Форма IV-1

(Для цільових програм наукових досліджень НАН України та цільових наукових (науково-технічних) проектів НАН України)

«Розробка теоретичних основ проєктування тонкостінних елементів ракет-носіїв із високоміцних нанокомпозитних матеріалів»

Дані про створену та впроваджену наукову і науково-технічну продукцію

одиниць

Класифікація наукової (науково-технічної) продукції	Створено продукції	Впроваджено продукції
1. Види виробів (прилади і системи, пристрої, агрегати, установки та їх компоненти; лабораторні макети і дослідні зразки; хімічні речовини, препарати, біологічно активні речовини; програмні продукти)		
1.1. з них техніки		
2. Технології		
3. Матеріали		
4. Сорти рослин та породи тварин		
5. Методи, теорії (в тому числі і наукові концепції)	2	
6. Інше:		
6.1. Заключні чи проміжні звіти	1	
6.2. Монографії (або їх глави)		
6.3. Підручники, посібники, довідники, словники		
6.4. Рекомендації, методичні рекомендації, технологічні рекомендації, методики, технологічні інструкції.	1	
6.5. Проекти законодавчих та нормативних актів (закон, концепція, стратегія, стандарт тощо)		
6.6. Математичні моделі	2	
6.7. Технічна документація, технічні умови, стандарт, регламент, тощо		
6.8.Наукові, аналітичні доповіді та записки		
6.9.Експертні (науково-експертні) висновки		
6.10. Штами та лінії мікроорганізмів, культури клітин; дослідні та експериментальні зразки біологічного походження, колекції		

Статті у наукових фахових журналах – 4

1. Transient response of functionally graded carbon nanotubes reinforced composite conical shell with ring-stiffener under the action of impact loads / K. Avramov, B. Uspensky, N. Sakhno, O. Nikonov // European Journal of Mechanics, A/Solids. – 2022. – Vol. 91. Paper Number 104429. – 21 p. https://doi.org/10.1016/j.euromechsol.2021.104429. **Web of Science, Scopus. Імпакт-фактор – 3.974, квартиль – Q1**.

2. Numerical simulation of warhead transportation / G. Martynenko, K. Avramov, V. Martynenko, M. Chernobryvko, A. Tonkonozhenko, V. Kozharin // Defence Technology. – 2021. – Vol. 17(2). – P. 478–494. https://doi.org/10.1016/j.dt.2020.03.005. **Web of Science, Scopus. Імпакт-фактор – 3.172, квартиль – Q1**.

3. A study of the dynamic response of materials and multilayer structures to shock loads / S. Ugrimov, N. Smetankina, O. Kravchenko, V. Yareshchenko, L. Kruszka // International Conference on Advanced Mechanical and Power Engineering (CAMPE-2021) (October 18–21, 2021, Kharkiv, Ukraine). – Paper ID 65. – 10 p. (Article in Press).

4. Reduction of dynamic stresses and overloads using dampers in the rocket fairing separation system / B. Zaitsev, T. Protasova, N. Smetankina, D. Klymenko, D. Akimov // International Conference on Advanced Mechanical and Power Engineering (CAMPE-2021) (October 18–21, 2021, Kharkiv, Ukraine). – Paper ID 68. – 10 p. (Article in Press).

Розділ у колективній монографії – 1

1. Zaitsev B. P. Model and method to calculate nonlinear oscillations of a rod with a longitudinal near-surface crack, with account taken of local buckling / B. P. Zaitsev, T. V. Protasova // Chapter in collective monograph "Mathematical and computer modeling of engineering systems". In edition by V. S. Hudramovich. – Latvia, Riga: "Baltija Publishing", 2020. – P. 143–158.

Тези конференцій – 1

1. Угрімов С. В. Моделювання напружено-деформованого стану багатошарових композитних циліндричних панелей із ортотропними шарами та наноармуванням / С. В. Угрімов, В. А. Кобильнік // Математичні проблеми технічної механіки 2021: тези доповідей Міжнародної наукової конференції (13–16 квітня 2021 р., Дніпро, Кам'янське). – Ч. 1. – С. 26.

Проведено удосконалення та верифікацію розрахункових моделей і алгоритмічного забезпечення для аналізу статичних і динамічних характеристик композитних конструкцій із наноармуванням у рамках дво- та тривимірних моделей. Модифіковано алгоритмічне забезпечення для аналізу відгуку композитів на імпульсні та ударні навантаження. Розроблено простий у реалізації гібридний пошуковий метод розв'язання нелінійних рівнянь, який застосовано для модернізації алгоритму визначення контактної сили при ударі. Можливості удосконалених методів ілюструються на тестових прикладах розрахунку напружено-деформованого стану сендвічів, дво- та десятишарових композитів при статичних, імпульсних та ударних навантаженнях.

Розроблено розрахункову модель деформування адаптерів з композитних функціонально-градієнтних матеріалів, що підсилені шпангоутом, під дією експлуатаційних імпульсних навантажень. Математична модель деформування оболонкової конструкції ґрунтується на застосуванні теорії деформації зсуву високого порядку Редді, а кільцевого шпангоута – гіпотез Ейлера-Бернуллі. Розроблено програмне забезпечення для визначення власних частот коливань підсиленої конструкції та нестаціонарного відгуку адаптера на імпульсне навантаження. Досліджено вплив типу армування вуглецевими нанотрубками функціонально-градієнтного матеріалу на амплітуди нестаціонарного відгуку конструкції. Визначено тип наноармування, що забезпечує найменші амплітуди нестаціонарного відгуку. Проведено аналіз доцільності застосування верхнього шпангоута. Показано, що верхній

шпангоут істотно зменшує амплітуди нестаціонарного відгуку адаптерів з композитних функціонально-градієнтних матеріалів.

Розроблено методично-програмне забезпечення для дослідження коливань тонкостінних конструкцій ракетно-космічної техніки з композитних матеріалів, що мають розшарування структури та зазнають місцеву втрату стійкості. Розглянуто розшарування в конструктивному елементі у вигляді циліндричної панелі, для якого отримані в аналітичному вигляді умова втрати стійкості. Застосовано спрощений варіант теорії пологих оболонок та метод Бубнова-Гальоркіна з одночленним поліноміальним наближенням, результати за яким перевірено порівняннями. Закритична деформація розглядається при малих переміщеннях, а нелінійна задача, що виникає внаслідок змінної жорсткості із-за втрати стійкості, вирішується за методом додаткових деформацій. Математичне забезпечення застосовано до досліджень динамічної реакції в системі відділення обтічника ракети, для якої побудовано розрахункову модель: корпус відсіка приладів-опора системи відділення, що сприймає імпульсне навантаження тривалістю 4 мс. Попередньо визначено спектр власних коливань, необхідний для аналізу коливальних процесів в системі. У відсутності розшарування в корпусі відсіка приладів виникають осесиметричні коливання, де превалює частота, відповідна третій формі власних коливань. При наявності розшарування і прояву місцевої втрати стійкості коливання кардинально змінюються і мають неосесиметричний характер, в якому проявляється частота «маятникових» коливань з частотою першої форми власних коливань. При цьому виникає обертова складова елементів системи відділення обтічника, що відокремлюються, а це може стати причиною нештатних ситуацій.