

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з наукової роботи
Дніпровського національного
університету імені Олеся Гончара

Олег МАРЕНКОВ



«20» 05 2024 р.

ВИСНОВОК

про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації Назаренка Георгія Володимировича «Закономірності впливу конструктивних параметрів на коефіцієнт корисної дії насосів ракетних двигунів верхніх ступенів», представленої на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 134 - «Авіаційна та ракетно-космічна техніка».

Витяг

з протоколу № 2 від 7 травня 2024 року міжкафедрального семінару фізико-технічного факультету Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара

Голова міжкафедрального семінару фізико-технічного факультету д-р тех. наук, проф., Санін А. Ф.

Секретар міжкафедрального семінару фізико-технічного факультету канд. тех. наук, Лабуткіна Т.В.

ПРИСУТНІ: 24 з 25 членів міжкафедрального семінару: д-р. тех. наук, проф. А. Ф. Санін (05.02.01 – матеріалознавство), д-р. тех. наук, проф. М. М. Дронь (05.13.03 – системи і процеси управління); д-р. тех. наук, проф. С. О. Давидов (05.07.02 – проектування, виробництво та випробування літальних апаратів); д-р. тех. наук, проф. Ю. О. Мітіков (05.05.03 – двигуни та енергетичні установки); д-р. тех. наук, проф. Г. І. Сокол (05.11.06 – акустичні прилади і системи); д-р. тех. наук, проф. Манько Т. А. (05.07.02 – проектування, виробництво та випробування літальних апаратів); канд. тех. наук, доц. А. В. Давидова (05.07.02 – проектування, виробництво та випробування літальних апаратів); канд. тех. наук, доц. Т. В. Лабуткіна (05.13.03 – системи та процеси керування); канд. тех. наук, доц. Ю. В. Ткачов (05.07.02 – проектування, виробництво та випробування літальних апаратів); канд. тех. наук, доц. В. Ю. Шевцов (05.07.02 – проектування, виробництво та випробування літальних апаратів); канд. тех. наук, доц.

В. Л. Бучарський (05.05.03 – двигуни та енергетичні установки), канд. тех. наук, доц. О. Є. Золотько (05.05.03 – двигуни та енергетичні установки), д-р. тех. наук, проф., проф. О. М. Петренко (05.05.03 – двигуни та енергетичні установки), д-р. тех. наук, проф. Т. М. Кадильникова (05.02.02 – машинознавство), канд. тех. наук, доц. С. В. Клименко (05.13.06 – інформаційні технології), д-р. тех. наук, проф. Т. І. Русакова (05.26.01 – охорона праці), д-р. тех. наук, проф. В. П. Малайчук (05.22.13 – навігація та управління рухом), канд. тех. наук, доц. А. М. Кулабухов (05.07.02 – проектування, виробництво та випробування літальних апаратів), д-р. тех. наук, проф. В. В. Авдеев (05.13.03 – системи і процеси управління), д-р. тех. наук, проф. В. О. Габрінець (05.05.03 – двигуни та енергетичні установки), д-р. тех. наук, проф. О. В. Голубек (05.13.03 – системи і процеси управління), канд. тех. наук, доц. Н. С. Ащепкова (05.13.03 – системи і процеси управління), канд. тех. наук, доц. С. О. Полішко (05.02.01 – матеріалознавство) канд. тех. наук, доц. О. В. Бондаренко (05.02.08 – технологія машинобудування).

Запрошені: д-р. тех. наук, проф. І. В. Павленко (05.17.08 – процеси та обладнання хімічної технології), та інші.

Порядок денний: розгляд і обговорення дисертаційної роботи Назаренка Георгія Володимировича «Закономірності впливу конструктивних параметрів на коефіцієнт корисної дії насосів ракетних двигунів верхніх ступенів», представленої на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 134 - «Авіаційна та ракетно-космічна техніка».

Дисертацію виконано на кафедрі двигунобудування фізико-технічного факультету Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара. Тема дисертації затверджена вченою радою Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара, науковим керівником призначено доктора технічних наук, проф. Ю.О. Мітікова (протокол № 3 від 24.10.2023 р) Підготовка здобувача третього рівня вищої освіти здійснювалася за акредитованою освітньо-науковою програмою «Авіаційна та ракетно-космічна техніка» зі спеціальності 134 Авіаційна та ракетно-космічна техніка (Сертифікат про акредитацію освітньої програми 5903, дійсний до 26.09.2024).

СЛУХАЛИ:

Обговорення дисертації Назаренка Георгія Володимировича «Закономірності впливу конструктивних параметрів на коефіцієнт корисної дії насосів ракетних двигунів верхніх ступенів», представленої на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 134 - «Авіаційна та ракетно-космічна техніка».

За результатами перевірки дисертаційної роботи Назаренка Георгія Володимировича «Закономірності впливу конструктивних параметрів на коефіцієнт корисної дії насосів ракетних двигунів верхніх ступенів» на плагіат програмою «StrikePlagiarism» виявлено унікальність тексту, яка складає 98,40%. Таким чином, на підставі перевірки зроблено висновок: робота Назаренка Г. В. має високий рівень оригінальності і може бути допущена до захисту.

Перевірку на плагіат здійснювала комісія у складі: канд. тех. наук, доц. кафедри двигунобудування О. М. Пономарьов; канд. тех. наук, доц. кафедри ракетно-космічних та інноваційних технологій С. О. Полішко; д-р. тех. наук, проф. кафедри кібербезпеки комп'ютерно-інтегрованих технологій О. В. Голубек.

Робота виконана на 6,53 авторських аркушах. Робота структурована, є анотація, зміст, вступ, основна частина, висновки, перелік джерел і додатки.

Доповідь Г.В. Назаренка:

Доброго дня, дозвольте представити дисертаційну роботу за вказаною темою.

Мета роботи – підвищення ефективності насоса турбонасосного агрегата рідинного ракетного двигуна ракети-носія верхнього ступеня шляхом удосконалення його конструктивних параметрів.

Для досягнення мети роботи вирішуються наступні **задачі дослідження**:

- провести ретроспективний аналіз шляхів підвищення коефіцієнта корисної дії (ККД) ракетних і цивільних лопатевих насосів, проаналізувати гідродинамічні процеси, які відбуваються в проточній частині насоса під час його роботи та визначити перелік конструктивних параметрів, які найбільш на них впливають;
- визначити та експериментально підтвердити які конструктивні параметри змінюють турбулентність течії робочого тіла в проточній частині насоса, підвищують об'ємний і гідравлічний ККД, а також оцінити вплив кожного конструктивного параметру на величину загального ККД насосів турбонасосних агрегатів (ТНА) рідинних ракетних двигунів (РРД);
- на основі аналізу експериментальних даних встановити зміни режиму течії робочого тіла по проточній частині насоса та оцінити їх вплив на антикавітаційні властивості насоса після його модернізації за розробленими напрямками;
- розробити методика підвищення ККД і оцінки кавітаційних характеристик насоса ТНА РРД з урахуванням запропонованої модернізації його конструкції.

Об'єкт дослідження – гідродинамічні процеси, що відбуваються в проточній частині насоса ТНА РРД під час його роботи.

Предмет дослідження – вплив конструктивних факторів та режимних параметрів, на гідродинамічні процеси, що відбуваються в проточній частині насоса ТНА РРД під час його роботи.

Наукова новизна роботи полягає в наступному:

- 1) встановлені залежності коефіцієнта напору, коефіцієнта корисної дії і кавітаційного коефіцієнта швидкохідності від величини зазору між плаваючими кільцями і буртами відцентрових коліс для насосів турбонасосних агрегатів рідинних ракетних двигунів ракет-носіїв верхніх ступенів, що дозволило підвищити точність визначення коефіцієнта корисної дії і кавітаційного коефіцієнта швидкохідності;
- 2) визначена і експериментально підтверджена оптимальна форма упорного кільця, яке слугує упором для плаваючого кільця, розташованого на передньому бурту відцентрового колеса, при якій забезпечується підвищення антикавітаційної якості насосів турбонасосних агрегатів рідинних ракетних двигунів ракет-носіїв верхніх ступенів;
- 3) визначені і обґрунтовані граничні умови, за яких наявність перепускних отворів у провідному диску відцентрового колеса підвищує коефіцієнт корисної дії

насосів турбонасосних агрегатів рідинних ракетних двигунів ракет-носіїв верхніх ступенів.

Отримало подальший розвиток дослідження впливу гідродинамічних процесів течії робочого тіла по проточній частині насосів ТНА РРД РН верхніх ступенів на ККД і коефіцієнт напір за таких змін конструкції: застосування шнека змінного кроку; зменшення товщини лопаток на виході із ВК зі всмоктувальної сторони; зменшення діаметра входу у ВК; зменшення зазору між відводом і лопатками ВК.

Практичне значення роботи полягає у:

1. Розроблена експериментально-теоретична модель розрахунку необхідної кількості змін конструктивних параметрів для підвищення ККД наявних насосів турбонасосних агрегатів ТНА РРД ракет-носіїв (РН) верхніх ступенів при їх модернізації. Також результати даної роботи можна використовувати в проектуванні нових насосів ТНА РРД РН верхніх ступенів для отримання максимально можливого значення ККД.

2. Розроблена експериментально-теоретична модель розрахунку величини кавітаційного коефіцієнта швидкохідності за модернізації наявних насосів ТНА РРД РН верхніх ступенів.

3. Створено методичне і інформаційне забезпечення, алгоритми, програмні засоби і методики, які були використані під час впровадження отриманих результатів при проектуванні РРД у ДП «КБ «Південне».

У першому розділі проведено критичний ретроспективний аналіз величин ККД насосів як загального машинобудування, так і авіаційно-космічного призначення. З даних, наведених у сучасній літературі стосовно насосної тематики, було визначено рівень величин ККД сучасних лопатевих насосів. Встановлено величини гідравлічного, об'ємного, дискового і механічного ККД для сучасних лопатевих насосів. Проведено також всебічний аналіз сучасних шляхів підвищення ККД лопатевих насосів. Роботи з наведеної тематики проводяться за наступними напрямками: уточнення розроблених раніше фізичних моделей робочого процесу лопатевих насосів за допомогою експериментальних даних; визначення за допомогою комп'ютерного моделювання течії недоліків проточної частини наявних насосів, а також наведені шляхи їх усунення; нанесення спеціального покриття на елементи проточної частини насоса дозволяє підвищити його ККД до 3 %, а також знизити вібрацію насоса і підвищити його надійність; використання вісерадіальних робочих коліс у насосах ТНА РРД дозволяє підвищити ККД, напір і антикавітаційні властивості насосів.

В результаті проведеного аналізу встановлено, що роботи з підвищення ККД, актуальні для всіх лопатевих насосів. Однак лопатеві насоси загального машинобудування вдосконалюються шляхами, які не є прийнятними для ракетної техніки. Так, вони не лімітовані масою, їх оберти значно менші, ніж у насосів ракетної техніки. Але у сучасній літературі мало інформації по підвищенню ККД насосів ТНА РРД РН верхніх ступенів, які відрізняються суттєво більшою частотою обертання ротора. Відсутній комплексний підхід по визначенню впливу конструктивних параметрів насоса ТНА РРД на його ККД. Це зумовлює актуальність проведеного дослідження та його практичне значення в науковому світі; відсутній математичний

алгоритм, за допомогою якого можна підвищити ККД насосів ТНА РРД РН верхніх ступенів; необхідно провести комплексне експериментально-теоретичне дослідження, у результаті якого будуть розроблені методичні засоби, які дозволять за короткий час і з високою точністю підвищувати ККД насосів ТНА РРД РН верхніх ступенів.

Другий розділ присвячено порівняльному аналізу напірних і характеристик ККД насосів окислювача ТНА прототипа (двигуна №1 далі за текстом) з сучасними вимогами (двигун №2). За результатами аналізу встановлено, що використовувати насос ТНА двигуна №1 як прототип для ТНА двигуна №2 без суттєвих конструктивних змін не можна. Оскільки мінімальна величина його ККД на 4,5% нижча за величину ККД яка вимагалася від насоса окислювача ТНА двигуна №2. Після всебічного аналізу та детального вивчення складних гідродинамічних процесів які відбуваються у проточній частині насоса були цілеспрямовано впровадженні суттєві зміни конструктивних параметрів насоса прототипа. Ефективність запропонованих змін конструкції була підтверджена експериментально. В підсумку це дозволило суттєво підняти ККД насоса.

Наступним кроком визначено перелік конструктивних параметрів, які були змінені порівняно з насосом прототипом. Здійснений всебічний аналіз впливу кожного конструктивного параметра на величину ККД насоса. Встановлено, що за умови зміни зазору між буртами відцентрового колеса і плаваючими кільцями, розрахункові і експериментальні дані щодо величини ККД відрізняються між собою до 1,5%. Також по експериментальним результатам отримані рівняння, за допомогою яких можна визначити величину коефіцієнта напору і ККД насоса при зміні зазору між плаваючими кільцями і буртами відцентрового колеса, для семи типорозмірів насосів ТНА РРД. Зменшення діаметра розташування заднього бурта відцентрового колеса насоса ТНА РРД дозволяє зменшити розкид ККД насоса на 1,4 % при проведенні експериментальних досліджень. Збільшення величини тиску після плаваючого кільця, розташованого на задньому бурту відцентрового колеса на 340 % збільшує ККД насоса на ~ 1 %. Застосування шнека змінного кроку замість шнека постійного кроку збільшує ККД на ~ 1,3 %, а і коефіцієнт напору на – 4,2 %, за рахунок збільшення коефіцієнта закрутки рідини, яка подається на лопатки відцентрового колеса. Визначено, що літературні рекомендації стосовно величини відносного зазору між язиком спірального збірника та відцентровим колесом не підходять для насоса окислювача двигуна №2. При збільшенні згаданого зазору в рекомендованих літературою межах, ККД насоса знижується в середньому на 3 %, коефіцієнт напору знижується з 0,595 до 0,5756 (на 3,3 %). Зниження ККД і коефіцієнту напору насоса відбувається через збільшення величини гідравлічних втрат між відцентровим колесом і спіральним збірником. Зменшення товщини лопаток відцентрового колеса на виході зі всмоктувальної сторони на 50 % від номінальної підвищує ККД насоса на 1,8 %. і коефіцієнт напору на 3,3 %. Встановлено, що виключення перепускних отворів з провідного диску відцентрового колеса збільшує приведений напір насоса пального двигуна №5 на 2,6 %. Тому що він більш чутливий до зміни витрати через відцентрове колесо і воно починає працювати на нерозрахунковому режимі. Для насосів окислювача двигунів №5 і №2 наявність перепускних отворів у провідному диску підвищує ККД насоса на 3,3 % за рахунок кращої

організації течії рідини по проточній частині насоса. Визначені граничні умови режиму течії через перепускні отвори при яких зростає ККД: величина співвідношення між витратою через перепускні отвори і витратою через насос повинна знаходитись у діапазоні від 0,012 до 0,019; співвідношення між швидкістю течії у перепускних отворах і коловою швидкістю на діаметрі розташування перепускних отворів повинно знаходитись у діапазоні від 0,0775 до 0,097. При зменшенні коефіцієнту входу у відцентрове колесо з 6,85 до 6,31 (зменшення діаметра входу у відцентрове колесо) ККД і приведений напір насоса зростає на 3 % і 1,7 % відповідно, через зменшення зворотних токів на вході у відцентрове колесо. За рахунок використання більшого числа лопаток відцентрового колеса течія рідини по проточній частині насоса краще організована. При цьому коефіцієнт напору зростає на 2,8 %, ККД зростає на 1,5 %. Зміна коефіцієнта діаметра шнека від 6 до 8 (зміна зовнішнього діаметра шнека) знижує його ККД на 14,2 %, а приведений напір при цьому зростає на 75,5 %, через зміну гідравлічних характеристик його проточної частини.

У третьому розділі проведений глибокий всебічний аналіз кавітаційних характеристик насосів окислювача ТНА двигунів №1 і №2. По результатам якого було встановлено, що зміни всіх конструктивних параметрів проведені з насосом прототипом знизили його антикавітаційні якості. Величина кавітаційного коефіцієнта швидкохідності знизилася в діапазоні від 385 до 842 одиниць. Розглянуто вплив кожного конструктивного параметра на величину кавітаційного коефіцієнта швидкохідності, який був змінений в насосі окислювача ТНА двигуна №2 у порівнянні з прототипом, для підвищення величини його ККД. Встановлено, що запропоноване зменшення зазорів між плаваючими кільцями і буртами відцентрового колеса підвищують антикавітаційні якості шнековідцентрового насоса завдяки зменшенню величини витоку, та його впливу на основний потік, який проходить через шнек і відцентрове колесо. Отримані рівняння, за допомогою яких можна визначити величину кавітаційного коефіцієнта швидкохідності насоса при зміні запропонованого зазору між плаваючими кільцями і буртами відцентрового колеса для шести типорозмірів насосів РРД. Зменшення коефіцієнта діаметра входу у відцентрове колесо з 6,85 до 6,31 (зменшення діаметру входу у відцентрове колесо) зменшує величину кавітаційного коефіцієнта швидкохідності від 73,8 до 495 одиниць. При зміні відносної товщини вхідних кромek лопаток відцентрового колеса і шнека від 0,014142 до 0,0173 кавітаційний коефіцієнт швидкохідності насоса не змінюється. Лише при перевищенні значення відносної товщини лопаток шнека і відцентрового колеса більше 0,02357 величина кавітаційного коефіцієнта швидкохідності починає знижуватися. Конструктивні параметри плаваючого кільця, розташованого на передньому бурту відцентрового колеса також впливає на антикавітаційні якості насоса ТНА РРД. Використання конструкції плаваючого кільця, наведеного на рисунку Б.65 додатку Б даної роботи, збільшує величину кавітаційного коефіцієнта швидкохідності насоса в діапазоні від 444 до 645 одиниць в порівнянні з іншими варіантами. За результатами проведеного аналізу встановлено, що наступні зміни конструктивних параметрів не впливають на кавітаційну досконалість насоса ТНА РРД: зміна на 15 % від номінального розміру діаметра розташування плаваючих кілець по буртам відцентрового колеса; застосування шнека змінного кроку; введення або виключення перепускних отворів у провідний диск відцентрового колеса; схема

оохолодження і змащення підшипників насоса; зміна величини зазору між язиком спірального збірника і відцентровим колесом.

Також проведений порівняльний аналіз експериментальних досліджень насосів окислювача ТНА РРД №1 і №2 при його роботі на газорідинній суміші. Вищезазначений аналіз показав, що всі конструктивні параметри, які змінені в насосі окислювача ТНА РРД №2, привели до зниження його антикавітаційних якостей. Різниця між величинами відношення кавітаційного коефіцієнта швидкохідності на газорідинній суміші до кавітаційного коефіцієнта швидкохідності на рідині без газу для насосів окислювача ТНА РРД №1 і №2 збільшується при збільшенні кількості вільного газу на вхід в насос. При величині 10,92 % вільного газу на вході в насос величина відношення кавітаційного коефіцієнта швидкохідності на газорідинній суміші до кавітаційного коефіцієнта швидкохідності на рідині без газу зменшується на 15 – 20% для насоса окислювача ТНА РРД №2 в порівнянні з прототипом. Уточнені рівняння для насоса окислювача ТНА РРД №1 і отримано рівняння для насоса окислювача ТНА РРД №2, які дозволяють оцінити величину відношення кавітаційного коефіцієнта швидкохідності на газорідинній суміші до кавітаційного коефіцієнта швидкохідності на рідині без газу при заданій величині вільного газу на вході в насос.

У четвертому розділі розроблено експериментально-розрахункову методику по підвищенню ККД насоса яка має наступні можливості: швидко і з високою точністю визначити підвищення ККД насоса при зміні його конструктивних параметрів, які запропоновано в цій методиці; визначити, яким чином усі зміни конструктивних параметрів насоса ТНА РРД, впливають на його антикавітаційні властивості; визначити необхідність розробки нового насоса, якщо зміни всіх конструктивних параметрів, які внесені у насос прототип, не дали результату.

Використання представленої експериментально-розрахункової методики під час проведення проектних робіт дозволяє: скоротити час, об'єм відпрацювання насоса та підвищити точність оцінки ККД і кавітаційних характеристик шнековідцентрових насосів ТНА РРД РН верхніх ступенів

Висновки:

1. Виконаний ретроспективний аналіз літератури по визначенню повного ККД для лопатевих насосів, використаних в різних сферах промисловості. Визначені основні шляхи підвищення ККД для сучасних лопатевих насосів. Проведені дослідження показують, що роботи по підвищенню ККД вельми актуальні і проводяться для всіх сучасних лопатевих насосів.

2. На об'ємний ККД впливає:

Вперше за результатами розрахункових і експериментальних даних були отримані рівняння для визначення коефіцієнту напору і ККД при запропонованій зміні зазору між плаваючими кільцями і буртами відцентрового колеса для насосів ТНА РРД РН верхніх ступенів. Всебічно проаналізувавши розрахункові і експериментальні дані з'ясувалося що різниця між ними доходить до 1,5% повного ККД (абсолютного значення).

При збільшенні величини тиску після плаваючого кільця, розташованого на задньому бурту відцентрового колеса, в 3,5 рази ККД насоса зростає ~ на 1%.

На гідравлічний ККД впливають наступні зміни конструктивних параметрів

насоса. Вперше встановлені граничні умови за яких наявність перепускних отворів в провідному диску відцентрового колеса для насосів ТНА РРД верхніх ступенів підвищує їх ККД на 3,3 %. Вперше розрахунковим шляхом встановлено, що при зміні коефіцієнта діаметра шнека на вході від 6 до 8 його приведений напір збільшується на 75,5%, а ККД знижується на 14,2%. Вперше з'ясовано, що рекомендації наведені у літературі по величині відносного зазору між язиком спірального збірника і лопатками ВК не підходять для насоса ТНА РРД третього ступеня. Також за результатами розрахункових і експериментальних даних були отримані рівняння для визначення коефіцієнта напору і ККД при збільшенні відносного зазору між язиком спірального збірника і лопатками відцентрового колеса.

Удосконалено та доповнено:

- застосуванні шнека змінного кроку ККД насоса збільшується на 1,3%
- зменшенні товщини лопаток відцентрового колеса насоса на зовнішньому діаметрі з боку всмоктування \sim у 2 рази від номінальної товщини збільшило його ККД на 2,7%.
- зменшенні діаметру входу у відцентрове колесо на 9% ККД насоса збільшився на \sim 3%.
- збільшенні числа лопаток відцентрового колеса ККД насоса зростає на 1,5%.

3. На величину кавітаційного коефіцієнту швидкохідності насоса впливають наступні конструктивні параметри. Вперше встановлено, що конструктивні параметри плаваючого кільця, розташованого на передньому бурту відцентрового колеса, підвищує величину Скр у діапазоні від 7,8 до 16,1 %. Вперше за результатами розрахункових і експериментальних даних були отримані рівняння для визначення величини Скр при запропонованій зміні зазору між плаваючими кільцями і буртами відцентрового колеса для насосів ТНА РРД верхніх ступенів.

4. У процесі дослідження розроблена розрахункова методика за допомогою якої можна швидко і з високою точністю оцінити вплив тих чи інших конструктивних параметрів на ККД і кавітаційну характеристику насоса що модернізується.

ЗАПИТАННЯ ТА ВІДПОВІДІ:

Питання д-р. тех. наук, проф. Петренка О.М.:

З якою точністю ви оцінювали параметри, які є значущими при розрахунку ККД ?

Відповідь: Крутний момент визначався з точністю $\leq 2\%$. Витрата через насос визначалася з точністю $\leq 0,5\%$. Частота обертання ротора насоса визначалася з точністю $\leq 0,1\%$. Тиск води на вході в насос визначався з точністю 0,4% від максимального значення шкали приладу. Тиск води на виході з насоса визначався з точністю 0,4% від максимального значення шкали приладу.

Питання д-р. тех. наук, проф. Габрінця В.О.:

Які особливості насосів ТНА РРД верхніх ступенів у порівнянні з іншими насосами?

Відповідь: Особливості насосів ТНА РРД верхніх ступенів це велика частота

обертання ротора ТНА від 25 000 до 60 000 об/хв і малі витрати робочого тіла через насос до $0,02 \text{ м}^3/\text{с}$.

Які види ракетного палива перекачують насоси ТНА РРД верхніх ступенів, які досліджувалися?

Відповідь: Це палива несиметричний диметил гідрозин, азотний тетроксид, АК-27, рідкий кисень і гас.

Яке робоче тіло застосовувалося при проведенні експериментальних досліджень насосів?

Відповідь: Питна вода.

Яка функція перепускних отворів у провідному диску відцентрового колеса?

Відповідь: Функція перепускних отворів у провідному диску відцентрового колеса це урівноваження осьових сил у насосі, або вони служать для організації внутрішнього перепуску робочого тіла насоса. Але при проведенні даного дослідження були встановленні граничні умови, за яких наявність перепускних отворів у провідному диску відцентрового колеса підвищує ККД насосів ТНА РРД верхніх ступенів РН.

Яким чином був розрахований ККД?

Відповідь: ККД був розрахований наступним чином: за значеннями крутного моменту і частоти обертання ротора насоса, які вимірювалися на стенді, була визначена споживана потужність насоса, потім за відомими величинами напору і витратами через насос була визначена корисна потужність. А ККД це відношення корисної до споживаної потужностей. Ось таким чином визначався ККД.

Питання д-р. тех. наук, проф. Давидова С.О.:

Можливо графіки, представлені на слайді № 22 переробити, бо за ними не можна встановити залежності?

Відповідь: Так, я з Вами згоден, представлені графіки краще представити у виді діаграми.

Яка розбіжність між розрахунковими і експериментальними даними по величині ККД?

Відповідь: Розбіжність між розрахунковими і експериментальними даними по величині ККД доходить до 1,5 %.

Як оцінювалися характеристики насоса на робочому компоненті, якщо випробування насоса проводилися на воді?

Відповідь: Оцінка характеристик насоса на робочому компоненті проводилася розрахунковим методом за допомогою емпіричних коефіцієнтів, які були отримані для робочих рідин.

Питання канд. тех. наук, доц. Бучарського В.Л.:

Де і яким чином Ви використовували у роботі метод експертних оцінок?

Відповідь: За допомогою цього метода визначалися зміни конструктивних параметрів які впливають на величину ККД насоса.

Коли використовується метод експертних оцінок?

Відповідь: Коли неможливо використати інші методи дослідження.

Питання канд. тех. наук, доц. Лабуткіної Т.В.:

Які межі використання отриманих емпіричних результатів?

Відповідь: Отримані результати можна застосовувати для насосів ТНА РРД РН верхніх ступенів з такими ж значеннями коефіцієнта швидкохідності як і ті для яких були отримані емпіричні залежності. Або для насосів ТНА РРД РН верхніх ступенів із значенням коефіцієнта швидкохідності який відрізняється на декілька одиниць від насоса на якому проводили дослідження.

Як проводилася верифікація розробленої розрахункової методики?

Відповідь: Верифікація розробленої методики розрахунку проводилася на модернізованому насосі №2. Отриманий розрахунковий результат занижений на 0,2 % абсолютного значення ККД щодо експериментального. Отриманий розрахунковий результат завищений ~ на 2 % по величині кавітаційного коефіцієнта швидкохідності щодо експериментального.

Які негативні фактори виникають при зменшенні товщини лопаток відцентрового колеса насоса?

Відповідь: При зменшенні товщини лопаток відцентрового колеса насоса зменшується запас міцності. Але у насоса прототипу який був розроблений ще у 60-х роках минулого століття запас міцності лопаток значно перевищує сучасні рекомендації. При зменшенні товщини лопаток відцентрового колеса насоса він спочатку був випробуваний на випробувальному стенді, після цього насос був встановлений у РРД і випробуваний на спеціалізованому стенді. Після серії проведених випробувань РРД насос був знятий і розібраний. У ході аналізу відцентрового колеса насоса після проведення випробувань насоса у складі РРД ніяких дефектів лопаток відцентрового колеса виявлено не було.

Питання д-р. тех. наук., проф. Сокол Г.І.:

Чи ви враховували якісь критерії, які до вас по кавітації визначив академік Віктор Васильович Пилипенко?

Відповідь: У дисертаційній роботі Селіфонова В.С., кандидата технічних наук, є посилання на роботи академіка Пилипенка В.В., і з відси я дізнався, що Віктор Васильович Пилипенко займався оцінкою кавітаційних коливань насосів ТНА РРД на поздовжню стійкість ракети.

Як впливає зменшення зазору по буртах відцентрового колеса на антикавітаційні якості насоса?

Відповідь: При зменшенні зазору між буртами відцентрового колеса і плаваючими кільцями антикавітаційні якості насоса підвищуються.

Питання канд. тех. наук, доц. Кулабухова А.М.:

Ви сказали що прототип, який ви обрали, не відповідає сучасному рівню. Що це означає?

Відповідь: Прототип був лише один – це насос РРД третього ступеня з ракетноносія «Циклон-3». Цей насос розроблявся ще у 60-х роках минулого століття, тому величина його ККД нижча ніж та яка була потрібна для РРД третього ступеня ракетноносія «Циклон-4».

Як були отримані графіки, продемонстровані на слайдах № 12 і 13?

Відповідь: Графіки були отримані за результатами випробувань насосів ТНА РРД РН верхніх ступенів. Отримані експериментальні дані були оброблені, потім

по ним були проведені розрахунки і за результатами розрахунків були побудовані графіки представлені на слайдах № 12 і 13.

Питання д-р. тех. наук, проф. Павленка І.В.:

Поясніть чи на всіх експериментальних даних ви проводили регресію чи це співставлення експериментальних точок з реальними фізичними закономірностями?

Відповідь: Це співставлення експериментальних точок з реальними фізичними закономірностями.

Як впливає зміна конструктивних параметрів насоса на рівень вібраційної надійності насоса ТНА РРД?

Відповідь: При зміні конструктивних параметрів насоса рівень вібраційної надійності розрахунковим шляхом не перевірявся, але стосовно зміни зазору між плаваючими кільцями і буртами відцентрового колеса може сказати, що насос із зменшеними зазорами між плаваючими кільцями і буртами відцентрового був встановлений у РРД і випробуваний. Величини вібрації насоса при проведенні випробування були у допустимих межах і не відрізнялися від величин вібрації насоса прототипу.

Питання канд. тех. наук, доц. Золотька О.Є.:

При проведенні експериментів ви змінювали конструктивні параметри насоса при всіх рівних інших умовах?

Відповідь: Так при проведенні експериментів я змінював конструктивні параметри насоса при всіх рівних інших умовах.

Питання д-р. тех. наук, проф. Голубека А.В.:

У вас не вказано у пунктах наукової новизни, яку новизну ви пропонуєте?

Відповідь: Ступінь наукової новизни вказана перед пунктами наукової новизни

Може вам обмежити область використання ваших досліджень тільки двигуном РД861К?

Відповідь: Слушне зауваження це питання треба більш детально дослідити.

Чи є у вас публікації в наукових журналах категорії А?

Відповідь: Так, є в журналі «Вісник гірничого університету» одноосібна публікація.

Питання д-р. тех. наук, проф. Манько Т.А.:

Ви сказали, що створена розрахункова методика, – це нова методика, це ваша методика, чи вона опублікована і це загальна методика, або вона слугує тільки для окремих випадків?

Відповідь: Так це нова розрахункова методика яка була створена мною у ході проведення дослідження. Так вона опублікована у статті наукового журналу «Вісник гірничого університету». Ця методика слугує для визначення зміни ККД і кавітаційного коефіцієнта швидкохідності тільки при модернізації існуючого насоса. Використовувати її для інших цілей не можна.

Що було взято за основу цієї розрахункової методики?

Відповідь: За основу були взяті емпіричні залежності які були отримані по результатам експериментів які були проведені з насосами ТНА РРД РН верхніх ступенів.

Питання д-р. тех. наук, проф. Саніна А.Ф.:

Чи можна об'єднати графіки на рисунках 3 і 4 в один графік?

Відповідь: Так можна, але я вирішив, що два графіки будуть більш наглядні.

ВИСТУП НАУКОВОГО КЕРІВНИКА:

Ю. О. Мітіков, доктор тех. наук, професор, завідувач кафедри двигунобудування

Назаренко Георгій Володимирович здобув ступінь спеціаліста на кафедрі двигунобудування Дніпровського національного університету ім. Олеся Гончара у 2011 р. З 2011 року працював на державному підприємстві «Конструкторське бюро «Південне» за розподілом у відділі турбонасосних агрегатів. Як інженер-конструктор займався безпосередньо розробкою шнековідцентрових насосів а також супроводжував їх виробництво та відпрацювання. З 2014 року займається науковою діяльністю, а саме – виступає з доповідями на міжнародних конференціях і публікує статті у наукових виданнях. У 2017 році у КБ «Південне» він зайняв II місце у конкурсі «Кращий молодий працівник підприємства за конструкторським напрямом». У 2018 році у КБ «Південне» отримав I місце і став переможцем конкурсу «Кращий молодий працівник підприємства за конструкторським напрямом» і у 2019 році за цю перемогу був направлений у Париж на міжнародний авіа-космічний салон Ле-Бурже. У 2019 році став переможцем конкурсу «Кращий молодий працівник космічної галузі України». У 2020 році отримав диплом I ступеня обласного конкурсу «Кращий молодий вчений» з технічного напрямку.

Дисертаційна робота відповідає напряму держбюджетної науково-дослідної роботи Дніпровського національного університету ім. Олеся Гончара: «Дослідження процесів у двигунних та енергетичних установках космічної техніки та енергетичних системах господарчого призначення на базі нетрадиційних джерел енергії» (номер держреєстрації 0119U101165, ФТФ-26-19, 2019-2021), що підтверджує актуальність теми дисертації.

Метою дисертаційної роботи Назаренка Г. В. є підвищення ефективності насоса турбонасосного агрегата рідинного ракетного двигуна ракети-носія верхнього ступеня шляхом удосконалення його конструктивних параметрів. Для досягнення поставленої мети успішно вирішена низка наукових задач, а саме: проведений ретроспективний аналіз шляхів підвищення ККД ракетних і цивільних лопатевих насосів, проаналізовані гідродинамічні процеси, які відбуваються в проточній частині насоса під час його роботи та визначений перелік конструктивних параметрів, які найбільш на них впливають. Визначено та експериментально підтверджено які конструктивні параметри змінюють турбулентність течії робочого тіла в проточній частині насоса, підвищують об'ємний і гідравлічний ККД, а також оцінено їх вплив на величину загального ККД насосів ТНА РРД. На основі аналізу експериментальних даних встановлено зміни режиму течії робочого тіла проточною частиною насоса та виявлено їх вплив на антикавітаційні властивості насоса після його

модернізації за розробленими напрямками. Розроблена методика, за допомогою якої можна розрахувати величину підвищення ККД, а також оцінити кавітаційні характеристик насоса ТНА РРД з урахуванням запропонованої модернізації його конструкції.

Наукова новизна отриманих результатів.

Дисертантом були встановлені залежності коефіцієнта напору, коефіцієнта корисної дії і кавітаційного коефіцієнта швидкохідності від величини зазору між плаваючими кільцями і буртами відцентрових коліс для насосів турбонасосних агрегатів рідинних ракетних двигунів ракет-носіїв верхніх ступенів, що дозволило підвищити точність визначення коефіцієнта корисної дії і кавітаційного коефіцієнта швидкохідності.

Здобувач визначив і експериментально підтвердив, що оптимальна форма упорного кільця, яке слугує упором для плаваючого кільця, розташованого на передньому бурту відцентрового колеса, забезпечує підвищення антикавітаційної якості насосів турбонасосних агрегатів рідинних ракетних двигунів ракет-носіїв верхніх ступенів.

Дисертантом були визначені і обґрунтовані граничні умови, за яких наявність перепускних отворів у провідному диску відцентрового колеса підвищує коефіцієнт корисної дії насосів турбонасосних агрегатів рідинних ракетних двигунів ракет-носіїв верхніх ступенів.

Достовірність одержаних результатів забезпечена всебічним аналізом сучасного наукового рівня та достатнім відпрацюванням запропонованих рішень. Останнє забезпечувалось існуючими нормами точності сучасних датчиків на лабораторному стенді

Практичне значення

Розроблена експериментально-теоретична модель розрахунку необхідної кількості змін конструктивних параметрів для підвищення ККД наявних насосів ТНА РРД РН верхніх ступенів при їх модернізації. Також результати даної роботи можна використовувати в проектуванні нових насосів ТНА РРД РН верхніх ступенів для отримання максимально можливого значення ККД.

Розроблена експериментально-теоретична модель розрахунку величини кавітаційного коефіцієнта швидкохідності за модернізації наявних насосів ТНА РРД РН верхніх ступенів.

Створено методичне і інформаційне забезпечення, алгоритми, програмні засоби і методики, які були використані під час проектування РРД у ДП «КБ «Південне»

Публікація основних результатів дисертації. Основні матеріали дисертаційної роботи відображено у 6 наукових статтях: 1 стаття у журналі, який індексується у наукометричній базі Scopus, та 5 статей у вітчизняних фахових виданнях категорії Б. Стаття, опублікована у журналі, який індексується у наукометричній базі Scopus є одноосібною. Дві з фахових статей є одноосібними. Апробацію наукових результатів було проведено шляхом доповіді їх на 7-х міжнародних та одній вітчизняній науково-практичних конференціях.

Висновок щодо дисертаційної роботи. Результати, які отримані здобувачем та наведені в дисертаційній роботі, отримані ним особисто. Ідеї та

елементи наукових праць інших науковців супроводжуються посиланнями на авторів та джерела інформації. Особистий внесок Назаренка Г. В. у роботи, опубліковані у співавторстві, заведено у списку опублікованих робіт за темою дисертації.

На підставі вищенаведеного та з особистого досвіду спілкування зі здобувачем можна зробити висновок, що за своєю актуальністю, обсягом виконаних досліджень, науковою новизною, достовірністю одержаних результатів, обґрунтованістю висновків, оформленням роботи, оприлюдненню та апробації отриманих результатів дисертація Назаренка Георгія Володимировича на тему «Закономірності впливу конструктивних параметрів на коефіцієнт корисної дії насосів ракетних двигунів верхніх ступенів» відповідає кваліфікаційним вимогам щодо дисертацій на здобуття вченою ступеня доктора філософії, а її автор, Назаренко Георгій Володимирович, заслуговує на присудження ступеня доктора філософії і за спеціальністю 134 Авіаційна та ракетно-космічна техніка.

В ОБГОВОРЕННІ ДИСЕРТАЦІЇ Г. В. НАЗАРЕНКА ВЗЯЛИ УЧАСТЬ:

Д-р. тех. наук., проф. Сокол Г.І.:

Робота гарна, експериментальна. Вона має практичне значення для виробництва і для конструкторських робіт. Я думаю, що роботу можна рекомендувати до захисту.

Д-р. тех. наук, проф. Санін А.Ф.:

Робота в науковому і практичному плані хороша, корисна і відповідає всім вимогам дисертаційної роботи на здобуття ступеня доктора філософії. Я вважаю, що робота заслуговує на захист.

Д-р. тех. наук, проф. Давидов С.О.:

Я вважаю що робота відповідає всім вимогам на здобуття ступеня доктора філософії і може бути допущена далі. Робота заслуговує на захист.

Канд. тех. наук, доц. Кулабухова А.М.:

Загальне враження позитивне, робота є чисто експериментальною. Є побажання у науковій новизні показати, який позитивний ефект дає кожен пункт наукової новизни і де його можна використовувати. Я вважаю, що роботу можна рекомендувати до захисту.

Канд. тех. наук, доц. Бучарський В.Л.:

Я вважаю, що робота в такому вигляді, в якому вона є, може бути рекомендована до захисту.

Канд. тех. наук, доц. Лабуткіна Т.В.:

Є таке побажання, при проведенні захисту роботи необхідно дослідити питання, які негативні фактори виникають при зміні конструктивних параметрів насоса при його модернізації. Робота рекомендується до захисту.

ВИСНОВОК

Актуальність теми дисертації. Сучасний РРД повинен мати високу надійність у всьому діапазоні експлуатаційних умов, високі характеристики, що

дозволяє збільшити масу корисного вантажу. Вартість відпрацювання і виготовлення двигуна повинна бути низькою, що дозволить підвищити його конкурентоспроможність на ринку РН.

Найбільш ефективний спосіб у розробці нового РРД – модернізація вузлів і агрегатів у відпрацьованих РРД, надійність яких була неодноразово перевірена протягом багатьох запусків РН. Це дозволяє зменшити вартість і час відпрацювання РРД. Однак, параметри наявних вузлів і агрегатів у відпрацьованих РРД, розроблених ще у ХХ столітті, як правило, нижчі ніж ті, що потребує сьогодення. Тому важливим завданням стає підвищення параметрів наявних вузлів і агрегатів у відпрацьованих РРД. Це дозволяє не розробляти вузол або агрегат РРД наново, а лише покращити один або кілька його елементів, за допомогою яких підвищаться параметри агрегату РРД в цілому. Такі рішення дозволяють економити час і матеріальні ресурси у процесі створення нового РРД.

Турбонасосний агрегат – це один із найскладніших агрегатів РРД з насосною системою подачі палива. Від значень коефіцієнта корисної дії (ККД) насосів і питомої роботи газу турбіни ТНА залежить питомий імпульс тяги РРД без допалювання. Для використання схеми з допалюванням від ККД насосів і турбіни залежить баланс потужності ТНА. Особливо проблематичним постає таке питання для РРД РН верхніх ступенів тягою менше 20000 Н сили. Тому підвищення ККД насосів агрегатів системи подачі – одна із найважливіших задач в розробці сучасного РРД РН верхніх ступенів з високим значенням питомого імпульсу тяги і забезпечення балансу потужності для РРД РН верхніх ступенів тягою менше 20000 Н сили. У сучасній літературі мало інформації по підвищенню ККД насосів ТНА РРД РН верхніх ступенів. Відсутній комплексний підхід по визначенню впливу конструктивних параметрів насоса ТНА РРД на його ККД.

Завдання, що вирішуються в дисертаційній роботі, вимагають проведення комплексного експериментально-теоретичного дослідження. У процесі, якого необхідно розробити методичні засоби, які дозволяють в сукупності досягати мети по підвищенню ККД насосів ТНА РРД шляхом удосконалення їх конструктивних параметрів.

Затвердження теми та плану дисертації. Тема дисертації «Закономірності впливу конструктивних параметрів на коефіцієнт корисної дії насосів ракетних двигунів верхніх ступенів» затверджена вченою радою Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара, науковим керівником призначено доктора технічних наук, проф. Ю.О. Мітікова (протокол № 3 від 24.10.2023 р.).

Особистий внесок автора. Автором дисертаційної роботи самостійно критично проаналізовано фахову наукову літературу за тематикою дослідження, відібрано та опрацьовано технічний матеріал для досліджень, проведено розрахунки та лабораторні випробування, здійснено аналітичну обробку отриманих результатів. Сформульовано основні положення дисертаційної роботи, практичні рекомендації та висновки. Підготовлено до друку наукові праці, в яких викладено основні положення дисертації.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, які сформульовані в дисертації. Достовірність ґрунтується на значному обсязі фактичного матеріалу, використанні необхідних та сучасних статистичних методів

аналізу даних.

Наукова новизна одержаних результатів:

- 1) встановлені залежності коефіцієнта напору, коефіцієнта корисної дії і кавітаційного коефіцієнта швидкохідності від величини зазору між плаваючими кільцями і буртами відцентрових коліс для насосів турбонасосних агрегатів рідинних ракетних двигунів ракет-носіїв верхніх ступенів, що дозволило підвищити точність визначення коефіцієнта корисної дії і кавітаційного коефіцієнта швидкохідності;
- 2) визначена і експериментально підтверджена оптимальна форма упорного кільця, яке слугує упором для плаваючого кільця, розташованого на передньому бурту відцентрового колеса, при якій забезпечується підвищення антикавітаційної якості насосів турбонасосних агрегатів рідинних ракетних двигунів ракет-носіїв верхніх ступенів;
- 3) визначені і обґрунтовані граничні умови, за яких наявність перепускних отворів у провідному диску відцентрового колеса підвищує коефіцієнт корисної дії насосів турбонасосних агрегатів рідинних ракетних двигунів ракет-носіїв верхніх ступенів.

Практичне значення результатів дослідження.

1. Розроблена експериментально-теоретична модель розрахунку необхідної кількості змін конструктивних параметрів для підвищення ККД наявних насосів ТНА РРД РН верхніх ступенів при їх модернізації. Також результати даної роботи можна використовувати в проектуванні нових насосів ТНА РРД РН верхніх ступенів для отримання максимально можливого значення ККД.
2. Розроблена експериментально-теоретична модель розрахунку величини кавітаційного коефіцієнта швидкохідності за модернізації наявних насосів ТНА РРД РН верхніх ступенів.
3. Створено методичне і інформаційне забезпечення, алгоритми, програмні засоби і методики, які були використані під час проектування РРД у ДП «КБ «Південне». Є акт впровадження отриманих результатів в практику проектування РРД у ДП «КБ «Південне».

Повнота викладення матеріалів дисертації в опублікованих працях та особистий внесок у них автора. Основні матеріали дисертаційної роботи відображено у 13 наукових публікаціях: 1 стаття у журналі, який індексується у наукометричній базі Scopus, Q3 відповідно до класифікації SCImago Journal and Country Rank, 5 статей у вітчизняних фахових виданнях категорії Б, 7 матеріалів міжнародних та вітчизняних конференцій.

Публікації Назаренка Г. В. відповідають вимогам пп. 8, 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 (із змінами).

Список робіт, опублікованих за темою дисертації, та конкретний внесок здобувача:

1. Назаренко Г.В., Филиппенко П.П., Дешевых С.А. Экспериментальное исследование зависимости энергетических характеристик насоса окислителя двигателя РД861К от его конструктивных особенностей «Механіка гіроскопічних систем», №33, 2017. С. 34–43. <https://doi.org/10.20535/0203-3771332017119193>. (особистий внесок: аналіз характеристик ККД насосові дух двигуні РД861К і РД861, встановлення конструктивних змін які впливають на величини ККД досліджуваних насосів, формулювання висновків).

2. Назаренко Г. В., Філіпенко, П. П., Дешевих С. О., Аналіз впливу конструктивних особливостей проточної частини шнеко-відцентрового насоса на його кавітаційну характеристику. Науково-технічний журнал «Авіаційно-космічна техніка і технологія», 2018, №7(151). С. 32-39. <https://doi.org/10.32620/aktt.2018.7.05>. (Фахове видання) (особистий внесок: аналіз кавітаційних характеристик насосові дух двигуні РД861К і РД861, визначення конструктивних параметрів які впливають на величину кавітаційного зрива насоса, часткове проведення експериментів, обробка експериментальних даних формулювання висновків).

3. H.Nazarenko. Analytical and experimental assessment of screw centrifugal pump at improving its design. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, 2021. no. 4. P. 63-68. <https://doi.org/10.33271/nvngu/2021-4/063> (Scopus, Q3).

4. Назаренко Г.В., Філіпенко П.П., Дешевих С.А., Мітіков Ю.А. Сучасний стан і перспективи розвитку енергетичної досконалості лопатевих насосів. *Системне проектування та аналіз характеристики аерокосмічної техніки*, Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, 2019. т. XXVII. С. 58-71 <https://doi.org/10.15421/452106> (Фахове видання) (особистий внесок: аналітичний огляд літератури по питанню підвищення ККД насосів використаних в різних сферах промисловості, визначення основних напрямків підвищення ККД для сучасних лопатевих насосів, формулювання висновків).

5. Назаренко Г.В. Вплив перепускних отворів у провідному диску відцентрового колеса шнековідцентрового насоса РРД на його напір, ККД і кавітаційні характеристики. *Системне проектування та аналіз характеристики аерокосмічної техніки*. Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара 2022 –т. XXX – С. 65-73 <https://doi.org/10.15421/472207> (Фахове видання, категорії Б).

6. H.Nazarenko. Analysis of the influence of the design parameters of the upper stage liquid propellant rocket engine pump on its cavitation characteristics. *Вісник Дніпровського університету. Серія: Ракетнокосмічна техніка*. Т. 32 No. 4 (2023) С. 3-14 DOI: <https://doi.org/10.15421/452324>. (Фахове видання, категорії Б)

Список публікацій, які засвідчують апробації матеріалів дисертації

1. Назаренко Г.В., Філіпенко П.П., Дешевих С.А. Вплив конструктивних особливостей на енергетичні характеристики насоса окислювача двигуна РД861К. тези XIX Міжнародної молодіжної науково-практичної конференції «Людина і космос»: Збірник тез., м. Дніпро 12–14 квітня 2017 р. / Нац. центр аерокосмічної освіти молоді ім. О. М. Макарова. Дніпро, 2017. С. 70. Форма участі: очна.

(Особистий внесок: аналітичний огляд експериментальних результатів, визначення конструктивних параметрів які впливають на ККД).

2. Назаренко Г.В., Філіпенко П.П., Дешевих С.А. Аналіз енергетичної досконалості лопатевих насосів. Сучасний стан і перспективи розвитку. тези ХХ Міжнародної молодіжної науково-практичної конференції «Людина і космос»: Збірник тез., м. Дніпро 11–13 квітня 2018 р. / Нац. центр аерокосмічної освіти молоді ім. О. М. Макарова. Дніпро, 2018. С. 79. Форма участі: очна. *(Особистий внесок: аналітичний огляд, часткове визначення шляхів підвищення ККД насосів).*

3. G Nazarenko, P. Filippenko, S. Deshevykh. Experimental processing of energy characteristics of the oxidizer pump of РД861К engine. theses VI International conference «Space technologies: present and future»: Collection of theses, Dnipro, 23–26 may 2017. / Yuzhnoye State Design Office, Dnipro, 2017. P. 153. Форма участі: очна. *(Особистий внесок: аналітичний огляд, частковий аналіз конструктивних параметрів які підвищують ККД насосів).*

4. Назаренко Г.В., Філіпенко П.П., Дешевих С.А., Аналіз впливу конструктивних особливостей проточної частини шнековідцентрового насоса на його кавітаційні характеристики. тези ХХІІІ Міжнародного конгресу двигунобудівників: Збірник тез., п.г.т. Коблево 2–8 вересня 2018 р, / Пансіонат «Щасливий» п.г.т. Коблево, 2018. С. 12. Форма участі: очна. *(Особистий внесок: аналітичний огляд, частковий збір та обробка експериментальних даних,).*

5. Назаренко Г.В., Філіпенко П.П., Стрельченко А.Ю., Дешевих С.А. Дослідження впливу конструктивних особливостей шнека на енергетичні і антикавітаційні властивості шнековідцентрових насосів РРД. тези ХХІ Міжнародної молодіжної науково-практичної конференції «Людина і космос»: Збірник тез., м. Дніпро 12–14 квітня 2019 р. / Нац. центр аерокосмічної освіти молоді ім. О. М. Макарова. Дніпро, 2019. С. 58. Форма участі: очна. *(Особистий внесок: аналітичний огляд, частковий збір та обробка експериментальних даних, аналіз результатів випробувань).*

6. Назаренко Г.В., Сукач, С.А., Дешевих С.А. Розробка методики для визначення характеристик шнековідцентрового насоса при вдосконаленні його конструкції. тези ХХІІІ Міжнародної молодіжної науково-практичної конференції «Людина і космос»: Збірник тез., м. Дніпро 14–16 квітня 2021 р. / Нац. центр аерокосмічної освіти молоді ім. О. М. Макарова. Дніпро, 2021. С. 38. Форма участі: очна. *(Особистий внесок: аналітичний огляд, частковий збір та обробка експериментальних даних, розробка розрахункової методики).*

7. G Nazarenko, P. Filippenko, S. Deshevykh, L. Ivchenko. Influence of the centrifugal wheel's slit gasket value on the power and anti-cavitation properties of the liquid rocket engine inducer-centrifugal pumps. theses VII International conference «Space technologies: present and future»: Collection of theses, Dnipro, 21–24 may 2019. / Yuzhnoye State Design Office, Dnipro, 2019. P. 154. Форма участі: очна. *(Особистий внесок: аналітичний огляд, частковий аналіз конструктивних параметрів які підвищують ККД насосів).*

На підставі заслуховування та обговорення доповіді Г.В. Назаренка про основні положення дисертаційної роботи, питань та відповідей на них, виступів фахівців

УХВАЛИЛИ:

1. Вважати, що за актуальністю, ступенем новизни, обґрунтованості, наукової та практичної цінності здобутих результатів дисертація Назаренка Георгія Володимировича на тему «Закономірності впливу конструктивних параметрів на коефіцієнт корисної дії насосів ракетних двигунів верхніх ступенів» відповідає вимогам, викладеним у «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).
2. Рекомендувати дисертацію Назаренка Георгія Володимировича на тему «Закономірності впливу конструктивних параметрів на коефіцієнт корисної дії насосів ракетних двигунів верхніх ступенів» до захисту в спеціалізованій вченій раді для разового захисту дисертації на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 134 Авіаційна та ракетно-космічна техніка.
3. Клопотати перед вченою радою університету розглянути питання про створення спеціалізованої вченої ради для разового захисту дисертації на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 134 Авіаційна та ракетно-космічна техніка Назаренка Георгія Володимировича у такому складі:

№ з/п	Прізвище, ім'я по батькові	Місце основної роботи. Підпорядкування, посада	Науковий ступінь, шифр, назва спеціальності за якою захищена дисертація. Рік присудження	Вчене звання	Наукові публікації
1	Давидов Сергій Олександрович (голова)	Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, Міністерство освіти і науки України, професор кафедри	Доктор технічних наук, 05.07.02 - проектування, виробництво та випробування літальних апаратів, 2009 р.	професор кафедри проектування і конструкцій літальних апаратів, 2011 р.	1. Pozdnuyshev M.O., Davydov S.A. Experimental research on hydraulic resistance of deformed woven meshes // Науковий вісник національного гірничого університету – Дніпро, 2020. – № 5 – С. 75 – 81. ISSN (print) 2071-2227, ISSN (online) 2223-2362. https://doi.org/10.33271/nvngu/2020-5/075 . (Scopus). 2. Давидов С.О., Журавель П.І., Кривенко А.А., Левченко

		ракетно-космічних та інноваційних технологій			<p>В.Ю. Вплив температури на працездатність паливної системи космічних літальних апаратів // «Системне проектування та аналіз характеристик аерокосмічної техніки» - Збірник наукових праць. – Дніпро, 2022. – Т. 30. – С. 3-13. – ISSN (print) 2524-0188, ISSN (online) 2524-0196. https://doi.org/10.15421/472201. (фахове видання, категорія Б).</p> <p>3. Давидов С.О., Давидова А.В., Склярський Ш.А., Чуприна А. А. Математичне моделювання взаємодії сітчастих розділювачів фаз с газовими пузирями в умовах змінного поля масових сил // «Системне проектування та аналіз характеристик аерокосмічної техніки» - Збірник наукових праць. – Дніпро, 2021. – Т. 29. – С. 23-38. – ISSN (print) 2524-0188, ISSN (online) 2524-0196. https://doi.org/10.15421/472109. (фахове видання, категорія Б).</p>
2	Павленко Іван Володимирович (опонент)	Сумський державний університет, професор кафедри комп'ютерної механіки	д.т.н., 05.17.08 – процеси та обладнання хімічної технології 2020 р.	Професор кафедри комп'ютерної механіки імені Володимира Марцинковського 2021 р	<p>1. Pavlenko I., Kulikov O., Ratushnyi O., Ivanov V., Pitel J., Kondus V. (2023). Effect of impeller trimming on the energy efficiency of the counter-rotating pumping stage. Applied Sciences, Vol. 13(2), 761, https://doi.org/10.3390/app13020761 (Scopus).</p> <p>2. Pavlenko I., Ciszak O., Kondus V., Ratushnyi O., Ivchenko O., Kolisnichenko E., Kulikov O., Ivanov V. (2023). An Increase in the Energy Efficiency of a New Design of Pumps for Nuclear Power Plants. Energies, Vol. 16(6), 2929, https://doi.org/10.3390/en16062929 (Scopus).</p> <p>3. Ivchenko O., Andrusiak V., Kondus V., Pavlenko I., Petrenko S., Krupińska A., Włodarczak S., Matuszak M., Ochowiak M. (2023). Energy Efficiency Indicator of Pumping Equipment Usage. Energies, Vol. 16(15), 5820,</p>

					https://doi.org/10.3390/en16155820 (Scopus).
3	Долгополов Сергій Іванович (опонент)	Інститут технічної механіки НАН і ДКА України, відділ динаміки гідродинамічних і віброзахисних систем, старший науковий співробітник	Кандидат технічних наук, 05.05.03 – двигуни та енергетичні установки літальних апаратів, 15.09.2006 р	Старший науковий співробітник, 2007 р.	<p>1. Долгополов С І. Математичне моделювання жорстких режимів збудження кавітаційних автоколивань у системі живлення рідинних ракетних двигунів. Техн. механіка. 2021. № 1. С. 29–36. https://doi.org/10.15407/itm2021.01.029 (фахове видання, категорія Б)</p> <p>2. Dolgoplov, S. I. (2023). Generalization of Experimental Elasticity of Cavitation Bubbles in LRE Pumps that Differ Significantly in Size and Performance. Sci. innov., 19(5), 71–88. https://doi.org/10.15407/scine19.05.071 (Scopus).</p> <p>3. Пилипенко О. В., Николаєв О. Д., Хоряк Н. В., Долгополов С І., Башлій І. Д. Сучасні проблеми низькочастотної динаміки рідинних ракетних двигунних установок. Техн. механіка. 2021. № 3. С. 9–22. https://doi.org/10.15407/itm2021.03.009 (фахове видання, категорія Б)</p>
4	Бучарський Валерій Леонідович (рецензент)	Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, Міністерство освіти і науки України, доцент кафедри двигунобудування	Кандидат технічних наук, 05.05.03 – двигуни та енергетичні установки, 1992 р.	Доцент кафедри енергетики, 2007 р.	<p>1. Dubrovskiy I., Bucharskiy V. The application of the extended cells method to simulate the flow of combustion gases in the LPRE camber // Вісник ДНУ ім. О. Гончара. Серія: Ракетно-космічна техніка. – 2023. – №31. – С.32 – 39. ISSN 2409-4056. https://doi.org/10.15421/452305. (фахове видання, категорія Б).</p> <p>2. Dubrovskiy I., Bucharskiy V. Development of a method of extended cells for the formulation of boundary conditions in numerical integration of gas dynamics equations in the domains of a curvilinear shape // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2020. – Vol. 5, no. 7 (107). – P. 74–82. ISSN 1729-3774. https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.213795 (Scopus)</p> <p>3. Dubrovskiy, I., & Bucharskiy, V. (2023). Devising a method to design supersonic nozzles of rocket engines by using numerical analysis methods. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 6(1 (126)), 61–67. https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.290583 (Scopus)</p>

5	Золотько Олександр Євгенович (рецензент)	Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, Міністерство освіти і науки України, доцент кафедри двигунобудування	Кандидат технічних наук, 05.05.03 – двигуни та енергетичні установки, 18.10.1996 р.	Доцент кафедри двигунобудування, 2005 р.	<p>1. Золотько О. Є., Золотько О. В., Сосновська О. В., Аксьонов О. С., Савченко І. С. Особливості конструктивних схем двигунів з імпульсними детонаційними камерами // Aerospace technic and technology. – 2020. – № 2. – С. 4–10. https://doi.org/10.32620/aktt.2020.2.01 (фахове видання, категорія Б).</p> <p>2. Сосновська О.В., Золотько О. Є., Золотько О. В., Столярчук В. В. Ежекторний детонаційний двигун на екологічно чистих компонентах палива // Aerospace technic and technology. 2021. № 4. С. 20–27. URL: https://doi.org/10.32620/aktt.2021.4.03 (дата звернення: 14.03.2024). (фахове видання, категорія Б)..</p> <p>3. Aksonov O., Zolotko O., Marchenko O. On the determination of the specific heat flux value in a pulse detonation engine's chamber // Journal of Rocket-Space Technology. – 2023. – Vol. 31, № 4. – P. 20–25. https://doi.org/10.15421/452303 (фахове видання, категорія Б).</p>
---	--	---	---	--	--

Усі кандидатури членів ради відповідають вимогам пп. 14, 15 «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 (із змінами).

Результати відкритого голосування:

«За» – 24 осіб.

«Проти» – немає.

«Утрималися» – немає.

Рішення прийнято одногосно.

Голова міжкафедрального семінару



Анатолій САНН

Секретар



Тетяна ЛАБУТКІНА