

ния и в смеси его с медью и цинком. Значения ϵ_n при 1000 °С для этих систем равнялись 0,75. Покрытия, полученные насыщением в смесях порошков кремния и меди, на сплавах ОТ4 и ВТ14 имели меньшие значения ϵ_n , а на ВТ1-0 примерно те же значения.

Излучательная способность силицидных покрытий зависит от температуры испытаний: с повышением температуры с 700 до 1000 °С наблюдается повышение ϵ_n , с понижением температуры с 1000 до 700 °С ϵ_n понижается, но остается несколько выше, чем при первом измерении. Такое изменение излучательной способности объясняется изменением фазового строения силицидного слоя в процессе нагрева и выдержки при 1000 °С.

Полученные данные излучательной способности силицидных покрытий после предварительного окисления их при 1000 °С на воздухе свидетельствуют о некотором увеличении ϵ_n по сравнению с неокисленными образцами, особенно для покрытий, полученных насыщением в порошках кремния и меди. Разница в значениях ϵ_n , измеренной при 700 °С до и после нагрева до 1000 °С, не наблюдалась. Наиболее высокой излучательной способностью обладали покрытия, полученные при насыщении в смеси порошков кремния, меди и цинка ($\epsilon_n = 0,78$).

ЛИТЕРАТУРА

1. К р ж и ж а н о в с к и й Р.Е., Ш т е р н З.Ю. Теплофизические свойства неметаллических материалов. – М.: Энергия, 1973. – 333 с. 2. Излучательные свойства твердых материалов/Под ред. А.Е. Шейндлина. – М.: Энергия, 1974. – 471 с.

УДК 621.785.539

В.Ф. ПРОТАСЕВИЧ, канд.техн.наук (БПИ)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА "ПЕРЕВАЛА" ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ХИМИКО-ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

Большинство задач химико-термической обработки (ХТО) многофакторно. При решении таких задач все чаще для поиска оптимальных составов и режимов ХТО применяют метод дробных реплик. Желание исследователей сократить эксперимент приводит к тому, что обычно используются реплики максимально возможной дробности. При этом оказывается невозможным оценить линейные эффекты в чистом виде, т.е. без смешивания их с эффектами взаимодействий. Такое влияние эффектов взаимодействия в конечном результате проявляется в том, что исследователь часто не может получить уравнение регрессии, а следовательно, и провести оптимизацию изучаемых свойств. Теория математического планирования эксперимента свидетельствует о том, что абсолютная величина коэффициентов регрессии получаемых моделей обратна их степени. Поэтому при определении коэффициентов линейной модели целесообразно исключить из их оценки в первую очередь эффекты парного взаимодействия, как наиболее сильные. Способом устранения парных взаимодействий служит так называемый "метод перевала".

Нами данный метод был опробован при изучении влияния на формирование карбидных титанированных слоев на стали У8 семи технологических факторов. В качестве плана исследования была взята 1/16 реплика от полного факторного эксперимента 2⁷.

Выбранная 1/16 реплика задана генерирующими соотношениями: $x_4 = x_1x_2x_3$; $x_5 = x_1x_3$; $x_6 = x_2x_3$; $x_7 = x_1x_2$. В этом случае определяющими контрастами являются: $I = x_1x_2x_3x_4$; $I = x_1x_3x_5$; $I = x_2x_3x_6$; $I = x_1x_2x_7$.

После реализации эксперимента, состоящего на первом этапе всего из 8 опытов, и расчета коэффициентов регрессии получили адекватную математическую модель $y = 21 + 5x_2$. Несмотря на то что модель оказалась адекватной, было решено уточнить ее. Для этого воспользовались методом "перевала", суть которого заключается в зеркальном отражении использованной реплики, т.е. во всех опытах матрицы значения факторов меняются на противоположные.

Анализ примененной на первом этапе решения задачи реплики показал, что оценки линейных членов полученной модели смешаны с взаимодействиями факторов следующим образом:

$$B_1 = \beta_1 + \beta_{27} + \beta_{35} + \beta_{46} + \beta_{234} + \beta_{367} + \beta_{456} + \beta_{234567}$$

$$B_2 = \beta_2 + \beta_{17} + \beta_{36} + \beta_{45} + \beta_{134} + \beta_{156} + \beta_{357} + \beta_{467} + \beta_{134567}$$

$$B_3 = \beta_3 + \beta_{15} + \beta_{26} + \beta_{47} + \beta_{124} + \beta_{167} + \beta_{257} + \beta_{456} + \beta_{124567}$$

$$B_4 = \beta_4 + \beta_{16} + \beta_{25} + \beta_{37} + \beta_{123} + \beta_{156} + \beta_{267} + \beta_{357} + \beta_{123567}$$

$$B_5 = \beta_5 + \beta_{13} + \beta_{24} + \beta_{67} + \beta_{126} + \beta_{146} + \beta_{237} + \beta_{346} + \beta_{123467}$$

$$B_6 = \beta_6 + \beta_{14} + \beta_{23} + \beta_{57} + \beta_{125} + \beta_{137} + \beta_{145} + \beta_{247} + \beta_{345} + \beta_{123457} \quad 157$$

$$B_7 = \beta_7 + \beta_{12} + \beta_{34} + \beta_{56} + \beta_{136} + \beta_{235} + \beta_{246} + \beta_{123456}$$

Использование на втором этапе зеркальной реплики дает возможность при оценке коэффициентов модели по результатам реализации суммарной реплики полностью устранить взаимодействия факторов. Происходит это следующим образом. Вторая реплика в нашей задаче была задана следующими генерирующими соотношениями: $x_4 = x_1x_2x_3$; $x_5 = -x_1x_3$; $x_6 = -x_2x_3$; $x_7 = -x_1x_2$. Определяющими контрастами этой реплики равны: $I = x_1x_2x_3x_4$; $I = -x_1x_3x_5$; $I = -x_2x_3x_6$; $I = -x_1x_2x_7$.

В обобщающем определяющем контрасте все тройные произведения оканчиваются со знаком минус. А так как тройные произведения определяют парные взаимодействия, то в совместных оценках линейных эффектов двойные взаимодействия будут со знаком минус. В конечном результате при расчете линейных коэффициентов в суммарной матрице парные взаимодействия взаимно гасятся и получаются линейные эффекты, смешанные только с более слабыми взаимодействиями: тройными и шестерными.

В результате расчета с использованием метода перевала нами получено уравнение регрессии, которое содержит уже три фактора из семи задействованных $y = 18 + 3x_1 + 3x_2 - 4x_5$.