

UDC 539.3

A. P. Yankovskii ✉

MODELING OF THERMOELASTOPLASTIC DEFORMATION OF REINFORCED PLATES.

II. STATEMENT OF THE PROBLEM AND METHOD FOR SOLUTION

A coupled initial-boundary value problem of thermoelastoplastic deformation of flexible reinforced plates is formulated. The possible weak resistance of such structures to transverse shear is taken into account within the framework of the Ambartsumian theory. Geometric nonlinearity is taken into account in the von Kármán approximation. The temperature over the thickness of the plates is approximated by polynomials of different orders. The solution to the two-dimensional problem is constructed using an explicit numerical scheme. The dynamic thermoelastoplastic behavior of plane criss-cross and spatially reinforced fiberglass and metal-composite plates, bending under the action of an air blast wave, is investigated. It is shown that in order to adequately determine the temperature in such structures, it must be approximated by polynomials of the 6–7th orders over the thickness of the plates. It is demonstrated that relatively thin composite plates are heated to a larger extent than relatively thick ones at the same maximum values of the intensity of deformations in the binder. The heating level of reinforced structures is insignificant: for fiberglass plates, the temperature increment is $2\pm 18^\circ\text{C}$, and for metal-composite structures, it is 30°C . Therefore, the dynamic calculation of fiberglass plates under the action of a load such as an air blast wave can be carried out without taking into account the thermal effect in the absence of additional heat sources of non-mechanical origin. In calculating the metal-composite plates, it is necessary to take into account the thermal effect, but the thermal sensitivity can be ignored.

Key words: flexible plates, plane reinforcement, spatial reinforcement, dynamic bending, Ambartsumian's theory, thermoelastoplastic deformation, explosive-type load, explicit numerical scheme.

МОДЕЛЮВАННЯ ТЕРМОПРУЖНОПЛАСТИЧНОГО ДЕФОРМУВАННЯ АРМОВАНИХ ПЛАСТИН. II. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ ТА МЕТОД РОЗВ'ЯЗУВАННЯ

Сформульовано зв'язану початково-крайову задачу термопружнопластичного деформування гнучких армованих пластин. Можливий слабкий опір таких конструкцій поперечному зсуву враховується в рамках теорії Амбарцумяна. Геометрична нелінійність враховується у наближенні Кармана. Температура по товщині пластин апроксимується поліномами різних порядків. Розв'язок сформульованої двовимірної задачі будується з використанням явної чисельної схеми. Досліджено динамічну термопружнопластичну поведінку плоско-перехресно і просторово армованих склопластикових і металокомпозитних пластин, згинальних під дією повітряної вибухової хвилі. Показано, що для адекватного визначення температури в таких конструкціях їй необхідно апроксимувати поліномами 6–7-го порядків по товщині пластин. Продемонстровано, що відносно тонкі композитні пластини нагріваються більше, ніж відносно товсті при однакових максимальних значеннях інтенсивності деформацій в зв'язуючому. Рівень нагріву армованих конструкцій незначний: для склопластикових пластин приріст температури становить $2\pm 18^\circ\text{C}$, а для металокомпозитних конструкцій – 30°C . Тому динамічний розрахунок склопластикових пластин при дії навантажень типу повітряної вибухової хвилі можна проводити без урахування теплової дії при відсутності додаткових джерел тепла немеханічного походження. При розрахунках металокомпозитних пластин необхідно враховувати теплову дію, але термочутливість можна не враховувати.

✉ lab4nemir@rambler.ru

Ключові слова: гнучкі пластини, плоске армування, просторове армування, динамічний згин, теорія Амбарцумяна, термопружнопластичне деформування, навантаження вибухового типу, явна числова схема.

Khristianovich Institute of theoretical
and applied mechanics, Siberian Branch of Russian
Academy of Sciences, Novosibirsk, Russia

Received
18.01.21