

А. М. Данилов, И. А. Гарькина (Пенза, ПГУАС). **Промышленные приложения системных методологий, идентификации систем и теории управления.**

Предлагаются методологические принципы создания композиционных материалов как сложных систем с заданными структурой и свойствами.

Актуальность исследований определяется необходимостью обеспечения экологической безопасности объектов ядерной энергетики, особо опасных химических производств, баз и арсеналов; бункеров, могильников и хранилищ низкоактивных радиоактивных отходов и др. Исходными предпосылками при синтезе являются «Принцип 100%-й эффективности математики» [1], иерархия критериев качества и иерархическая структура радиационно-защитного композиционного материала, разработанные с учетом парадоксов целостности, иерархичности и системообразующих (интегративных) свойств [2].

На основе классификации основных кинетических процессов формирования структуры и свойств композиционных материалов специального назначения (коэффициент радиационной стойкости, линейный коэффициент ослабления гамма-излучения, набор прочности, изменение модуля упругости, контракция и усадка, нарастание внутренних напряжений, тепловыделение, химическая стойкость, водопоглощение, водостойкость и др.) строится их обобщенная модель в классе обыкновенных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами до четвертого порядка включительно. Каждый из кинетических процессов является частным случаем обобщенной модели и представляется как решение задачи Коши

$$z^{(4)} + \alpha_1 z^{(3)} + \alpha_2 z^{(2)} + \alpha_3 z^{(1)} + \alpha_4 z = 0; \quad z = x - x_m,$$

$$x(0) = x_0, \quad \dot{x}(0) = \dot{x}_0, \quad \ddot{x}(0) = \ddot{x}_0, \quad \dddot{x}(0) = \dddot{x}_0,$$

где $x_0, \dot{x}_0, \ddot{x}_0, \dddot{x}_0$ определяются требуемым видом кинетического процесса и заданным эксплуатационным значением x_m исследуемой характеристики материала (предполагается апериодичность процессов; указываются достаточные условия).

Осуществляется параметрическая идентификация, формализованная оценка качества и одномерная оптимизация каждого из кинетических процессов (используются функционалы вида $\Phi(S) = f\lambda_m + a/\lambda_m + br + c/r$, позволяющие учитывать формирование во времени структуры и свойств композита; $\lambda_m = \min_i \{\lambda_i\}$, $r = \max_i \{\lambda_i/\lambda_m\}$, $k_i = -\lambda_i$ — корни характеристического полинома, $\lambda_i > 0$, $i = 1, \dots, n$).

Осуществляется многокритериальный синтез радиационно-защитного композита с использованием методов векторной оптимизации (решение лексикографической задачи, сужение области поиска методом последовательных уступок, скаляризация введением метрики в пространстве целевых функций (прочность, пористость, плотность), построение множеств Парето).

На основе предложенного подхода получены защитные материалы, конкурентоспособные на мировом рынке и удостоенные дипломов ряда международных (Лейпциг, Лондон, Астана и др.) и всероссийских выставок.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бутковский А. Г. К философии и методологии проблем управления. — В сб. пленарных докладов II-й Международной конференции: Идентификация систем и задачи управления SICPRO'03, Москва, 29–31 января 2003, ИПУ РАН им. В. А. Трапезникова.
2. Гарькина И. А., Данилов А. М., Королев Е. В. Строительные материалы как системы. — Строительные материалы, 2006, № 7, с. 55–58.