



AKADEMICKA KONFERENCJA LOTNICZA

KSIĄŻKA STRESZCZEŃ



II Akadematyka Konferenaja Lotniza "Studenci (nie)Tylko o Lotnictwie"

KSIĄŻKA STRESZCZEŃ

Praca zbiorowa pod redakcją
Nikodema Peły



Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej
Wrocław 2023

26.09.2022

Redaktor

Nikodem Peęa

Obsęuga konta mailowego

Kacper Adolf, Nikodem Peęa

Opieka nad stroną internetową

Krzysztof Kaliszuk, Nikodem Peęa, Weronika Zamojska

Wydano na podstawie dostarczonych materiałów

Publikacja elektroniczna dostępna na stronie
Akademskiej Konferencji Lotnictwa „Studenci (nie)Tylko O Lotnictwie”
<https://aklstol.pwr.edu.pl/>

Wszelkie prawa zastrzeżone. Niniejsza ksiązka, zarówno w całości,
jak i we fragmentach, nie może być reprodukowana
w sposób elektroniczny, fotograficzny i inny bez zgody wydawcy
i właścicieli praw autorskich.

© Copyright by Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej,
Wrocław 2023

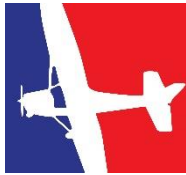
OFICyna WYDAWNICZA POLITECHNIKI WROCLAWSKIEJ
Wyrbrzeze Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław
<http://www.oficyna.pwr.edu.pl>, e-mail: oficwyd@pwr.edu.pl
zamawianie.ksiazek@pwr.edu.pl

ISBN 978-83-7493-242-4

DOI: https://doi.org/10.37190/AKL-STOL_2022



26.09.2022



Od organizatorów

II Akademska Konferencja Lotnictwa „Studenci (nie)Tylko o Lotnictwie” AKL – STOL, jest kontynuacją wydarzenia utworzonego w celu stworzenia wspólnej płaszczyzny dla pasjonatów związanych z lotnictwem i kosmonautyką. Studentom z całej Polski dajemy możliwość podzielenia się wynikami swoich badań, poszukiwań oraz zainteresowań. Celem Konferencji jest integracja środowiska złożonego ze środowiska akademickiego, osób pracujących w przemyśle lotniczym oraz pasjonatów. Konferencja AKL – STOL powstała z inicjatywy Studentów Akademickiego Klubu Lotniczego Politechniki Wrocławskiej przy wsparciu Wydziału Mechaniczno-Energetycznego oraz Politechniki Wrocławskiej. Podczas II Akademickiej Konferencji Lotnictwa wystąpili zarówno studenci, doktoranci, jak i przedstawiciele przemysłu. W niniejszej Książce Streszczeń znajdują się zebrane streszczenia wystąpień nadane przez uczestników Konferencji. Akademicki Klub Lotniczy – Organizator Konferencji serdecznie dziękuje wszystkim uczestnikom, współorganizatorom oraz sponsorom! Mamy nadzieję na zaangażowanie i liczne uczestnictwo w kolejnych jej edycjach!

Zapraszamy do lektury!

Akademicki Klub Lotniczy



O nas

Akademycki Klub Lotniczy jest interdyscyplinarnym strategicznym kołem naukowym działającym na Wydziale Mechaniczno-Energetycznym Politechniki Wrocławskiej od ponad 15 lat. Przy budowie bezzałogowych, autonomicznych statków powietrznych współpracują ze sobą mechanicy, aerodynamicy, elektrycy oraz programiści. Statki budowane przez AKL są najbardziej utytułowanymi konstrukcjami na świecie w akademickim gronie, gdzie startują w zawodach, w których partycypują najzdolniejsi młodzi inżynierowie całego globu, takich jak SAE Aero Design, UAV Medical Rescue oraz Air Cargo Challenge. Poza projektowaniem i budową bezzałogowych statków powietrznych, co roku organizowane są Akademickie Mistrzostwa Polski na Celność Lądowania, podczas których młodzi akademicy piloci rywalizują, wykonując loty szybowcowe. Akademska Konferencja Lotnictwa jest pierwszym wydarzeniem naukowym powstałym z inicjatywy koła.

Spis treści

Projekt bezzałogowego statku powietrznego klasy mini	7
Załogowe lotnictwo bojowe na polu walki XXI wieku w kontekście wojny rosyjsko-ukraińskiej	11
Kierunki rozwoju napędów i technologii wodorowych w lotnictwie	15
Implementacja profili lotniczych w środowisku wodnym	21
Metoda Impedancyjna w pomiarach właściwości materiałowych elementów wykonanych w technologii Multi Jet Fusion	23
Samoloty elektryczne jako przyszłość transportu lotniczego	27
Symulacja ruchu elementu napędowego łodzi wzo- rowanego na ogonowej płetwie ryby	31

Projekt bezzałogowego statku powietrznego klasy mini

Design of a mini-class unmanned aircraft

*Maciej Jaskólski, Adam Marut,
Wiktor Marzec, Aneta Misiak, Tomasz Okoń*

*Wojskowa Akademia Techniczna w Warszawie,
Wydział Mechatroniki, Uzbrojenia i Lotnictwa*

Adres do korespondencji:

maciej.jaskolski@student.wat.edu.pl

Bezzałogowy samolot Feniks-1 klasy mini o maksymalnej masie startowej 14 kilogramów jest projektem mającym na celu wypełnienie braku bezzałogowych samolotów transportowych w polskiej armii.

Dzięki zastosowaniu zrzucających wymiennych pojemnych zasobników w centralnej części pod skrzydłami jest w stanie przenosić na polu walki takie materiały, jak:

- żywność i wszelaki prowiant,
- amunicję, magazynki, granaty,
- dostarczanie poczty i niedużych przesyłek czy ładunków (również zastosowaniu militarnym, jak amunicja, radiostacja czy środki medyczne),
- przenoszenie i rzut niekierowanego uzbrojenia,

26.09.2022

- narzutowe stawianie niewielkich pól minowych za liniami nieprzyjaciela.

Samolot posiada równieŹ moŹliwość zrzutu ładunku, co pozwala na adaptację do roli bezzałogowego bombowca. Maksymalna masa przenoszonego ładunku wynosi 4 kilogramy. Dzięki zastosowaniu autopilota samolot ma moŹliwość zarówno lotu po uprzednio zaplanowanej trasie, jak i lotu według misji planowanej na bieżąco. MoŹe być pilotowany równieŹ ręcznie, natomiast zastosowany układ i konstrukcja gwarantują wysoką stateczność i łatwość pilotaŹu. Samolot jest przeznaczony do operowania z pasów startowych o nawierzchni asfaltowej, jak i trawiastej, natomiast zastosowany napęd i konstrukcja pozwalają na wykorzystanie krótkich i nieutwardzonych pasów, zapewniając duŹą wszechstronność. Zastosowanie prostej konstrukcji z dwudźwigarowym, prostokątnym skrzydłem uprościło proces produkcji i ewentualnych napraw przy niewielkich kosztach.

Zdefiniowano wymagania taktyczno-techniczne dotyczące projektowanego samolotu bezzałogowego:

- maksymalna masa startowa: 14 kg,
- masa przenoszonego ładunku: 4 kg,
- konfiguracja: górnopłat ze skrzydłem prostokątnym,
- wydłuzenie skrzydła 9
- zbieŹność skrzydła 1, skos krawędzi natarcia 0° ,
- prędkość pionowego wznoszenia 6,5 m/s,
- kąt wznoszenia 20° .
- kąt przechyłu w zakręcie 45° ,

26.09.2022

- czas przebywania w powietrzu nie mniej niż 1,5 godziny,
- promień działania (bez uwzględnienia zasięgu radiowego) 50 km,
- prędkość przelotowa BSP 70–80 km/h,
- prędkość przeciągnięcia BSP 50 km/h,
- pułap praktyczny ok. 2500 m,
- rozbieg przy starcie do 40 metrów,
- konstrukcja wyłącznie z łatwo dostępnych na rynku materiałów modelarskich (włókno szklane i węglowe, balsa, folia modelarska),
- wymienialny, podwieszany zasobnik (z możliwością zrzutu ładunku lub całego zasobnika w zależności od jego wariantu i przeznaczenia),
- wyposażenie w moduły telemetrii i autopilota, możliwość lotu całkowicie autonomicznego po zaplanowanej uprzednio trasie (również umieszczone w oddzielnym zasobniku).

Zaprojektowany BSP klasy mini wraz z pełnym wyposażeniem awionicznym niezbędnym do wykonania autonomicznych misji powietrznych, takich jak np. wsparcie pola walki w postaci zrzutu niekierowane uzbrojenia, min itp., czy transportu krwi i środków medycznych, przesyłek, poczty, itd. wypełnia lukę na krajowym rynku obiektów bezzałogowych.

26.09.2022

Załogowe lotnictwo bojowe na polu walki XXI wieku w kontekście wojny rosyjsko-ukraińskiej

Manned Combat Aviation on the Battlefield of the 21st Century in the Context of the Russian-Ukrainian War

Piotr Mazowiecki

*Politechnika Warszawska, Wydział Mechaniczny
Energetyki i Lotnictwa*

Adres do korespondencji:

piotr.mazowiecki.stud@pw.edu.pl

W ramach opracowania przedstawiono ideę współczesnego pola walki nowej generacji, ze szczególnym uwzględnieniem jego podziału na domeny, tj. sfery działań operacyjnych podejmowanych przez uczestników konfliktu. Zwrócono uwagę na elementy spajające poszczególne obszary działalności, w tym efektywny przepływ informacji, oraz na praktyczne uwarunkowania jego aplikacji. W dalszej części skupiono się na domenie powietrznej, w której prowadzone są działania lotnictwa bojowego, będącego przedmiotem zainteresowania.

11

Rozwijając powyższe wątki, przedstawiono koncepcję miejsca załogowego lotnictwa bojowego w ramach postulowanego systemu, przez pryzmat stawianych mu zadań. Wskazano, że wdrożenie omawianych modeli wymaga poczynienia znacznych inwestycji zarówno w sprzęt, jak i szkolenie personelu go obsługującego. Konieczne są również modyfikacje doktryny działania sił zbrojnych, szczególnie wzrost interoperacyjności. Takie postępowanie pozwala jednak osiągnąć wymierne korzyści w sytuacji konfrontacji z przeciwnikiem na polu walki.

Wprowadzono następnie koncepcje konfliktu symetrycznego i asymetrycznego w kontekście wojny rosyjsko-ukraińskiej rozpatrywanej tutaj jako otwarty konflikt rozpoczęty 24 lutego 2022 roku. Przedstawiono szereg okoliczności tworzących specyficzny model działalności lotnictwa bojowego, szczególnie załogowego, podczas tego konfliktu. Rozpatrzono zróżnicowane przypadki użycia środków napadu powietrznego w różnych fazach i okolicznościach walki oraz jego skutki, wreszcie zestawiono potwierdzone straty statków powietrznych obydwu stron.

Wyciągnięte na podstawie powyższych analiz wnioski skonfrontowano z modelem powietrznego pola walki XXI wieku, wprowadzonym w pierwszej części. Pozwoliło to na walidację analizowanych koncepcji – wskazano obszary zgodności oraz przyczyny rozbieżności. Sformułowano także praktyczne wnioski pod kątem działań operacyjnych podejmowanych w przyszłości.

The idea of the contemporary next generation battlefield, including its division into domains, was presented during the presentation. In particular, the linkage between

26.09.2022

different areas of modern warfare, that is the flow of information, as well as the air domain, which is the space for combat aviation operations, were analysed.

The given concept was then developed and specified, leading to the definition of the role of manned combat aviation on the battlefield of the 21st century. Several possible fields of application, organisational requirements and operational benefits were highlighted throughout the presentation.

Moreover, the ideas of symmetric and asymmetric conflict were compared in the context of the Russian-Ukrainian war, referred to as the open conflict that started in February 2022. Analysis of that conflict and associated military operations led to the definition of the combat aviation operation model, with the particular focus on manned aircraft. Consequently, multiple and diverse examples of the use of combat aerial platforms were presented. Finally, both adversaries' confirmed aircraft losses and their structure were collated.

The outcomes enabled the validation of the previously postulated model of the next generation air battlefield, including proper justification for observed differences. In the conclusion, practical application of the modern manned air combat platforms and predictions for the future were presented.

Literatura

1. Airbus Defence, *Future Combat Air System (FCAS) - Shaping the future of air power*, <https://www.airbus.com/en/products->

13

26.09.2022

- services/defence/multi-domain-superiority/future-combat-air-system-fcas [23.09.2022].
2. Bott J. et al., *Multi-Domain Battle: Tactical Implications, Over the Horizon*, <https://othjournal.com/2017/08/28/multi-domain-battle-tactical-implications> [03.06.2018].
 3. D'Urso S., *Ukrainian MiG-29s Are Hunting Russian Radars with AGM-88 HARM Missiles*, *The Aviationist*, <https://theaviationist.com/2022/08/21/ukrainian-mig-29s-are-hunting-russian-radars-with-agm-88-harm-missiles/> [23.09.2022].
 4. Groenke A., *CAS, Interdiction and Attack Helicopters*, Naval Postgraduate School, Monterey, CA, USA, 2005.
 5. Hake M., *Stealth, the End of Dedicated Electronic Attack Aircraft*, School of Advanced Military Studies, Fort Leavenworth, KS, USA, 1999.
 6. Hampton T., *The Quest for Air Dominance: F-22 – Cost Versus Capability*, Air Command and Staff College, Maxwell AFB, USA, 1998.
 7. Mitzer S. et al., *Attack on Europe: Documenting Russian Equipment Losses During the 2022 Russian Invasion of Ukraine*, *Oryx*, <https://www.oryxspioenkop.com/2022/02/attack-on-europe-documenting-equipment.html> [23.09.2022].
 8. Mitzer S. et al., *Attack on Europe: Documenting Ukrainian Equipment Losses During the 2022 Russian Invasion of Ukraine*, *Oryx*, <https://www.oryxspioenkop.com/2022/02/attack-on-europe-documenting-ukrainian.html> [23.09.2022].
 9. Weinberger K., *Russian Anti-Access and Area Denial*, Institute for the Study of War, Washington, DC, USA, 2016.
 10. Wójtowicz T., Król D. *Multi-domain battle: new doctrine of the United States Armed Forces*, *Zeszyty Naukowe Akademii Sztuki Wojennej* nr 3/2018 (112), Akademia Sztuki Wojennej, Warszawa 2018.

Kierunki rozwoju napędów i technologii wodorowych w lotnictwie

Hydrogen-based propulsion systems and power technologies – development trends in aviation

Maciej Cholewiński

*Katedra Kriogeniki i Inżynierii Lotniczej,
Wydział Mechaniczno-Energetyczny,
Politechnika Wrocławska
Adres do korespondencji:
maciej.cholewinski@pwr.edu.pl*

Działalność światowego sektora lotniczego w ostatnich latach naznaczona została potrzebą stopniowego zastępowania konwencjonalnych, często wysokoemisyjnych technologii przez rozwiązania proekologiczne, niskoemisyjne, wpisujące się w szeroko rozumianą ideę zrównoważonego rozwoju. Ograniczenia surowcowe i kolejno wprowadzane, coraz surowsze, standardy emisyjne, przy jednoczesnym odradzaniu się – po pandemii COVID-19 – rosnącego zapotrzebowania na usługi lotnicze, sprawiają, iż lotnictwo – niezależnie od skali prowadzonej działalności – czeka w najbliższych dekadach swoista rewolucja technologiczna.

Jednym z elementów ww. zmian będy wodór – „paliwo” przyszłości, a precyzyjniej – nośnik energii chemicznej, której uwolnieniu – w przeciwieństwie do konwencjonalnych paliw lotniczych – nie towarzyszy bezpośrednia emisja dwutlenku węgla, sadzy czy też cząstek stałych, a więc jednych z istotniejszych zanieczyszczeń antropogenicznych. Wspomnieć należy bowiem, iż spalaniu 1 kg nafty lotniczej w przykładowym silniku turbowentylatorowym towarzyszą uwolnienia ok. 3,1–3,2 kg CO₂, ok. 11 g tlenków azotu, blisko 1 kg SO₂, ok. 0,75 g CO, 0,15 g węglowodorów oraz blisko 0,05 g cząstek stałych [1], a skala procederu wynika przy tym, co zrozumiałe, z ilości spalane go paliwa – przykładowo, Boeing 787-8 Dreamliner zużywa średnio, w przeliczeniu na 1 pasażera, prawie 3 kg paliwa na 100 km lotu – oraz rosnącej liczby połączeń lotniczych (udział lotnictwa w łącznej emisji gazów cieplarnianych w Unii Europejskiej przed pandemią COVID-19 szacowano na 3,6%) [2].

Osiągnięcie satysfakcjonującego jego udziału na przyszłym rynku surowców transportowych wymagać będzie jednak podjęcia szeregu wyzwań technologicznych, ekonomicznych, organizacyjnych czy społecznych [3], w chwili obecnej, ze względu na relatywnie krótki okres komercjalizacji lub implementacji tej grupy rozwiązań w lotnictwie, nadal stanowiących bariery rozwojowe. O tych aspektach zasadniczo traktuje niniejsza prezentacja, wdrażająca słuchacza w aktualne trendy związane z wykorzystaniem wodoru w szeroko rozumianym lotnictwie.

Podczas wystąpienia zaproponowano, aby podział lotnictwa wodorowego w przyszłości bazował na 3 za-



26.09.2022

sadniczych rozwiązaniach: 1) bezpoédrednim spalaniu wodoru w komorach spalania silników odrzutowych, turbo-ómigłowych i tłokowych – przy jednoczesnym składowaniu wodoru na pokładzie statku powietrznego, 2) konwersji energii chemicznej wodoru bezpoédrednio na energię elektryczną w pokładowych ogniwach paliwowych (głównie w technologii PEM – ang.) i wykorzystaniu tak powstałej elektryczności do zasilania lotniczego silnika elektrycznego sprzégniętego ze ómigłem, wentylatorem czy te¿ wirnikiem, 3) stosowaniu węglowodorowych paliw syntetycznych, do których produkcji wykorzystywany będzie wodór i np. uprzednio wychwycony ze órodowiska dwutlenek węgla, 4) napędzie elektrycznym, w którym to jednak proces stacjonarnego magazynowania energii odbywał się będzie z wykorzystaniem technologii wodorowych. Pierwsza z przywołanych koncepcji dedykowana będzie przede wszystkim największym jednostkom latającym, pozostałe – także órednim i małym statkom powietrznym. Wszystkie one jednak skłaniały będą przy tym do jednoczesnego wdrażania nowych rozwiązań aerodynamicznych (np. kadłubów BWB – ang. Blended Wing Body) i napędowych (m.in. tiltrotorów czy te¿ napędu rozproszonego).

Ze wzglédów órodowiskowych wodór dla statków powietrznych w pierwszej kolejności powinien być przy tym wytwarzany w elektrolizerach zasilanych z instalacji OZE lub bloków jądrowych, a dopiero w ostateczności – na drodze parowego reformingu metanu czy te¿ zgazowania paliw kopalnych (z ewentualnym wychwytem CO₂ z gazów procesowych).



Magazynowanie wodoru – zarówno stacjonarne, jak i mobilne – wymagałoby będzie z kolei jego sprężenia (do ciśnienia nawet 700 bar) lub skroplenia (obniżenia temperatury do ok. -250°C) oraz posiadania dedykowanych, odpowiednio pojemnych zbiorników. Dwa przywołane wyżej procesy będzą niezbędnymi w perspektywie uzyskania przez ww. nośnik korzystnej gęstości energetycznej, co wydaje się szczególnie istotne w przypadku samolotów i śmigłowców. W kolejnych latach spodziewać się także można rozwoju technologii składowania wodoru w stanie stałym – np. w postaci wodoroków sorbowanych na metalowych „filtrach”.

Wyzwaniami dla lotnictwa w perspektywie rozwoju napędu wodorowego będzą także m.in. zapewnienie odpowiedniej infrastruktury lotniskowej (np. służącej do tankowania czy też magazynowania wodoru), przyjęcie odpowiednich rozwiązań logistycznych na linii producenti – odbiorcy, wdrożenie nowych standardów bezpieczeństwa czy też współpraca sektora lotniczego ze stabilnymi, konkurencyjnymi wytwórcami wodoru.

Eksperti wskazują, że przy odpowiednio przeprowadzonym procesie przemian w 2050 roku udział samolotów zasilanych wodorem w ogólnej liczbie statków powietrznych w Unii Europejskiej wynieść powinien co najmniej 40%. Czy jest to możliwe? Jak najbardziej, ale pod warunkiem ścisłej współpracy przemysłu, nauki, środowisk akademickich i społeczeństwa.

Literatura

1. Pawlak M., Kuźniar M., *Problematyka emisji toksycznych składników spalin silników lotniczych*, Autobusy: technika, eksploatacja, systemy transportowe, 2017, R. 18, nr 12, s. 338–344.
2. Clean Sky 2 JU and Fuel, Cells and Hydrogen 2 JU, *Hydrogen-powered aviation. A fact-based study of hydrogen technology, economics, and climate impact by 2050*, Luksemburg 2020.
3. Ministerstwo Klimatu i Środowiska RP, *Polska Strategia Wodowa do roku 2030*, Załącznik do uchwały nr 149 Rady Ministrów z dnia 2 listopada 2021 r. (poz. 1138), Warszawa 2021.

26.09.2022

Implementacja profilu lotniczych w środowisku wodnym

Implementation of foils in water environment

Marta Stempniak¹, Wojciech Pałka²

¹Politechnika Wroclawska,

Wydział Mechaniczno-Energetyczny

²Politechnika Wroclawska, Wydział Elektroniki,

Fotoniki i Mikrosystemów

Adres do korespondencji:

pwsolarboatteam@gmail.com

Intensywnie rozwijający się transport wodny łączy w sobie możliwości z poza typowo wodnych rozwiązań inżynierii. Mowa tutaj o połączeniu żeglugi morskiej i powietrznej, której efektem są wodoloty. Działanie łodzi tego rodzaju polega na uniesieniu się kadłuba ponad taflę wody, uzyskując w ten sposób efekt lotu. „Lot” tych jednostek jest możliwy dzięki zastosowaniu hydroskrzydeł pod kadłubem, na których opiera się ciężar jednostki pływającej w trakcie wyniesienia kadłuba ponad powierzchnię wody. Konstruktorzy i pasjonaci inżynierii skutoczniejszej starają uzyskać ten efekt przez szereg zalet jakie za sobą niesie – przede wszystkim zmniejszenie oporów na ka-

21

dłubie w trakcie pracy łodzi na wodzie. Hydroskrzydła, bo na nich opiera się niniejsza praca, są profilem bazującym, spokrewnionym z profilami lotniczymi wykorzystywanymi w samolotach. Dopasowanie odpowiedniej geometrii, biorąc pod uwagę powstające ciśnienie, oraz kąta natarcia należą do najważniejszych zagadnień, które trzeba uwzględnić dobierając ten element do reszty konstrukcji. Skupimy się tutaj na problemach/zagadnieniach, które należy uwzględnić by uniknąć niebezpiecznego zjawiska kawitacji oraz zależnościach powstających w zależności od zastosowanych profili oraz różnicach fizycznych środowiska wodnego i powietrznego, na które należy zwrócić szczególną uwagę decydując się na skonstruowanie łodzi wyposażonej w hydroskrzydła i prawidłowym funkcjonowaniu jednostki.

Literatura

1. Rojewski A., Bartoszewcz J. *Zjawisko efektu przypowierzchniowego w lotnictwie*, Politechnika Poznańska, Poznań 2018.
2. Marchaj C., *Teoria Żeglowania*, wyd. II, Sport i Turystyka, Warszawa 1966.
3. Życki D., *Fenomen klasy Moth, czyli jak skutecznie pozbyć się kadłuba*, Żagle, 2013.

Metoda Impedancyjna w pomiarach wlaściwości ma- teriałowych elementów wykonanych w technologii Multi Jet Fusion

Center Impedance Method
for material properties measurements
of parts manufactured
by the Multi Jet Fusion technology

Krzysztof Kus

Politechnika Wroclawska,

Wydział Mechaniczno-Energetyczny)

Adres do korespondencji: 247168@student.pwr.edu.pl

Wraz z rozwojem materiałoznawstwa na rynku od wielu lat zachodzi niepoahamowany rozwój nowych typów materiałów, lżejszych, bardziej wytrzymałych, czy łatwiej obrabialnych od uprzednio używanych. Wiele spośród nowych typów materiałów cechuje się anizotropowością (jak w przypadku kompozytów), która może wynikać ze struktury materiału lub być następstwem specyfiki technologii w jakiej wytworzono dany przedmiot. Mowa tu głównie o technologiach addytywnych, w których z powodu specyfiki tworzenia przedmiotu warstwa po



26.09.2022

warstwie zazwyczaj następuje znaczna różnica właściwości wytrzymałościach w kierunku równoległym oraz prostopadłym do kierunku nakładania warstw.

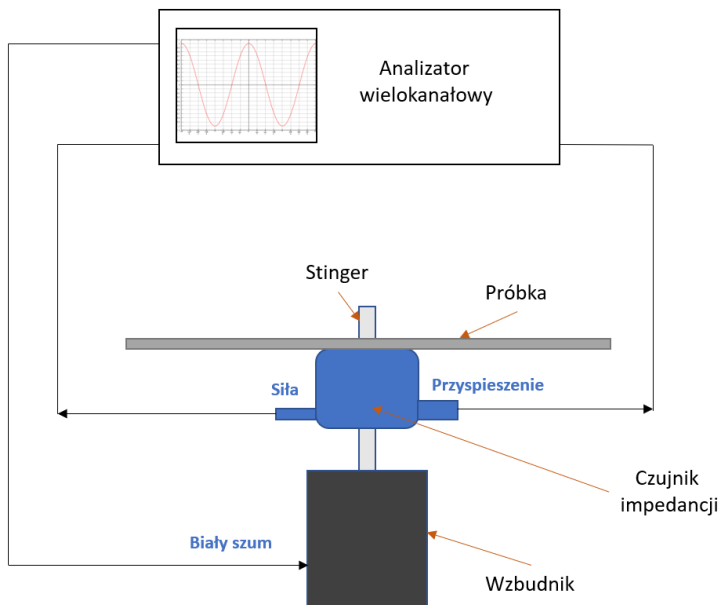
Właściwości nowych materiałów również można określić za pomocą klasycznych wskaźników (moduł sprężystości podłużnej, wytrzymałość na proste stany naprężenia, wydłużenie przy zerwaniu etc.). Te parametry pozwalają na określenie przydatności danego materiału w konkretnym zastosowaniu oraz umożliwiają obliczenie własności konstrukcji wykonanej z danej substancji.

Przez lata rozwinięto wiele metod poznawania właściwości materiałowych. Wśród najbardziej klasycznych znajduje się próba statycznego rozciągania. Znane są również metody wibroakustyczne, które pozwalają na określenie parametrów materiałowych w zależności od częstotliwości działania siły pobudzającej próbkę do wykonywania ruchu drgającego, a więc służą do określania parametrów dynamicznych. Najbardziej znaną spośród nich stanowi metoda Obersta, szczegółowo opisana w [1], inną dużo mniej znaną, lecz wolną od niektórych wad metody Obersta jest metoda impedancyjna [2].

Metoda impedancyjna wymaga prostszego i tańszego stanowiska pomiarowego niż metoda Obersta. Eliminuje ona konieczność użytku bezkontaktowych czujników odległości mierzących wychylenie próbki oraz bezkontaktowego wzbudnika wprowadzającego badany materiał w ruch. Zamiast nich wymagane jest użycie jedynie czujnika impedancyjnego, wzbudnika oraz analizatora sygnałów, co sprawia iż cały układ pomiarowy jest znacznie tańszy i prostszy od układu zalecanego w [1]. Układ pomiarowy został przed-

26.09.2022

stawiony na rys. 1 – jego główny element stanowi analizator sygnału, który połączony jest czujnikiem impedancji przy pomocy dwóch przewodów umożliwiającą przesyłanie sygnałów, na podstawie których pozyskuje się informacje o wartości przyspieszenia i siły działającej na próbkę. Ostatni przewód łączący analizator ze wzбудnikiem z wbudowanym wzmacniaczem służy do zadania temu drugiemu sygnału, którym wzbudzana jest próbka.



Rys. 1. Schemat układu pomiarowego

Zazwyczaj jest nim biały szum. Na wzбудnik za pomocą przejściówki nakręczony jest czujnik impedancji, do którego od góry przy pomocy stingera i skontrolowanej

nakrętki mocowana jest badana próbka. Jak można zauważyć, budowa takiego stanowiska jest niezwykle mało skomplikowana.

W wystąpieniu omówione zostanie użycie metody impedancyjnej do pomiaru dynamicznej wartości modułu Younga oraz stratności próbek wykonanych z PA12, wytworzonych w technologii przyrostowej Multi Jet Fusion (MJF). Grupa trzech rodzajów próbek o kształcie belek różniąca się od siebie jedynie kierunkiem nakładania warstw w procesie wydruku (pierwsza grupa próbek była ułożona w komorze drukarki horyzontalnie, druga wertykalnie, a ostatnia pod kątem 45° względem płaszczyzny horyzontalnej) zostanie zbadana w celu ustalenia własności każdej z nich. Głównym celem badania jest sprawdzenie, jak dwie wymienione wcześniej właściwości zależą od kierunku przyrastania, więc od ułożenia części w komorze drukarki. Ta wiedza pozwala na celowe manipulowanie orientacją części w komorze drukarki w taki sposób, aby parametry danej struktury po wytworzeniu były optymalne dla roli, jaką projektowany obiekt ma spełniać.

Literatura

1. ASTM E756 – 05 – *Standard Test Method for Measuring Vibration – Damping Properties of Materials*, 2017.
2. Malogi D., Gupta A., Kahawate G.R. – *Center Impedance Method for Damping Measurement*, Hindawi Publishing Corporation, Advances in Acoustics and Vibration, Vol. 2009, Article ID 319538.
3. BN-77 1050-02 – *Materiały i ustroje wibroizolacyjne – Pomiar impedancji mechanicznej*, UKD 662.998:676.872.

Samoloty elektryczne jako przyszłość transportu lotniczego

Electric aircrafts as a future of air transport

Michał Sujkowski

*Politechnika Śląska, Wydział Transportu
i Inżynierii Lotniczej*

<https://orcid.org/0000-0001-7503-3868>

Zmiana klimatu to temat poruszany zarówno przez naukowców, jak i wiele organizacji. Według raportu NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) z 2015 r., od roku 1970, średnia temperatura na Ziemi wzrastała o 0.17°C na dekadę [1]. Co więcej, z powodu wyczerpujących się źródeł konwencjonalnych paliw w ostatnim czasie notuje się znaczny wzrost cen tych surowców.

Jedną z proponowanych przez naukowców i inżynierów alternatyw jest zastępowanie silników spalinowych, przez silniki elektryczne. Na przykładzie samochodów elektrycznych widać, że to rozwiązanie przyjmowane jest przez społeczeństwo z dużym entuzjazmem. Już w 2020 roku, tylko w Polsce jeździło prawie 12 300 samochodów elektrycznych [2].

Autor pracy, postanowił zbadać, czy ta rozwijająca się technologia ma również potencjał w dziedzinie trans-

portu lotniczego. Badania opierały się na zarówno na analizie dostępszej literatury, jak i na wizycie w fabryce samolotów elektrycznych firmy Pipistrel we Włoszech (wizyta w fabryce była możliwa dzięki polskiemu dystrybutorowi samolotów lekkich – firmie SkyDream).

Mimo tego, że od dekad coraz więcej mówi się o elektrycznych samolotach pionowego startu i lądowania (eVTOL) oraz typu “Flying car” [3], istnieje tylko jeden w pełni elektryczny, certyfikowany przez EASA statek powietrzny [4]. Jest to Velis Electro produkowany przez firmę Pipistrel. Dlatego właśnie, autor opisując wady i zalety samolotów elektrycznych opierał się w dużej mierze na przykładzie tego samolotu, a także na porównaniach do branży samochodów elektrycznych.

Podczas obszernej analizy, autor przedstawił i porównał również alternatywne rozwiązanie w postaci ogniw wodorowych. Według przedstawionych danych i obliczeń, rozwiązanie to jest niezwykle przyszłościowe, szczególnie w aspekcie dużego lotnictwa pasażerskiego oraz transportowego.

Literatura

1. Wallace D.R., Bastidas-rteaga E., O'Connor A., Ryan P.C., *Modeling the impact of climat change on a novel Irish Concrete Bridge*, ICSI 2021, The 4th International Conference on Structural Integrity.
2. Skibińska A., Stępień Z., Żóty M., *Zarządzanie temperaturą w bateriach samochodów elektrycznych – przegląd systemów chłodzenia*, Instytut Nafty i Gazu – Państwowy Instytut Badawczy, 2022.

26.09.2022

3. Kish B.A., Wilde M., Silver I., Wheeler B., Cleveland A., Reppen K., *Flight Test Comparison of Three Air Vehicles Flying Urban Air Mobility Mission Trajectories*, 2022 IEEE aerospace conference.
4. Internet <https://www.easa.europa.eu/en/newsroom-and-events/news/easa-certifies-electric-aircraft-first-type-certification-fully-electric> [accessed: 01.10.2022].

Symulacja ruchu elementu napędowego łodzi wzorowanego na ogonowej płetwie ryby

Simulation of boat's propulsion system
movement inspired by caudal fin

Marceli Kieruzalski

Politechnika Wroclawska, Wydział Mechaniczny

Adres do korespondencji:

kontakt.kieruzalski@gmail.com

Wzrost świadomości wśród konsumentów na temat zmian zachodzących w środowisku naturalnym, skierowało producentów do poszukiwania rozwiązań przyjaznych środowisku. Branżą mającą znaczny udział w emitowanym CO₂ jest branża transportu wodnego. Dotychczasowo powszechnie stosowane śruby napędowe, mimo swoich licznych zalet, posiadają znaczące ograniczenia. Ograniczona efektywność śrub napędowych, zjawisko kawitacji oraz wysoka hałaśliwość są istotnym argumentem do poszukiwania alternatyw. Jednym z obiecujących rozwiązań mogących usprawnić układ napędowy jest stworzenie napędu wzorowanego na kinematyce ruchu płetwy zwierząt wodnych [1]. Głównym przedmiotem pracy



26.09.2022

jest analiza ruchu profilu wzorowanego tylną pŁetwĄ ryby. W ramach pracy zostaŁ wykonany model geometryczny w programie Spaceclaim 2021 R2. Funkcje ruchu zostaŁy opisane za pomocĄ UDF w jĘzyku C. Obliczenia CFD zostaŁy wykonane w programie Fluent 2021 R2 w stanie nieustalonym z uwzględnieniem algorytmów ruchomej siatki [2]. Wyniki zaprezentowano w formie wykresów utworzonych w programie Microsoft Excel. W pracy przeanalizowano 3 przypadki ruchu profilu pŁetwy róŹnice się: częstotliwością ruchu i poŁoŹeniem środka obrotu profilu. Na podstawie analizy wyników stwierdzono, Źe dla prędkości $v = 1$ m/s, najkorzystniej jest zastosować częstotliwość $f = 1$ Hz oraz dobrać pozostałe parametry ruchu dla liczby Strouhala $St = 0,3$. WyŹszĄ sprawność można uzyskać za pomocĄ zmiany środka obrotu na $1/3$ długości cięciwy.

Literatura

1. Praveen N., Mannam B., and Krishnankutty P., *Biological Propulsion Systems for Ships and Underwater Vehicles*. [Online]. Available: www.intechopen.com
2. Kieruzalski M., *Badanie wpływu zmian modelu ruchu elementu napędowego łodzi na siłę napędową*.



Wydawnictwa Politechniki Wrocławskiej
są do nabycia w sprzedaży wysyłkowej:
zamawianie.ksiazek@pwr.edu.pl

ISBN 978-83-7493-242-4