

## НОВА РОЗРАХУНКОВО-ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ТЕХНОЛОГІЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ ТА РЕСУРСУ ВІТРО-ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК

<sup>1</sup>Веретельник О. В., <sup>1</sup>Ткачук М. А., <sup>2</sup>Веретельник Ю. В.

<sup>1</sup>*Національний технічний університет  
«Харківський політехнічний інститут»*,

<sup>2</sup>*ТОВ «БІП Україна», м. Харків*

Головна ідея розробки – перемістити наукові міні-лабораторії для оперативного дослідження напружено-деформованого стану до об'єкту дослідження. За традиційним підходом об'єкт дослідження розміщується в лабораторних умовах. Це приводить до істотних втрат часу і ресурсів. У деяких випадках (наприклад, коли об'єкт безперервно працює – вітроенергетична установка (ВЕУ)) неможливо виконати це взагалі. Ось чому створення мобільної установки, яка виконувала б чисельні і експериментальні дослідження напружено-деформованого стану (НДС) оперативно на досліджуваному об'єкті – ВЕУ, є актуальною задачею. Як методи дослідження були обрані метод скінчених елементів (МСЕ) і технологія голографічної інтерферометрії (ТГІ). МСЕ - один з найбільш потужних сучасних числових методів, який може бути реалізований на сучасних високопродуктивних персональних комп'ютерах. ТГІ - безконтактний оптичний метод, який не вносить похибок у процесі вимірювання деформації досліджуваного об'єкту.

Запропонована модульна структура досліджень. Важливо, що всі теоретичні методи, що використовуються, базуються на новому оригінальному авторському підході. Він полягає в узагальненому параметричному описі складних механічних систем (СМС). Розглядаються 3 моделі об'єкта (у даному випадку – ВЕУ): математична  $M$ , чисельна  $N$  та фізична  $Ph$ :

$$L_M(u_M, p_M, t) = 0; \quad (1) \quad L_N(u_N, p_N, t) = 0; \quad (2) \quad L_{Ph}(u_{Ph}, p_{Ph}, t) = 0, \quad (3)$$

де  $L$  - оператор;  $u$  - змінна стану;  $p$  - параметри, що варіюються;  $t$  - час;  $M$ ,  $N$ ,  $Ph$  – індекси, що ідентифікують математичну  $M$ , чисельну  $N$  та фізичну  $Ph$  моделі. Фізичні параметри дуже важко адекватно визначити, оскільки останнє рівняння не відповідає реальним об'єктам, що складаються з багатьох елементів та мають складну структуру. Окрім того, математична модель базується на деяких припущеннях та ідеалізації, і тому не повністю відповідає фізичним процесам, які важливі для цього об'єкту. Чисельна модель - апроксимація математичної моделі. Чисельний результат може бути отриманий у межах похибки, яка залежить від параметрів моделі, що не можуть бути визначені заздалегідь. Ця невідповідність може бути виключена за допомогою ітеративного процесу уточнення. Це дає можливість описати процес, що вивчається, з будь-якою необхідною мірою точності, аби виявити приховані дефекти і передбачити їх появу в складних об'єктах. Цей підхід найбільш прийнятний для дослідження нелінійних процесів та явищ, як, наприклад, повзучість, пластичність, руйнування та пошкоджуваність, контактна взаємодія. тощо.