

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024

technical systems has made it possible to develop an algorithm for controlling resource consumption in many technical and biotechnological systems that contain concentrated, discrete, moving sources of thermal load. The specificity of the mathematical models and computational methods proposed in this paper is that they should be used to solve not specific, partial tasks, but to solve the general problem of resource consumption control in these systems. As the object of study changes, boundary value problems, methods for solving them, and searching for local extremes of the temperature field will change, but the proposed algorithm will remain unchanged. This indicates the interdisciplinarity of the above studies and their wide application to control resource consumption in many systems with distributed parameters.

References

1. Semerak M., Mykhailyshyn M., Nesen I. Analitychnyi metod rozviazannia aktualnykh zadach teploobminu. Zbirnyk naukovykh prats Cherkaskogo instytutu pozheznoi bezpeky imeni Heroiv Chornobylia Natsionalnogo universytetu tsyvilnogo zakhystu Ukrainy «Nadzvychaini sytuatsii: poperedzhennia ta likvidatsiia». 2021. Vol. 5. No. 1. S. 115–122. <https://doi.org/10.31731/2524-2636.2021.5.1.115.122>.
2. Pavlichkov S. A small gain theorem for finite-time input-to-state stability of infinite networks and its applications. *Visnyk of V.N. Karazin Kharkiv National University. Ser. Mathematics, Applied Mathematics and Mechanics*. Kharkiv, 2021. Vol. 94. S. 40–59. <https://doi.org/10.26565/2221-5646-2021-94-03>.
3. Levkin D.A., Zavgorodniy O.I., Gulieva D.O., Levkin A.V. Application of boundary-border problems for the analysis of the state of complex systems. *Vcheni zapysky Tavriiskogo natsionalnogo universytetu imeni V.I. Vernadskogo. Serii: «Tekhnichni nauky»*. Kyiv, 2024. Vol. 35 (74). No. 1. S. 190–194. <https://doi.org/10.32782/2663-5941/2024.1.1/29>.

UDK 539.3

OPTIMAL DESIGN FOR TWO-DIMENSIONAL COMPOSITE STRUCTURES

Alyona Merkulova, Graduate Student

Anatolii Pidhornyi Institute of Power Machines and Systems of the National Academy of Sciences of Ukraine, Ukraine

The problem of optimal design of structures made of composite materials is considered. The optimal design of laminated plates and shells subject to constraints on strength, stiffness, bending loads and fundamental natural frequencies is proposed.

Composite materials are now widely used in the mechanical and aerospace industries because they enable designers to achieve significant weight savings [1, 2]. Another advantage is that more complex shapes can be produced due to the manufacturing techniques used, and the total number of parts can be significantly

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПІВ». 2024 reduced [3, 4]. When sizing a particular design, in addition to the thickness of the laminates used, the total number of plies and the orientation of the fibers in each ply must be specified. The mechanical properties of a laminate vary considerably depending on the fiber orientation, and it is necessary to tailor the laminate for each specific application to maximize the material properties [5, 6]. This study examines the optimal design of laminated plates and shells under various constraints. In many applications, laminates are subjected to in-plane loading and the stiffness and/or strength properties must be optimized. For static bending loads, laminates are designed to maximize bending stiffness. In other cases, bending loads or natural frequencies must be maximized. However, in most applications, several constraints apply simultaneously and multi-criteria optimization methods are used [7].

In many applications, laminated composites are subjected to in-plane loads, and the thickness and stacking of the plies must be chosen to satisfy stiffness or strength constraints for minimum weight [8, 9]. Using a stiffness invariant formulation, it is shown that the effects of laminate thickness and stacking can be separated and that for symmetric balanced laminates, all stacking can be represented by only two parameters regardless of the number of plies. Thus, the optimization problem is greatly simplified. Determining the optimal configuration for a laminate subjected to arbitrary in-plane loading is a challenging problem. For unidirectional composites, the method of calculating the principal stress, which is to align the fibers in the direction of the highest principal stress, can be used very effectively. Thus, the tangential stresses in the principal stress of the material can be utilized very effectively. In this way, the tangential stresses in the principal coordinates of the material are eliminated, and the shear failure mode is also eliminated. When the transverse stresses are small, unidirectional composites fail in tension or compression in the longitudinal direction, and the strength is determined by the strength of the fibers. As the shear stresses increase, the material fails due to shear stresses and unidirectional composites become very inefficient because the shear strength is essentially determined by the properties of the matrix and the fibers become inefficient. In this case, laminates must be used, and the number of design variables increases from two (fiber orientation and total thickness) to $2n$ for n -layer laminate.

It is shown that the stiffness invariant formulation is useful for isolating the effects of laminate thickness, material properties and lamination scheme. It allows to determine the optimal paving for a particular application and limits the number of design variables in the optimization problem.

References

1. Strelnikova E., Gnitko V., Krutchenko D., Naumemko Y. Free and forced vibrations of liquid storage tanks with baffles. *Journal of Modern Technology & Engineering*. 2018. Vol. 3, No. 1. P.15–52.
2. Merculov V., Kostin M., Martynenko G., Smetankina N., Martynenko V. Force simulation of bird strike issues of aircraft turbojet engine fan blades. *International Conference on Reliable Systems Engineering (ICoRSE)-2021. Lecture Notes in Networks and Systems*. Springer, Cham, 2022. Vol. 305. P. 129–141.
3. Karaiev A., Strelnikova E. Axisymmetric polyharmonic spline approximation in the

- Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024
dual reciprocity method. *ZAMM – Journal of Applied Mathematics and Mechanics / Zeitschrift für Angewandte Mathematik und Mechanik*. 2021. Vol. 101, No. 4, P. e201800339
4. Сметанкіна Н.В., Мисюра С.Ю., Линник А.В. Влияние предварительно напряженного состояния на частоты несущих конструкций гидротурбин. *Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Динаміка і міцність машин*. Харків, 2018. Т. 1, № 38. С. 42–48.
 5. Сметанкіна Н.В., Шупіков О.М., Угримов С.В. Математичне моделювання процесу нестационарного деформування багатошарового оскління при розподілених та локалізованих силових навантаженнях. *Вісник Херсонського національного технічного університету*. Херсон, 2016. № 3(58). С. 408–413.
 6. Hontarovskiy P.P., Smetankina N.V., Ugrimov S.V., Garmash N.H., Melezhyk I.I. Computational studies of the thermal stress state of multilayer glazing with electric heating. *Journal of Mechanical Engineering*. Kharkiv, 2022. Vol. 25, No 1. P. 14–21.
 7. Шелудько Г.А., Шупіков О.М., Сметанкіна Н.В., Угримов С.В. Прикладний адаптивний пошук. Харків: Око, 2001. 191 с.
 8. Smetankina N., Semenets O., Merkulova A., Merkulov D., Misura S. Two-stage optimization of laminated composite elements with minimal mass. *Smart Technologies in Urban Engineering. STUE-2022. Lecture Notes in Networks and Systems*. Springer, Cham, 2023. Vol. 536. P. 456–465.
 9. Shupikov A.N., Smetankina N.V., Sheludko H.A. Selection of optimal parameters of multilayer plates at nonstationary loading. *Meccanica*. 1998. Vol. 33, No. 6. P. 553–564.

УДК 664.8/9

ФОРМУВАННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПЛІВКИ ІЗ КИШКОВОЇ СИРОВИНИ ПІД ЧАС СУШІННЯ

Онищенко В.М. д.т.н., доц.; Пак А.О. д.т.н., проф.; Онищенко А.В. аспірант

Державний біотехнологічний університет

Дослідженнями кінетики сушіння плівки багатофункціонального призначення із кишкової сировини визначено раціональні значення температури нагрівальних поверхонь.

Метою дослідження є визначення раціональних значень температури нагрівальних поверхонь, з точки зору ефективності процесу зневоднення плівки багатофункціонального призначення із кишкової сировини під час її сушіння.

Сушіння є однією із найбільш енергоємних операцій при виробництві плівки багатофункціонального призначення із кишкової сировини, за технологією, що розглядається [1]. Рентабельність виробництва цієї плівки суттєвим чином залежить від витрат на процес зневоднення вихідної сировини.

Дослідження процесу сушіння полягало у отриманні та аналізі кінетики