

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу
Міная Олександра Миколайовича
на тему «Залежність проектних параметрів капілярних засобів
забезпечення суцільності палива від терміну їх експлуатації»,
представлену на здобуття ступеня доктора філософії
в галузі знань 13-Механічна інженерія
за спеціальністю 134-Авіаційна та ракетно-космічна техніка

Актуальність теми дисертації.

Актуальність дисертації визначається необхідністю розв'язання науково-технічного завдання – забезпечення гарантованого функціонування космічних літальних апаратів з тривалим терміном експлуатації, що пов'язано з чергуванням активних ділянок траєкторії, коли працює рушійна установка, та пасивних ділянок, на яких рідинні компоненти палива в баках знаходяться під впливом мікрогравітації і внаслідок різноманітних збурюючих факторів можуть займати в них будь-яке положення.

Вирішення зазначеного завдання має комплексний характер та пов'язане з визначенням впливу на основні параметри капілярних засобів забезпечення суцільності палива зміни структурних та геометричних характеристик чарунок сітчастих розподільовачів фаз в наслідок їх тривалого терміну експлуатації у хімічно агресивних компонентах палива (азотному тетроксиді та несиметричному диметилгідрозині) та під їх парами. Тому дисертаційна робота здобувача Міная О. М. є актуальною.

Дисертаційна робота виконана в рамках реалізації Концепції Загальнодержавної цільової науково-технічної космічної програми України на 2021-2025 роки, відомчої тематики ДП «КБ «Південне» та науково-дослідних робіт ДНУ імені Олеса Гончара.

За результатами проведених здобувачем науково-експериментальних робіт розроблено удосконалений підхід до визначення основних проектних параметрів сітчастих розподільовачів фаз капілярних засобів забезпечення суцільності

палива з тривалим терміном експлуатації. Це дозволяє підвищити точність визначення статичної і динамічної капілярної утримуючої здатності; еквівалентного капілярного діаметру пор; коефіцієнту гідравлічного опору і мінімально потрібну площу змоченої поверхні сітчастого розділювача фаз. За рахунок цього здійснюється вибір оптимальних значень коефіцієнтів запасу і типорозмірів сітки ще на етапі ескізного проектування, оптимізації обраної конструкції капілярного засобу забезпечення суцільності палива і підвищення її надійності при зменшенні загальних часових та матеріально технічних витрат на виконання проектних робіт.

Оцінка змісту дисертації, її завершеності та дотримання принципів академічної доброчесності.

Дисертація складається з вступу, 4 розділів, висновків, списку літератури та додатків. Загальний обсяг дисертації 252 сторінки.

У вступі автором висвітлено актуальність теми, наведено огляд стану питання, обґрунтовано завдання та основні напрямки проведених досліджень.

У першому розділі дисертації автором наведено результати аналізу існуючих типів конструкцій капілярних засобів забезпечення суцільності палива, їх складових елементів, умов функціонування та основних проектних параметрів. Показано, що на зміну основного проектного параметра – капілярної утримуючої здатності сітчастого розділювача фаз – під час тривалого терміну експлуатації впливають корозійні процеси, наслідки яких призводять до зміни геометричних характеристик чарунок сітки та контактного куту змочування між поверхнею розділу фаз «рідина-газ» та конструкційним матеріалом сітки.

У другому розділі дисертації виконано аналіз результатів, що отримано методами дослідження складу та будови поверхонь матеріалів (рентгено-флуоресцентний; рентгено-структурний; атомно-абсорбційний; потенціометричний; турбодиметричний методи дослідження; інфрачервона спектроскопія та хромато-мас-спектрометрія), наявності, типу та швидкості корозії основного конструкційного матеріалу дослідних сіток з нержавіючої сталі марки 12X18H10T внаслідок їх тривалого терміну перебування в хімічно

агресивних компонентах ракетного палива: азотному тетроксиді та несиметричному диметилгідразині і під їх парами.

У третьому розділі дисертації наведено результати експериментального дослідження (бульбашковим методом) закономірностей зміни капілярної утримуючої здатності сітчастих розділювачів фаз протягом тривалого терміну їх експлуатації.

У четвертому розділі дисертації на основі визначених при науково-експериментальних дослідженнях закономірностей розроблені інженерні методики розрахунку основних проектних параметрів сітчастих розділювачів фаз капілярних засобів забезпечення суцільності палива з тривалим терміном експлуатації, а саме: статичної капілярної утримуючої здатності; динамічної капілярної утримуючої здатності; гідравлічного опору. Було також визначено межі використання вдосканалених математичних моделей.

Дисертаційна робота Міная О. М. виконана на високому науковому рівні, вона не порушує принципів академічної доброчесності та є закінченим науковим дослідженням, сукупність теоретичних та практичних результатів якого розв'язує поставлене наукове завдання, що має істотне значення для проектування капілярних засобів забезпечення суцільності палива з тривалим терміном експлуатації.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.

Обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій, котрі містяться у дисертації, підтверджуються розрахунками, побудованими з застосуванням комплексного метода, який включає аналіз і узагальнення результатів відомих теоретичних досліджень та фізичних експериментів, сучасні теоретичні й експериментальні методи аналізу хімічного складу речовин і мікроструктури матеріалу, для оцінки їх складу і стану, а також результатами експериментальних досліджень капілярних процесів, що відбуваються на межі розділу фаз рідина-газ.

Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження, що рецензується, полягає в наступному:

1. Уточнено залежність швидкості корозії основного конструкційного матеріалу сітчастого розділювача фаз в дослідних компонентах палива і під їх парами.

2. Вперше виявлено, що корозія сталі 12X18H10T у газовій фазі азотного тетроксиду та несиметричного диметилгідразину протікає $\sim 1,5$ рази швидше, ніж у рідкій. Вона складає $1,91 \cdot 10^{-4}$ мм на рік для азотного тетроксиду та $2,13 \cdot 10^{-4}$ мм на рік для несиметричного диметилгідразину, що еквівалентно збільшенню розміру чарунок (на 31 рік експлуатації) з номінального значення у 80 мкм до 91,8 мкм (для азотного тетроксиду) та 93,2 мкм (для несиметричного диметилгідразину).

3. Виявлено закономірності процесу втрати капілярної утримуючої здатності внаслідок порушення рівноваги зовнішніх та внутрішніх сил на поверхні розподілу фаз «рідина-газ» капіляру в чарунці сітки, що залежать від терміну перебування конструкційного матеріалу сітки в агресивних компонентах палива, фази (рідка чи газова) і типу компоненту (азотний тетроксид чи несиметричний диметилгідразин). Отримано графіки лінійної регресії зміни значень капілярної утримуючої здатності сітчастих розділювачів фаз за часом.

4. Вперше отримано, що у разі тривалого терміну перебування конструкційного матеріалу сітки № 008 в газовій фазі несиметричного диметилгідразина (31 рік), внаслідок адгезійних процесів на поверхні металу з часом відбувається поступове збільшення контактного кута змочування θ з 0° до 25° .

5. Отримано нові (більш точні) коефіцієнти для напівемпіричної математичної моделі критичного числа Бонда, що суттєво підвищує точність визначення основних параметрів сітчастих розділювачів фаз при проектуванні капілярних засобів забезпечення суцільності палива.

6. Подальшого вдосконалення отримали математичні моделі визначення проектних параметрів капілярних засобів забезпечення суцільності палива за рахунок введення до них змінної складової – функції часу.

Отже, в дисертаційній роботі поставлене наукове завдання виконано повністю, автор повною мірою оволодів методологією наукової діяльності.

Розглянувши звіт подібності за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадіння, можна зробити висновок, що дисертаційна робота Міная Олександра Миколайовича є результатом самостійних досліджень здобувача і не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень. Використані ідеї, результати і тексти інших авторів мають належні посилання на відповідне джерело.

Мова та стиль викладення результатів.

Дисертаційна робота написана грамотною технічною мовою. Матеріали дисертації мають змістовну цілісність, послідовність та завершеність.

Дисертаційну роботу оформлено відповідно до вимог наказу МОН України від 12 січня 2017 р. № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації».

Оприлюднення результатів дисертаційної роботи.

Наукові результати дисертації висвітлені у 9 наукових публікаціях здобувача, серед яких: 6 статей у наукових виданнях, включених на дату опублікування до переліку наукових фахових видань України; 3 статті у періодичних наукових виданнях, проіндексованих у базах даних Web of Science Core Collection та/або Scopus. 4 статті одноосібні. Опубліковані матеріали пройшли кваліфікаційну експертизу та безпосередньо стосується наукових результатів дисертації.

Результати дисертації були апробовані на 12 наукових фахових науково-технічних конференціях.

Таким чином, наукові результати дисертаційної роботи повністю висвітлені у наукових публікаціях здобувача.

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.

Дисертаційні дослідження виконано на високому науково-технічному рівні. Принципових зауважень щодо змісту дисертації немає, але слід звернути увагу на наступне:

1. Використання здобувачем терміну «пора(и)» при опису геометрії сіток вважаю не коректним. Найкращим є термін «чарунка(и)», який також використовується в роботі. Але, на мій погляд, для науково-технічного тексту

слід вживати термін «комірка(и)». На справедливість цього зауваження вказує смислова нісенітниця виразу «Пори дрібночарункових сіток» на стор. 3.

2. В рукопису дисертації відсутній окремий розділ, що зазвичай йде під номером 2, – «Матеріал і методика досліджень». Цей розділ здобувач включив до першого розділу рукописи «КАПІЛЯРНІ ЗАСОБИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СУЦІЛЬНОСТІ ПАЛИВА. МЕТА, ЗАВДАННЯ Й МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ», який, на мою думку, має невдалу назву для літературного огляду за темою дисертації.

3. Фотографії мікроструктур, що наведено на рис. 2.15, бажано було б мати більшої якості для більш наочної ілюстрації особливостей структури стали досліджуваних зразків.

4. На стор. 4, 28 і 125 відсутні одиниці виміру швидкості корозії поряд з їх числовими значеннями

5. З застосуванням атомно-абсорбційного аналізу визначено вміст елементів речовин, що знаходяться на поверхні зразків сіток сітчастих розділювачів фаз баку окислювача – табл. 2.4, наведено масова частка в %, але для баку пального – табл. 2.5, наведено вміст в мкг/см². Доцільно навести вміст речовин в однакових одиницях, що дозволить порівняти склад поверхневих відкладень.

6. На стор. 94 вказано, що кінетичні криві корозії сталі 12X18H10T в азотному тетроксиді свідчать про утворення на їх поверхні захисних оксидних плівок, однак самі криві не наведено, посилання відсутні, тому бажано пояснити, як автор зробив цей висновок.

Висловлені зауваження не є суттєвими і не зменшують загальну високу наукову новизну та практичну значимість результатів дисертаційної роботи й не впливають на її позитивну оцінку.

Висновок про дисертаційну роботу.

Вважаю, що дисертаційна робота Міная Олександра Миколайовича на тему «Залежність проектних параметрів капілярних засобів забезпечення суцільності палива від терміну їх експлуатації» є завершеною кваліфікаційною науковою роботою, яка виконана на високому науковому рівні та не порушує

принципів академічної доброчесності. Сукупність теоретичних та практичних результатів дисертаційної роботи Міная Олександра Миколайовича розв'язує важливе наукове завдання, що має істотне практичне значення для ракетно-космічної галузі України та відповідає вимогам п. 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.

Здобувач Мінай Олександр Миколайович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 13-Механічна інженерія за спеціальністю 134-Авіаційна та ракетно-космічна техніка.

Офіційний опонент:

старший науковий співробітник
відділу термічної обробки
металу для машинобудування
Інституту чорної металургії
НАН України ім. З.І. Некрасова,
доктор технічних наук,
старший науковий співробітник



Андрій БОРИСЕНКО

Підпис д. т. н., с. н. с. А. Ю. Борисенка ЗАСВІДЧУЮ:

Вчений секретар Інституту чорної металургії

НАН України ім. З.І. Некрасова

кандидат технічних наук



Лариса ГАРМАШ