sterolotek do góry przyczynia się także do zwiększenia zwichrzenia płata. Płyty brzegowe przeciwdziałają przepływowi w kierunku rozpiętości w warstwie przyściennej, a zatem i oderwaniu na końcu skrzydła (charakterystycznemu dla skrzydła skośnego). Tylny koniec płyty brzegowej jest równocześnie sterem kierunku odchylającym się tylko na zewnątrz (rys. 2). Każdy ster kierunku ma duże powierzchnie odciążające aerodynamicznie, które po wychyleniu do wewnątrz działają jak spoilery i zmniejszając siłę nośną powodują przechylenie w zakręcie.

Stery kierunku mogą być równocześnie odchylane na zewnątrz, stając się bardzo skutecznymi hamulcami aerodynamicznymi i spoilerami. Zbieżne do przodu ustawienie płyt brzegowych zwiększa stateczność kierunkową. Przy naciśnięciu dwóch pedałów równocześnie takie ustawienie jeszcze bardziej się uwydatnia, zwiększając dodatkowo stateczność kierunkową np. w burzliwej atmosferze. Wychylenie sterów o różne kąty umożliwia zlikwidowanie wpływu bocznego wiatru bez stosowania ślizgu. Do sterowania podłużnego służą sterolotki (rys. 3). Ich działanie jest podwójne: a) wytwarzają siły za środkiem ciężkości podobnie jak zwykły ster wysokości b) zmieniając profil na końcu skrzydła, powodują zmianę rozkładu siły nośnej na całym skrzydle przesuwając środek parcia na zewnątrz lub do wewnątrz, a więc wskutek skosu — do przodu lub do tyłu. To drugie oddziaływanie jest bardziej skuteczne, a o jego ważności decyduje fakt, że moment pochylający powstały przez przesunięcie środka parcia jest niezależny od prędkości poziomej. W ten sposób skrzydło może utrzymywać pełną sterowność podłużną nawet przy prędkości poziomej równej zero, tzn. „parasol". W zupełności wyeliminowano więc utratę sterowności przy przeciągnięciu, zwykle występującą w konwencjonalnych samolotach. Tradycyjnym problemem występującym w samolotach bezogonowych jest przeciwne odchylenie kierunkowe wynikające z wychylenia sterolotek, gdy działają jako lotki. Konstruktor poradził sobie z tym, stosując automatyczne klapki na krawędziach spływu sterolotek. Pomysł ten został opatentowany. Aby należycie wykorzystać wir, który powstaje na latającym skrzydle przy zakrytycznych kątach natarcia. W. Kasprzyk zastosował nowe urządzenia na ostatniej silnikowej wersji. Są to bardzo duża, otwierana do góry krawędź natarcia (klapa na krawędzi natarcia) oraz klapy krokodylowe, wychylane do góry, ze szczeliną przy linii zawiasów (rys. 4). Przez szczelinę będzie przepływać powietrze zasilające wir, nawet przy zerowej prędkości poziomej. Kierunek przepływu pokazuje rys. 4.

„Kasper Wing" wykazuje następujące korzyści w porównaniu z konwencjonalnymi samolotami:

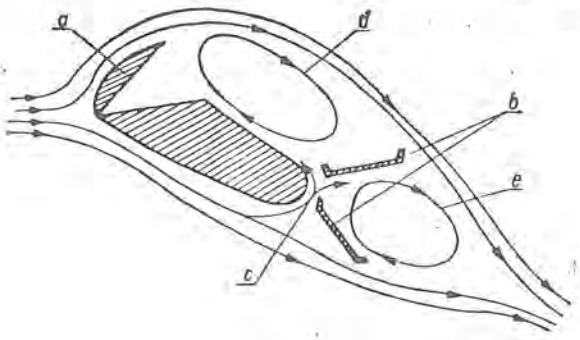
a) ciężar użyteczny wzrasta od 60% do 100% ciężaru konstrukcji w wyniku zlikwidowania części ogonowej oraz powstających na niej sił skierowanych w dół,

b) całkowity opór płatowca zmniejszony o około 30%,

c) stateczność podłużna i kierunkowa ułatwiająca pilotaż,

d) niezależne od prędkości postępowej sterowanie podłużne umożliwiające utrzymanie pełnej sterowności przy dowolnie małej prędkości. Zezwala to na bezpieczne wykonywanie zakrętów o 180° na małej wysokości (zmniejszenie liczby wypadków wynikających z przerwania ciągu w czasie startu samolotu lub przerwania liny holowniczej szybowca),

Dokończenie na str. 40



4. Opływ skrzydła w wersji silnikowej: a) klapa na krawędzi natarcia, b) klapa krokodylowa na krawędzi spływu, c) szczelina, d) wir za krawędzią natarcia, e) wir za klapą na krawędzi spływu

● Zarząd Oddziału Warszawskiego

dentów — lotników.

dzeniu Komitetu Koordynacyjnego.

Dokończenie ze str. 18

c) przyłożenie sił od sterów wysokości (sterolotek) na końcach skrzydeł umożliwia ograniczenie współczynika obciążenia do 3,5 g (przeciążenie od podmuchu) wskutek oszczędności ciężaru,

f) brak usterzenia ogonowego eliminuje siły skręcające skrzydło przy wyrwaniu,

g) brak konwencjonalnego usterzenia ogonowego eliminuje siły skręcające i zginające w kadłubie, robiąc z niego element nie pracujący podczas lotu. Umożliwia to lżejszą konstrukcję i dalszą oszczędność ciężarową.

Jeżeli teorie Witolda Kasprzyka są słuszne, jeżeli jego konstrukcja będzie pracowała tak jak on sądzi, to będziemy mieli samolot, który nie będzie przepadał po przeciągnięciu, nie będzie wchodził w korkociąg. To mogłoby zdecydowanie zmienić zgubne zwykle konsekwencje zakrętu o 180° po uszkodzeniu silnika w czasie startu. Jeżeli ten samolot będzie mógł powoli schodzić prawie pionowo przy zachowaniu pełnej sterowności i lądować przy prawie zerowej prędkości, wówczas zniknie niepokój o skutki przymusowych lądowań i uszkodzeń układu napędowego w nocy lub przy pełnym zachmurzeniu. Kusząca jest także możliwość krążenia w szybowcu z prędkością 32 km/h i opadaniem 0,5 m/s.

na podstawie „Soaring" 1973 nr 12 oprac. *T. Wusatowski*