

НОВЫЙ СПЕЧЕННЫЙ ФРИКЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ ДЛЯ РАБОТЫ В МАСЛЕ

В НИИПМ БПИ разработан новый металлоситалловый спеченный материал для работы в условиях масляной среды. Основу материала составляет железостеклянная матрица, причем состав стекла и технологические режимы выбраны таким образом, что в процессе спекания стекло, кристаллизуясь, образует ситалл, который по механическим характеристикам и износостойкости значительно превосходит исходное сырье-стекло.

Спеченный материал на железоситалловой основе, имеющий физическое родство основы с сопряженной парой (сталь, чугун), обладает высоким коэффициентом трения и теплостойкостью.

Правильный выбор состава матрицы позволяет получить износостойкий материал вследствие благоприятного сочетания мягкой основы с твердыми включениями ситалла.

Образующиеся при спекании по границам включений ситалла связи с железом предохраняют частицы этого компонента от выкрашиваний в процессе работы фрикционного материала. Хорошая коррозионная стойкость металлоситаллового материала определяется стремлением стекла в процессе ситаллизации заполнить открытые поры, в результате чего исключается доступ агрессивным реагентам в глубь материала.

Проведенные предварительные эксперименты, а также изучение литературных данных [1 - 4] показали, что для создания работоспособного в условиях масляной среды железоситаллового материала должны быть включены следующие компоненты (вес,%): Cu 3-20; графит 4-10; $BaSO_4$ 4-8; ситалл 2-8; MoS_2 2-6; железо - остальное.

При поиске оптимального варианта состава материала был использован математический метод планирования эксперимента [5-7], который позволил построить стратегию исследования на последовательности четких логических операций. Задача формулировалась следующим образом. Предполагалось, что параметр оптимизации связан с факторами определенным математическим выражением. В качестве параметра оптимизации был выбран износ, определявшийся на машине тре-

ния ИМ-58 при удельном давлении 60 кг/см^2 , скорости скольжения 8 м/сек и подаче масла 2 л/мин .

Варьируемыми факторами являлись компоненты состава. При составлении матрицы планирования использована $1/4$ -реплика от полного факторного эксперимента 2^5 .

В связи с тем, что имело место неравномерное дублирование повторных опытов, коэффициенты регрессии линейного уравнения рассчитывались при помощи матричных операций с использованием счетно-вычислительной машины и были равны

$$b_0 = 21,9; \quad b_1 = 0,35; \quad b_2 = 3,4; \quad b_3 = 0,42; \quad b_4 = -3,1; \\ b_5 = 0,37, \text{ а уравнение регрессии имело вид}$$

$$Y = 21,9 + 0,35x_1 + 3,4x_2 + 0,42x_3 - 3,1x_4 + 0,37x_5.$$

Проверка значимости каждого коэффициента проводилась построением доверительного интервала.

При уровне значимости $\alpha = 0,05$ и числе степени свободы $f = 36$ доверительный интервал коэффициента регрессии равен

$$\Delta b = \pm 3,02.$$

Следовательно, коэффициенты b_1 ; b_2 и b_5 статически значимы и уравнение регрессии имеет окончательный вид:

$$Y = 21,9 + 3,4x_2 - 3,1x_4.$$

Проверка адекватности полученной линейной модели производилась по критерию Фишера. Так как в результате расчета получили

$$F_{\text{экс}} = 1,8,$$

а $F_{\text{табл.}}(2; 36; 0,05) = 3,25$, то модель можно признать адекватной.

Исходя из результатов, полученных при реализации матрицы планирования, был сделан вывод, что область оптимума близка.

Следующий этап решения задачи по определению оптимального состава функционального материала - движение по градиенту (крестовое восхождение). При этом незначимые факторы стабилизировались на основном уровне.

В результате крутого восхождения получен материал, износ которого составил 12мк при коэффициенте трения 0,140.

Проведенные исследования с применением метода математической статистики при минимальном количестве опытов позволили получить первый вариант нового фрикционного материала на железоситалловой основе для работы в масле. Коэффициент трения этого материала в 2 раза выше, чем у применяемого в промышленности сплава на медной основе МК-5. При этом износостойкость нового материала сохраняется на достаточно высоком уровне, а стоимость снижается более чем в 2 раза.

Л и т е р а т у р а

1. Б е б и с в П.И. В сб. "Порошковая металлургия", Ярославль, 1956.
2. И г н а т о в Л.И. и др. Производство фрикционных материалов на железной основе. м., "металлургия", 1968.
3. М и г у н о в В.П. Фрикционные металлосерамические материалы для тормозов. Изд. ИИМ АН УССР, Киев, 1970.
4. В л а с ю к Р.З. и др. "Порошковая металлургия", №5, 1971.
5. Ф и н н и Д. Введение в теорию планирования эксперимента. М., "Наука", 1970.
6. Н а л и н о в В.В. Теория эксперимента. М., "Наука", 1971.
7. А д л е р Б.П. и др. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. М., "Наука". 1971.