

НОВІ ПІДХОДИ К ДОСЛІДЖЕННЮ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ЕЛЕМЕНТІВ ХОДОВОЇ ЧАСТИНИ АВТОМОБІЛЯ

¹Рудненський індустріальний інститут

²Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»

Анотація

Розвитком методу аргумент функцій стало рішення прикладної задачі теорії пружності в полярних координатах. Особливістю запропонованого підходу є знаходження не самого рішення, а умов його існування. До розгляду вводяться аргумент функції координат осередку деформації, які задовольняють граничним умовам, а також функції, які спрощують розв'язок задачі в загальному вигляді. У процесі перетворень було встановлено математичний зв'язок між ними у вигляді співвідношень Коші-Рімана. Була вирішена плоска задача, протестована, результат порівняний з дослідженнями інших авторів. При зведенні рішення до частинного результату отриманий вихід на класичні рішення, що підтверджує його достовірність.

Ключові слова: полярні координати, метод аргумент функцій, узагальнені підходи, співвідношення Коші-Рімана.

Розвиток техніки ставить нові задачі в області дослідженні працездатності машин та їх елементів. Тенденції до зниження масогабаритних показників деталей машин з одночасним підвищенням їх енергонасиченості змушують переглядати відомі підходи, припущення при визначенні напруженого стану деталей та вимагають розробки нових розрахункових моделей [1- 3]. Істотне значення в інженерних розрахунках займають рішення контактних задач теорії пружності для тіл з круговими межами, коли характерний лінійний розмір області контакту співмірний з радіусами кривизни дотичної поверхні. Вони складають теоретичну основу розрахунків на міцність та жорсткість таких елементів машин, як підшипники ковзання, шарнірні з'єднання, зубчасті передачі. Для отримання конструкції, раціональної з точки зору мінімальних розмірів та металоємності, потребує удосконалення методика проектування валів, [4].

Найбільш широкі дослідження виконані за допомогою аналітичних методів. Саме наявність фундаментальних зв'язків сучасного комплексного аналізу та теорії потенціалу з такою динамічною областю, як механіка визначило їх інтенсивний розвиток та використання в прикладних дослідженнях. Практичне отримання аналітичних залежностей для напружень і переміщень в замкнутій формі для реальних об'єктів навіть в найпростіших випадках пов'язане з істотними труднощами. Внаслідок цього при розгляді контактних задач прийнято вдаватися до ідеалізації. У відмові від цих обмежень та широким застосуванням методів теорії функцій пов'язаний подальший розвиток механіки контактної взаємодії. Одним з таких нових напрямів є випробування в теорії і практиці методу аргумент функцій, [5]. Метод дозволяє отримати певні узагальнення при вирішенні плоских задач теорії пружності таким чином, щоб виявити умови існування рішень у вигляді диференційних співвідношень, накладених на різний кінцевий результат. Розвитком методу аргумент функцій стало рішення задачі теорії пружності в полярних координатах, [6, 7].

Особливістю запропонованого підходу є знаходження не самого рішення, а умов його існування: диференціальних, або інтегральних співвідношень, які дозволяють замкнути рішення в загальному вигляді.

Використовують додаткові функції, або аргумент функції, координат осередку деформації. Носіями запропонованих аргумент функцій повинні бути базові залежності, які задовольняють граничним умовам, а також функції, які спрощують розв'язок задачі в загальному вигляді. В рішенні були використані дві базові залежності: тригонометрична і експоненціальна. Їхні

аргументи – дві невідомі аргумент функції. У процесі перетворень було встановлено математичний зв'язок між ними у вигляді співвідношень Коші-Рімана.

При зведенні рішення до частинного результату отриманий вихід на класичні рішення, [8, 9] що підтверджує його достовірність. Отриманий результат корисний і важливий, тому що з'являється можливість вирішувати великий клас осесиметричних прикладних задач, [10, 11] з використанням методу аргумент функцій комплексного змінного.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Кравчук А.С., Чигарев, А.В. (2000). Механика контактного взаимодействия тел с круговыми границами. – Мн.: *Технопринт*. 196с.
2. Papargyri-Beskou, S., Tsinopoulos, S. (2015) Lamé's strain potential method for plane gradient elasticity problems. *Arch Appl Mech Volume* 85, 1399–1419. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00419-014-0964-5>.
3. Зайдес С.А., Нго Као Кыонг. (2016). Современный подход к определению напряженного состояния в очаге деформации при локальном нагружении. *Известия высших учебных заведений. Машиностроение*, 7(676), с.56-63. DOI: <http://doi.org/10.18698/0536-1044-2016-7-56-63>.
4. Кириловский, В.В. (2018). Резервы совершенствования конструкций валов. *Вестник РУДН*, 19(4), с.426-437. DOI: <https://doi.org/10.22363/2312-8143-2018-19-4-426-437>.
5. Chigirinsky V., Naumenko O. (2019). Studying the stressed state of elastic medium using the argument functions of a complex variable. *Eastern-European Journal of Technologies. Applied mechanics*, 5/7 (101), p.27–36. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.177514>.
6. Chigirinsky V., Naumenko O. (2020). Invariant differential generalizations in problems of the elasticity theory as applied to polar coordinates. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5(7(107)), p.56-73. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.213476>.
7. Чигиринський В.В., Науменко О.Г., Овчинников О.В. (2020). Плоска задача механіки суцільного середовища в полярних координатах з використанням аргумент функцій комплексного змінного. *Вісник ВПІ*, 3(150), с.73-80. DOI: <https://doi.org/10.31649/1997-9266-2020-150-3-73-80>.
8. Тимошенко С. П., Гудьер Дж. (1979). Теория упругости /С. П. Тимошенко, Дж. Гудьер - М.: «Наука», 560с.
9. Тихонов А. Н. (1977). Уравнения математической физики /А. Н. Тихонов, А. А. Самарский - М.: «Наука», 735с.
10. Пат. 37786 UA, МКП 12-15 Шина до коліс транспортного засобу. Торопов О.Г., Науменко О.Г. №s201802193; заявл. 23.08.2018 року; опубліковано 10.10.2018; Бюл. № 19.
11. Пат. 37925 UA, МКПЗ 12-08 Всюдихід. Торопов О.Г., Науменко О.Г. №s201802205, заявл. 29.08.2018; опубліковано 25.10.2018; Бюл. № 20.

Чигиринський Валерій Вікторович, доктор технічних наук, професор кафедри Металургії та гірничої справи, Рудненський індустріальний інститут, м. Рудний, chigirinvv18@gmail.com.

Науменко Олена Геннадіївна, старший викладач кафедри будівельної, теоретичної та прикладної механіки, Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», м. Дніпро, elenanaumenko1971@gmail.com.

NEW APPROACHES TO STUDY THE STRESS STATE OF THE CAR CHASSIS ELEMENTS

Abstract

The method of argument functions has evolved into a solution to the applied problem of elasticity theory in polar coordinates. A special feature of the suggested approach is finding not the solution itself, but the conditions of its existence. The argument functions of the coordinates of the deformation center satisfying the boundary conditions are introduced for consideration. The functions that simplify the solution of the problem in a general way are given. In the process of transformation, a mathematical relationship between them was established in the form of Koshi-Riemann relations. The flat problem is solved and tested. The result is comparable with the studies of other authors. When reducing the solution to a partial result, an analogue to the classical solutions is obtained, which confirms its validity.

Keywords: polar coordinates, argument functions method, generalized approaches, Cauchy-Riemann conditions.

Chigirinsky Valeriy, Sc, D., professor of Metallurgy and mining Department, Rudny Industrial Institute, Rudny, chigirinvv18@gmail.com.

Naumenko Olena, Senior lecturer, Department of Structural, Theoretical and Applied Mechanics, Dnipro University of Technology, Dnipro, elenanaumenko1971@gmail.com.