

5. Medvedovskaya T. Strelnikova E., . Medvedyeva K. Free Hydroelastic Vibrations of Hydroturbine Head Covers Intern. J. Eng. and Advanced Research Technology (IJEART). 2015. Vol. 1, No 1. P. 45–50. DOI: 10.13140/RG.2.1.3527.4961.
6. Choudhary N., Kumar N., Strelnikova E., Gnitko V., Kriutchenko D., Degtyariov K. Liquid vibrations in cylindrical tanks with flexible membranes. *Journal of King Saud University – Science*, 2021. Vol. 33(8), 101589, DOI: 10.1016/j.jksus.2021.101589.

УДК 539.3, 519.60

РОЗВИНЕННЯ МЕТОДІВ ОПТИМАЛЬНОГО ПРОЕКТУВАННЯ ЛОПАТЕЙ ПОВІТРЯНИХ УСТАНОВОК

Сичов В. В. магістрант

*Харківський національний університет радіоелектроніки,
м. Харків, пр. Науки, 14, 61166, Україна*

Метою дослідження є удосконалення методів нелінійного програмування для побудови оптимальних проектів лопатей повітряних установок з використанням адаптивного керування та гібридизації пошукових методів.

Конструювання сучасних технічних об'єктів (чи їх елементів), і навіть вдосконалення вже створених, ставить перед конструктором численні проблеми, однієї з яких є отримання оптимального проекту, тобто. найбільш вигідного варіанту з множини можливих. При цьому проектувана конструкція (або її окремі елементи) повинна успішно протистояти різним пошкодженням і задовольняти експлуатаційним умовам (надійність), забезпечувати безвідмовну роботу протягом певно встановленого терміну експлуатації (довговічність), доцільно враховувати можливості виготовлення, транспортування та монтажу, зручності експлуатації (технологічність), відповідати сучасним вимогам щодо рівня витрат на матеріали та виготовлення (економічність), а також задовольняти необхідному рівню різноманітних техніко-економічних показників. Безпосередньо до зазначених загальних вимог відносяться фізико-технічні обмеження на міцність, жорсткість, стійкість і на багато інших характеристик конструкції, що висувуються існуючими умовами функціонування проектного об'єкта. Через нелінійний характер таких задач їхнє розв'язання може потребувати значних обчислювальних ресурсів та точного налаштування параметрів алгоритму. Останні досягнення в обчислювальній техніці, а також розвиток сучасних програмних інструментів дозволили значно розширити можливості розв'язання нелінійних задач оптимізації. Тому дослідження у галузі нелінійного програмування залишається актуальним і постійно розвивається.

В роботі побудовані математичні моделі для визначення перепаду тиску, що діє на тонку поверхню в потоці рідини або газу [1]. Ці моделі дають змогу вирішити задачу визначення аеродинамічних навантажень, що діють на лопаті повітряної енергетичної турбіни. Лопать промодельована тонкостінним закрученим стрижнем довжиною L змінного поперечного перетину, що

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 знаходиться під дією аеродинамічного і відцентрового навантажень. Аеродинамічне навантаження зумовлено перепадом тиску на зовнішній та внутрішній поверхнях лопаті і зводиться до визначення змінних по довжині навантажень перерізу та крутильного моменту. Задача обтікання лопаті вирішується у тривимірному формулюванні на основі теорії несучої поверхні. Повітряний потік вважається безвихровим, швидкості – у декілька разів меншими за швидкість звуку. Задачу обтікання лопаті зведено до гіперсингулярного рівняння, розв'язком якого з фізичної точки зору є перепад тиску. Лопаті ВЕУ моделюються як тонкі крила скінченного розмаху. При оптимальному проектуванні складних багатопараметричних об'єктів типу, що розглядається, зручно скористатися автоматичним гібридним пошуковим методом оптимізації [2], призначеним для знаходження локального оптимального вектору X^* задачі на умовний екстремум. Проведений аналіз оптимізаційних процедур та особливостей вирішення задач оптимального проектування показує, що просте накопичення ефективних методів у бібліотеці математичного забезпечення, і навіть запровадження діалогового режиму процесу розв'язання не може забезпечити необхідних умов для оптимізації. Пов'язано це з тим, що задача, що реалізується, заздалегідь не забезпечена відповідним набором ознак, за якими керуюча мета-програма зуміла б ідентифікувати завдання і призначити необхідний метод. Спільні дії гібридентів забезпечують більш ефективне досягнення мети, ніж кожен із методів коаліції окремо. Це досягається шляхом введення спеціального адаптивного керування, яке здійснює одержання векторів мінімізуючої послідовності $\{X\}$, напрямів пошуку Dir та пошукових адаптованих кроків відповідно до ситуації. Запропонована схема гібридної оптимізації для розв'язання задачі нелінійного програмування побудована таким чином, що обходиться без будь-яких попередніх перетворень розв'язуваної задачі та не висуває жодних спеціальних вимог до функцій мети та обмежень. Розглядається лише коаліція методів і заздалегідь описується обмежений набір найбільш характерних ситуацій, які можуть виникнути у реальній задачі оптимізації. В роботі розв'язано задачу вагової оптимізації лопатей повітряних турбін, тобто вирішено задачу побудови лопаті найменшої ваги при обмеженнях на напруження.

Висновок.

В роботі розроблено методику знаходження напружень в лопаті, під дією заданих навантажень. Навантаження обчислюються з використанням теорії потенціалу та сингулярних інтегральних рівнянь. Знайдено напруження в лопатях, визначені власні частоти коливань лопаті. Удосконалено методику розв'язання сингулярних інтегральних рівнянь. Здійснено формулювання та розв'язання задачі оптимального проектування.

Список використаних джерел

1. Medvedovskaya T. Strelnikova E., . Medvedyeva K. Free Hydroelastic Vibrations of Hydroturbine Head Covers Intern. J. Eng. and Advanced Research Technology (IJEART). 2015. Vol. 1, No 1. P. 45–50. DOI: 10.13140/RG.2.1.3527.4961.
2. Karaiev, A, Strelnikova, E. Axisymmetric polyharmonic spline approximation in

- Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 the dual reciprocity method. *Z Angew Math Mech.* 2021. Vol. 101, e201800339, DOI:10.1002/zamm.201800339.
3. Smetankina N. V., Merkulova A. I., Postnyi O. V., Merkulov D. O. And Misura S. Y., Optimal Design of Layered Cylindrical Shells with Minimum Weight Under Impulse Loading, 2021 *IEEE 2nd KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek)*, Kharkiv, Ukraine, 2021, P. 506-509, DOI: 10.1109/KhPIWeek53812.2021.9569982.
 4. Choudhary N., Kumar N., Strelnikova E., Gnitko V., Kriutchenko D., Degtyariov K. Liquid vibrations in cylindrical tanks with flexible membranes. *Journal of King Saud University – Science*, 2021. Vol. 33(8), 101589, DOI:10.1016/j.jksus.2021.101589.

УДК 539.3, 519.60

ПОБУДОВА ОБЧИСЛЮВАЛЬНИХ МЕТОДІВ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ ЕЛЕМЕНТІВ КОНСТРУКЦІЙ З ДЕФЕКТАМИ

Сидоров В. В. магістрант

*Харківський національний університет радіоелектроніки,
м. Харків, пр. Науки, 14, 61166, Україна*

Метою дослідження є побудова та удосконалення методів комп'ютерного моделювання довговічності елементів конструкцій з дефектами.

В останні роки намітилася тенденція до продовження ресурсу роботи обладнання, яке знаходиться в експлуатації протягом тривалого часу, та практично вичерпало свій нормативний ресурс. В зв'язку з виробленням ресурсу гідротурбінного, нафтохімічного, енергетичного обладнання на багатьох промислових підприємствах Україні, при його модернізації виникає питання про можливість продовження терміну служби окремих вузлів і деталей і необхідності заміни морально і фізично застарілого обладнання для забезпечення експлуатаційної надійності агрегатів в процесі подальшої експлуатації при виконанні гарантій по потужності і коефіцієнту корисної дії. Оскільки обладнання працює тривалий час, то зазвичай його елементи можуть бути послаблені різного роду мікро-дефектами. Розвинення цих дефектів може призвести до виходу з ладу або до повного руйнування досліджуваного конструктивного елементу. Виникає питання оцінки часу до руйнування цих елементів під дією циклічних навантажень. Задача визначення довговічності конструкції з урахуванням тріщиностійкості полягає у визначенні часу (кількості циклів), після якого тріщина підростає до критичного розміру, і відбувається швидке руйнування. Зазвичай заздалегідь невідомо, які саме дефекти наявні в досліджуваному елементі конструкції, оскільки не завжди мікро-дефекти можуть бути виявлені навіть методами ультразвукового сканування. Тому актуальним є питання вивчення впливу дефектів різної конфігурації та розмірів на довговічність конструкції з метою з'ясування найбільш небезпечних та