

ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ КОНСТРУКЦИОННОЙ КЕРАМИКИ В ТЯЖЕЛОНАГРУЖЕННЫХ УЗЛАХ

*Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь*

Долговечность, безопасность горных машин и оборудования, работающих в тяжелых условиях (высокие нагрузки, агрессивные среды), в значительной степени определяется работоспособностью узлов пар трения, для которых, в свою очередь, определяющим фактором является правильный выбор материала и его обработки.

Материал для этих деталей должен обладать высокой прочностью, трещиностойкостью, износостойкостью, коррозионной стойкостью, технологичностью и экономичностью.

Одним из наиболее перспективных классов материалов, обеспечивающих указанные требования эксплуатации, являются конструкционные керамические материалы. В узлах трения наиболее часто используют нитрид кремния Si_3N_4 , карбид кремния SiC , оксид алюминия Al_2O_3 , оксид циркония ZrO_2 и др.

Перспективность применения керамики обуславливают следующие факторы:

– возможность обеспечивать различные свойства деталей в соответствии с требованиями условий эксплуатации благодаря способности работать в условиях высоких давлений, температур, агрессивных сред;

– низкий коэффициент трения, пониженный удельный вес и, соответственно, меньшая масса изделий.

Однако широкое применение конструкционной керамики ограничивается ее сравнительно высокой хрупкостью и пониженной трещиностойкостью. Дефекты поверхности, неоднородность структуры способствуют образованию и распространению трещин в керамических материалах. Увеличивают опасность хрупкого разрушения увеличение размеров деталей, понижение температуры, концентраторы напряжений, динамические нагрузки, развитие процессов усталости и другие факторы.

В работе [1] приведены сравнительные данные характеристик прочности, трещиностойкости и размера зерна, в значительной мере определяющие износостойкость существующих и полученных по современным технологиям изготовления и обработки конструкционных керамик.

В работе [2] представлены результаты экспериментальных исследований различных типов керамик, которые позволили сделать следующие выводы:

1. Долговечность изготовленных и испытанных плунжеров с керамическими поверхностями в 50 раз выше, чем у плунжеров изготовленных из высоколегированной стали 95X18.

2. Коэффициент трения керамики на основе Al_2O_3 по керамике без смазки составил $f = 0,33$; в тех же условиях сталь по стали имеет $f = 0,5$, т.е. имеется явное преимущество керамики в плунжерных узлах.

3. Исследование качества поверхности (отсутствие дефектов, трещин, пор, величина шероховатости) показало наилучшие свойства у оксидной керамики.

4. Наиболее высокую твердость из исследованных керамик (ЦМ – 322 ($Al_2O_3+0,2...0,4$ % MgO), 22ХС ($Al_2O_3+0,5...1$ % MgO), Si_3N_4 , $Al_2O_3+ZrO_2$) имеет керамика $Al_2O_3+ZrO_2$, ее твердость близка к твердости рубина и составляет 2500 HV.

5. Наиболее износостойкой является керамика $Al_2O_3+ZrO_2$, однако это весьма дорогой материал и его применение оправдано для деталей, работающих при высоких температурах.

6. Интенсивность изнашивания пары трения керамика – керамика составляет $3,84 \times 10^{-8}$, а пары сталь – керамика – $23,5 \times 10^{-8}$.

7. Керамики имеют хорошую стойкость против коррозии, высокую теплостойкость и низкий удельный вес.

8. Стоимость керамики из диоксида алюминия ниже по сравнению со сталью 95X18 в 5 раз. Однако получение деталей из тонкокристаллической керамики со стабильными механическими свойствами требует тщательно отработанной технологии. Сложность представляют процессы соединения с другими материалами и контроля.

9. Однако, отсутствие пластичности, чувствительность к надрезу, предрасположенность к хрупкому излому, низкая трещиностойкость, высокие затраты на финишную обработку поверхности

и проблемы техники соединения керамики с другими материалами заставляют в каждом конкретном случае всесторонне рассматривать проблему

ЛИТЕРАТУРА

1. Кульметьева, В.Б. Керамические материалы: получение, свойства, применение. – Пермь, / В.Б. Кульметьева, С.Е. Порозова. Пермь, 2009. – 237 с.

2. Вержанский, А.П. Износостойкость конструкционной керамики в горном оборудовании / А.П. Вержанский, М.С. Островский, Н.Б. Шубина // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2014. – № 6. – С. 340–348.