

А.М. ПАРНИЦКИЙ<sup>1</sup>, Ю.А. МЕЛЬНИК<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Объединенный институт машиностроения НАН Беларуси, г. Минск,  
Республика Беларусь

<sup>2</sup>Белорусский национальный технический университет, г. Минск,  
Республика Беларусь  
E-mail: parnitsky@oim.by

## ВЕРИФИКАЦИЯ РЕГРЕССИОННОЙ МОДЕЛИ ПРОЦЕССА ТЕРМОБАРИЧЕСКОГО СПЕКАНИЯ В ПО STAT-EASE 360

Экспериментально-статистические модели технологических процессов строят по классическим методикам планирования эксперимента, однако полученный аналитически результат нуждается в независимой проверке. Выполнена верификация регрессионной модели процесса термобарического спекания композита на основе модифицированного кремнием алмаза и кубического нитрида бора (КНБ) средствами ПО Stat-Ease 360.

Модель получена по некомпозиционному плану второго порядка для трех факторов – температуры спекания  $T$  (1500–2100 °С), давления  $P$  (5,5–7,5 ГПа) и содержания добавки КНБ  $C_{\text{КНБ}}$  (5–15 масс. %). Откликом служила микротвердость  $HV$ . План включает 15 опытов, в каждом из которых выполнено по три параллельных определения отклика. Расчет коэффициентов уравнения регрессии, проверка их значимости по доверительным интервалам и оценка адекватности по критерию Фишера проведены аналитически по методике [1].

Матрица использованного плана по структуре соответствует плану Box-Behnken для трех факторов: она содержит 12 опытов с попарным варьированием факторов на уровнях  $-1$  и  $+1$  при фиксации третьего фактора на основном уровне и 3 опыта в центре плана. Это позволило рассчитать модель в Stat-Ease 360 как квадратичную модель поверхности отклика. Для точного воспроизведения исходной матрицы и явного учета параллельных определений использован режим Blank Spreadsheet: каждая точка плана представлена тремя строками, соответствующими параллельным значениям отклика, вследствие чего расчетная таблица содержала 45 наблюдений при тех же 15 сочетаниях факторов.

Результаты ANOVA подтвердили значимость модели ( $p < 0,0001$ ). Значимыми членами оказались  $B$ ,  $C$ ,  $AC$ ,  $A^2$ ,  $B^2$ ,  $C^2$ , что совпадает с результатами аналитической проверки коэффициентов по доверительным интервалам. Коэффициенты кодированного и натурального уравнений, рассчитанные программой, совпали с полученными вручную, что подтверждает корректность выполненного расчета. Отношение

