

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Директор Інституту енергетичних машин і систем ім. А. М. Підгорного
Національної академії наук України

_____ Андрій РУСАНОВ

« » _____ 2026 р.

ВИСНОВОК

про наукову новизну,

теоретичне та практичне значення результатів дисертаційної роботи

Успенського Бориса Валерійовича

на тему «Коливання композитних багатошарових тонкостінних конструкцій при геометрично нелінійному деформуванні», поданої на здобуття наукового ступеня

доктора технічних наук за спеціальністю

01.02.04 – механіка деформівного твердого тіла

Рішенням Вченої ради Інституту енергетичних машин і систем ім. А. М. Підгорного Національної академії наук України від 18 березня 2026 р., протокол № 3 рецензентами дисертаційної роботи Успенського Бориса Валерійовича на тему «Коливання композитних багатошарових тонкостінних конструкцій при геометрично нелінійному деформуванні», що подана на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 01.02.04 – механіка деформівного твердого тіла призначено: заступника директора з наукової роботи, доктора технічних наук, члена-кореспондента НАН України Костікова Андрія Олеговича; завідувачку відділу вібраційних і термоміцнісних досліджень, докторку технічних наук, професорку Сметанкіну Наталю Володимирівну; ученого секретаря Інституту, доктора технічних наук, старшого наукового співробітника Угрімова Сергія Вікторовича.

Тему дисертаційної роботи затверджено на засіданні вченої ради ІЕМС НАН України 15.06.2023, протокол № 6.

Дисертаційну роботу виконано у відділі нелінійної механіки та математичного моделювання Інституту енергетичних машин і систем ім. А. М. Підгорного Національної академії наук України.

Фаховий семінар для апробації докторської дисертації з залученням фахівців з галузі було проведено 16 квітня 2026 року (протокол № 2 засідання науково-технічної проблемної ради «Математичне моделювання. Механіка деформівного твердого тіла. Динаміка та міцність машин. Магнетизм технічних об'єктів»).

Рецензенти, розглянувши докторську дисертацію та наукові публікації, в яких висвітлені основні наукові результати докторської дисертації, а також за результатами фахового семінару дійшли наступних висновків:

1. Дисертаційна робота Успенського Б. В. "Коливання композитних багатошарових тонкостінних конструкцій при геометрично нелінійному деформуванні" є завершеною науково-дослідною роботою, яка спрямована на розв'язання важливої науково-практичної проблеми розробки комплексу методів для аналізу нелінійних коливань багатошарових композитних оболонок різної форми на основі математичних моделей, що враховують функціонально-градієнтні властивості нових перспективних композитних матеріалів, значні відмінності в пружних властивостях шарів, а також геометрично нелінійне деформування конструкцій.

2. Науковий рівень дисертаційної роботи відповідає діючим вимогам до атестації здобувачів наукового ступеня докторів наук, «Порядку присудження та позбавлення наукового ступеня доктора наук», затвердженого Постановою КМУ від 17 листопада 2021 року № 1197, а саме: щодо пунктів 7 та 9 – дисертаційна робота виконана у вигляді спеціально підготовленого рукопису, виконана державною мовою, є кваліфікаційною науковою працею, виконаною здобувачем самостійно, характеризується єдністю змісту, має встановлену вимогами структуру (анотацію, вступ, сім розділів, висновки, список використаних джерел, додатки), містить нові науково обґрунтовані результати проведених здобувачем досліджень, які виконують конкретне наукове завдання, що має суттєве значення для аерокосмічної, оборонної та інших галузей промисловості України.

Новизна отриманих у дисертаційній роботі результатів полягає у наступному. Розвинуто та вдосконалено моделі геометрично нелінійних коливань композитних багат шарових оболонок та метод продовження за параметром довжини дуги частотного відгуку для аналізу нелінійних коливань багат шарових оболонок. Запропоновано нову методику аналізу коливань композитних багат шарових оболонок під дією параметричних, вимушених навантажень та надзвукового газового струменя з урахуванням геометрично нелінійного деформування. Вперше запропоновано нову математичну модель для аналізу коливань складених три шарових конічно-циліндричних оболонок; виявлено біфуркаційну поведінку циліндричної оболонки під дією параметричного навантаження, що характеризується переходом від стоячої до бігучої хвилі та навпаки; отримано гомогенізовані властивості різноманітних стільникових заповнювачів. Виявлено нові властивості нелінійних параметричних коливань три шарової циліндричної оболонки під дією періодичного стискаючого навантаження; автоколивань три шарової усіченої конічної оболонки в надзвуковому повітряному струмені, в якій виявлено режими хаотичних та майже періодичних коливань; нелінійних вимушених коливань три шарової оболонки подвійної кривизни.

Практичне значення отриманих результатів полягає в тому, що розроблені математичні методи та програмне забезпечення, яке їх реалізує, дозволили провести розрахунки нелінійних коливань композитних багат шарових оболонок, що можуть представляти обтічники, адаптери, корпуси аерокосмічної та іншої техніки. Виявлено нові явища та режими коливань, які можуть виникати в таких конструктивних елементах. Запропонована методика гомогенізації стільникових заповнювачів може використовуватися для вибору оптимального типу та геометричних властивостей стільників для задоволення конкретних потреб при проєктуванні конструкцій. Наукові результати роботи використано при виконанні ряду держбюджетних та грантових тем в Інституті енергетичних машин і систем ім. А. М. Підгорного Національної академії наук України.

3. Актуальність досліджень. Застосування композитних оболонок стрімко розширюється в аерокосмічному секторі та ракетобудуванні, оборонному комплексі та автомобілебудуванні. Сучасні тенденції проєктування багат шарових оболонкових конструкцій з удосконаленими характеристиками із композитів свідчать про значне ускладнення їх структури, що проявляється у використанні функціонально-градієнтних матеріалів, стільникових заповнювачів з нетиповою структурою та ін. Це зумовлює активний розвиток досліджень з динаміки тонких композитних оболонок.

Тонкостінним композитним оболонкам притаманна складна нелінійна поведінка: автоколивання, хаотичні коливання, втрата стійкості. Ці явища характеризуються значними амплітудами коливань і можуть призводити до пошкодження та руйнування конструкцій. Тому аналіз нелінійної динаміки стає обов'язковим етапом конструювання оболонкової конструкції. Розробка нових методик дослідження нелінійних явищ у тонкостінних композитних конструкціях під впливом різних видів навантаження дозволяє

проводити аналіз, який не вдається виконати стандартними методиками, такими, як лінійний та скінченно-елементний аналіз.

Таким чином, розробка ефективних методів аналізу нелінійних коливань тонкостінних композитних конструкцій, які враховують особливості їхнього нелінійного деформування, є актуальною задачею.

4. Відповідність профілю ради. Роботу виконано в відділі нелінійної механіки та математичного моделювання Інституту енергетичних машин і систем ім. А. М. Підгорного Національної академії наук України. За напрямом наукових досліджень дисертаційна робота відповідає профілю спеціалізованої вченої ради Д 64.180.01 та паспорту спеціальності 01.02.04 – механіка деформівного твердого тіла, а саме напрямкам:

- «Загальна теорія моделей деформівних середовищ»;
- «Механіка полімерів і композиційних матеріалів»;
- «Теорія аерогідропружності».

5. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Робота виконувалась у відділі нелінійної механіки та математичного моделювання Інституту енергетичних машин і систем ім. А. М. Підгорного Національної академії наук України. Здобувач брав участь у виконанні держбюджетних та грантових тематик як виконавець окремих розділів та відповідальний виконавець, зокрема: «Композитні метаматеріали для аерокосмічних конструкцій – CoMetA» SPS G6176 (грант НАТО, 2024–2026), ДР № 0124U003710; «Оптимізація топології та підвищення міцнісних характеристик багат шарових оболонок і твердих тіл при використанні адитивних технологій» (НФДУ, 2020-2021, 2023), ДР № 0120U104923; «Розроблення програмного забезпечення для аналізу динаміки та міцності корпусних композитних елементів з наноармуванням» (МОН, 2019-2020), ДР № 0119U102947; «Використання тонкостінних композитних сендвіч-конструкцій із виготовленими адитивними технологіями стільниковими заповнювачами для підвищення динамічної міцності та зменшення питомої ваги ракет і безпілотних літальних апаратів» (НФДУ, 2024-2025), ДР № 0124U003951.

6. Оформлення дисертаційної роботи відповідає діючим вимогам, затвердженим Наказом МОН України від 12.01.2017 р. №40. Дисертаційна робота складається з вступу, семи розділів, висновків, списку використаних джерел (250 найменувань на 32 сторінках) та 5 додатків. Робота містить 77 рисунків і 28 таблиць.

7. Перелік наукових праць за темою дисертаційної роботи із зазначенням особистого внеску здобувача.

За темою дисертаційної роботи опубліковано 54 наукові праці, з них:

- 46 статей, з яких 17 включено до наукометричної бази Scopus та/або Web of Science Core Collection, з яких 14 статей опубліковано в різних журналах (у тому числі 13 статей – в журналах, віднесених до першого Q1 та другого Q2 кuartилів, 4 статті – в журналах третього Q3 і четвертого Q4 кuartилів); 20 статей – в збірниках наукових праць, що входять до переліку фахових видань Міністерства освіти і науки України; 9 статей – в наукових періодичних виданнях, продовжуваних виданнях та виданнях матеріалів конференцій (з яких 2 статті опубліковано в різних зарубіжних видавництвах);
- 8 публікацій – тези доповідей на конференціях (з яких 4 роботи видано в зарубіжних видавництвах).

Отже, вимоги пунктів 7, 8 Постанови КМУ від 17.01.2021 р. №1197 виконано.

Публікації, в яких висвітлено наукові результати дисертаційної роботи:
Статті в наукових фахових виданнях, що включені до міжнародних наукометричних баз Scopus та/або Web of Science Core Collection:

1. Avramov K.V., Chernobryvko M.V., Uspensky B.V. Free vibrations of functionally gradient cnt-infused cylindrical shells | Вільні коливання функціонально-градієнтних наноармованих циліндричних оболонок. *Space Science and Technology*. 2019. Vol. 25, № 2(117). P. 23-37. DOI: 10.15407/KNIT2019.02.023. (квартиль Q4)

Здобувачем проведено скінченно-елементне моделювання вільних коливань наноармованої циліндричної оболонки.

2. Avramov K.V., Chernobryvko M., Uspensky B., Seitzkazanova K.K., Myrzaliyev D. Self-sustained vibrations of functionally graded carbon nanotubes-reinforced composite cylindrical shells in supersonic flow. *Nonlinear dynamics*. 2019. №98. P. 1853-1876. DOI: 10.1007/s11071-019-05292-z. (квартиль Q1)

Здобувачем запропоновано методику аналізу автоколивань циліндричної оболонки в надзвуковому струмені.

3. Avramov K., Myrzaliyev D., Uspensky B., Sakhno N., Seitzkazanova K.K. Buckling of functionally graded carbon nanotubes reinforced composite joined spherical-cylindrical-spherical thin-walled structure. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part C: Journal of Mechanical Engineering Science (PIC)*. 2021. Vol. 235, issue 22. Pp. 6287-6310. DOI: 10.1177/09544062211005795. (квартиль Q2)

Здобувачу належить розробка алгоритмічного та програмного забезпечення, а також проведення оптимізаційних заходів та тестування.

4. Сахно Н.Г., Аврамов К.В., Успенський Б.В. Dynamic Instability of a Compound Nanocomposite Shell [Динамічна втрата стійкості складеною нанокомпозитною оболонкою]. *Космічна наука і технологія*. 2021, № 5 (22). С. 60-70. DOI: <https://doi.org/10.15407/knit2021.05.060>. (квартиль Q4)

Здобувачем запропоновано методику аналізу коливань складених оболонок.

5. Uspensky B., Avramov K., Sakhno N. and Nikonov O. Dynamic Instability of Functionally Graded Carbon Nanotubes-Reinforced Composite Joined Conical-Cylindrical Shell. *International Journal of Structural Stability and Dynamics*. 2022. Vol. 22, No. 7. Paper 2250039. 28 pages. DOI: 10.1142/S0219455422500390. (квартиль Q1)

Здобувачем проведено аналіз втрати динамічної стійкості складеною оболонкою.

6. Avramov K., Uspensky B. Nonlinear supersonic flutter of sandwich truncated conical shell with flexible honeycomb core manufactured by fused deposition modeling. *International Journal of Non-Linear Mechanics*. 2022. Vol. 143. Paper 104039. 18 pages. DOI: 10.1016/j.ijnonlinmec.2022.104039. (квартиль Q1)

Здобувачем проведено аналіз автоколивань тришарової конічної оболонки.

7. Avramov K., Uspensky B., Sakhno N., Nikonov O. Transient response of functionally graded carbon nanotubes reinforced composite conical shell with ring-stiffener under the action of impact loads. *European Journal of Mechanics – A/Solids*. 2022. № 91. Paper 104429. 13 pages. DOI: 10.1016/j.euromechsol.2021.104429 (квартиль Q1)

Здобувачем запропоновано модель деформування композитної конічної оболонки.

8. Uspensky B., Derevianko I., Avramov K., Polishchuk O. & Salenko A. Experimental and Numerical Study on Fatigue of Sandwich Plates with Honeycomb Core Manufactured by Fused Deposition Modelling. *Applied Composite Materials*. 2022. Vol. 29. P. 2033–2061. DOI: 10.1007/s10443-022-10057-w. (квартиль Q2)

Здобувачем проведено аналіз та узагальнення експериментальних даних та обчислювальний експеримент.

9. Derevianko I., Uspensky B., Avramov K., Salenko A., Maksymenko-Sheiko K. Experimental and numerical analysis of mechanical characteristics of fused deposition processed honeycomb fabricated from PLA or ULTEM 9085. *Journal of Sandwich Structures and*

Materials. 2022. Vol. 25, Issue 2. P. 264-283. DOI: 10.1177/10996362221137292 (квартиль Q1)

Здобувачем проведено скінченно-елементне моделювання експерименту.

10. Avramov K.V., Uspensky B.V., Derevyanko I.I., Degtyarev M.O., Polishchuk O.F., Chernobryvko M.V. Dynamic properties of nanocomposite and three-layer thin-walled aerospace elements manufactured by additive technologies. *Space Science & Technology*. 2023. Vol. 29(1). P. 52-64. DOI: 10.15407/knit2023.01.052 (квартиль Q4)

Здобувачем проведено чисельний аналіз властивостей стільникових заповнювачів та розроблено програмне забезпечення для аналізу коливань оболонкових елементів конструкцій.

11. Avramov K., Uspensky B. Nonlinear vibrations of doubly curved composite sandwich shells with FDM additively manufactured flexible honeycomb core. *Acta Mechanica*. 2023. Vol. 234, Issue 3. P. 1183–1210. DOI: 10.1007/s00707-022-03426-w (квартиль Q2)

Здобувачем реалізовано модель деформування оболонки та метод аналізу частотного відгуку.

12. Uspensky B., Avramov K., Derevianko I., Maksymenko-Sheiko K. Vibrations of Cylindrical Sandwich Shell with Fused Deposition Processed Honeycomb Core and Carbon Nanotubes Reinforced Composite Faces Sheets. *Journal of Vibration Engineering & Technologies*. 2023. Vol. 12(2). 2003–2023 DOI: 10.1007/s42417-023-00960-2 (квартиль Q2)

Здобувачем запропоновано модель деформування оболонки та розроблено програмне забезпечення для аналізу коливань оболонки.

13. Avramov K., Chernobryvko Marina, Pierre C., Uspensky Boris, Derevianko I., Maksymenko-Sheiko K. Influence of cell breakings on the buckling of composite sandwich shells with FDM additively manufactured honeycomb cores. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part G: Journal of Aerospace Engineering*. 2025. Vol. 239 (8). P. 774-791. DOI: 10.1177/09544100241308955 (квартиль Q2)

Здобувачем запропоновано підхід до моделювання недосконалості стільникового заповнювача.

14. Uspensky B., Derevianko I., Avramov K., Maksymenko-Sheiko K., Chernobryvko M. Mechanical properties of auxetic honeycombs realized via material extrusion additive manufacturing: Experimental testing and numerical studies. *Applied Composite Materials*. 2025. Vol. 32(1). P. 119–148. DOI: 10.1007/s10443-024-10269-2. (квартиль Q2)

Здобувачем проведено обчислювальні експерименти.

15. Uspensky B., Avramov K., Salenko A., Nikonov O. Dynamic instability of composite sandwich joined conical–cylindrical shell interacting with supersonic gas stream. *ZAMM – Journal of Applied Mathematics and Mechanics*. 2025. Vol. 105, Issue 5. Paper e70063. <https://doi.org/10.1002/zamm.70063> (квартиль Q3)

Здобувачем запропоновано методіку дискретизації механічних енергій оболонки та розроблено програмне забезпечення для аналізу втрати динамічної стійкості.

16. Uspensky B., Avramov K., Malyshev S., Nikonov O. Geometrically nonlinear oscillations of composite sandwich cylindrical shell with honeycomb core under axial time periodic force. *International Journal of Non-Linear Mechanics*. 2025. Vol. 178. Paper 105196. 14 pages. DOI: 10.1016/j.ijnonlinmec.2025.105196 (квартиль Q1)

Здобувачу належить розробка моделі нелінійного деформування циліндричної оболонки та застосування методу продовження за довжиною дуги для аналізу частотного відгуку

17. Avramov K., Uspensky B., Liubarskyi B.. Asymptotic analysis of resonant nonlinear oscillations of composite sandwich doubly curved shell with soft honeycomb core under axial harmonic excitation. *Acta Mechanica*. 2026. Vol. 237. P. 3069-3090. <https://doi.org/10.1007/s00707-026-04648-y> (квартиль Q2)

Здобувачем проведено скінченно-елементне моделювання власних форм оболонки.

Статті в наукових фахових виданнях України категорії «Б»:

18. Avramov K.V., Sakhno N.H., Uspensky B.V. Transient dynamic response of a nanocomposite conical shell with a ring stiffener under the action of an impact load. *Technical Mechanics*. 2020. No. 2. P. 64-78. DOI: 10.15407/itm2020.03.064

Здобувачем проведено скінченно-елементне моделювання перехідного процесу.

19. Avramov K.V., Uspenskyi B.V., Sakhno N.H., Biblik I.V. Non-stationary Response of a Carbon Nanotube-reinforced Composite Conical Shell. *Journal of Mechanical Engineering*. 2020. Vol. 23, no. 2. P. 21-32. DOI: 10.15407/pmach2020.02.021

Здобувачем розроблено математичну модель напружено-деформованого стану оболонки.

20. Avramov Kostiantyn V., Sakhno Nataliia H., Uspenskyi Borys V. Static buckling of a pre-loaded complex nano-composite shell. *Journal of Mechanical Engineering*. 2021. Vol. 24, no. 1. P. 28-35. DOI: 10.15407/pmach2021.01.028

Здобувачем проведено скінченно-елементне моделювання для верифікації результатів.

21. Успенский Б., Аврамов К., Деревянко И., Библик И. К расчету механических характеристик сотовых заполнителей, изготовленных аддитивными технологиями FDM. *Авиационно-космическая техника и технология*. 2021. Вып.1. С. 14-20. DOI: 10.32620/akt.2021.1.02.

Здобувачем проведено скінченно-елементну гомогенізацію стільникового заповнювача та отримано його пружні властивості.

22. Деревянко І. І., Аврамов К. В., Успенський Б. В., Саленко О. Ф. Експериментальний аналіз механічних характеристик деталей ракет-носіїв, виготовлених за допомогою FDM адитивних технологій. *Технічна механіка*. 2021. № 1. С. 92-100. DOI: 10.15407/itm2021.01.092

Здобувач здійснював обчислювальний супровід експерименту.

23. Avramov Kostiantyn V., Uspenskyi Borys V., Derevianko Ihor I. Analytical calculation of the mechanical properties of honeycombs printed using the fdm additive manufacturing technology. *Journal of Mechanical Engineering*. 2021. Vol. 24, №2. P. 16-23. DOI: 10.15407/pmach2021.02.016

Здобувачем проведено оптимізацію програмного забезпечення та скінченно-елементний аналіз для верифікації результатів.

24. Derevianko I.I., Uspenskyi B.V., Avramov K.V., Salenko O.F., Biblik I.V. Experimental and numerical analysis of the shear properties of honeycomb cores produced using additive technologies. *Journal of Mechanical Engineering*. 2021. Vol. 24, №4. P. 71-76. DOI: 10.15407/pmach2021.04.071.

Здобувачем проведено обчислювальний експеримент, а також узагальнено експериментальні дані

25. Uspenskyi Borys V., Avramov Kostiantyn V., Derevianko Ihor I. Vibrations of a cylindrical sandwich shell with a honeycomb core made using FDM technology. *Journal of Mechanical Engineering*. 2021. Vol. 24, №4. P. 49-60. DOI: 10.15407/pmach2021.04.049.

Здобувачем отримано власні частоти та форми коливань оболонки.

26. Avramov K. V., Uspensky B. V., Derevianko I. I. Nonlinear oscillations of a sandwich plate with a 3D-printed honeycomb core. *Technical mechanics*. 2021. № 4. P. 104-117. DOI: 10.15407/itm2021.04.104

Здобувачем проведено аналіз характеристик стільникового заповнювача та скінченно-елементне моделювання відгуку пластини.

27. Avramov Kostiantyn V., Uspenskyi Borys V., Biblik Iryna V. Instability of a Three-Layer Conical Shell with Honeycomb Structure Made by Additive Technologies. *Journal of Mechanical Engineering*. 2022. Vol. 25, no. 1. P. 6-14. DOI: 10.15407/pmach2022.01.006

Здобувачем проведено аналіз втрати стійкості положення рівноваги конічної оболонки.

28. Дерев'яно І. І., Успенський Б. В., Аврамов К. В., Саленко О. Ф. Експериментальний і числовий аналіз напруженого стану стільникових заповнювачів, виготовлених адитивними технологіями. *Технічна механіка*. 2022. № 1. С. 42-50. DOI: 10.15407/itm2022.01.042

Здобувачем проведено обчислювальний експеримент та проведено оцінку пластичних властивостей матеріалу стільників.

29. Avramov K. V., Uspensky B. V. Self-vibrations of a truncated conical sandwich shell with a honeycomb core made by additive technologies. *Technical mechanics*. 2022. №2. P. 87-100. DOI: 10.15407/itm2022.02

Здобувачем реалізовано метод продовження за параметром для аналізу автоколивань оболонки.

30. Аврамов К. В., Успенський Б. В. Вимушені коливання тришарової оболонки подвійної кривизни з пружним стільниковим заповнювачем. *Технічна механіка*. 2022. № 4. С. 79-94. DOI: 10.15407/itm2022.04.079

Здобувачем побудовано вирази для опису напружено-деформованого стану оболонки.

31. Uspenskyi B. V., Derevianko I. I., Avramov K. V., Polishchuk O. F., Salenko O. F. Multi-Cycle Fatigue of Composite Three-Layer Plates with Honeycomb Structure Made by Additive FDM Technologies: *Journal of Mechanical Engineering – Problemy mashynobuduvannia*. 2022. vol. 25, no. 3. P. 16-28. DOI: 10.15407/pmach2022.03.016.

Здобувачем побудовано S-N криві втомних властивостей матеріалу PLA та сендвіч-пластин.

32. Avramov Kostiantyn V., Uspenskyi Borys V., Urniaieva Inna A., Breslavskyi Ivan D. Bifurcations and Stability of Nonlinear Vibrations of a Three-Layer Composite Shell with Moderate Amplitudes. *Journal of Mechanical Engineering – Problemy mashynobuduvannia*. 2023. Vol. 26, no. 2. P. 6-15. DOI: 10.15407/pmach2023.02.006

Здобувачем запропоновано методику побудови біфуркаційних діаграм

33. Chernobryvko M. V., Avramov K. V., Uspenskyi B. V., Marshuba I. S. Static stability of sandwich panels with honeycomb cores made by additive technologies. *Technical mechanics*. 2023. Vol. 3. P. 88-97. DOI: 10.15407/itm2023.03.088

Здобувачем запропоновано методику аналізу деформування панелі після втрати стійкості

34. Uspenskyi B., Avramov K., Salenko O., Nikonov O. Dynamic instability in the interaction of a composite shell made by additive technologies with a gas flow. *Technical Mechanics*. 2024. Vol. 3. P. 91-109. DOI: 10.15407/itm2024.03.097

Здобувачем досліджено втрату стійкості оболонкою та проведено варіативні розрахунки.

35. Derevianko I. I., Avramov K. V., Uspenskyi B. V., Salenko O. F. Manufacturing Technology, Experimental and Numerical Analysis of Static Bending of Three-Layer Composite Plate with Honeycomb Structure. *Journal of Mechanical Engineering – Problemy Mashynobuduvannia*. 2024. Vol. 27, no. 3. P. 25-33. DOI: 10.15407/pmach2024.03.025.

Здобувачем проведено скінченно-елементне моделювання експерименту.

36. Avramov Kostiantyn V., Uspenskyi Borys V., Liubarskyi Borys H., Smetskykh Oleksii A. Linear vibrations analysis of a composite sandwich conical shell manufactured by additive technologies. *Journal of Mechanical Engineering – Problemy Mashynobuduvannia*. 2025. Vol. 28, no. 2. P. 27-35. DOI: 10.15407/pmach2025.02.027.

Здобувачем отримано власні частоти коливань оболонки.

37. Успенський Б., Аврамов К., Малишев С., Біблік І. Резонансні параметричні коливання циліндричної сендвіч-оболонки. *Технічна механіка*. 2025. № 3. С. 46-62. DOI: 10.15407/itm2025.03.046

Здобувачу належить написання програм та здійснення чисельного аналізу.

Статті в наукових періодичних виданнях, продовжуваних виданнях та виданнях матеріалів конференцій:

38. Avramov K., Sakhno N., Chernobryvko M., Uspensky B., Seitkazenova K., Myrzaliyev D. Self-sustained oscillations of nanotubes reinforced composite thin-walled structures. *2020 IEEE KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek)*: Proceedings of the 2020 conference IEEE KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek), 5–10 October 2020. P. 24–28. DOI:10.1109/KhPIWeek51551.2020.9250099

Здобувачем запропоновано модель нелінійного деформування конструкції.

39. Avramov K. V., Uspensky B. V., Sakhno N. H., Nikonov O. Buckling of Joined Functionally Graded Carbon Nanotubes Reinforced Thin-Walled Structure. *2021 IEEE 2nd KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek)*: Proceedings of the 2021 conference IEEE 2nd KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek), 13–17 September 2021. P. 323–327. DOI: 10.1109/KhPIWeek53812.2021.9570016.

Здобувачем проведено чисельний аналіз деформування конструкції.

40. Uspensky B., Avramov K., Derevianko I., Polishchuk O., Salenko O. Stiffness and Fatigue of Sandwich Plates with Honeycomb Core Manufactured by Fused Deposition Modeling. *Lecture Notes in Networks and Systems: Smart Technologies in Urban Engineering* / O. Arsenyeva, T. Romanova, M. Sukhonos, I. Biletskyi, Y. Tsegelnyk (eds.). 2023. Vol. 536. Springer, Cham. DOI: 10.1007/978-3-031-20141-7_44.

Здобувачем проведено аналіз та узагальнення експериментальних даних, а також скінченно-елементне моделювання експерименту.

41. Avramov Konstantin, Uspensky Boris. Nonlinear vibrations of sandwich shells of revolutions with carbon nanotubes reinforced composite faces and fused deposition processed honeycomb core. *2022 IEEE 3rd KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek)*: Proceedings of the 2022 conference IEEE 3rd KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek), 03–07 October 2022, P. 64–69. DOI: 10.1109/KhPIWeek57572.2022.9916364

Здобувачем проведено аналіз власних коливань оболонки та створено програмну реалізацію методу пристрілки.

42. Chernobryvko Maryna, Avramov Konstantin, Uspensky Boris. Dynamic Deformation of Functionally Graded Carbon Nanotubes-Reinforced Composite Joined Spherical-Cylindrical-Spherical Shell. *2022 IEEE 3rd KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek)*: Proceedings of the 2022 conference IEEE 3rd KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek), 03–07 October 2022. P. 785–788. DOI: 10.1109/KhPIWeek57572.2022.9916392

Здобувачем створено програмне рішення для аналізу відгуку оболонки.

43. Avramov Konstantin, Uspensky Boris, Chernobryvko Maryna, Urniaieva Inna. Geometrically Nonlinear Oscillations of Sandwich Thin-Walled Structure with Honeycomb Manufactured by Fused Deposition Modeling. *Lecture Notes in Networks and Systems: Smart Technologies in Urban Engineering* / O. Arsenyeva, T. Romanova, M. Sukhonos, I. Biletskyi, Y. Tsegelnyk (eds.). Vol. 807. 2023. Springer, Cham. DOI: 10.1007/978-3-031-46874-2_19

Здобувачем запропоновано метод аналізу частотного відгуку конструкції.

44. Uspensky B., Avramov K. Linear Parametric Vibrations of Sandwich Cylindrical Shell with Honeycomb Manufactured by FDM Additive Technology. *Lecture Notes in Networks and Systems: Smart Technologies in Urban Engineering* / O. Arsenyeva, T. Romanova, M. Sukhonos, I. Biletskyi, Y. Tsegelnyk (eds.). Vol. 807. 2023. Springer, Cham. DOI: 10.1007/978-3-031-46874-2_20

Здобувачу належить алгоритмічна та програмна реалізація моделі деформування оболонки та методу аналізу частотного відгуку.

45. Uspensky B., Avramov K., Chernobryvko M., Nikonov O. Linear Vibrations of Sandwich Cylindrical Shells with Nanocomposite Layers. *Lecture Notes in Networks and Systems: Smart Technologies in Urban Engineering* / O. Arsenyeva, T. Romanova, M. Sukhonos, I. Biletskyi, Y. Tsegelnyk (eds.). 2026. Vol. 1658. P. 140–150. DOI: 10.1007/978-3-032-06829-3_13.

Здобувачем досліджено залежність лінійних коливань оболонки від типу наноармування.

46. Avramov Konstantin, Uspensky Boris, Chernobryvko Maryna, Salenko A. Self-sustained Vibrations of Conical Sandwich Shell Interacting with Supersonic Gas Stream. *Тези доповіді на конференції Integrated Computer Technologies in Mechanical Engineering – 2024 (ICTM 2024)*. 2024. 11 pages. DOI: 10.1007/978-3-031-94852-7_38

Здобувачем проведено аналіз вільних коливань оболонки.

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

47. Kruszka L., Avramov K., Chernobryvko M., Uspensky B., Sakhno N., Mesha Y. Modeling of deformation of nanocomposite body structures considering different types of nanotubes reinforcement under gasodynamic pressure. Abstracts of the 13th Workshop of dynamic behavior of materials and its applications in industrial processes. Nicosia, Cyprus. 17-19 April, 2019. P. 371-372.

Здобувачем побудовано модель нанокомпозитного матеріалу та проведено скінченно-елементні розрахунки.

48. Аврамов К.В. Клименко Д.В., Чернобрывко М.В., Успенский Б. Флаттер тонкостенных конструкций из нанокомпозитов. Тезисы докладов Научно-практической конференции. «Современные расчетно-экспериментальные методы определения характеристик ракетно-космической техники». Дніпро, 10–12 грудня 2019. С. 36.

Здобувачем запропоновано методику аналізу автоколивань оболонки.

49. Chernobryvko Marina, Uspensky Boris, Avramov Konstantin, Sakhno Nataliia, Mesha Yurii, Kruszka Leopold. Advantages of using nanocomposite materials for manufacturing of body armour suit's plates. Proceedings of the Light-Weight Armour Group for Defense and Security Conference. – October 8–9, 2019. – Roubaix, France. – P. 306-311.

Здобувачем проведено скінченно-елементні розрахунки деформування нанокомпозитних пластин.

50. Аврамов К.В. Чернобрывко М.В., Успенський Б.В., Сахно Н.Г. Моделирование деформування корпусних елементів ракет з нанокомпозитного матеріалу при нестационарному навантаженні. Матеріали конференції «Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я. 2020». – 13–15 травня 2020. Ч. 1. С. 61.

Здобувачем запропоновано підхід до дискретизації математичних моделей деформування складених оболонок.

51. Аврамов К.В., Успенский Б.В., Сахно Н.Г. Нестационарная динамика функционально-градиентной усиленной углеродными нанотрубками композитной составной оболочечной конструкции. Матеріали II міжнародної науково-технічної конференції «Динаміка, міцність та моделювання в машинобудуванні» 5–8 жовтня 2020 року, Харків. С. 379-380.

Здобувачем проведено скінченно-елементне моделювання для верифікації результатів.

52. Успенский Б.В., Аврамов К.В., Сахно Н.Г. Динамическая неустойчивость составных нанокомпозитных оболочек в сверхзвуковом газовом потоке. Матеріали II міжнародної науково-технічної конференції «Динаміка, міцність та моделювання в машинобудуванні» 5–8 жовтня 2020 року, Харків. С. 336

Здобувачем отримано власні частоти та форми коливань конструкції.

53. Avramov Konstantin, Uspensky Borys. Nonlinear vibrations of sandwich shells with additive manufactured flexible honeycomb core interacting with supersonic gas flow. ENOC 2020+2, July 17-22, 2022, Lyon, France.

Здобувачем запропоновано методику дискретизації рівнянь руху оболонки.

54. Avramov Konstantin, Uspensky Boris, Chernobryvko Marina. Self-sustained Vibrations and Dynamic Instability of Functionally Graded Carbon Nanotubes Reinforced Composite Shells. ENOC 2020+2, July 17-22, 2022, Lyon, France.

Здобувачем запропоновано методику аналізу автоколивань нанокompозитної циліндричної оболонки.

Наведені публікації містять результати безпосередньої роботи дисертанта на окремих етапах дослідження, повною мірою відображають основні положення та висновки роботи. Авторська участь здобувача в опублікованих наукових працях погоджена зі співавторами.

8. Апробація результатів досліджень. Загальні положення та результати дисертаційної роботи доповідалися та обговорювалися на 14 українських та міжнародних наукових конференціях: 13th Workshop of dynamic behavior of materials and its applications in industrial processes (Nicosia, Cyprus. 17-19 April, 2019); Науково-практична конференція «Сучасні розрахунково-експериментальні методи визначення характеристик ракетно-космічної техніки» (Дніпро, 10–12 грудня 2019); Light-Weight Armour Group for Defense and Security Conference (Roubaix, France, October 8–9, 2019); Міжнародна науково-практична конференція «Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я, 2020» (м. Харків, 13–15 травня 2020); 2020 IEEE KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek) (Kharkiv, 5–10 October 2020); II міжнародна науково-технічна конференція «Динаміка, міцність та моделювання в машинобудуванні» (Харків, 5–8 жовтня 2020 року); 2021 IEEE 2nd KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek) (Kharkiv, 13–17 September 2021); ENOC 2020+2 (Lyon, France, July 17-22, 2022); Smart Technologies in Urban Engineering, STUE 2022 (Kharkiv, 9–11 June 2022); 2022 IEEE 3rd KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek) (Kharkiv, 03–07 October 2022); IEEE 4th KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek), (Kharkiv, 2–6 October 2023); Smart Technologies in Urban Engineering, STUE 2023 (Kharkiv, 8–10 June 2023); STUE 2024 International Conference on Smart Technologies in Urban Engineering (Kharkiv, 12–14 June 2024); Integrated Computer Technologies in Mechanical Engineering – 2024 (ICTM 2024) (Kharkiv, 12–14 December 2024).

9. Дотримання принципів академічної доброчесності. Дисертаційна робота Успенського Бориса Валерійовича «Коливання композитних багатошарових тонкостінних конструкцій при геометрично нелінійному деформуванні» виконана із дотриманням принципів академічної доброчесності. Усі наукові положення та результати, які винесено автором на захист, отримані самостійно та містяться в опублікованих роботах. Особистий внесок здобувача у колективні наукові роботи конкретизовано в списку праць, який наведено вище.

10. Зв'язок докторської дисертації з кандидатською. Положення, наукові результати та висновки, які містяться в кандидатській дисертації Успенського Бориса Валерійовича, не використовуються в докторській дисертації «Коливання композитних багатошарових тонкостінних конструкцій при геометрично нелінійному деформуванні».

11. Загальний висновок.

Дисертаційна робота Успенського Б. В. «Коливання композитних багатошарових тонкостінних конструкцій при геометрично нелінійному деформуванні» є завершеною науковою працею, яка спрямована на розв'язання важливої науково-практичної проблеми розробки комплексу методів для аналізу нелінійних коливань багатошарових композитних оболонок різної форми на основі математичних моделей, що враховують функціонально-градієнтні властивості нових перспективних композитних матеріалів, значні відмінності в пружних властивостях шарів, а також геометрично нелінійне деформування конструкцій. Робота містить нові науково обґрунтовані результати в механіці деформівного твердого тіла, характеризується єдністю змісту та має суттєву теоретичну та практичну цінність.

Дисертаційна робота повністю відповідає паспорту спеціальності 01.02.04 – механіка деформівного твердого тіла, зокрема наступним напрямкам:

- «Загальна теорія моделей деформівних середовищ»;
- «Механіка полімерів і композиційних матеріалів»;
- «Теорія аерогідропружності».

Дисертаційна робота повністю відповідає вимогам п.п. 7, 8, 9, 11 «Порядку присудження та позбавлення наукового ступеня доктора наук», затвердженого постановою Кабінету міністрів України від 17 листопада 2021 року № 1197.

УХВАЛИЛИ:

11.1. Затвердити «Висновок про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертаційної роботи» Успенського Бориса Валерійовича «Коливання композитних багатошарових тонкостінних конструкцій при геометрично нелінійному деформуванні», яку представлено на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 01.02.04 – механіка деформівного твердого тіла

11.2. Рекомендувати дисертаційну роботу Успенського Б. В. «Коливання композитних багатошарових тонкостінних конструкцій при геометрично нелінійному деформуванні» до публічного захисту в спеціалізованій вченій раді Д 64.180.01 в Інституті енергетичних машин і систем ім. А. М. Підгорного Національної академії наук України.

Рецензент за дисертаційною
роботою, заступник директора
з наукової роботи ІЕМС НАН України,
чл.-кор. НАНУ, д.т.н., професор

 Андрій КОСТИКОВ

Рецензент за дисертаційною
роботою, завідувачка відділу
вібраційних і термоміцнісних
досліджень ІЕМС НАН України,
д.т.н., професорка



Наталя СМЕТАНКІНА

Рецензент за дисертаційною
роботою, учений секретар
ІЕМС НАН України,
д.т.н., старш. наук. співроб.



Сергій УГРИМОВ