

УДК 539.374.001.24

Н. Н. М а л и н и н, А. И. Х а н и и

## **ЧИСЛЕННЫЙ РАСЧЕТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССОВ ГОРЯЧЕГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ МЕМБРАН**

*Изложена теория расчета параметров сверхпластической формовки изделий из листовых неосесимметричных заготовок методом конечных элементов с учетом повреждаемости материала. Свойства сверхпластичного материала описаны уравнениями состояния по энергетической теории ползучести и длительной прочности. В качестве примеров рассмотрены два процесса: свободное деформирование круглой мембраны и формоизменение длинной узкой прямоугольной мембраны.*

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сверхпластическая формовка конструкционных сплавов / Под ред. Н. Пейтона, К. Гамильтона. – М.: Металлургия, 1985. – 312 с.
2. М а л и н и н Н. Н. Ползучесть в обработке металлов. – М.: Машиностроение, 1986. – 216 с.
3. М а л и н и н Н. Н., Р о м а н о в К. И., Х а н и н А. И. Теоретическое исследование газостатической формовки полых тонкостенных изделий // Расчеты на прочность. – 1985. – Вып. 26. – С. 123–134.
4. A r g y r i s J. H., D o l t s i n i s J. St. A primer on superplasticity in natural formulation // Comput. Meth. Appl. Mech. and Eng. – 1984. – Vol. 46. – № 1. – P. 83–131.
5. O n a t e E., Z i e n k i e v i c z O. C. A viscous shell formulation for the analysis of thin sheet metal forming // Int. J. Mech. Sci. – 1983. – Vol. 25. – № 5 – P. 305–335.
6. Р о м а н о в К. И. Решение технологических задач теории ползучести с учетом повреждаемости материала // Машиноведение. – 1984. – № 6. – С. 72–77.
7. Х а н и н А. И. Кратковременная ползучесть сверхпластичных сплавов. Латунь Л63 // Известия вузов. Машиностроение. – 1987. – № 8. – С. 12–16.
8. Р а б о т н о в Ю. Н. Ползучесть элементов конструкций. – М.: Наука, 1966. – 752 с.
9. D a - J u n Zhou, J i a n s h e L i a n. Numerical analysis of superplastic bulging for cavity-sensitive materials // Int. J. Mech. Sci. – 1987. – Vol. 29. – № 8. – P. 565–576.
10. З а к о н о м е р н о с т и ползучести и длительной прочности: Справочник / Под общ. ред. С.А. Шестерикова. – М.: Машиностроение, 1983. – 100 с.
11. Б о й л Дж., С п е н с Дж. Анализ напряжений в конструкциях при ползучести. – М.: Мир, 1986. – 360 с.
12. З е н к е в и ч О. С. Метод конечных элементов в технике. – М.: Мир, 1975. – 541 с.
13. Е в з е р о в И. Д., З д о р е н к о В. С. Сходимость плоских конечных элементов тонкой оболочки // Строительная механика и расчет сооружений. – 1984. – № 1. – С. 35–40.

14. Morley L. S. D. A facet-like shell theory // *Int. J. Eng. Sci.* – 1984 – Vol. 22. – № 11–12. – P. 1315–1327.
15. Б и д е р м а н В. Л. Механика тонкостенных конструкций. – М.: Машиностроение, 1977. – 488 с.
16. Gavriushin S. S., Gavriushina N. T. Numerical solution to pneumatic forming problems of axisymmetric superplastic thin shell // *Engng. Comput.* – 1985. Vol. 2. – № 2. – P. 121–127.
17. Iseki H., Jimma T., Murota T. Finite element method of analysis of the hydrostatic bulging of a sheet metal (Part. 1) // *Bulletin of the JSME* – 1974. – Vol. 17. – № 112. – P. 1240–1246.
18. М а л и н и н И. Н., Р о м а н о в К. И. Ползучесть и разрушение прямоугольных мембран в условиях горячего формоизменения // *Механика деформируемого твердого тела.* – Тула: ТПИ. 1983. – С. 170–175.

Статья поступила в редакцию 25.04.1990