

## **ВІДГУК**

офіційного опонента Стрельникова Геннадія Опанасовича  
на дисертаційну роботу Аксьонова Олександра Сергійовича  
**«Розробка ефективної системи охолодження  
камери рідинного ракетного детонаційного двигуна»**  
на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 134  
Авіаційна та ракетно-космічна техніка

### **Характеристика основних положень роботи**

Дослідження детонаційних двигунів (ДД) є особливо **актуальним** для розробок, які зміцнюють обороноздатність України.

На шляху практичного застосування ДД необхідно вирішити ряд складних технічних задач. Автор обґрунтував, що однією з найважливіших є розробка ефективної системи охолодження камери ДД, яка піддається значно вищому тепловому навантаженню, ніж камера РРД.

Всебічний аналіз відомих результатів досліджень детонаційних двигунів дозволив автору обґрунтовано вибрати предмет власних досліджень, сформулювати мету та завдання роботи - розробку ефективної системи охолодження рідинного двигуна.

**Об'єкт і предмет** дослідження в достатній мірі корелюють з метою і завданнями роботи.

**Методичну базу** розробок автора складають сучасні підходи до вирішення подібних проблем: методи системного аналізу, теорія термо-гідро-газодинаміки процесів в складних технічних системах, методи математичного і фізичного моделювання.

Усі отримані результати є **науково обґрунтованими**, що забезпечується коректністю поставлених задач, відповідністю результатів моделювання дійсному фізичному процесу детонації, порівнянням розрахунків з експериментальними даними і відомими аналітичними рішеннями.

Наукова **новизна** одержаних результатів визначається встановленими характеристиками процесу в камері детонаційного двигуна, що визначають теплові потоки, які впливають на працездатність двигуна. Це дозволило автору розробити комбіновану систему охолодження та живлення камери імпульсного

детонаційного двигуна, яка зможе забезпечити допустиму температуру конструкції для роботоздатності камери на усіх етапах роботи двигуна.

**Практичне** значення одержаних результатів полягає у розробці методики визначення питомого теплового потоку і нових ефективних систем охолодження детонаційного двигуна.

Результати дисертаційної роботи **використовуються** у держаному підприємстві «Конструкторське Бюро «Південне» імені М.К. Янгеля» та впроваджені у навчальний процес на кафедрі двигунобудування Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара.

Дисертаційна робота пов'язана з виконанням **держбюджетної** науково-дослідної роботи «Дослідження процесів у двигунних та енергетичних установках космічної техніки та енергетичних системах господарчого призначення на базі нетрадиційних джерел енергії», 2019-2021 роки (номер державної реєстрації 0119U101165).

Результати дослідження, що представлені у роботі, отримані здобувачем **самостійно**, або за його особистої участі.

**Публікації** результатів досліджень за темою дисертаційної роботи в частині кількості та рівня відповідають вимогам МОН України.

Матеріали проведеного дослідження за темою «Розробка ефективної системи охолодження камери рідинного ракетного детонаційного двигуна» представлено у 7 фахових наукових статтях, з яких 1 стаття індексуються у науко метричній базі Web of Science, 1 стаття опублікована одноосібно. Отримані результати дослідження представлені до обговорення на 8 науково-практичних конференціях. Зазначені публікації з достатньою повнотою розкривають основний зміст дисертаційної роботи.

Аналіз **змісту** дисертації показав його відповідність меті та завданням дослідження. Висновки коректно відображають наукові і практичні здобутки автора, що наведені в дисертації.

**Структура** дисертаційної роботи відповідає актуальним вимогам. Текст дисертації складається з анотації, вступу, чотирьох розділів з викладенням результатів власних досліджень, висновків до кожного розділу окремо та

загального висновку, списку використаних джерел та додатку. Використані джерела включають 66 найменувань. Дисертаційна робота проілюстрована 71 рисунком та 7 таблицями.

**Написання** тексту, оформлення таблиць, графіків і додатків в дисертації та авторефераті відповідає сучасним вимогам до науково-технічних текстів.

**Повнота** викладу основних результатів, структура, обсяг і оформлення дисертаційної роботи відповідають сучасним вимогам МОН України до дисертацій в галузі технічних наук.

Дисертаційна робота Аксьонова О. С. на тему «Розробка ефективної системи охолодження камери рідинного ракетного детонаційного двигуна» **відповідає** спеціальності 134 Авіаційна та ракетно-космічна техніка.

### **Зауваження до дисертації**

1. Важливий результат роботи - виявлені поперечні хвилі в камері за фронтом детонації, які призводять до інтенсифікації теплообміну між продуктами детонації та стінками каналу – не обґрунтовано кількісно (наприклад, аналізом членів рівняння Вієгаса).

2. Автор обмежився застосуванням стандартної моделі турбулентності, не дослідивши можливості застосування інших моделей.

3. У постановочній частині розділів (наприклад, 3.1) чисельного моделювання процесів у камері детонації не вказуються компоненти палива, що використовуються при моделюванні.

4. У схемах базових моделей сопел (рис. 3.1) було доцільно навести схему конфузорного сопла.

5. У схемі прямого сопла слід було навести відмінні риси ділянок камери (наприклад, підведення компонента палива зі стінки) та сопла.

6. У постановці завдання дослідження та створення плану експерименту до факторів, що впливають на роботу детонаційної камери, можливо слід було розглянути початкову температуру у камері.

7. За текстом дисертації є деякі помилки і описки, наприклад;  
– сторінка 2, 13 рядок зверху: «На ряду», слід писати разом;

- сторінка 26, 1 рядок зверху: «стану», слід писати «стан»;
- сторінка 68, 2 рядок знизу: «поперечних», слід писати «поперечної»;
- сторінка 103, 13 рядок зверху: «з богу», слід писати «з боку»;
- сторінка 115, 12 рядок зверху: скорочення ДДП відсутнє у переліку скорочень.

8. Зустрічається недбалість у термінології, наприклад:

- сторінка 38, 6 рядок знизу:  $\gamma$  – «коефіцієнт адіабати», слід писати «показник адіабати» (дивись, наприклад, на сторінці 48, другий рядок знизу);
- сторінка 102, 4 рядок зверху: термін "відносний питомий" тепловий потік включає два однозначні терміни поспіль: "відносний" та "питомий";
- на сторінці 96, 4 рядок знизу (також - сторінка 6, 7 рядок знизу) той же параметр позначений як "густина питомого" теплового потоку;
- на сторінці 32, 12 рядок знизу дано визначення «густина» теплового потоку;
- на сторінці 93, 3-й рядок знизу (та в інших місцях) дано правильне визначення – "питомий" тепловий потік (найчастіше використовується автором).

Проте перелічені недоліки не зменшують науково–практичної цінності дисертації і не можуть істотно вплинути на загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи.

### **Загальний висновок**

Дисертаційна робота Аксьонова Олександра Сергійовича «Розробка ефективної системи охолодження камери рідинного ракетного детонаційного двигуна» на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 134 Авіаційна та ракетно-космічна техніка є закінченою науковою роботою, яка виконана на актуальну тему.

У дисертації отримано нові науково обґрунтовані результати, пов'язані з процесами та охолодженням камери рідинного детонаційного ракетного двигуна.

Основи дисертаційної роботи базуються на результатах наукових, дослідницьких і конструкторських робіт (ДКБ «Південне»), в яких автор безпосередньо брав участь.

Результати дисертаційної роботи можуть використовуватися в ракетному і авіаційному двигунобудуванні, а також в інших споріднених галузях промисловості.

У дисертації не виявлено фактів академічного плагіату, фабрикацій та фальсифікацій.

На підставі викладеного вважаю, що дисертаційна робота «Розробка ефективної системи охолодження камери рідинного ракетного детонаційного двигуна» відповідає кваліфікаційним вимогам щодо дисертацій на здобуття вченого ступеня доктора філософії, викладеним у пп. 9, 10, 11, 12 «Про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 6 березня 2019 р. № 167, зі змінами, затвердженими Постановою Кабінету Міністрів України № 979 від 21 жовтня 2020 р. та № 608 від 9 червня 2021 р., «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії» (Постанова Кабінету Міністрів України від 12.01.2022 р. № 44), а її автор, Аксьонов Олександр Сергійович, заслуговує на присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 134 «Авіаційна та ракетно-космічна техніка».

#### **Офіційний опонент**

виконуючий обов'язки завідувача відділу  
термогазодинаміки енергетичних установок  
Інституту технічної механіки НАН і ДКА України  
доктор технічних наук, професор

Геннадій СТРЕЛЬНИКОВ

*Підпис Т.Стрельникова завішено*  
Учений секретар

Інституту технічної механіки НАН і ДКА України,  
кандидат технічних наук,  
старший науковий співробітник

Людмила ЛАПІНА

