

КОМБИНИРОВАННЫЕ КРИТЕРИИ ОПТИМАЛЬНОСТИ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ

КЕРШ В.Я., КОЛЕСНИКОВ А.В.

Одесская государственная академия строительства и архитектуры, Украина

Основной современной тенденцией в области строительного материаловедения является создание многофункциональных материалов, удовлетворяющих одновременно совокупности требований: энергосберегающие свойства, высокие показатели прочности, адгезии и звукоизоляции, оптимальные экологические и экономические характеристики. Производство и использование материалов такого рода предполагает предварительную оценку их качества и компромиссную оптимизацию их свойств. Современный этап развития исследований в области строительного материаловедения предполагает использование материалов сложного состава и структуры. В связи с этой тенденцией рациональным представляется и последовательное усложнение необходимых на стадии проектирования и критериев оптимальности строительных композитов. Оно может быть основано на последовательном процессе группировки отдельных характеристик, приводящем в итоге к единой глобальной функции оптимальности (рис.1). При этом обычные используемые при оптимизации характеристики (например, теплопроводность λ , прочность при сжатии R_c и изгибе R_b , плотность d) представимы как критерии первого уровня.

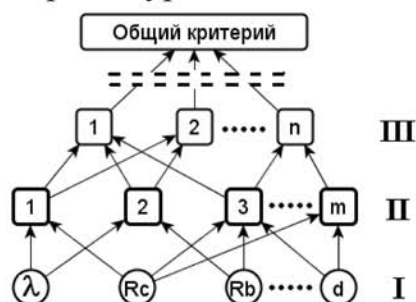


Рис.1. Иерархия критериев оптимальности композиционных материалов

На каждом иерархическом уровне происходит усложнение критериев путем учета критериев предыдущих уровней. При этом промежуточные парциальные критерии и, в частности, индекс водостойкости [1], в ряде случаев могут представлять самостоятельный интерес и быть полезными для исследования и оптимизации материалов разных классов.

Рассмотрим ряд подобных промежуточных критериев, их смысл и значение в материаловедении.

1. Структурные критерии. Описывают соотношение структуры и свойств материала, указывают на эффективность реализации заданных свойств на основе организованной с помощью управления рецептурно-технологическими факторами структурой материала. Они имеют общий вид $C_{SP} = P^n S^{-1}$, где P –

искомое свойство, $n=1, -1$, S – мера количества структурных единиц в единице объема, в простейшем случае – плотность ρ . Примеры структурных критериев:

$$C_{d\lambda} = \frac{1}{\rho\lambda}$$

а) $C_{d\lambda}$ – один из критериев теплоизолирующей способности материала. Велик у легких теплоизолирующих композитов. Варьируя структуру материала, можно решать задачи структурной оптимизации и, в частности, задачи на условный максимум $C_{d\lambda}$ – искать наименее плотный материал с заданной теплопроводностью (3, рис.2) либо минимизировать теплопроводность при известной плотности (4, рис.2).

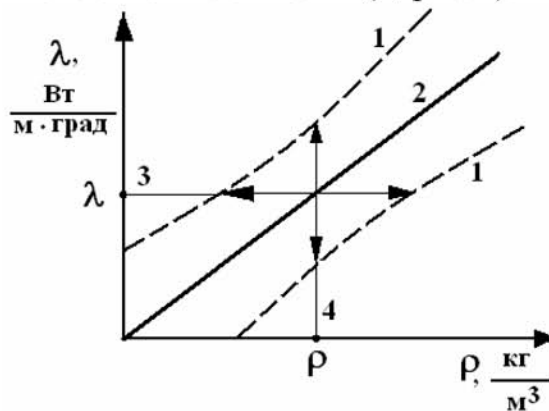


Рис. 2. Задачи структурной оптимизации: 1- границы возможностей структурной оптимизации, 2- магистральная за-ть коэф. теплопроводности от плотности материала

$$C_{\rho R} = \frac{R}{\rho}$$

б) $C_{\rho R}$ – критерии эффективной прочности (при изгибе, сжатии, адгезионной). Показывает, насколько эффективно организована структура композита для реализации заданных прочностных характеристик. Велик у легких, но прочных материалов. Такие критерии могут быть использованы для решения оптимизационных задач, подобных рассмотренным выше.

2. Относительные критерии. Эффективность при совместном учете свойств с тенденцией к антибатным изменениям (например, прочность R – теплопроводность λ). Показывают, на сколько увеличится нежелательное

свойство при увеличении желательного на одну единицу. Общий вид: $C_R = \frac{P_d}{P_{ud}}$ – отношение показателей желательного свойства P_d к показателю нежелательного

P_{ud} . Пример: $C_{R\lambda} = \frac{R}{\lambda}$ – показатель эффективности отношения прочность – теплопроводность. Велик у энергосберегающих материалов повышенной прочности. Поскольку оба этих свойства являются структурно обусловленными, эти критерии представимы как комбинированные по отношению к структурным.

3. Условные критерии. Определяют степень изменения свойств материала при условии изменения технологических факторов его изготовления либо

экстремального воздействия. Общий вид $C_c = \frac{P_c}{P} (\times 100\%)$. Это отношение условной характеристики к исходной. Велик у материалов, устойчивых к воздействиям. Один из используемых критериев этого вида – коэффициент

размягчения $K_p = \frac{R_w}{R_d}$, равный отношению прочностей материала в водонасыщенном и сухом состоянии. Так, коэффициент размягчения для сухого

гипса $K_p = 0,4 - 0,5$, у гипсовых композитов с рыхлыми неводостойкими наполнителями (например, перлит) – еще меньше, вплоть до самопроизвольного разрушения во влажном состоянии. Создание многокомпонентных материалов на основе гипса (например, гипсоцементношлаковых вяжущих – ГЦШВ) и применение гидрофобизации позволяет получать водостойкие материалы на основе гипса ($K_p = 0,7 - 0,8$) [2].

4. Комбинированные критерии. Дальнейшим шагом на пути синтеза единого глобального критерия оптимальности строительного композита является их комбинация. Наиболее обоснованным представляется использование произведение степеней критериев предыдущего уровня в нормированном виде

$\bar{C}_i = \frac{C_i}{C_{\max}}$, где нормирование производится на максимальное значение свойства

в группе либо на интервал изменения свойства $\bar{C}_i = \frac{C_i - C_{\min}}{C_{\max} - C_{\min}}$. Комбинации

критериев осуществляются по правилу $C_{\text{comb}} = \prod_i \bar{C}_i^{n_i}$

Такое введение комбинированных критериев имеет смысл одновременного выполнения условий оптимальности по всем критериям предыдущего уровня. Вариант комбинированного критерия – индекс водостойкости

$\hat{E}_w = \frac{(R_w)^2}{R_d} = R_w \cdot K_p$, равный произведению прочности в водонасыщенном состоянии (один критерий) на коэффициент размягчения (второй критерий).

Эффективное применение индекса водостойкости в процессе оптимизации теплозвукоизолирующих строительных композитов [1] подтверждает перспективность стратегии синтеза индивидуальных и частных критериев оптимальности.

1. Фощ А.В. Оцінка якості гідрофобізуючих добавок та їх вплив на водостійкість гіпсу / А.В. Фощ, В.Я. Керш, А.В. Колесніков // Зб. праць УкрДУЗТ, Харків -2015р - вип. №157-С.49-53. 2. Коровяков В.Ф. Перспективы применения водостойких гипсовых вяжущих в современном строительстве // Повышение эффективности производства и применения гипсовых материалов и изделий: матер. Всеросс. семинара. М.: 2002. С. 51—56.