

РЕЦЕНЗІЯ

на дисертацію Назаренка Георгія Володимировича
«Закономірності впливу конструктивних параметрів на коефіцієнт корисної дії
насосів ракетних двигунів верхніх ступенів»,
подану на здобуття ступеня доктора філософії
в галузі знань 13 «Механічна інженерія»
за спеціальністю 134 «Авіаційна та ракетно-космічна техніка»

1. Актуальність теми дисертації

Сучасні рідинні ракетні двигуни (РРД) повинні відповідати вимогам підвищеного ресурсу, високої енергоефективності та надійності. Турбонасосна система живлення складається із значної кількості взаємопов'язаних елементів, що суттєво впливає на ускладнення конструкції двигуна та збільшення його маси. Агрегати, які входять до складу турбонасосної системи, повинні мати високі значення коефіцієнта корисної дії (ККД) та низькі масогабаритні характеристики. Коефіцієнт корисної дії є важливим інтегральним показником ефективності насосного агрегату. Конструктивні особливості елементів проточної частини насоса значною мірою впливають на його енергетичні характеристики. У сучасних умовах для підвищення ефективності агрегатів ракетно-космічної техніки використовують методи моделювання робочих процесів та режимів роботи, засновані на узагальненні та аналізі експлуатаційних даних. Досвід експериментальних досліджень переконує, що підвищених значень ККД можна досягти за рахунок удосконалення конструкції. Тому поставлена у дисертаційній роботі задача дослідження закономірностей впливу конструктивних параметрів на коефіцієнт корисної дії насосів ракетних двигунів верхніх ступенів є важливою та своєчасною, а тема роботи - актуальною.

2. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Дисертаційна робота безпосередньо пов'язана з держбюджетною темою № 0116U002265 «Дослідження процесів у перспективних двигунних установках

ФТФ-48-16», одним з виконавців якої був автор. Назаренко Г. В. також проводив дослідження, пов'язані з виконанням міжнародних контрактів на РН «Циклон-4» (див. акт впровадження). За участю автора проводились роботи по дослідженню та розробці агрегатів системи подачі рідинних ракетних двигунів РД 815, РД 835 у ДП КБ «Південне» за темами № НТО 443-027/2016, № НТО 443-064/2016.

3. Наукова новизна отриманих результатів

Автором **вперше** були отримані залежності для коефіцієнта напору, ККД і кавітаційного коефіцієнта швидкохідності від величини робочого та мінімального гарантованого зазору між плаваючими кільцями і буртами відцентрового колеса. **Вперше** проведено системні дослідження та узагальнено експериментальні дані стосовно впливу на напір і ККД насосів схеми охолодження та змащення підшипників, діаметру бурту відцентрового колеса, величини тиску у порожнині за динамічними ущільненнями та впливу на гідравлічні й енергетичні характеристики насосів інших важливих конструктивних факторів і режимних параметрів. Отримані результати мають ознаки **наукової новизни** та можуть бути застосовані при проектуванні ТНА ракетних двигунів верхніх ступенів РН.

Запропоновано **нову** розрахунково-експериментальну методику оцінки ККД і антикавітаційних якостей насоса при зміні його конструктивних факторів. Конструктивні рішення по зміні геометрії проточної частини насоса дозволили підвищити його антикавітаційні характеристики та величину ККД.

4. Практичне значення отриманих результатів

Запропонована автором експериментально-розрахункова модель оцінки впливу відомих конструктивних рішень на визначальні характеристики насосів може бути використана для підвищення ККД та антикавітаційних властивостей ТНА при модернізації та при розробці нових ракетних двигунів.

Розроблені автором технічні, алгоритмічні, програмні засоби та розрахункові методики використовуються на етапі проектування для забезпечення високого рівня ККД насосів РРД.

Практичний інтерес мають рекомендації автора стосовно вибору конструктивних рішень, які забезпечують високі енергетичні та антикавітаційні властивості насосів двигунів верхніх ступенів ракет-носіїв. Коректність та обґрунтованість рекомендацій доведена на етапі експериментального відпрацювання конструкцій насосів РРД.

5. Аналіз змісту дисертації

Метою дисертації є визначення конструктивних факторів, які впливають на підвищення енергетичних характеристик та антикавітаційних властивостей відцентрових насосів двигунів верхніх ступенів ракет-носіїв.

У першому розділі дисертаційної роботи виконано ретроспективний аналіз шляхів підвищення ККД лопатевих насосів. Автор доходить до висновку, що у фаховій літературі відсутні роботи, які використовують комплексний підхід по визначенню впливу конструктивних факторів насоса ТНА РРД на його ККД. Одними з важливих задач дослідження є оцінка впливу окремих конструктивних рішень на величину коефіцієнта корисної дії насосів ракетних двигунів верхніх ступенів та експериментальне визначення антикавітаційних властивостей насоса після його відповідної модернізації.

Другий розділ присвячений експериментальному дослідженню впливу різноманітних конструктивних факторів на гідравлічний, дисковий, об'ємний та повний ККД насоса та на величину потужності, яка ним споживається. У цьому розділі узагальнено експериментальні дані та запропоновані рівняння для визначення величини ККД насоса при зміні режимних параметрів та геометричних і конструктивних факторів. У третьому розділі визначено фактори, які суттєво впливають на антикавітаційні властивості насоса та проведена кількісна оцінка впливу зміни конструкції на величину кавітаційного коефіцієнта швидкохідності насоса.

Інженерна методика оцінки величини ККД та антикавітаційних якостей насоса при зміні режимних параметрів та конструктивних факторів викладена у четвертому розділі дисертації. Запропонована автором методика базується на результатах експериментальних досліджень.

Автором доведена можливість досягнення високих характеристик шнековідцентрових насосів за рахунок ефективних конструктивних рішень.

У цілому за актуальністю, рівнем розв'язання науково-технічних задач, обсягом розрахунково-теоретичних та експериментальних досліджень, їх всебічним обґрунтуванням, науковою новизною і практичним використанням отриманих результатів дисертаційна робота Назаренка Г. В. «Закономірності впливу конструктивних параметрів на коефіцієнт корисної дії насосів ракетних двигунів верхніх ступенів» є завершеним науковим дослідженням та повністю відповідає спеціальності 134 «Авіаційна та ракетно-космічна техніка».

6. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків та їх достовірності

Основні наукові положення та висновки дисертації є достатньо обґрунтованими. Достовірність отриманих автором результатів підтверджується порівнянням з даними інших дослідників та не протирічить відомим теоретичним положенням. Експериментальні дослідження насосів РРД проведено на атестованому дослідницькому обладнанні (гідравлічних стендах) НВО «ПМЗ». Сумарна відносна похибка вимірювання напору не перевищувала 1 %, а ККД – 2 %.

7. Оцінка академічної доброчесності дисертаційного дослідження

Основу дисертаційної роботи складають результати власних досліджень автора, які добре висвітлені у наукових публікаціях за участю самого автора. Теоретичні узагальнення та висновки виконані автором самостійно. Дисертація Назаренка Георгія Володимировича не містить фальсифікацій, компіляцій, фабрикацій та плагіату. Ідеї, результати, текстові цитування та графічні матеріали інших авторів мають відповідні посилання у списку використаних джерел.

8. Мова та стиль викладення результатів

Дисертаційна робота здобувача викладена грамотною українською

мовою, має змістовну цілісність, послідовність та довершеність. Стиль виконання відповідає вимогам наукової літератури з дотриманням термінології, прийнятої у ракетно-космічному двигунобудуванні.

Розділи дисертаційної роботи змістовно пов'язані між собою, а стиль оформлення відповідає вимогам наказу МОН України від 12 січня 2017 р. № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації».

9. Публікація та апробація основних результатів дисертації

Наукові результати дисертації викладені у 13 наукових публікаціях автора. Серед них 6 статей у наукових фахових виданнях України, одна з яких опублікована у виданні категорії А, що входить до міжнародної наукометричної бази Scopus. Результати дисертації представлені на 7 міжнародних наукових конференціях. Всі опубліковані матеріали пройшли експертизу кваліфікованих спеціалістів та з достатнім ступенем повноти висвітлюють основні результати дисертаційного дослідження.

10. Зауваження до дисертаційної роботи

1. У роботі відсутні посилання на оригінальні інноваційні рішення.
2. Фізичні та математичні моделі досліджуваних процесів викладено недостатньо чітко.

3. Коефіцієнти у рівняннях регресії, які наведені в таблиці 2.7 і рівняння 2.18 записано з невиправдано високою кількістю значущих цифр.

Висловлені зауваження суттєво не впливають на загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи та не знижують її високого теоретичного, наукового і практичного рівня. Загальні висновки роботи свідчать про те, що всі поставлені у дослідженні завдання виконані.

11. Висновок про дисертаційну роботу

Вважаю, що дисертаційну роботу здобувача ступеня доктора філософії Назаренка Георгія Володимировича на тему «Закономірності впливу

конструктивних параметрів на коефіцієнт корисної дії насосів ракетних двигунів верхніх ступенів» виконано на достатньому науковому рівні. Дисертація виконана без порушення принципів академічної доброчесності та є закінченим науковим дослідженням. За сукупністю отриманих автором теоретичних та практичних результатів можна зробити висновок про певну практичну значущість роботи у галузі знань «Механічна інженерія». Дисертаційна робота за актуальністю, практичною цінністю та науковою новизною повністю відповідає вимогам чинного законодавства України, що передбачені пп. 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 від 12 січня 2022 р. № 44 зі змінами.

Здобувач **Назаренко Георгія Володимировича** заслуговує на присудження ступеня доктора філософії у галузі знань 13 «Механічна інженерія» за спеціальністю 134 «Авіаційна та ракетно-космічна техніка».

Офіційний рецензент:

кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри двигунобудування
Дніпровського національного
університету імені Олеся Гончара



Олександр ЗОЛОТЬКО

Підпис доцента Олександра
ЗОЛОТЬКО засвідчую:

Проректор з наукової роботи
Дніпровського національного
університету імені Олеся Гончара,
кандидат біологічних наук, доцент



Олег МАРЕНКОВ