

**ВИСНОВОК  
ПРО НАУКОВУ НОВИЗНУ, ТЕОРЕТИЧНЕ ТА ПРАКТИЧНЕ  
ЗНАЧЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДИСЕРТАЦІЇ**

Столярової Анастасії Валеріївни на тему «Гомогенізація композиційного матеріалу з порожнистими транстропними волокнами», що подана на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 113 «Прикладна математика» (галузь знань 11 «Математика та статистика»)

Дисертація Столярової Анастасії Валеріївни на тему «Гомогенізація композиційного матеріалу з порожнистими транстропними волокнами», що подана на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 113 «Прикладна математика» (галузь знань 11 «Математика та статистика»), виконана на кафедрі фундаментальної математики математичного факультету Запорізького національного університету Міністерства освіти і науки України. Тема дисертації затверджена на засіданні Науково-технічної ради Запорізького національного університету «16» листопада 2017 року, протокол № 4; уточнена «20» лютого 2020 року, протокол № 9.

Для підготовки висновку про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації «Гомогенізація композиційного матеріалу з порожнистими транстропними волокнами» Вченою радою Запорізького національного університету (протокол № 5-дф від «22» грудня 2020 року) визначено, що попередня експертиза дисертації проводитиметься на базі математичного факультету Запорізького національного університету, та призначено двох рецензентів:

1. Професора кафедри програмної інженерії Запорізького національного університету, доктора технічних наук, доцента Чопорова Сергія Вікторовича.
2. Доцента кафедри програмної інженерії Запорізького національного університету, кандидата фізико-математичних наук Кудіна Олексія Володимировича.

**1. Ступінь актуальності теми дисертації**

Здобувач, у логічно структурованій кваліфікаційній роботі, акцентує увагу на широкому застосуванні композитів як конструкційних матеріалів у різноманітних елементах споруд, машин та механізмів. У роботі переконливо обґрунтовано нагальність та важливість наукового опрацювання питань визначення напружено-деформованого стану композиційних матеріалів. Зокрема, найбільшу увагу приділено вирішенню задачі гомогенізації армованого порожнистими волокнами композиційного матеріалу з транстропними властивостями складових. Актуальні сучасні дослідження вказують на перевагу порожнистих волокон в порівнянні з суцільними при використанні у таких

композитах. Однак, наразі більшість робіт не враховують трансропні властивості компонентів вказаних композитів, а проведені дослідження більшою мірою носять експериментальний характер, оскільки врахування цілої низки параметрів (анізотропних властивостей складових композиту, схем армування, виду порожнистих волокон тощо) значно ускладнює математичну модель для вирішення поставлених задач теоретичними методами.

Відповідно, обрана А. В. Столяровою тематика дослідження односпрямованих композиційних матеріалів з порожнистими трансропними волокнами є сучасною, актуальною та має практичне значення.

## **2. Наукова новизна, теоретичне та практичне значення результатів дисертації**

Авторка розглядає основні види поздовжніх та поперечних деформацій для елементарного об'єму композиту. Метод, який обрано у роботі для знаходження ефективних пружних характеристик досліджуваних композитів, базується на використанні моделі представницького об'ємного елемента. Врахування кінематичних умов узгодження переміщень точок компонентів елементарної комірки та гомогенізованого трансропного матеріалу при вказаних деформаціях дозволило отримати аналітичні співвідношення для поздовжніх та поперечних пружних характеристик композиту.

*Наукова новизна* отриманих результатів дисертації, як зазначає здобувачка та підтверджує зміст дисертації, забезпечується тим, що розвинено метод представницького об'ємного елемента для гомогенізації односпрямованого композиційного матеріалу з трансропними матрицею та порожнистим волокном при поперечному та поздовжньому розтягу і зсуві, що ґрунтується на використанні кінематичних умов узгодження переміщень композиту та його складових. Це дозволило отримати нові наукові результати, що виражаються насамперед, у таких положеннях:

– уперше отримано аналітичні залежності для визначення поперечного модуля пружності та коефіцієнта Пуассона односпрямованого композиту з трансропними матрицею та порожнистим волокном, що є функціями пружних характеристик його складових та об'ємного вмісту матеріалу волокна та порожнини у композиті на основі розв'язання задачі гомогенізації при рівномірному поперечному розтягу та чистому поперечному зсуві;

– уперше отримано аналітичні співвідношення для розрахунку поздовжнього модуля пружності, коефіцієнта Пуассона та поздовжнього модуля зсуву односпрямованого композиційного матеріалу з порожнистими волокнами у випадку трансропних властивостей обох компонентів композиту, що залежать від пружних характеристик його складових та об'ємного вмісту матеріалу

волокна та порожнини у композиті на основі розв'язання задачі гомогенізації при рівномірному поздовжньому розтягу та чистому поздовжньому зсуві;

– уперше проведено розрахунки та проаналізовано ефективні пружні сталі композитів з порожнистими волокнами залежно від об'ємного вмісту матеріалу волокна та порожнини у композиційному матеріалі за допомогою отриманих формул.

*Теоретичне значення* отриманих результатів полягає в розвиненні методу представницького об'ємного елемента для розв'язання задачі гомогенізації композиційних матеріалів з трансропними матрицею та порожнистими волокнами та отриманні нових аналітичних залежностей.

*Практичне значення* результатів роботи полягає у можливості безпосереднього використання отриманих аналітичних співвідношень для визначення ефективних пружних сталих двохфазових односпрямованих композиційних матеріалів з порожнистими волокнами, що складаються як із ізотропних, так і трансропних компонентів. Представлені у роботі аналітичні залежності можуть бути використані у конструкторських бюро, відділах головного механіка, головного технолога та інших структурних підрозділах промислових підприємств при створенні нових композиційних матеріалів із раціональними характеристиками.

Перспектива подальших досліджень полягає в узагальненні та розповсюдженні розроблених моделей на випадки міжфазної взаємодії компонентів композиту з порожнистими волокнами у вигляді методики для обчислення ефективних пружних сталих для довільних видів навантаження та схем укладання волокон.

### **3. Наукові публікації, у яких висвітлені основні наукові результати дисертації, та повнота опублікування результатів дисертації**

Список публікацій здобувача за темою дисертації, в яких висвітлені основні наукові результати дисертації:

1. Homeniuk S., Grebenyuk S., Klimenko M., Stoliarova A. Determining the effective characteristics of a composite with hollow fiber at longitudinal elongation. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2018. № 6/7 (96). P. 6–12. DOI: 10.15587/1729-4061.2018.143406, ISSN: 1729-3774. (Категорія “А” – Scopus).

Особистий внесок: отримано формули для ефективних поздовжнього модуля пружності та коефіцієнта Пуассона для композита з трансропними матрицею та порожнистим волокном, що відображають залежність цих сталих від пружних характеристик матриці, волокна та об'ємних часток волокна та порожнини у матеріалі композита; проведено розрахунки за отриманими співвідношеннями, деякі з них представлені графічно.

Розділи дисертації: 1.1, 1.2, 2.1, 3.1, 4.1.

2. Столярова А. В., Гребенюк С. М., Клименко М. І. Поздовжній модуль пружності волокнистого композиту з перехідним шаром. *Вісник Запорізького національного університету. Фізико-математичні науки*. 2018. № 2. С. 130–142. DOI: 10.26661/2413-6549-2018-2-14, ISSN: 2413-6549. (Категорія “Б”).  
Особистий внесок: на основі представницького об’ємного елемента запропоновано підхід до визначення ефективного поздовжнього модуля пружності односпрямованого волокнистого композиційного матеріалу із особливостями структури.  
Розділи дисертації: 1.1, 2.1.
3. Grebenyuk S., Klymenko M., Stoliarova A., Titova O. Longitudinal shear modulus of the composite material with hollow fibers. *Mechanika 2019: proceedings of the 24th International scientific conference* (Kaunas, Lithuania, 17 May 2019). Kaunas: Kaunas University of Technology, 2019. P. 45–48. ISSN: 1822-2951.  
Особистий внесок: отримано формули для ефективного поздовжнього модуля зсуву композиційного матеріалу з трансропними порожнистими волокнами; на чисельному прикладі показано збіжність отриманих результатів з обчисленнями за відомими формулами для ізотропних компонентів.  
Розділи дисертації: 1.1, 1.2, 2.1, 3.2, 4.1.
4. Столярова А. В. Ефективні механічні характеристики композиційних матеріалів із трансропними порожнистими волокнами: монографія. Херсон: Видавничий дім «Гельветика», 2021. 104 с. ISBN: 978-966-992-520-6.  
Розділи дисертації: 1.1–1.3, 2.1–2.4, 3.1–3.3, 4.1–4.3.
5. Столярова А. В. Ефективний поздовжній модуль пружності та коефіцієнт Пуассона композиту з ізотропним порожнистим волокном та ізотропною матрицею. *Актуальні проблеми математики та інформатики: збірка тез доповідей Дев’ятої Всеукраїнської, шістнадцятої регіональної наукової конференції молодих дослідників* (Запоріжжя, 26–27 квітня 2018 р.). Запоріжжя: Запорізький національний університет, 2018. С. 133–134.  
Розділи дисертації: 2.1, 3.1, 4.1.
6. Столярова А. В. Ефективний поздовжній модуль пружності і коефіцієнт Пуассона композиту з трансропними матрицею та порожнистим волокном. *Сучасні проблеми машинобудування: тези доповідей конференції молодих вчених та спеціалістів* (Харків, 15–18 квітня 2019 р.). Харків: Інститут проблем машинобудування ім. А. Н. Підгорного, 2019. С. 11.  
Розділи дисертації: 3.1, 4.1.
7. Столярова А. В. Вплив перехідного шару на поздовжній модуль пружності волокнистого композиту. *Актуальні проблеми математики та інформатики: збірка тез доповідей Десятої Всеукраїнської, сімнадцятої регіональної наукової конференції молодих дослідників* (Запоріжжя, 25–



26 квітня 2019 р.). Запоріжжя: Запорізький національний університет, 2019. С. 123–124.

Розділи дисертації: 1.1, 2.1.

Основні положення роботи викладено та обговорено на науково-практичних конференціях різного рівня:

1. Дев'ята Всеукраїнська, шістнадцята регіональна наукова конференція молодих дослідників «Актуальні проблеми математики та інформатики» (Запоріжжя, 26–27 квітня 2018 р.).
2. Конференція молодих вчених та спеціалістів «Сучасні проблеми машинобудування» (Харків, 15–18 квітня 2019 р.).
3. Десята Всеукраїнська, сімнадцята регіональна наукова конференція молодих дослідників «Актуальні проблеми математики та інформатики» (Запоріжжя, 25–26 квітня 2019 р.).
4. The 24th International scientific conference «Mechanika 2019» (Kaunas, Lithuania, 17 May 2019).
5. VII Міжнародна науково-технічна конференція «Актуальні проблеми прикладної механіки та міцності конструкцій» (Запоріжжя, 23–26 травня 2019 р.).
6. VIII Міжнародна науково-технічна конференція «Актуальні проблеми прикладної механіки та міцності конструкцій» (Запоріжжя, 11–14 червня 2020 р.).

## ВИСНОВОК

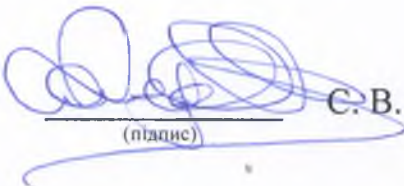
Ознайомившись із дисертацією А. В. Столярової «Гомогенізація композиційного матеріалу з порожнистими транстропними волокнами» та науковими публікаціями, у яких висвітлені основні наукові результати дисертації, а також взявши до уваги підсумки фахового семінару (протокол № 2 від «29» січня 2021 року), та те, що авторкою дотримано норм академічної доброчесності при написанні дисертаційної роботи, вважаємо, що:

1. Дисертація Столярової Анастасії Валеріївни «Гомогенізація композиційного матеріалу з порожнистими транстропними волокнами», є важливим науковим дослідженням з актуальних питань використання математичного моделювання процесів деформування композиційних матеріалів з порожнистими волокнами при розв'язуванні задач механіки деформівного твердого тіла. Робота характеризується єдністю змісту, містить наукові результати, яким властива наукова новизна, теоретичне та практичне значення, а отже, свідчить про істотний особистий внесок здобувача у розвиток прикладної математики та сучасної механіки композиційних матеріалів.

2. Дисертація Столярової Анастасії Валеріївни «Гомогенізація композиційного матеріалу з порожнистими транстропними волокнами» може бути рекомендована до захисту на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 113 «Прикладна математика» (галузь знань 11 «Математика та статистика») у разовій спеціалізованій вченій раді.

**Рецензент:**

професор кафедри програмної інженерії  
Запорізького національного університету,  
доктор технічних наук, доцент

  
(підпис) С. В. Чопоров


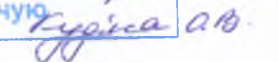
«02» лютого 2021 р.

**Рецензент:**

доцент кафедри програмної інженерії  
Запорізького національного університету,  
кандидат фізико-математичних наук

  
(підпис) О. В. Кудін

«02» лютого 2021 р.

Підпис   
засвідчую 

НАЧАЛЬНИК  
ВІДДІЛУ КАДРІВ