

## **ВІДГУК**

офіційного опонента на дисертаційну роботу

Літота Олександра Володимировича

на тему «Суцільнокомпозитні безлейнерні криогенні паливні бака»,

представлену на здобуття ступеня доктора філософії

в галузі знань 13 Механічна інженерія

за спеціальністю 134 Авіаційна та ракетно-космічна техніка

### **Актуальність теми дисертації.**

З огляду на необхідність підвищення міцності та зменшення маси об'єктів ракетно-космічної техніки з вуглепластиків розробка безлейнерного суцільнокомпозитного паливного баку для криогенних компонентів є актуальною науково-технічною задачею. Актуальність даної роботи підтверджується і тим, що дані дослідження є складовою частиною науково-дослідних робіт Державного Підприємства «Конструкторське Бюро «Південне» ім. М.К. Янгеля».

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

Вирішення науково-технічної задачі представлено в 5 розділах дисертації.

Робота починається з розгляду і аналізу конструкції сучасних паливних баків із композиційних матеріалів, в тому числі для криогенних компонентів палива.

Значну увагу приділено дослідженню матеріалів для створення конструкції. Це сучасні високотехнологічні конструкційні вуглепластики на основі високоміцних вуглецевих волокон та епоксидних сполучних. Розглянуто в якості елементів ущільнення роз'ємного фланцевого стику із вуглепластику – фторопласт марки Ф4. Проведено ретельний аналіз їх фізико-механічних та теплофізичних характеристик.

Представлені технологічні аспекти формування безлейнерних багатошаркових оболонок із вуглепластику, що отримують методом мокрого намотування, з розробкою спеціальної схеми армування при використанні створеного пристосування. Це дозволило забезпечити герметичність силової оболонки, яка сприймає внутрішній надлишковий тиск криогенними компонентами палива та середовищем при випробуваннях – рідким азотом.

Обґрунтовано необхідність використання фторопласту марки Ф4 як матеріалу елементів ущільнення роз'ємного фланцевого стику із вуглепластику, що експлуатується при криогенних температурах.

В роботі представлено наукову складову при вирішенні задачі оцінки багатошаркової структури методом електронно-мікроскопічного аналізу, встановлено зміни, що проходять в матеріалі при експлуатаційному навантаженні.

Оскільки об'єкт ракетно-космічної техніки перебуває в пружно-деформованому стані в процесі випробувань, аналіз характеристик паливного баку проводились з використанням тензометричних вимірів. Одним із таких методів їх оцінки це результати спеціальних теоретичних досліджень кінцево-елементного аналізу параметрів силової оболонки безлейнерного паливного баку з урахуванням впливу криогенних температур.

При проведенні випробувань на міцність та герметичність надлишковим тиском рідкого азоту зафіксовано показники тензометричних датчиків та запропоновано алгоритм і програму обробки вимірів.

Вперше для контролю стану тонкостінних силових оболонок запропоновано і реалізовано візуально-аналітичну технологію проведення, обробки та оцінки стану конструкції в процесі випробувань надлишковим тиском рідкого азоту.

Практичні результати досліджень отримано в ракетно-космічній галузі при створенні криогенних паливних баків для легких ракет-носіїв. Вони підтверджуються патентами України на корисну модель №138264 25.11.2019р., № 141527 10.04.2020р., та патенту України на винахід № 122542 25.11.2020р.

#### **Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни**

Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження полягає в наступному.

Дисертантом вперше теоретично розроблено, обґрунтовано та експериментально підтверджено технології виготовлення та випробування з використанням візуально-аналітичних методів стану конструкції суцільнокомполітного безлейнерного криогенного паливного баку із вуглепластику.

Наукові положення, висновки і рекомендації дисертанта Літота Олександра Володимировича в достатній мірі обґрунтовані.

Наукові дослідження базуються на комплексному підході до вирішення поставленого завдання з використанням широкого спектру сучасних методів математичних розрахунків, структурних та фізичних досліджень і механічних випробувань. Достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій підтверджується їх узгодженістю із загальноприйнятими уявленнями, результатами робіт провідних дослідних центрів, що спеціалізуються в цьому науковому напрямку.

Розглянувши звіт подібності за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадіння, можна зробити висновок, що дисертаційна робота Літота Олександра Володимировича є результатом самостійних досліджень здобувача, 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 здобувача написана грамотною українською мовою, має змістовну цілісність, послідовність та довершеність. Стиль виконання відповідає вимогам наукової літератури, робота виконана з використанням загальноприйнятої термінології.

Дисертаційну роботу оформлено у відповідності до вимог наказу МОН України від 12 січня 2017 року №40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації»

#### **Оприлюднення результатів дисертаційної роботи**

Наукові результати дисертації висвітлені в 12 наукових публікаціях здобувача, серед яких 11 статей у наукових виданнях, включених на дату опублікування до переліку наукових фахових видань України; 1 статтю у періодичних наукових виданнях, проіндексованих у базах даних Web of Science Core Collection та/або Scopus; 1 патент на винахід, що пройшов кваліфікаційну експертизу та безпосередньо стосується наукових результатів дисертації; 2 патенти України на корисну модель.

Також результати дисертації були апробовані на 14 наукових фахових конференціях.

Таким чином, наукові результати описані в дисертаційній роботі повністю висвітлені у наукових публікаціях здобувача.

### **Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.**

1. Здобувачем зроблено всебічний аналіз існуючих конструктивних рішень для створення паливних баків різних модифікацій (суцільнометалеві, композитні, комбіновані, сейнерні, та інші) та проведено аналіз напружено - деформованого стану силової оболонки, але не наведено інформації щодо методики проектування баку з точки зору оптимізації кутів намотування, запасу міцності та вагової складової конструкції.

2. Автором вказані назви нормативних документів для випробування зразків, але не вказані їх номери та які це стандарти (ДСТУ, ГОСТ, ASTM чи інші).

3. У разі використання різномірних матеріалів (таких як вуглепластик та фторопласт) важливим є близькість коефіцієнтів лінійного температурного розширення (КЛТР) матеріалів з метою запобігання деформацій у процесах формування або експлуатації виробу. Здобувачем проведено випробування на визначення КЛТР (стор. 52-54), але не наведено результатів цих досліджень та вплив на конструкцію баку.

4. Відомо, що якість композитних деталей залежить від оснащення на якому ця деталь виготовляється. У представленій роботі не описана технологічна складова щодо проектування та виготовлення оснащення для намотування паливного баку. Відсутній аналіз матеріалів технологічного формоутворюючого оснащення, його конструктивні особливості.

Вважаю, що висловлені зауваження не є визначальними і не зменшують загальну наукову новизну та практичну значимість результатів, та не впливають на позитивну оцінку дисертаційної роботи.

### **Висновок про дисертаційну роботу**

Вважаю, що дисертаційну роботу здобувача ступеня доктора філософії Літота Олександра Володимировича на тему: «Суцільнокомпозитні безлейнерні криогенні паливні баки» виконано на високому науковому рівні, вона не порушує принципів академічної доброчесності та є закінченим науковим дослідженням, сукупність теоретичних та практичних результатів якого розв'язує наукове

завдання, що має істотне значення для галузі знань Механічна інженерія. Дисертаційна робота за актуальністю, практичною цінністю та науковою новизною повністю відповідає вимогам чинного законодавства України, що передбачені в п.б-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 2020р. №44.

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


Офіційний опонент:

**Головний інженер ДП «АНТОНОВ», д.т.н.,**

**Лауреат Національної премії**

**України ім. Бориса Патона**



  
« 28 » 11 \_\_\_\_\_ 2023 р.  
**Олексій АНДРЕЄВ**