

УДК 621.822.71

КЕРАМИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ

Кирилл Иванович Шебешев

*Студент 4 курса, бакалавриат**кафедра «Материаловедение»**Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана**Научный руководитель: С.А. Пахомова, кандидат технических наук, доцент кафедры «Материаловедение»*

При изготовлении подшипников чаще всего используется сталь, иногда сплавы. В ряде случаев стали не соответствуют критериям высокой жаропрочности, жаростойкости, коррозионной стойкости. Этим требованиям отвечает керамика.

Керамические материалы преобладают следующими преимуществами по сравнению с подшипниковой сталью: низкая плотность; высокая твёрдость; высокий модуль упругости; химическая инертность; коэффициент сухого трения в паре керамика-сталь меньше, чем в паре сталь-сталь; низкий коэффициент теплового расширения, высокая теплоёмкость и жаропрочность, а также то, что керамика – диэлектрик.

Благодаря низкой плотности в сочетании с высокими физико-механическими и триботехническими показателями, обеспечиваются следующие эксплуатационные свойства преимущества керамических тел качения перед стальными телами качения подшипников: уменьшение центробежных сил; уменьшения предварительного натяга в подшипнике; уменьшение радиального зазора в подшипнике; понижение вибрации и шума; уменьшение рабочих температур подшипника [1].

В настоящее время для жёстких условий эксплуатации тел качения подшипников используют керамику на основе следующих соединений: нитрид кремния (Si_3N_4); карбид кремния (SiC); оксид циркония (ZrO_2); оксид алюминия (Al_2O_3).

Основные физико-механические свойства этих перспективных керамических материалов и подшипниковой стали приведены в таблице 1.

Таблица 1. Физико-механические свойства керамических материалов

1	2	3	4	5	6
Наименование показателя	Оксид алюминия Al_2O_3	Оксид циркония ZrO_2	Карбид кремния SiC	Нитрид кремния Si_3N_4	Сталь
Кажущаяся плотность, г/см^3	3,8	5,9	3,1	3,2	7,8
Кажущаяся пористость, %	0	0	не менее 1	0	0
Твёрдость, ГПа	23	17	21	17	3,5
Модуль упругости, ГПа	380	200	330	320	210
Прочность при изгибе при температуре 20 °С, МПа	350-400	500-600	350-650		-
Максимальная рабочая температура, °С	1700	900	1400	1400	120-280
Теплопроводность при температуре 100 °С, Вт/м·К	27-36	2,5	90	27-33	45
Коэффициент теплового расширения в диапазоне 20-1000 °С, ($10^{-6}/\text{К}$)	8,5	10	4,4	3,2	12

1	2	3	4	5	6
Удельное сопротивление при температуре 20 °С, Ом·см	10^{16}	10^{10}	10^6	10^{14}	10^1

Нитрид кремния отличается исключительно высокой химической стойкостью. Практически нитрид кремния устойчив против всех кислот, многих расплавленных металлов, паров воды. Он устойчив к окислению не только на воздухе, но и в кислороде при умеренно высоких температурах. Микроструктура керамики на основе нитрида кремния представлена на рис. 1. Плотность нитрида кремния составляет 40 % от плотности стали, поэтому тела качения весят меньше и обладают меньшей инерцией. Меньшее трение означает меньший нагрев и больший срок службы смазочного материала.

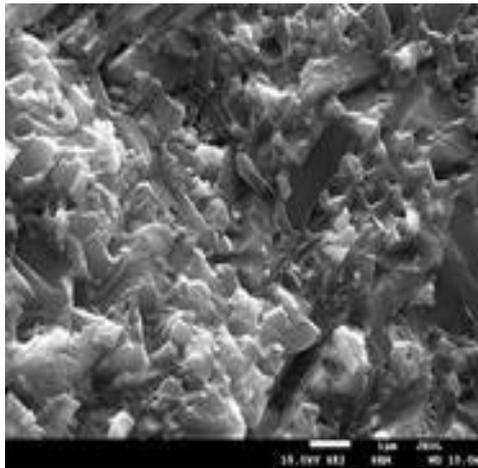


Рис. 1. Микроструктура керамики на основе нитрида кремния и спекающих добавок (x500)

Твёрдость и модуль упругости нитрида кремния более, чем в 1,5 раза выше, чем у стали. Этот фактор делает подшипник жёстче и увеличивает ресурс его работы в условиях повышенного загрязнения.

Тела качения из нитрида кремния имеют меньшую степень теплового расширения, чем стальные тела качения аналогичного размера. Этот фактор означает меньшую чувствительность к изменению температуры внутри подшипника и способность к выдерживанию более точной величины преднатяга.

Заключение. По показателям физико-механических и электроизоляционных свойств в качестве материала тел качения керамических шаров целесообразно использовать нитрид кремния.

Литература

1. *Гаршин А.П., Горопянов В.М., Зайцев Г.П., Семенов С.С.* Керамика для машиностроения. Москва, Научтехиздат, 2003, 384 с.