

# Облікова картка ДіР



## I. Загальні відомості

**Державний обліковий номер:** 0217U000985

**Державний реєстраційний номер:** 0111U009686

**Особливі позначки:** відкрита

**Дата реєстрації:** 28-03-2017

## II. Етап виконання ДіР

**Номер етапу:** 1

**Назва етапу:** Чисельно-аналітичні методи дослідження напруженого стану та міцності неоднорідних тонкостінних структур з недосконаlostями на основі уточнених моделей за дії статичних і динамічних навантажень.

**Початок етапу:** 01.2012

**Закінчення етапу:** 12.2016

**Вид звітнього документа:** Остаточний звіт

## III. Відомості про виконавця ДіР

**Повне найменування юридичної особи (або ПІБ фізичної особи):** Інститут прикладних проблем механіки і математики ім. Я.С. Підстригача НАН України

**Код за ЄДРПОУ:** 03534430

**Місцезнаходження:**

**Форма власності:**

**Сфера управління:** Національна академія наук України

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

**Розмір організації:**

**Телефон:** (032) 263-83-77, (032) 263-62-70

## IV. Відомості про співвиконавців ДіР

## V. Відомості про замовника ДіР

**Повне найменування юридичної особи (або ПІБ фізичної особи):** Національна академія наук України

**Код за ЄДРПОУ:** 00019270

**Місцезнаходження:** вул. Володимирська, 54, м. Київ, Київська обл., 01030, Україна

**Форма власності:**

**Сфера управління:** Національна академія наук України

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

**Розмір організації:**

**Телефон:** 380442396594

## VI. Джерела, напрями та обсяги фінансування ДіР

**Підстава для проведення ДіР:** 34 - договір (замовлення) з центральним органом виконавчої влади, академією наук (головними розпорядниками бюджетних коштів на проведення НДДКР)

**Напрямок фінансування:** 2.1 - фундаментальні дослідження

### Джерела фінансування

7713 - кошти держбюджету

**Код програмної класифікації видатків і кредитування (КПКВК):** 6541030

|                                                         |
|---------------------------------------------------------|
| <b>Фактичний обсяг фінансування (тис. грн.):</b> 3056.5 |
|---------------------------------------------------------|

## **VII. Відомості про ДіР**

### **Назва роботи українською:**

Чисельно-аналітичні методи дослідження напруженого стану та міцності неоднорідних тонкостінних структур з недосконаlostями на основі уточнених моделей за дії статичних і динамічних навантажень.

### **Назва роботи англійською:**

Numerical-analytical methods of investigation of the stress state and strength of inhomogeneous thin-walled structures with imperfections on the basis of refined models under static and dynamic loadings.

### **Реферат українською:**

Об'єкт дослідження - структурно неоднорідні, композитні оболонки, пластини і стержні, ортотропні оболонки з внутрішніми тріщинами, прямокутними і круглими отворами та тонкими включеннями. Мета роботи - розвиток наявних і розробка нових математичних моделей та методів дослідження шаруватих тонкостінних елементів конструкцій із недосконаlostями, що знаходяться в полях різної фізичної природи (силовому, температурному, залишкових напружень тощо); розробка методик і алгоритмів визначення і дослідження напружено-деформованого стану та оцінки міцності вказаних об'єктів за дії статичних і динамічних експлуатаційних навантажень. Методи досліджень - методи механіки композитів і обчислювальної математики, прямих й обернених задач теорії пружності, термопружності та пружно-пластичності. Побудовано та обґрунтовано уточнені математичні моделі статичного і динамічного лінійного та геометрично нелінійного деформування структурно неоднорідних і композитних пластин і оболонок, податливих до трансверсальних деформацій зсуву та стиснення з мінімальним порядком розв'язувальних систем диференціальних рівнянь. Розроблено вдосконалену схему методу скінченних елементів, зокрема у змішаній формі, стосовно дослідження напруженого стану шаруватих оболонок і пластин за наявності областей недосконалого контакту на поверхнях розділу з метою оцінки їх тримальної здатності. Розвинені аналітико-числові методи визначення напруженого стану та амплітудно-частотних характеристик за лінійних та геометрично нелінійних коливань видовжених циліндричних панелей і пластин-смуг. З використанням уточненої теорії оболонок, яка враховує поперечні зсуви, та аналогу  $\psi$ -моделі, пружно-пластичні задачі про граничну рівновагу виготовлених з функціонально градієнтних чи ортотропних матеріалів з внутрішніми тріщинами зведено до пружної задачі, а останню до системи нелінійних сингулярних інтегральних рівнянь. На основі комплексних потенціалів досліджено напружений стан кусково-однорідної пластини з поверхневими міжфазними тріщинами з врахуванням пластичних зон на їх продовженні. З використанням уточненої теорії оболонок, яка враховує поперечні зсуви та всі інерційні компоненти, включаючи інерцію обертання, розв'язано задачі про усталені коливання ортотропної панелі подвійної кривини з довільною кількістю отворів. В рамках класичної теорії стержнів досліджено процеси розповсюдження ударних хвиль в складеному композиційному стержні з в'язкопластичним зовнішнім опором. Отримані результати використані для оцінки міцності на етапах проектування оболонкових конструкцій ракетно-космічної техніки із шаруватих композиційних матеріалів в ДП "Конструкторське бюро "Південне" ім. М.К. Янгеля", а також в Управлінні магістральних газопроводів "Прикарпаттрансгаз" для оцінки динамічної поведінки елементів магістральних трубопроводів.

### **Реферат англійською:**

The object of study - structurally heterogeneous composite shells, plates and rods, orthotropic shells with internal cracks, rectangular and round holes and thin inclusions. The objective of the work - the development of existing and elaboration of new mathematical models and methods of investigation of layered thin-walled structure elements with imperfections which are in the fields of different physical nature (power, temperature, residual stress, etc.); elaboration of techniques and algorithms of determination and investigation of stress-strain state and strength assessment of these objects under the influence of static and dynamic operating loads. The methods of

study - methods of composite mechanics and computational mathematics, direct and inverse problems of elasticity, thermoelasticity and elastico-plasticity. Constructed and reasonably the refined mathematical models of static and dynamic linear and nonlinear geometric deformation of structurally heterogeneous and composite plates and shells pliable to transversal shear deformation and compression with a minimum order solving systems of differential equations. The advanced finite element method scheme, particularly in mixed form, in respect to investigation of stress state research of layered shells and plates in the presence of imperfect contact areas at the interface to evaluate of bearing capacity are elaborated. The analytical and numerical methods for determining the stress state and amplitude-frequency characteristics for geometrically linear and nonlinear vibrations of elongated cylindrical panels and plates-strips are developed. Having used the refined shell theory, which takes into account the transverse shear, and -model analogue, the elastico-plastic problems on limit equilibrium of the shells made of orthotropic or functionally graded materials with internal cracks is reduced to elastic problem. The latter is reduced to a system of nonlinear singular integral equations. On the basis of complex potentials the stressed state of piecewise-homogeneous plates with surface interphase cracks is studied with regard for plastic zones on their extension. The problem on steady state vibrations of orthotropic doubly curved panel with arbitrary number of cutouts is solved using the refined theory of shells, which takes into account transverse shear deformation and all inertial components. In the framework of the classical theory of rods the processes of shock waves propagation in the composite rod with visco-plastic external resistance are investigated. The results obtained are used to estimate the strength during the design shell structures rocket and space technology of laminated composite materials in Yuzhnoye State Design Office and Prykarpatttransgas Management Office of Main Gas Pipelines for evaluation of dynamic behavior of the elements of pipelines.

**Індекс УДК:** 539.3, 539.3; 539.375

**Коди тематичних рубрик:** 30.19

**Керівники роботи**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:** Марчук Михайло Володимирович, Николишин Мирон Михайлович

**Науковий ступінь:**

**Вчене звання:**

**Ідентифікатор ORCID ID:**

**Додаткова інформація:**

## **VIII. Наукова (науково-технічна) продукція (НТП)**

**Назва НТП українською:** Методи та алгоритми розрахунку шаруватих композитних оболонок

**Назва НТП англійською:** Methods and algorithms for calculation of layered composite shells.

**НТП, яку передбачалося створити:**

**Причини, через які НТП не було створено:**

**Отримані результати:**

**Галузь застосування:** 73.10.1 – дослідження і розробки в галузі природничих наук

**Реєстраційний номер картки технології:**

**Опис НТП:** Математичні моделі та методи дослідження напружено-деформованого стану шаруватих композитних оболонок за наявності міжшарових дефектів.

**Соціально-економічна спрямованість НТП:**

**Вплив НТП на довкілля:**

**Впровадження НТП:** Не впроваджено

**Практична реалізація НТП**

**Початок етапу:** -

**Закінчення етапу:**

**Споживачі продукції:** академічні та галузеві науково-дослідні організації

**Перспективні ринки:** -

**Характер співробітництва з інвестором**

**Потрібний обсяг інвестицій, тис. грн.:**

**Права, що надаються інвестору після завершення роботи:**

**Наявність бізнес-плану:**

**Техніко-економічне обґрунтування:**

**Потенціальний обсяг продажу, тис. грн.:**

**Очікуваний термін окупності (років):**

**Додаткова інформація:**

## **IX. Бібліографічний опис**

Монографії: 1. Контактна взаємодія прорізаних оболонок з деформівними тілами: [монографія] / В. М. Шоп, І. П. Шацький, О. О. Бездір, А. С. Величкович / Інститут прикладних проблем механіки і математики ім. Я. С. Підстригача НАН України; Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу / – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2015. – 208 с. 2. Метод скінчених елементів і штучні нейронні мережі: теоретичні аспекти та застосування: монографія / В. М. Трушевський, Г. А. Шинкаренко, Н. М. Щербина. – Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2014. – 396 с. Публікації у фахових виданнях: 1. Lesyk O., Marchuk M., Pakosh V. Free Vibrations of Layer Composite Plates Pliab

## **Х. Заключні відомості**

**Керівник юридичної особи**

Кушнір Роман Михайлович

### **Перелік осіб-виконавців**

Івасько Н.М.

Базилевич Л.В.

Васільєв К.В.

Куротчин Л.Р.

Кушнір Р.М.

Максимук О.В.

Махніцький Р.М.

Махоркін М.І.

Николишин Т.М.

Пакош В.С.

Попадюк І.Й.

Ревенко В.П.

Ростун М.Й.

Сеньків Л.М.

Тучапський Р.І.

Хом'як М.М.

Шацький І.П.

Шопа В.М.

Щербина Н.М.

**Відповідальний за підготовку  
облікових документів**

**Телефон**

**Реєстратор**

**Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є  
відповідальним за реєстрацію наукової  
діяльності**

