

Рішення
разової спеціалізованої вченої ради
про присудження ступеня доктора філософії

Здобувач ступеня доктора філософії **Морозов Андрій Володимирович**, 1977 року народження, громадянин України, освіта вища: у 1999 році закінчив Запорізький державний технічний університет і отримав повну вищу освіту за спеціальністю «Технологія машинобудування». Виконав акредитовану освітньо-наукову програму «Енергетичне машинобудування».

Разова спеціалізована вчена рада утворена наказом Національного аерокосмічного університету «Харківський авіаційний інститут», Міністерство освіти і науки України, м. Харків, від 21 травня 2025 року № 233 у складі (без змін)

голови разової

спеціалізованої вченої ради – Третяка Олексія Володимировича, доктора технічних наук, доцента, завідувача кафедри аерогідродинаміки Національного аерокосмічного університету «Харківський авіаційний інститут»;

рецензентів –

Шорінова Олександра Володимировича, кандидата технічних наук, доцента, доцента кафедри технологій виробництва авіаційних двигунів Національного аерокосмічного університету «Харківський авіаційний інститут»;

Тараненка Ігоря Михайловича, кандидата технічних наук, доцента, професора кафедри композиційних конструкцій і авіаційного матеріалознавства Національного аерокосмічного університету «Харківський авіаційний інститут»;

офіційних опонентів –

Сметанкіної Наталі Володимирівни, докторки технічних наук, професорки, завідувачки відділу вібраційних і термоміцнісних досліджень Інституту проблем машинобудування ім. А. М. Підгорного Національної академії наук України;

Долгова Миколи Анатолійовича, доктора технічних наук, професора, провідного наукового співробітника відділу механіки конструкційних матеріалів Інституту проблем міцності ім. Г. С. Писаренка Національної академії наук України;

на засіданні 02 липня 2025 року прийняла рішення про присудження ступеня доктора філософії з галузі знань 14 Електрична інженерія Морозову Андрію Володимировичу на підставі публічного захисту дисертації «Метод визначення характеристик динаміки та міцності елементів конструкцій авіаційних газотурбінних двигунів з композиційних матеріалів» за спеціальністю 142 Енергетичне машинобудування.

Дисертацію виконано в Національному аерокосмічному університеті «Харківський авіаційний інститут», Міністерство освіти і науки України, м. Харків.

Науковий керівник: Кравченко Ігор Федорович, доктор технічних наук, професор, член-кореспондент Національної академії наук України.

Дисертацію подано у вигляді спеціально підготовленого рукопису, у якому відображено нові науково обґрунтовані результати проведених здобувачем досліджень, що виконують конкретне наукове завдання і мають вагоме значення для галузі знань 14 Електрична інженерія. Дисертація виконана державною мовою і відповідає встановленим МОН вимогам щодо оформлення дисертації. Обсяг основного тексту є достатнім для розкриття теми в межах галузі 14 Електрична інженерія за спеціальністю 142 Енергетичне машинобудування. Таким чином, у дисертації дотримано вимоги п. 6 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 року № 44 (зі змінами).

Основний зміст дисертації відображено у 4 статтях, з яких 3 статті у виданнях, які входять до переліку наукових фахових видань України, та 1 стаття у виданні, що реферується в базі даних Scopus. Окрім цього, основні результати роботи опубліковані в неперіодичному виданні, яке реферується в наукометричній базі даних Scopus та тезах міжнародного конгресу двигунобудівників.

Наукові праці, у яких висвітлено основні наукові результати дисертації:

1. Морозов А. В. Визначення ефективних пружних характеристик односпрямованого композиційного матеріалу. Вчені записки *Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського*. Серія: технічні науки. 2020. Т. 31. № 2. С. 44-51.
2. Морозов А. В. Чисельне визначення ефективних пружних характеристик тривимірноармованого волокнистого композиційного матеріалу. *Авіаційно-космічна техніка і технологія*. 2020. № 8 (168). С. 121-129.
3. Морозов А. В. Метод чисельного визначення динамічних характеристик лопаті повітряного гвинта з композиційного матеріалу. *Авіаційно-космічна техніка і технологія*. 2024. № 2 (194). С. 57-64.
4. Morozov A. V., Lvov G. I. A Procedure for the Numerical Determination of the Strength Criterion Parameters of a Three-Dimensionally Reinforced Composite Material. *Strength Mater.* 2024. Vol. 56. № 1.
5. Морозов А. В. Чисельне визначення ефективних пружних характеристик тривимірноармованого волокнистого композиційного матеріалу. *XXV - міжнародний конгрес двигунобудівників: Тези доповідей*. Харків. НАКУ «ХАІ». 2020 С. 17.
6. Morozov A. V., Kravchenko I. F., Torba Yu. I., Lvov G. I. Dynamics numerical prediction for composite wide-chord fan blade. *IEEE 2nd KhPI Week on Advanced Technology*. 2021. P. 686-690.

У дискусії взяли участь голова та члени разової спеціалізованої вченої ради та висловили зауваження:

Рецензент Шорінов Олександр Володимирович:

1. У роботі відсутня інформація про визначення ефективних пружних властивостей шаруватих композиційних матеріалів, які використовуються в компонентах лопаті повітряного гвинта (обшивка, лонжерон), хоча запропонованим методом їх визначення за пунктом 2.2.2 знаходяться властивості лише одного шару композита.

2. У роботі відсутня інформація щодо характеристик матеріалу (в'язучого) тривимірно армованого композиційного матеріалу на с. 87 і с. 88.

3. У пункті 4.2 вказано кількість елементів та вузлів для моделей лопатки вентилятора (62828 елементів, 302844 вузлів) та лопаті ПГ (529301 елемент, 959365 вузлів). Однак, не надано обґрунтування, чому саме така щільність сітки оптимальною. Для модального аналізу, особливо для вищих форм коливань, які мають складніші вузлові лінії та коротші довжини хвиль, недостатня щільність сітки може призвести до значних похибок у визначенні власних частот та форм. Доцільно було б включити короткий аналіз збіжності сітки.

4. У п'ятому розділі наведено кількісні розбіжності між чисельними та експериментальними результатами (наприклад, 7,57 % для модуля пружності E_x , 6,13% для границі міцності σ_y , 4,11% для четвертої частоти коливань). Хоча ці розбіжності є прийнятними для розрахунків, проте відсутній аналіз можливих причин цих розбіжностей.

Рецензент Тараненко Ігор Михайлович:

1. На стор. 91 зазначено, що проведено розрахунок властивостей тривимірно армованого композиту. Але на рис. 2.21, 2.22, 2.24-2.27 зображено тривимірний, але двовимірно армований композит.

2. У роботі немає інформації (навіть у припущеннях) про те, чи оцінювався вплив термічного навантаження, хоча воно досить значно впливає на загальний напружено-деформований стан.

3. На початку розділу 3 йде мова про розробку “способу” розрахунку, хоча у назві та висновках записано про “метод”.

4. У розділі 5 не вказано, який композитний матеріал проходив випробування..

Офіційний опонент Сметанкіна Наталя Володимирівна:

1. У четвертому розділі розглянуто особливості застосування та програмної реалізації методу скінченних елементів для розрахунку конструкцій з композиційних матеріалів. У практичному застосуванні метода скінченних елементів часто виникає явище, що має назву «ефект запирання». Тобто оптимальна швидкість збіжності розв'язку не досягається, доки розбиття сітки не досягає певного граничного значення. Це суттєво збільшує порядок розв'язувальної системи рівнянь. У роботі не зазначено, чи виникав такий ефект у практичних розрахунках конструкцій та як здійснювався контроль точності розв'язку.

2. У п'ятому розділі з метою верифікації експериментально досліджено динамічні характеристики лопаті повітряного гвинта. Встановлено, що для частоти четвертої форми власних коливань виникає найбільша розбіжність між розрахунковим та експериментальним значенням (Таблиця 5.3), але не надано пояснення виникнення цієї розбіжності.

3. В тексті дисертації не вказано, які саме програмні засоби використовувались автором для обробки експериментальних даних.

Офіційний опонент Долгов Микола Анатолійович:

1. Для визначення міцності волокна та матриці в межах представницького елемента об'єму використовується критерій еквівалентних напружень за Мізесом. Цей підхід є виправданим для металів, але його застосування до полімерної матриці та волокна є суттєвим спрощенням. У полімерній матриці міцність в умовах стиску значно вища, ніж під час розтягу. Така поведінка краще описується критеріями міцності Мора-Кулона та Друкера-Прагера. Механізми руйнування волокна залежать від напрямку прикладання навантаження до композиційного матеріалу, що не враховується значенням напружень за Мізесом Seqv. Пояснити яким чином було вибрано цей критерій міцності.

2. У моделі прийнято умову ідеального контакту між волокном та матрицею. Однак, одним з основних механізмів руйнування композитів є відшарування волокна від полімерної матриці. Цей механізм не враховується під час аналізу локальних напружень. Це може призвести до неправильної інтерпретації початкового механізму руйнування композиційного матеріалу: модель може показувати руйнування полімерної матриці, тоді як виникає відшарування волокна в умовах значно менших навантажень.

3. У другій серії розрахунків лопатки вентилятора було досліджено вплив зміни осей симетрії матеріалу (заміна пружних властивостей по осях X та Y). Це дає змогу позбутися резонансу. Однак, наскільки таке змінювання є технологічно можливим для тривимірно армованого композиційного матеріалу? Це означає повну переорієнтацію тканини на 90° , та може призвести до появи технологічних проблем під час виготовлення армованого композиційного матеріалу.

4. Верифікація розроблених методів для таких властивостей тривимірно армованого композиційного матеріалу як E_x , E_y та G_{xy} проводилася шляхом порівняння з результатами випробувань на розтяг та зсув у площині. Однак, для тривимірно армованого матеріалу критично важливими є також такі властивості як E_z , G_{xz} , G_{yz} , які визначають стійкість до розшарування та ударних навантажень. Ці властивості були визначені чисельно, але не були підтверджені експериментально. Таким чином, верифікацію проведено частково.

5. У роботі наводиться розбіжність між розрахунком та експериментом для модуля E_x . Але цей розрахунок не враховує похибки вимірювальних приладів (наприклад, інструментальної похибки). Крім того, не оцінено вплив густини сітки кінцевих елементів на точність визначення розрахункових характеристик. Тому неможливо зробити висновок, чи є розбіжність у 7,57% статистично значущою, чи вона лежить в межах похибки експерименту.

Результати відкритого голосування:

«За» 5 членів ради,

«Проти» - членів ради.

На підставі результатів відкритого голосування разова спеціалізована вчена рада присуджує Морозову Андрію Володимировичу ступінь доктора філософії з галузі знань 14 Електрична інженерія за спеціальністю 142 Енергетичне машинобудування.

Відеозапис трансляції захисту дисертації додається.

Голова разової спеціалізованої вченої ради



Олексій ТРЕТЯК

Підпис голови разової спеціалізованої
вченої ради Олексія ТРЕТЯКА засвідчую

Учений секретар Національного
аерокосмічного університету
«Харківський авіаційний інститут»



Тетяна БОНДАРОВА

