

Розробка теоретичних основ проектування тонкостінних елементів ракет-носіїв із високоміцних нанокompозитних матеріалів	Інститут проблем машинобудування ім. А.М. Підгорного НАН України	100,0
--	--	-------

**Форма IV-1**

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

**Дані про створену та впроваджену наукову і науково-технічну продукцію**

Одиниць

Класифікація наукової (науково-технічної) продукції	Створено продукції	Впроваджено продукції
<b>1. Види виробів</b> (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		
<b>2. Технології</b>		
<b>3. Матеріали</b>		
<b>4. Сорти рослин та породи тварин</b>		
<b>5. Методи, теорії</b> (в тому числі і наукові концепції)	1	
<b>6. Інше:</b>		
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.		
6.5. Проекти законодавчих та нормативних актів (закон, концепція, стратегія, стандарт тощо)		
6.6. Математичні моделі	3	
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		
---	--	--

**Вказати також:**

- кількість друкованої продукції: **7**
  - ✓ монографій,
  - ✓ статей у наукових фахових журналах, **2**
  - ✓ статей у наукових фахових журналах, що входять до міжнародних баз даних – **2**
- кількість поданих заявок на видачу охоронних документів;
- кількість одержаних охоронних документів.

Перелік друкованої продукції:

Статті у наукових фахових журналах, що входять до бази даних Scopus – 2

1. Self-sustained vibrations of functionally graded carbon nanotubes reinforced composite cylindrical shell in supersonic flow / K.V. Avramov, M. Chernobryvko, B. Uspensky, K.K. Seitkazenova, D. Myrzaliyev // *Nonlinear Dynamics*. DOI 10.1007/s11071-019-05292-z.
2. Avramov K., Kabylbekova B. Bifurcation behavior and chaotic selfsustained vibrations of cantilevered nanotube conveying fluid // *Acta Mechanica*. 2019. Vol. 230, No. 9. P. 3235-3258.

Статті у наукових фахових журналах – 2

3. Аврамов К. В., Чернобрывко М. В., Успенський Б. В. Вільні коливання функціонально-градієнтних наноармованих циліндричних оболонок. *Космічна наука і технологія*. 2019. Т. 25. № 2(117). С. 23-37.
4. Динамическое напряженно-деформированное состояние межступенного отсека ракеты-носителя при отделении первой ступени / Б. Ф. Зайцев, Т. В. Протасова, Н. В. Сметанкина, И. Ф. Ларионов, Д. В. Клименко, Д. В. Акимов // *Вісник двигунобудування*. – 2019. – № 2/2019. – С. 142–149.

Тези конференцій – 3

5. Modeling of deformation of nanocomposite body structures considering different types of nanotubes reinforcement under gasodynamic pressure / Avramov K., Chernobryvko M., Uspensky B., Sakhno N., Mesha Y., Kruszka L. // *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.
6. Колебания корпуса головного обтекателя ракеты-носителя «Циклон-4М» при сбросе / Б. Ф. Зайцев, А. В. Асаенок, Т. В. Протасова, В. Н. Сиренко, Д. В. Клименко, Д. В. Акимов // *Космические технологии: настоящее и будущее: тезисы Международной конференции* – Днепр: ГП «КБ «Южное», 21–24 мая 2019 г. – С. 32.

7. Розрахунково-експериментальне дослідження напружено-деформованого стану шаруватих композитів при ударному навантаженні / Сметанкіна Н.В., Кравченко О.В., Угрімов С.В., Ярещенко В.Г. // Космические технологии: настоящее и будущее: тезисы Международной конференции – Днепр: ГП «КБ «Южное», 21–24 мая 2019 г. – С. 42.

**«Розробка теоретичних основ проектування тонкостінних елементів ракет-носіїв із високоміцних нанокompозитних матеріалів»**

**Етап 2 «Розробка розрахункових моделей конструктивних елементів із нанокompозитів та вуглепластиків при термосиловому, статичному, динамічному і аеродинамічному навантаженні з визначенням їх параметрів на старті і в польоті та методики зниження напружень при оптимальному армуванні»**

Розроблено розрахункову модель геометрично нелінійного динамічного деформування оболонкових елементів конструкцій циліндричної форми з функціонально градієнтних композитних матеріалів з наноармуванням. Проведено аналіз автоколивань циліндричних оболонок різної товщини із нанокompозитів у надзвуковому газовому потоці. Запропоновано розрахункові двовимірні моделі для дослідження напружено-деформованого стану пластинчастих структур із нанокompозитів при статичних і динамічних навантаженнях. Для верифікації розрахункових моделей розроблено чисельний метод скінченно-елементного аналізу конструктивних елементів з функціонально градієнтних композитних матеріалів.

Розроблено розрахункову модель корпусу обтічника, що базується на композитному представленні несучих елементів конструкції, методику визначення характеристик ортотропних шарів композитної структури, методику розрахунку динамічних процесів. Проведено комп'ютерні дослідження головного обтічника ракети-носія «Циклон-4М» при скиданні. Методика та розрахункова модель головного обтічника стільникової конструкції засновані на тривимірному скінченно-елементному моделюванні динамічних процесів. За результатами цих досліджень надано практичні рекомендації по зниженню рівня динамічних напружень.