

ВІДГУК

на дисертацію Некрасова Валерія Євгеновича
**«Аеродинамічні параметри малорозмірних літальних апаратів
з динамічним принципом підтримки над поверхнею»,**
подану до захисту на здобуття ступеня доктора філософії
за спеціальністю 134 Авіаційна та ракетно-космічна техніка

Актуальність теми дисертації

Актуальність поданої до захисту дисертаційної роботи пов'язано з активним розвитком безпілотних технологій, серед яких можна використати і апарати, які використовують динамічний принцип підтримки над поверхнею (екраноплани). Аеродинаміка таких апаратів на сьогоднішній день вивчена недостатньо, надійна теорія польоту відсутня. Зокрема не досліджено поведінку аеродинамічних характеристик для малорозмірних апаратів в безпосередньої близькості до підстильної поверхні. Відомо, що при визначенні аеродинамічних характеристик екранопланів важливу роль відіграє масштабний фактор. Отже, тема «Аеродинамічні параметри малорозмірних літальних апаратів з динамічним принципом підтримки над поверхнею» є актуальною як з теоретичної точки зору, так і в зв'язку з забезпеченням технологічного розвитку України.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами

Дисертаційна робота виконана в Дніпровському національному університеті імені Олеся Гончара та виконувалась в рамках науково-дослідницького проекту «Обґрунтування аеродинамічних і проектних параметрів високошвидкісного надводного безпілотного апарату», проект 2022.01/0170, що фінансувався Національним фондом досліджень України, номер держреєстрації: №0123U103905.

Оцінка змісту дисертації, її структури та дотримання принципів академічної доброчесності

Структура і зміст дисертаційної роботи, що розглядається, відповідають поставленій меті та завданням дослідження. Робота логічно структурована і складається із вступу, чотирьох розділів, висновків та списків використаних джерел до кожного розділу, а також загальних

висновків. Загальний обсяг дисертації складає 127 сторінок, з них 100 сторінок основного тексту, 43 рисунків по тексту, 4 таблиць по тексту, списків використаних джерел до кожного розділу, сумарно викладених на 12 сторінках.

У **вступі** обгрунтовано актуальність дисертаційної роботи, сформульовано мету та завдання дослідження, визначено об'єкт, предмет та методи дослідження, відображено наукову новизну та практичну цінність результатів, особистий внесок здобувача, представлено список публікацій за темою дисертації.

У **першому розділі** цієї дисертаційної роботи розглянуто наявну інформацію щодо сучасного стану літальних апаратів з динамічним принципом підтримки над поверхнею. Наведено загальне визначення екранного ефекту, виконано огляд літальних апаратів, які використовують екранний ефект, надано їх класифікацію за висотою польоту та конструкцією. Розглянуто методи числових та експериментальних досліджень апаратів з динамічним принципом руху над поверхнею.

Другий розділ дисертації присвячено розробці методики аеродинамічного експерименту для вивчення екранного ефекту при малих розмірах хорди профілю крила. Було модифіковано електронно-цифровий інтерфейс для фіксації аеродинамічних параметрів крила як в безмежному потоці, так і в наближенні до екрана. Представлено результати проведених експериментальних досліджень крила з профілем Clark-YH12 у безмежному потоці та в наближенні до екрана.

Третій розділ дисертаційної роботи присвячено числовим дослідженням обтікання профілю крила як в безмежному потоці, так і в наближенні до екрана на основі усереднених за Рейнольдсом рівнянь Нав'є–Стокса. В результаті числових досліджень визначено поля швидкості та тиску для профілю крила Clark-YH12 в безмежному потоці та в наближенні до екрана, також отримано коефіцієнти лобового опору та підйомної сили в залежності від кута атаки

У **четвертому розділі** дисертаційної роботи розглянуто параметричні дослідження характеристик літального апарата, який рухається в наближенні до екрану. В результаті обчислювальних експериментів було отримано просторову картину обтікання екраноплана під час польоту поблизу поверхні для різних швидкостей та різних висот польоту над поверхнею. Визначено результати впливу відстані від апарата

до землі та швидкості руху на аеродинамічні характеристики: коефіцієнт підйомної сили, коефіцієнт лобового опору, коефіцієнт аеродинамічного моменту, а також положення центру тиску апарата.

Висновки впливають із змісту роботи та відображають основні результати проведеного дослідження. Надано певні рекомендації щодо вибору проєктних параметрів для розробників малорозмірних апаратів з динамічним принципом підтримки над поверхнею

Матеріал дисертації викладено логічно і послідовно: від опису проведених автором експериментальних досліджень до розгляду проведених числових досліджень різного ступеня складності з подальшим порівнянням експериментальних і розрахункових результатів. Така структура дозволяє легко простежити хід дослідження та зрозуміти основні положення роботи.

Оригінальний текст дисертації є результатом власних досліджень автора, що підтверджується результатом проходження перевірки через академічну систему Strike Plagiarism. Ознак порушення академічної доброчесності (плагіату, фальсифікацій тощо) у дисертації не виявлено.

Наукова новизна отриманих автором результатів

Наукова новизна дисертаційного дослідження полягає в наступному.

1. Набула подальшого розвитку теорія польоту поблизу екрану для екранопланів невеликого розміру, що мають використовуватися як безпілотні апарати.

2. Розроблено нову комплексну методику експериментального дослідження екранного ефекту, що поєднує експериментальні дослідження в аеродинамічній трубі та комп'ютерний експеримент, яка дозволила отримати закономірності впливу кута атаки і відстані до екрану на аеродинамічні характеристики профіля крила поблизу екрану для безпілотного екраноплану літакової схеми.

3. Вперше показано можливість використання екранного ефекту для створення малорозмірних літальних апаратів, що використовують динамічний принцип руху над поверхнею.

Всі положення наукової новизни дисертації отримані автором самостійно, їх вагомість підтверджується наявністю публікацій здобувача у рецензованих виданнях, що індексуються в міжнародній наукометричній базі Scopus.

Практичне значення одержаних результатів

Дисертаційна робота В.Є. Некрасова безумовно має практичне значення у зв'язку з необхідністю подальшого розвитку авіаційної галузі України. Необхідно відмітити наступні результати.

1. Розроблено комплексну методику дослідження аеродинаміки перспективних малорозмірних літальних апаратів, яка включає аеродинамічний експеримент та комп'ютерне моделювання.

2. Розроблено електронно-цифровий комплекс на базі аналого-цифрових перетворювачів, тензометричних датчиків та мікроконтролера ATMEGA 328p для проведення аеродинамічного експерименту.

3. Результати числових і експериментальних досліджень можуть бути використані для обґрунтування аеродинамічних характеристик літальних апаратів з динамічним принципом руху над поверхнею.

Оцінка обґрунтованості наукових положень, висновків та їх достовірність

Обґрунтованість і достовірність отриманих результатів забезпечується: використанням фундаментальних законів та рівнянь механіки рідини та газу; всебічним тестуванням комп'ютерної моделі та задовільним збігом розрахункових результатів з результатом експериментальних досліджень; верифікацією інформаційно-виміральної системи й електронно-цифрового інтерфейсу в експериментальних дослідженнях.

Оприлюднення результатів дисертаційної роботи

Основні наукові результати, отримані у дисертації, опубліковані в повному обсязі. Основний зміст дисертації відображено в 2 статтях у виданнях, що індексуються в міжнародній наукометричній базі Scopus (Q3 за класифікацією Scimago Journal Ranking), а також у тезах науково-технічної конференції.

Мова та стиль викладення результатів

Дисертаційну роботу Некрасова Валерія Євгеновича написано українською мовою. Стиль викладу матеріалу відповідає нормам фахової наукової літератури.

Оформлення дисертації виконано відповідно до вимог наказу МОН України від 12 січня 2017 р. № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертацій».

Зауваження до дисертаційної роботи

По дисертаційній роботі можна зробити наступні зауваження:

1. Результати порівняння значень коефіцієнта підйомної сили залежно від кута атаки та моделі турбулентності, що наведені на рис. 3.7, не проаналізовані у тексті роботи і не свідчать, на наш погляд, про перевагу моделі турбулентності SST над моделями *Spalart-Allmaras* і *k- ω* .

2. Бажано було б більш детально розглянути відмінності графіків коефіцієнтів лобового опору на рис. 3.18, зокрема привести значення числа Рейнольдса при проведенні розрахунків.

3. В тексті дисертації не прояснено, на основі яких міркувань було обрано конкретну аеродинамічну компоновку моделі екраноплана, що приведена на рис. 4.1.

Зазначені зауваження не знижують загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи.

Загальні висновки

Викладене демонструє, що дисертаційна робота Некрасова Валерія Євгеновича «Аеродинамічні параметри малорозмірних літальних апаратів з динамічним принципом підтримки над поверхнею» є результатом самостійного та завершеного наукового дослідження. Вона характеризується актуальністю обраної теми, науковою новизною та чіткими висновками. Тематика роботи повністю відповідає спеціальності 134 Авіаційна та ракетно-космічна техніка.

Вважаю, що дисертаційна робота Некрасова Валерія Євгеновича містить нові науково обґрунтовані результати, що вирішують важливе науково-технічне завдання. Результати роботи відповідають усім вимогам, визначеним пунктами 6–9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України № 44

від 12 січня 2022 р., а її автор Некрасов Валерій Євгенович заслуговує присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 134 Авіаційна та ракетно-космічна техніка.

Офіційний опонент:

Завідувач відділу динаміки
гідромеханічних і віброзахисних
систем Інституту технічної
механіки Національної академії
наук України і Державного
космічного агентства України
доктор технічних наук,
старший науковий співробітник



Юрій КВАША

Підпис Юрія КВАШІ засвідчую:

Учений секретар Інституту
технічної механіки
Національної академії наук
України і Державного космічного
агентства України
кандидат технічних наук,
старший науковий співробітник



Людмила ЛАПІНА