



## Modele z napędem gumowym kategorii F1B

Jan Cihak

Czechy

### Od Redakcji

Autorem poniższego artykułu jest Jan Cihak, czeski modelarz lotniczy. Jan Cihak to aktualny drużynowy mistrz świata FAI w klasie modeli z napędem gumowym F1B, czyli zasilanych energią sprężystą skręconej wiązki nitek gumy, która napędza śmigło. Zawodnicze modele klasy F1B muszą spełniać wymogi techniczne, co powoduje, że zawodnicy – będący jednocześnie konstruktorami swoich modeli – rywalizują zarówno pod względem aerodynamiki i technologii, jak również techniki lotu. Klasa modeli z napędem gumowym F1B bywa nazywana Wakefield, od nazwiska lorda Charlesa Wakefielda, fundatora nagrody – pucharu przechodniego dla zwycięzcy Mistrzostw Świata, które odbywają się co 2 lata, począwszy od roku 1928. W roku 1989 puchar Wakefielda zdobył, jako jedyny dotychczas Polak, Eugeniusz Cofalik.

### Wprowadzenie

Modele kategorii F1B to modele napędzane wiązką gumową, powierzchnia skrzydeł jest ograniczona przepisami do 17–19 dm<sup>2</sup>, a maksymalna masa nasmarowanej wiązki gumowej wynosi 30 g. Fakty te należy przyjąć jako punkt wyjścia, dlatego chcę w tym artykule zająć się najważniejszymi zagadnieniami modeli swobodnie latających, które mogą pomóc w zwiększeniu wydajności.

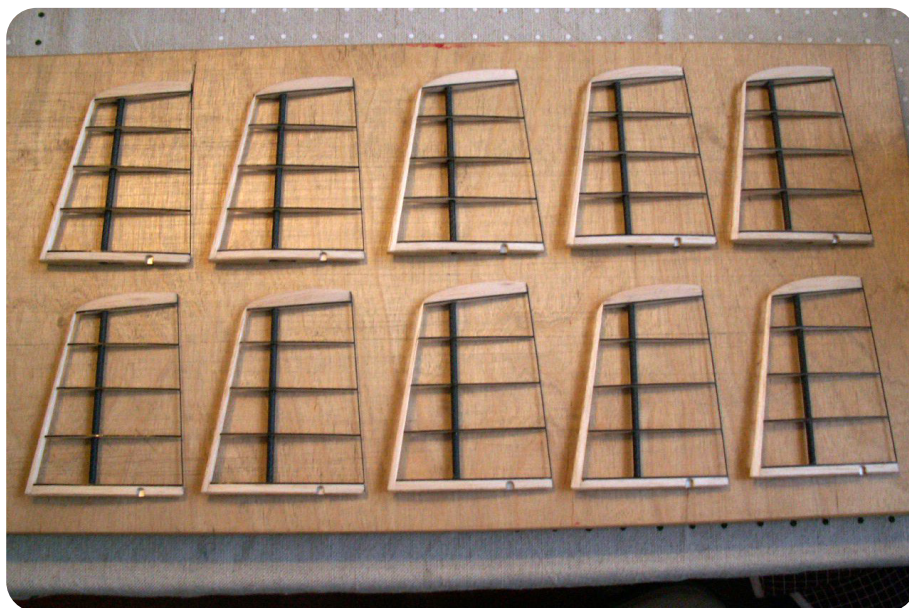
### Nowoczesne materiały konstrukcyjne w budowie modeli F1B

Dzisiejsze modele, które standardowo produkowane są z materiałów kompozytowych, takich jak kevlar, tkaniny i niedoprzędę węglowe, tkaniny szklane, żywice epoksydowe i inne (ryc. 1), pozwalają znacznie lepiej wykorzystać teoretyczną wiedzę z zakresu aerodynamiki. Jest to również jeden z powodów wyższej wydajności współczesnych

modeli. Skrzydła są znacznie mocniejsze (szczególnie na skręcie), a większość ich ciężaru trafia na przednią część. Nowoczesne konstrukcje są zdecydowanie trwalsze, co bardzo korzystnie wpływa na zachowanie modeli. Jak już wspominałem, skrzydła nowych modeli wykonane są z materiałów kompozytowych i węgla (ryc. 2). W porównaniu do konstrukcji drewnianych D-boxy są stabilniejsze, ale i tak z doświadczenia wiemy, że w pierwszym roku latania nowy model „siedzi” i trzeba to brać pod uwagę.

Podobnie nowe materiały powłokowe, którymi powlekanie są węglowe konstrukcje skrzydeł, znacznie różnią się od powłok papierowych. Papierowe pokrycia nadawały szkieletom wytrzymałość i sztywność. Dzisiejsze folie (mylar, lamsan itp.), włókniny poliestrowe (vlies, icarex, micafilm itp.) nie wzmacniają konstrukcji. Fakt ten należy uwzględnić przy projektowaniu skrzydeł i usterzeń, a ich szkielety powinny być odpowiednio zwymiarowane (ryc. 3). Nowoczesne materiały powłokowe mają najlepsze możliwe właściwości pod względem obojętności na wilgoć, są bardziej odporne na starzenie i rozdzieranie niż konwencjonalne papiery pokrywowe (papier japoński, koreański, Modelspan, Mikelanta).

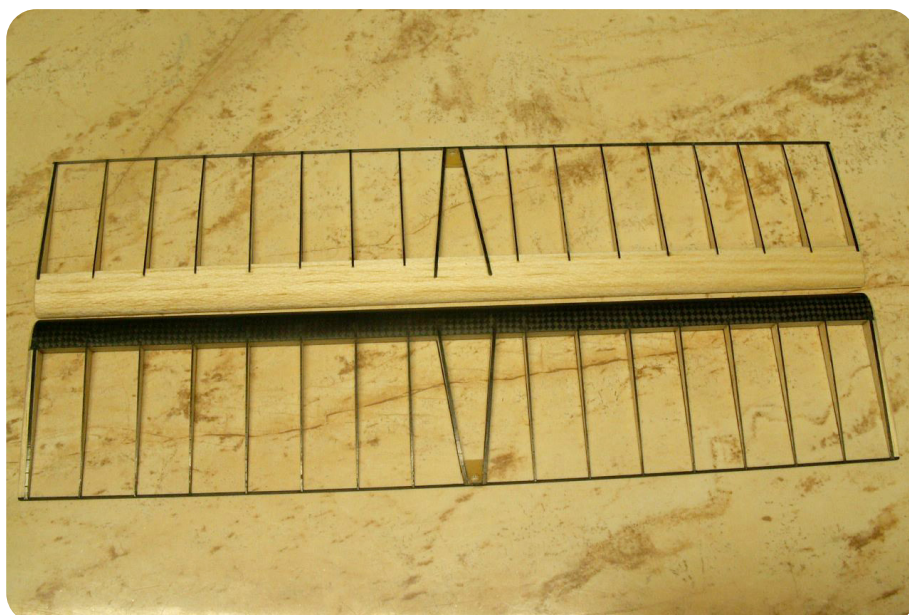
Konstrukcje wykonane z materiałów kompozytowych charakteryzują się nieco większą wagą niż klasyczne konstrukcje drewniane. Półprodukty od poszczególnych producentów różnią się nie tylko ceną i jakością, ale także wagą, dlatego polecam wziąć to pod uwagę przy zakupie. Na skrzydłach najwięcej ciężaru można zaoszczędzić na masie D-boxa i dźwigara skrzydła (ryc. 4). Wiemy, że w środku rozpiętości skrzydła występuje naprężenie ćwiartkowe, które powinno odpowiadać przekrojowi belki. Dalsza redukcja masy zależy od zastosowanej powłoki, precyzji klejenia itp. Część silnika, a także tylna część kadłuba, to kolejny bardzo ważny czynnik, który przede wszystkim będzie miał wpływ na całkowitą masę modelu. Jeśli zastosujemy głowicę o zmiennym skoku, waga od razu wzrośnie. Musimy pamiętać, że model musi być w stanie wytrzymać obciążenie



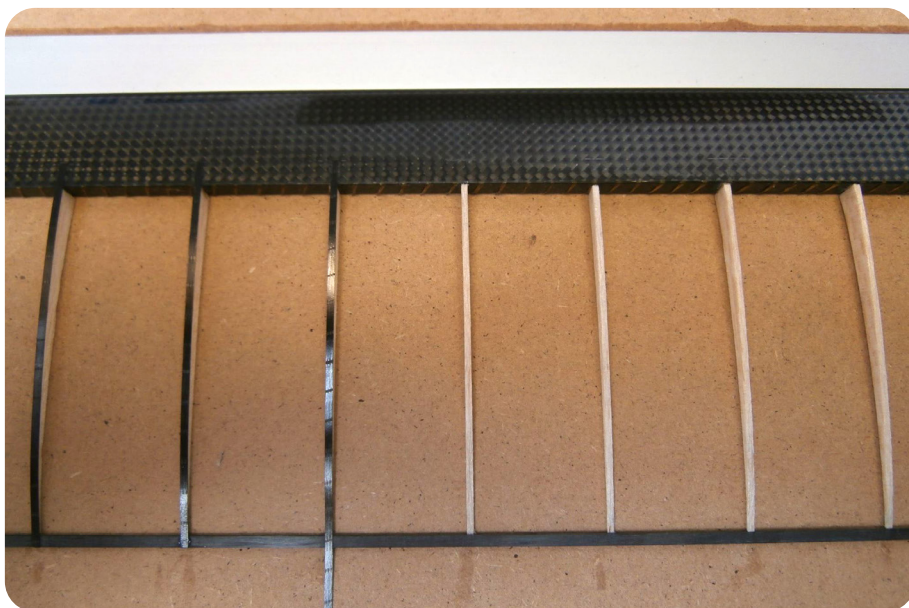
Ryc. 1. Szkieletowa konstrukcja statecznika pionowego, wykonana częściowo z balsy i włókna węglowego  
Fot. J. Cihak



Ryc. 2. Skrzydła modelu F1B widziane z profilu  
Fot. J. Cihak



Ryc. 3. Konstrukcja statecznika poziomego. Widoczne cienkie przekroje elementów konstrukcyjnych  
Fot. J. Cihak



**Ryc. 4. Szczegóły konstrukcji skrzydła. Widoczny D-Box, żeberka balsowe z naklejonymi węglowymi pasami wzmacniającymi**

Fot. J. Cihak

nia konkurencyjne, dlatego nie możemy zaniżyć masy jego konstrukcji tylko po to, aby zaoszczędzić na wadze.

### Rozpiętość skrzydeł modeli klasy F1B

Zwiększenie rozpiętości skrzydeł było pierwszą zmianą, na którą wpadli niemieccy eksperci w klasie F1H, wysiłki skupiono na zmniejszeniu oporu indukowanego. Przykładowo Hofsas jako pierwszy przeniósł dużą rozpiętość do kategorii F1B, a także zastosował turbulator. Dotychczas stosowane turbulatory o średnicy 0,8 mm zostały zastąpione przez 0,3 mm – jest to wystarczająca średnica turbulatora, z którym skrzydła wykazują dobre osiągi przy zachowaniu wystarczającej stabilności lotu. Zwiększenie rozpiętości skrzydeł zwiększa osiągi, ale nie można zapominać o konieczności dopasowania głębokości skrzydła do właściwości aerodynamicznych płata, który będzie zastosowany w modelu. Powodem zwiększenia rozpiętości do dzisiejszych form jest fakt, że duże modele są znacznie łatwiejsze w pilotażu i lepiej utrzymują kierunek nawet przy małej prędkości wznoszenia.

### Wybrane szczegóły konstrukcyjne

Jakie zmiany mogą ulepszyć modele F1B? Próby analizy badań dotyczących osiągnięć śmigła, wykorzystania energii silnika gumowego, pochylenia i skręcenia skrzydła itp., które są niekompletne i niespójne, nie mają sensu. W każdym razie najważniejsze rzeczy, bez których żaden model się nie obejdzie, to prawidłowe skręcenie skrzydła, optymalne położenie środka ciężkości i kąt regulacji modelu. Nie da się jednoznacznie stwierdzić, co jest najlepsze, gdyż położenie środka ciężkości waha się w granicach 55–65% głębokości skrzydła, co również powoduje zmianę kąta regulacji z ok. 3,5° na 2°. Kolejny czynnik stanowi długość kadłuba i odległość usterzeń od skrzydeł. Dlaczego modele F1B mają znacznie dłuższe kadłuby niż modele F1A? Małe powierzchnie usterzeń wynikające z dłuż-

szego kadłuba zapobiegają jego poślizgowi bocznemu, a także zapewniają prawidłowy skręt skrzydła. Model bez odpowiedniego skrętu musi stale stabilizować ślizg boczny (traci energię) w celu wyrównania. Długi kadłub, zwłaszcza podczas lotu z napędem, w dużym stopniu tłumi drgania (oscylacje) i wybacza drobne błędy podczas startu modelu (ryc. 5). Oscylacje można zaobserwować podczas całego wznoszenia (zwłaszcza w ciągu pierwszych 10 s), mogą one być większe lub mniejsze, ale są obecne w każdym locie. Wskazane jest wyeliminowanie oporów wszystkich części do minimum, ograniczniki usterzeń powinny być jak najmniejsze, fałdy poszycia na skrzydłach i usterzeniu poziomym jak najmniej zauważalne. Składanie łopatek śmigła, sekcji silnika, sprzęgła i tylnej części kadłuba powoduje powstawanie oporu (ryc. 6). Nie da się wszystkiego obiektywnie policzyć i ocenić, ale szereg drobnych usprawnień przyniesie wymierny efekt końcowy.

### Prędkość lotu

Obecny trend polega na zmniejszaniu prędkości wznoszenia. Dziś widzimy, że 35 s lotu z napędem wydaje się minimum. Wiemy, że opór rośnie wraz z kwadratem prędkości. Wznoszenie pionowe (prostopadłe) to technika eliminująca poślizg boczny, w wyniku czego cała przebyta odległość jest przeliczana na wysokość. Istotny element stanowi zmienny skok łopatek śmigła, który pozwala lepiej i płynniej wykorzystać energię zgromadzoną w wiązce gumy. Pionowe wznoszenie przy małej prędkości będzie bardzo trudne, szczególnie przy silnym wietrze, kiedy model nie może przejść do lotu grzbietowego. Doświadczenie pokazuje, że bardzo stroma wspinaczka jest możliwa przez ponad 15 s. Konfiguracja modelu będzie zależała od sposobu jego wyrzutu, a także tego, czy używamy opóźnienia włączenia napędu i przedstawienia kąta natarcia skrzydła. Model musi być w stanie szybko zareagować na podmuch wiatru czy pojawienie się termiki, a zmiana kąta natarcia sprawdziła się podczas tego powolnego wznoszenia jako sposób na poprawę właściwości



**Ryc. 5. Wieżyczka kadłuba, w której umieszcza się mechanizmy zegarowe włączające funkcje zmiany kąta natarcia skrzydła, skrócenia statecznika pionowego, opóźnienia obrotu śmigła oraz determalizatora**

Fot. J. Cihak



**Ryc. 6. Gotowe łopatki śmigła oraz stateczniki pionowe, wykonane z kompozytu węglowego**

Fot. J. Cihak

lotu. Znani zawodnicy – jak Andriukov, Stefanchuk – latają na wiązce gumowej składającej się z 26 i 24 nitek, czyli na słabszym silniku. Dzieje się tak, ponieważ staramy się utrzymać możliwie stałą prędkość wznoszenia, jednocześnie próbując unikać wibracji i wszelkiego rodzaju zmian prędkości. Jaki jest najlepszy możliwy sposób zapobiegania niedopasowaniu prędkości? W locie z napędem model powinien wznosić się pionowo tak długo, jak to możliwe. Zależy to również od tego, pod jakim kątem model zostanie wyrzucony. Jeśli spojrzymy na zdjęcia topowych modelarzy, przekonamy się, że kąt wyrzutu wynosi 70–90°, jednak brak doświadczenia i niewystarczające przeszkolenie mogą zniweczyć korzyści wynikające z optymalnego kąta wyrzutu. Rosyjski styl wyrzutu jest bardzo skuteczny, ale trzeba go trenować. Na lotnisku łatwo zauważyć różnice zarówno w startach modeli, jak i prędkościach lotu silnikowego.

## Wnioski

Regulacja modelu służy wyłącznie uzyskaniu pożądanego sposobu wznoszenia. Istnieje wiele metod regulacji i sekwencji czasowych, które można z powodzeniem zastosować. Główna różnica polega na tym, czy używany jest mechanizm przestawiania skrzydeł czy nie. W przypadku startów pionowych zaleca się pracę z mechanizmem, ponieważ pomaga to utrzymać model we właściwej pozycji podczas zmian kąta natarcia. Mechanizm przestawiania kąta natarcia skrzydeł jest mniej drastyczną metodą korekty lotu niż przestawianie statecznika poziomego. Upuszczenie modelu pod kątem mniejszym niż 70° podczas korzystania z mechanizmu przestawiania skrzydeł powoduje znaczną utratę wysokości. Większa rozpiętość skrzydeł zmniejsza opór indukowany, który ma dużo większe znaczenie niż opór płata. Ważne jest, aby zminimalizować zmiany prędkości postępowej i prędkości wznoszenia, co również zmniejszy opór. Mechanizm opóźnionego obrotu śmigła przyniesie pozytywne rezultaty tylko w przypadku intensywnego tre-



**Ryc. 7. Kontrola techniczna modeli F1B podczas zawodów**

Fot. J. Cihak

ningu, w przeciwnym razie wynik będzie rozczarowujący. Głównym problemem nie jest tu sama mechanizacja, lecz czynnik ludzki, który ma na to największy wpływ (ryc. 7). Małe usterzenie pionowe jest w stanie skompensować poślizg boczny przy wystarczającej długości kadłuba.

Założeniem tego artykułu jest motywowanie nowych zawodników do startowania w kategorii F1B i ułatwianie im wejścia do tej „królewskiej” kategorii, nazwanej od nazwiska fundatora pucharu przechodniego, lorda Wakefielda. Inny cel stojący za tekstem to zachęcanie doświadczonych zawodników do doskonalenia swoich modeli. Nie trzeba nikogo przekonywać, że modelarze z bloku wschodniego latają lepiej przy stosowaniu modeli wykonanych porównywalną technologią. Największa różnica polega na podejściu do latania i doświadczeniach, które można zebrać jedynie na lotnisku.