

УДК 539.3

## ВПЛИВ ПОПЕРЕДНІХ НАПРУЖЕНЬ НА ОЦІНКУ РОБОТОЗДАТНОСТІ ЗА ТЕПЛОВИМ КРИТЕРІЄМ ЕЛАСТОМЕРНОЇ ПРЯМОКУТНОЇ ПЛАСТИНИ

Ярослав Жук, Олександр Остос

Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ

Оцінка терміну експлуатації елементів конструкції залежить від багатьох факторів. Разом із наявністю попередніх напружень ефект термомеханічної зв'язаності може суттєво впливати на роботоздатність конструкційного елемента і на моделі втомної витривалості. При цьому за допомогою адекватних моделей зв'язаної термомеханіки [1] необхідно оцінити рівні дисипативного розігріву і визначити безпечні діапазони температур.

Розглянемо прямокутну пластину довжини  $a$ , ширини  $b$  і товщини  $h$ . Поведінку матеріалу пластини вважаємо лінійною в'язкопружною незалежною від частоти, амплітуди та температури. Пластина віднесена до прямокутної декартової системи координат  $x, y, z$ . Вісь  $Oz$  направлена перпендикулярно до площини пластини  $Oxy$ . Контур пластини задається відрізками прямих  $x = 0, a$ ;  $y = 0, b$ . В пластині присутні попередні мембранні розтягувальні зусилля: нормальні  $N_{xx}$ ,  $N_{yy}$  та зсувне  $N_{xy}$ , за допомогою яких моделюється наявність виниклих при виготовленні чи попередньо наведених напружень.

Механічні коливання пластини збуджуються поверхневим тиском, гармонічно змінним в часі  $t$  з амплітудою, що розподілена за деяким законом по поверхні пластини, і круговою частотою  $\omega$ , близькою до резонансної. Контур пластини вважаємо шарнірно опертим і теплоізольованим або таким, на якому підтримується стала температура.

Для моделювання механічної поведінки заданої пластини відносно механічних змінних по товщині приймаємо гіпотези Кірхгофа – Лява [1,2]. В'язкопружні властивості матеріалів описуються інтегральними операторами лінійної в'язкопружності [1], які у випадку гармонічного деформування матеріалу зводяться до множення комплексних величин  $a * b = (a' + ia'')(b' + ib'')$ . Температуру вібророзігріву приймаємо сталою по товщині пластини.

У разі незалежних від температури властивостей матеріалу в припущенні сталості температури по товщині пластини механічна задача розпадається на дві: 1) задачу про плоский напружений стан і 2) задачу про чистий згин. Задача про плоский напружений стан і визначає попередній напружений стан, на який накладається чистий згин, що змінюється в часі за гармонічним законом.

Рівняння руху в переміщеннях за наявності попередніх мембранних зусиль доповнюється рівняннями стаціонарної або нестаціонарної теплопровідності при відповідних механічних і теплових граничних умовах.

Для шарнірного опирання розв'язок механічної задачі про стаціонарні коливання знаходиться у вигляді подвійного ряду по синусах. Розв'язок стаціонарної задачі теплопровідності шукаємо у вигляді ряду по косинусах. Нестационарна задача теплопровідності розв'язувалась чисельно.

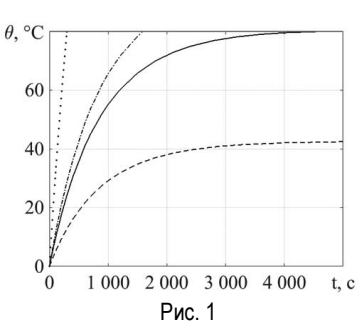


Рис. 1

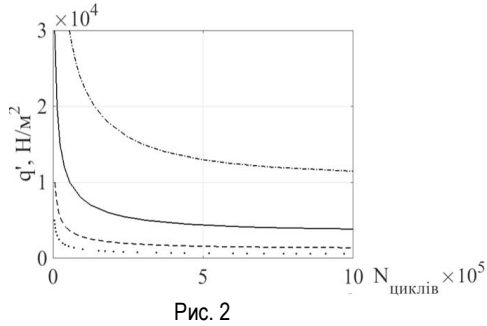


Рис. 2

Криві температури вібророзігріву і залежності кількості циклів до теплового руйнування для різних амплітуд навантаження представлені на рис. 1 і 2 відповідно. Встановлено, що наявність попередніх напружень зсуває амплітудно- і температурно-частотну криву в низькочастотну або високочастотну область, що істотно впливає на температуру вібророзігріву і, отже, на втомну поведінку за температурним критерієм.

1. *Karnaikhov V.G., Kirichok I.F.* Forced harmonic vibrations and dissipative heating-up of viscoelastic thin-walled elements (Review) // *Int. Appl. Mech.* – 2000. – **36** – P. 174–195.
2. *Zhuk Ya.A., Ostos A Kh.* Effect of preloading on the resonant vibrations and dissipative heating of a rectangular thermoviscoelastic plate // *Int. App. Mech.* – 2020. – **56**. – P. 432–444.

### PRESTRESS INFLUENCE ON THE THERMAL LIFE ESTIMATION OF ELASTOMERIC RECTANGULAR PLATE

*A statement of the problem on the forced resonant vibrations and steady-state as well as transient dissipative heating of prestressed viscoelastic elastomeric rectangular plate is derived. The temperature-time response is used to predict the plate failure due to overheating and estimate the structure endurance under cyclic loading. The influence of the prestress level on the life prediction is investigated in details.*