



1'2003

НАУКА И ТЕХНИКА КАЗАХСТАНА



ҚАЗАҚСТАН
ҒЫЛЫМЫ МЕН ТЕХНИКАСЫ

ҚАЗАҚСТАН ҒЫЛЫМЫ МЕН ТЕХНИКАСЫ

С. ТОРАЙҒЫРОВ АТЫНДАҒЫ ПАВЛОДАР МЕМЛЕКЕТТІК
УНИВЕРСИТЕТІНІҢ ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ

МАЗМҰНЫ

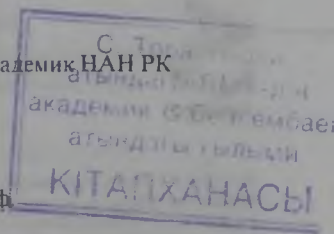
ЖАРАТЫЛЫСТАНУ ҒЫЛЫМДАРЫ

- Ж.С. Бектұрғанов, Б.Қ. Қасенов, Е.С. Мұстафин, С.Т. Еділбаева, Ш.Б. Қасенова, Е.К. Жұмаділов*
LnMe^mMe^lMn₂O₆ (Ln – сирек-жер, Me^l – сұлтлік, Me^{II} – сұлтлік-жер металдары) құрамды манганииттердің термодинамикалық қасиеттері 7
- А.К. Алпысов, А.К. Алпысова*
Математика сабақтарында экономика мен статистика элементтерін қолдану әдістері 20
- Г.А. Бектенова*
Ферменттерді иммобилизациялануының өзекті мәселелері 32
- Е.А. Бектұров*
А.Б. Бектұров атындағы химия институтында физикалық химия саласында полимерлердің зерттелінуі 38
- Д.Ю. Болдырев, Е.О. Батырбеков, Ж.Х. Жұмагулова, Р.М. Ысқақов, Б.А. Жұбанов*
Поливинилспирттің пленкадан түзілген новокаин диффузиясы 43
- С.С. Донцов*
Еңбекті ғылыми ұйымдастырудағы шаралардың экономикалық мәнін бағалау 48

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Нухулы А., д.х.н., проф. (*главный редактор*)
Утегулов Б.Б., д.т.н., проф. (*зам. гл. редактора*)
Ельмуратова А.Ф., к.т.н., доц. (*отв. секретарь*)
Члены редакционной коллегии:

Бойко Ф.К., д.т.н., проф.
Газалиев А.М., д.х.н., проф., член-корр. НАН РК
Гамарник Г.Н., д.т.н., проф.
Глазырин А.И., д.т.н., проф.
Даукеев Г.Ж., к.т.н., проф.
Ергожин Е.Е., д.х.н., проф., академик НАН РК
Каракаев А.К., д.т.н., проф.
Кислов А.П., к.т.н., доц.
Клецель М.Я., д.т.н., проф.
Кудерин М.К., к.т.н., доц.
Мансуров З.А., д.х.н., проф.
Мурзагулова К.Б., д.х.н., проф.
Никитин Г.М., д.т.н., проф.
Пивень Г.Г., д.т.н., проф.
Сагинов А.С., д.т.н., проф., академик НАН РК
Сулеев Д.К., к.т.н., проф.
Сейтахметова Г.Н. (*тех. редактор*)



Адрес редакции:
637034 г Павлодар,
ул. Ломова, 64.
Тел. (3182) 45-11-43
(3182) 45-38-60
Факс (3182) 45-11-23
E-mail publish@psu.kz
nauka@psu.kz

Подписано в печать 09.02.2003 г.
Формат 297×420/2. Бумага книжно-журнальная.
Объем 12,5 уч.-изд. л. Тираж 300 экз.
Заказ № 0287.

Научный издательский центр
Павлодарского государственного университета
им. С. Торайгырова
637034, г. Павлодар, ул. Ломова 64.

УДК 739.384.001.5

ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ПРЯМОУГОЛЬНЫХ ПЛАСТИН ПРИ ПОПЕРЕЧНОМ НАГРУЖЕНИИ

С.К. Ельмуратов, Г.Т. Тлеуленова

*Павлодарский государственный университет**им. С. Торайгырова*

Біржелкі таралған, сатылы, әр түрлі тирелу жағдайлар және әртүрлі тирелу жағдайларының қатынастар жүктеместіне пластинаны илуге зерттелген. Жұқа қабырғалы конструкциялар құрылыстың әр түрлі салаларында кең қолдануда: жаппи панельдері, болат табақша конструкциялары және т.б., сондықтан оларды зерттеу өзекті проблема болып табылады.

Исследованы пластины на изгиб от нагрузок равномерно-распределенных, ступенчатых, при различных условиях опирания, при различных соотношениях сторон. Тонкостенные конструкции широко применяются в различных отраслях строительства: панели перекрытия, стальные листовые конструкции и т.д., поэтому их исследование является актуальным.

The plates on a bend from loadings in regular intervals - distribute, step are investigated, under various conditions at various ratio of the parties. The thin-walled designs are widely applied in various branches of construction: panels of blocking, steel sheet designs etc., therefore their research is urgent.

Рассмотрим дифференцированное уравнение изгиба пластин при действии поперечной нагрузки. Задача сводится к интегрированию уравнения Софи Жермен-Лагранжа [1]

$$\frac{\partial^4 W}{\partial x^4} + 2 \frac{\partial^4 W}{\partial x^2 \partial y^2} + \frac{\partial^4 W}{\partial y^4} = \frac{q}{D}, \quad (1)$$

где W – поперечные перемещения;

∂ – интенсивность поперечной нагрузки;

D – цилиндрическая жесткость, вычисляемая по формуле:

$$D = \frac{Eh^3}{12(1-\nu^2)}, \quad (2)$$

где E – модуль упругости;

h – толщина пластинки;

ν – коэффициент Пуассона.

Для решения задачи изгиба пластин применим метод конечных разностей. Края пластинки могут свободно сближаться и искривляться. Пластинку аппроксимируют регулярной сеткой и для каждого узла сеточной области записываем уравнение конечных разностей, которые имеют вид:

$$\begin{aligned} \varphi_1 W_i + \varphi_2 (W_k + W_l) + \varphi_3 (W_n + W_m) + \varphi_4 (W_p + W_q + W_r + W_s) + \\ + \varphi_5 (W_v + W_w) + \varphi_6 (W_x + W_y) = \frac{q\lambda_x^2 \lambda_y^2}{D}, \end{aligned} \quad (3)$$

где

$$\begin{aligned} \varphi_1 = \frac{6}{\mu^2} + 8 + 6\mu^2, \quad \varphi_2 = -\frac{4}{\mu^2 - 4}, \quad \varphi_3 = -4\mu^2 - 4, \\ \varphi_4 = 2, \quad \varphi_5 = \frac{1}{\mu^2}, \quad \varphi_6 = \mu^2, \quad \mu = \frac{a}{b} = \frac{\lambda_x}{\lambda_y}, \end{aligned} \quad (4)$$

Граничные условия на контуре опертой пластины $W_k = 0$, за контуром $W_{ik} = \delta W_{kk}$, выражены через внутриконтурные, где $\delta = 1$ при защемленном контуре и $\delta = -1$ при шарнирном опирании. Выражения для изгибающих моментов приняты

$$\begin{aligned} M_x &= -D \left(\frac{\partial^2 W}{\partial x^2} + \nu \frac{\partial^2 W}{\partial y^2} \right) \\ M_y &= -D \left(\frac{\partial^2 W}{\partial y^2} + \nu \frac{\partial^2 W}{\partial x^2} \right) \\ M_{xy} &= -(1 + \nu) D \frac{\partial^2 W}{\partial x \partial y} \end{aligned} \quad (5)$$

Уравнения в конечных разностях получены из дифференциального путем замены уравнений в частных производных [1] через конечные разности [3]. В результате получим систему уравнений в конечных разностях, которая и является уравнением изгиба пластины. Для решения этих уравнений применим метод Зейделя. Поскольку решения системы уравнений трудоемки поэтому составлена программа расчета этих уравнений на ЭВМ. Итерационный процесс продолжается до тех пор, пока погрешность решения не будет соответствовать условию:

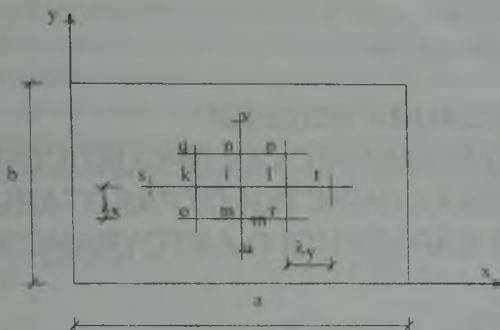


Рис. 1. Сеточная область

$$|W^n - W^{n+1}| \leq \varepsilon, \quad (6)$$

где ε –точность вычислений.

На первоначальном этапе полученные результаты сравнивались с имеющимися решениями в справочной литературе, расхождение не превышает более 5% [2,3].

Достоинством метода конечных разностей является то, что место приложения нагрузки можно менять широко, граничные условия можно комбинировать по участкам на каждой стороне пластины, т.е. метод позволяет решать весьма широкий круг задач с достаточной точностью.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тимошенко С.П., Войтовский-Кригер С. Пластинки и оболочки.– М.: Наука, 1969.
2. Ельмуратов С.К. Численные методы расчета пластин и пологих оболочек на ЭВМ: Учебное пособие для вузов.– Караганда: КарПТИ.– 1986.
3. Справочник проектировщика для жилых и общественных зданий сооружений. / Под ред. В.Уманского.– М.: Стройиздат, 1986.