

АНАЛИЗ СВОЙСТВ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СОСТОЯНИЙ ПРИ ДЕФОРМАЦИИ ЭПОКСИКОМПОЗИТОВ

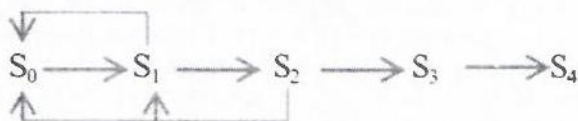
Херсонская государственная морская академия,
г. Херсон, Украина
Arundo.p@mail.ru

В современном строительстве, машиностроении и других областях промышленности нашли широкое распространение композитные материалы (КМ). Поэтому весьма актуальной представляется задача получения КМ с требуемым комплексом физико-механических свойств и улучшения технико-экономических характеристик и качества КМ. Решение данной задачи в значительной степени связано с комплексным исследованием свойств композитов с применением современной технологии математического моделирования и вычислительного эксперимента. В первую очередь это связано с оптимизацией составов КМ и прогнозированием их эксплуатационных свойств.

На основе предварительных экспериментов была получена зависимость абсолютной деформации от продолжительности воздействия статической нагрузки при $F = 50 \text{ Н}$ в эпоксидном композите, содержащем 50 мас.ч. наполнителя (электрокорунд) на 100 мас.ч. эпоксидной смолы. Ставили задачу найти вероятности состояний системы.

Рассматривали абсолютную деформацию как случайный процесс, протекающий в системе, переходы которой из одного состояния в другое могут осуществляться только в заранее определенные моменты времени $t_1, t_2, \dots, t_k, \dots$. Абсолютная деформация проходит следующую серию состояний: S_0 – исходное состояние; S_1 – работоспособное состояние; S_2 – упругая деформация; S_3 – пластичная деформация; S_4 – разрушение.

Поставленная задача относится к марковской цепи, поэтому граф состояний может быть представлен в виде:



Граф состояний системы

Запишем вероятности состояний в соответствии с графом состояний в виде квадратной матрицы порядка $n \times n$, сумма элементов каждой строки которой равна 1.

	0	1	2	3	4
0	0	1	0	0	0
1	P_{10}	P_{11}	P_{12}	0	0
2	0	P_{21}	P_{22}	P_{23}	0
3	0	0	0	P_{33}	P_{34}
4	0	0	0	0	1

Теоретическая матрица состояний

Общее время наблюдения (суммарная частота) составляет 72 часа. Поэтому вероятности состояний p_i абсолютной деформации ΔL , за весь период наблюдения равны $p_i = \Delta t_i / \sum t_i$.

Для оценки вероятностей в строке матрицы состояний выбирали три смежных состояния (S_0, S_1, S_2). Вероятность каждого из состояний вычисляли как сумму вероятностей составляющих этого состояния. Аналогичным образом вычисляли вероятности состояний третьей (S_1, S_2, S_3) и четвертой (S_3, S_4) строк. Таким образом, матрица состояний будет выглядеть следующим образом:

0	1	2	3	4	суммы
0	1	0	0	0	1
0,041667	0,125	0,833333	0	0	1
0	0,060606061	0,3030303	0,63636336	0	1
0	0	0	0,875	0,125	1
0	0	0	0	1	1

Матрица состояний

Таким образом, можно констатировать, что при воздействии статической нагрузки $F = 50 \text{ Н}$ в ЭКМ, содержащем 50 мас.ч. наполнителя электрокорунда на 100 мас.ч. эпоксидной смолы от 0 до 24 часов, наиболее вероятна абсолютная деформация $M(X) = 78,3$ ед., с дисперсией $D(X) = 11,3$; при воздействии этой же статической нагрузки до 60 часов наиболее вероятна абсолютная деформация $M(X) = 82,8$ ед., с дисперсией $D(X) = 16,2$; при воздействии от 30 до 72 часов наиболее вероятна абсолютная деформация $M(X) = 86$ ед. с дисперсией $D(X) = 4,6$.