

И. А. Гарькина, А. М. Данилов (Пенза, ПГУАС). **Когнитивное моделирование и управление качеством специальных композитов.**

На примере радиационно-защитного бетона рассматривается качественный анализ материалов как систем на основе построения когнитивной карты с указанием причинно-следственных связей.

Указанный подход в связи с междисциплинарностью системных исследований в материаловедении практически не используется («... когда внешней средой наука не востребована, то по этому свойству система изолирована или закрыта, и только тогда, когда появится потребитель во внешней среде, система откроется»).

Обсуждается определение понятия «структура», что в материаловедении носит расплывчатый характер (возникают трудности классификации и установления параметров оптимальной структуры композита). При классификации структуры бетона с учетом его плотности рассматриваются четыре основных типа: плотная, с пористым заполнителем, ячеистая и зернистая; при масштабной классификации выделяются макро- и микроструктура; в некоторых случаях — пять масштабных уровней (субмикроскопический (атомно-молекулярный, $< 10^{-7}$ см), микроскопический (коллоидно-дисперсный, $10^{-7} \dots 10^{-5}$ см), мезоскопический (пылевидные фракции, $10^{-5} \dots 0,014$ см), макроскопический (песчаная фракция, $0,014 \dots 0,5$ см), мегаскопический (гравийно-щебенистая фракция, $> 0,5$ см)).

Управление технологией изготовления производится исходя из полиструктурной теории В. И. Соломатова с возможностью раздельного формирования отдельных структур уникальных композитов на мало- или несовмещающихся компонентах.

Оптимизация каждого структурного уровня осуществляется на основе выделенных критериев (управление свойствами субмикроструктуры — на атомарном или молекулярном уровне; для композитов на основе вяжущих веществ, не содержащих дисперсных фаз, выделяется уровень микроструктуры; для каркасных бетонов дополнительно рассматривается уровень каркаса, а также мезоструктура (пропиточная композиция) и макроуровень (бетон)).

На каждом последующем структурном уровне (новый материал) оптимизированные рецептура и технология предыдущего уровня уточняются. Последовательное совмещение уровней (от микро- до макроструктуры) осуществляется на основе критериев (свойств), обеспечивающих получение качественного композиционного материала на уровне макроструктуры (продукта технологии).

Определение оптимальной структуры композитов осуществляется, исходя из критериев И. А. Рыбьева (оптимальной структуре (организации) в зависимости от соотношения в материале скрепляющей фазы и заполнителя (фазовое отношение) соответствует комплекс экстремальных значений свойств (закон «створа»)).

Показывается возможность выделения для радиационно-защитных композитов различных уровней и типов взаимосвязей между ними с последовательным включением систем более низкого уровня в системы более высокого уровня (строение системы-структурированное, иерархическое).

Используется аналогия структур систем (изоморфизм и гомоморфизм). Для качественного анализа рассматриваемых композитов как систем строится знаковый взвешенный ориентированный граф (в силу громоздкости здесь не приводится). Построение орграфа позволило установить элементарные рецептурные факторы (количество, удельная поверхность, химический состав и др.) для управления технологией изготовления материала.

Разработанная технология и материалы удостоены медалей РААСН (Москва, 2003) и VII международного салона инноваций и инвестиций (Москва, ВВЦ, 2007).