

УДК 539.3

РОЗРАХУНОК ЛОКАЛЬНО НАВАНТАЖЕНОЇ КОНСОЛЬНОЇ ТОНКОЇ ЗАМКНУТОЇ КОНІЧНОЇ ОБОЛОНКИ НА ОСНОВІ КЛАСИЧНОЇ ТА ДЕЯКИХ УТОЧНЕНИХ ТЕОРІЙ

Роман Тучапський

*Інститут прикладних проблем механіки і математики
ім. Я.С. Підстригача НАН України*

roman.tuch@gmail.com

У цій роботі побудовано алгоритми чисельно-аналітичного розв'язування задач про напружено-деформований стан локально навантажених тонких ортотропних усічених замкнутих конічних оболонок на основі теорій методу $\{m, n\}$ -апроксимації, Кірхгофа – Лява та типу Тимошенка.

З вихідних систем рівнянь цих теорій отримано еквівалентні їм системи рівнянь, розв'язаних відносно перших похідних від узагальнених переміщень і деяких узагальнених напружень відносно координати по меридіану [6].

Ці системи рівнянь записано в спеціальній формі і, подібно до того, як це було зроблено в роботах [2, 4, 5, 7–10], за допомогою розвинень у тригонометричні ряди Фур'є по кільцевій координаті всіх величин, що характеризують напружено-деформований стан оболонки, і всіх величин, що характеризують зовнішнє навантаження, зведено до послідовностей незв'язаних нормальних систем звичайних диференціальних рівнянь.

На основі методу ортогональної прогонки С.К. Годунова [3] побудовано алгоритм послідовностей розв'язувань крайових задач для цих нормальних систем звичайних диференціальних рівнянь.

Як приклад використання цього алгоритму, розглянуто задачі про напружено-деформований стан локально навантаженої консольної тонкої ізотропної усіченої замкнутої конічної оболонки. При цьому для моделювання локальних навантажень було використано дельтоподібні функції і їх тригонометричні розвинення [1] по кільцевій координаті.

Проведено порівняння результатів, отриманих з використанням теорій Кірхгофа–Лява, типу Тимошенка й теорій методу $\{m, n\}$ -апроксимації.

1. Буряк Я.Й., Рудавський Ю.К., Сухорольський М.А. Аналітична механіка локально навантажених оболонок. – Львів: “Інтелект-Захід”, 2007. – 240 с.

2. *Василенко А.Т., Григоренко Я.М., Судавацова Г.К.* Решение задач о напряженном состоянии тонких оболочек вращения при локальных нагрузках // Прикладная механика. – 2000. – **36**, № 4. – С. 106–113.
те саме: *Vasilenko A.T., Grigorenko Y.M., Sudavtsova G.K.* Solving problems on the stress state of thin shells of revolution under local loads // Int. Appl. Mech. – 2000. – **36**. – P. 518–525.
3. *Годунов С.К.* О численном решении краевых задач для систем линейных обыкновенных дифференциальных уравнений // Успехи математических наук. – 1961. – Т. XVI, вып. 3 (99). – С. 171–174.
4. *Григоренко Я.М.* Некоторые подходы к численному решению линейных и нелинейных задач теории оболочек в классической и уточненной постановках // Прикладная механика. – 1996. – **32**, № 6. – С. 3–39.
те саме: *Grigorenko Y.M.* Approaches to the numerical solution of linear and nonlinear problems in shell theory in classical and refined formulations // Int. Appl. Mech. – 1996. – **32**. – P. 409–442.
5. *Мяченков В.И., Григорьев И.В.* Расчет составных оболочечных конструкций на ЭВМ: Справочник. – М.: Машиностроение, 1981. – 216 с.
6. *Тучапський Р.І.* Рівняння тонких анізотропних пружних оболонок обертання методом $\{m, n\}$ -апроксимації // Мат. методи та фіз.-мех. поля. – 2015. – **58**, № 3. – С. 43–56.
те саме: *Tuchapskyy R.I.* Equations of thin anisotropic elastic shells of revolution in the $\{m, n\}$ -approximation method // Journal of Mathematical Sciences. – 2017. – **226**, No. 1. – P. 52–68.
7. *Emelyanov I.G., Kuznetsov A.V.* The Stressed State of Shell Structures under Local Loads // J. Mach. Manuf. Reliab. – 2014. – **43**, No. 1. – P. 42–47.
8. *Grigorenko A.Ya., Müller W.H., Grigorenko Ya.M., Vlaiikov G.G.* Recent developments in anisotropic heterogeneous shell theory: general theory and applications of classical theory – Volume 1. – Singapore: Springer Singapore, 2016. – 116 p.
9. *Grigorenko Ya.M., Bepalova E.I., Urusova G.P.* Solving stationary problems of shell theory with allowance for transverse reduction. In: Pietraszkiewicz W., Kreja I. (Eds.). Shell Structures: Theory and Applications, Vol. 2: Proceedings of the 9th SSTA Conference, Gdańsk – Jurata, Poland, 14–16 October 2009 (1st ed.). – CRC Press, 2009. – P. 245–248.
10. *Grigorenko Y.M., Bepalova E.I., Urusova G.P.* Stationary deformation of compound shell structures under arbitrary loadings. In: Pietraszkiewicz W., Górski J. (Eds.). Shell Structures: Theory and Applications, Vol. 3: Proceedings of the 10th SSTA Conference, Gdańsk, Poland, 16–18 October 2013. – Taylor & Francis Group, London, 2014. – P. 93–96.

CALCULATION OF A LOCALLY LOADED CANTILEVER THIN CLOSED CONICAL SHELL BASED ON CLASSICAL AND SOME REFINED THEORIES

The problems of calculating the stress-strain state of locally loaded thin orthotropic truncated closed conical shells based on the Kirchhoff–Love theory and some refined theories are considered.