

ОСОБЕННОСТИ ТРЕНИЯ И ИЗНОСА СПЕЧЕННЫХ ЖЕЛЕЗОГРАФИТОВ

Абаев И.И.

Азербайджанский технический университет, г. Баку

Ключевые слова: трение, износ, железографит, интенсивность износа, твердость, пористость, ударная вязкость.

Аннотация. В статье рассматриваются особенности износа и трения железографитов марок ЖГр0,8 и ЖГр1,5Д2. Установлено, что наличие оксидных участков в структуре железографитов повышает их грузоподъемность. Железографит после оксидирования обладает высокой износостойкостью без смазки даже при высоких скоростях скольжения порядка 50 м/с. Это позволяет его рекомендовать в качестве материала для торцевых уплотнений.

FEATURES OF FRICTION AND WEAR OF SINTERED RELATOSEROTICOS

Abaev I.I.

Azerbaijan technical university, Baku

Keywords: friction, wear, jelesijevic, wear rate, hardness, porosity, impact strength.

Abstract. The article discusses the features of wear and friction of relatoseroticos brands ЖГр0,8, and HUD 1,5Д2. The presence of oxide areas in the structure of relatoseroticos increases their capacity. Zelenograda after oxidation has a high wear resistance without lubrication even at high sliding speeds of the order of 50 m/S. This allows it to be recommended as material for mechanical seals.

Введение. В последние годы для объяснения механизма износа и проявления эффекта самосмазывания антифрикционных материалов используют предположение о возникновении в зоне контакта трущихся тел тонкого диспергированного слоя.

Этот слой, разделяющий контактирующие тела при определенных условиях трения, обеспечивает высокие антифрикционные свойства пары.

Исходные материалы и методики экспериментов. Объектами настоящего исследования служили железографитовые спеченные материалы ЖГр0,8 и ЖГр1,5Д2. Эти материалы были рекомендованы для изготовления деталей насосного узла ротационного компрессора. Они были изготовлены из шихт следующих составов: ЖГр0,8 – 0,8% порошок графита и порошок железа-остальное; ЖГр1,5Д2 -1,5% порошок графита, 2,0% порошок меди и порошок железа - остальное. Холодное прессование порошковых шихт проводили под давлением 700 МПа, спекание прессовок осуществляли в среде эндотермического газа при температуре 1150⁰С. Свойства этих материалов приведены в таблице 1.

Испытания на трение производили по торцовой схеме без смазки при скорости скольжения 50 м/с в атмосферном воздухе и жидком азоте. Кольцевые образцы из исследуемых материалов работали в паре с дисками из стали 45, подвергнутой термообработке до HRC42-41. Такая схема контактирования

обеспечивала коэффициент взаимного перекрытия пары трения, равный единицы ($K_{взп}=1$). Испытания проводили по стандартной методике.

Табл. 1. Свойства исследуемых материалов

	ЖГр0,8	ЖГр1,5Д2
Пористость, %	8-10	9-11
Твердость НВ, МПа	750-800	850-900
Ударная вязкость 10^5 , Дж/м ²	0,2 – 0,4	0,3 - 0,5
$\sigma_{сж}$, МПа	1100	1200
Рабочая температура, °С	до 200	до 300

Обсуждение результатов. При скоростном трении по торцевой схеме при $K_{взп}=1$ основным фактором, определяющим износостойкость, является фрикционный нагрев поверхностных слоев. Поэтому свойства материала трения достаточно быстро определяют его поведение при таких жестких условиях испытаний. Исследуемый оксидированный материал ЖГр1,5Д2 обладал более высокой прочностью и сохранял ее до 500⁰С. В широком диапазоне температур его ударная вязкость практически не изменялась, что немаловажно при взаимодействии вибрационных и ударных нагрузок, всегда действующих в реальных механизмах с высокоскоростными узлами трения. Материал ЖГр0,8 не имел в своем составе легирующего компонента, т.е. меди и поэтому обладал более низкой механической прочностью по сравнению с материалом ЖГр1,5Д2.

При трении этих оксидированных порошковых материалов без смазки было установлено, что с ростом удельной нагрузки $P_{уд}$ увеличивается интенсивность изнашивания кольца и диска, определенная соответственно как линейная J и по массе J_q . У обеих испытанных композиций при увеличении P от 0,3 до 0,5 МПа у возрастало более, чем в 10 раз. При трении материала ЖГр0,8 при 1,0 МПа, кроме того наблюдался значительный износ стальных дисков – контртел на глубину до 1÷2мм. Последнее свидетельство о разупрочнении поверхности стали вследствие фрикционного нагрева. Температура фрикционного нагрева составляла 750-800⁰С. При этом на кольцах образовывался бурт до 0,2 – 0,3 мм, что подтверждено развитие пластического течения материала при трении. Следует отметить, что при $P=0,5$ МПа теплонагруженность контакта характеризуется высоким удельным тепловым потоком трения ($q=2-4$ МВт/м²) (таблица 2).

По мере увеличения нагрузки с ростом температуры в контакте коэффициент трения f снижается в связи с уменьшением механической составляющей трения. Повышение f для материала ЖГр0,8 при $P=0,5$ МПа вызвано изменениями условий контактирования из-за врезания кольца в стальной диск. При малых и средних нагрузках на рабочих поверхностях пар трения - кольца и дисках видны окисленные участки и намазанные продукты износа, имеющие прочную адгезионную связь с основным материалом. Параметры их шероховатости соответствуют Ra 1,25-2,5мкм.

При изучении внешнего вида поверхности трения колец были обнаружены некоторые особенности, позволяющие раскрыть механизм их изнашивания. Так, рабочие поверхности контактирования с дисками лишь на отдельных участках -

пятнах протяженностью 2-6 мм каждое, причем количество пятен на кольце диаметром 65мм обычно составляло три-пять. Очевидно, эти пятна возникали и исчезали, по кольцу случайным образом.

Табл. 2. Антифрикционные свойства оксидированных железографитовых материалов при торцовом трении в паре со сталью 45 в атмосферном воздухе и скорости скольжения 50 м/с

Марка материала	Нагрузка трения, Р, МПа	Интенсивность износа $J \cdot 10^{-8}$	Весовой износ 10^{-9} , мг/мм	Коэффициент трения, f	Удельной тепловой поток q , МВт/м ²
ЖГр1,5Д2	0,3	0,2	0,1	0,15	0,95
	0,4	1,5	2,5	0,12	1,4
	0,5	13,0	4,3	0,10	2,0
ЖГр0,8	0,3	0,75	2,4	0,19	0,95
	0,4	1,6	2,6	0,13	1,3
	0,5	13,6	750,0	0,26	до 4,0

Примечание. В таблице и тексте интенсивность износа линейная-безмерная величина.

Совершенно ясно, что именно указанные оксидные участки воспринимают приложенную нагрузку и являются наиболее теплонагруженными. По мере окисления, многократного деформирования и накопления дефектов такие участки диспергированного слоя изнашиваются и возникают новые пятна. Можно предположить, что их износ связан с образованием твердых и хрупких оксидов и других соединений, которые в деформированном состоянии наиболее активны.

Полученные данные вполне согласуются с механизмом износа трущихся тел, предложенными многими авторами [1-3]. Кроме того, новый подход к объяснению возникновения подобных пятен предложен в [1], где показано, что фрикционный нагрев вследствие высокого процента температуры может привести к тепловым деформациям элементов пары трения по нормали к поверхности трения с образованием волнистой поверхности и дискретных контактов, которые названы “термическими неровностями” [1]. Их суммарная площадь сопоставима с контурной, а количество может достигать пяти-семи. Считают также, что, рассчитывая максимальную температуру при трении, следует, кроме температуры вспышки и поверхностной, учитывать температуру вспышки на микроконтактах-термических неровностях – пятнах [1].

Предложенная модель износа оксидированных спеченных материалов при скоростном трении была подтверждена экспериментальными изменениями температуры при трении для оксидированного материала ЖГр1,5Д2 в жидком азоте со скоростью 50 м/с и давлением 0,2МПа. В этих условиях градиент температур по высоте кольца был значительным: температура на нерабочем кольце равнялась температуре жидкого азота, а в контакте имела плюсовое значение. Измерение температур производили в нескольких точках по

окружности вблизи поверхности трения. Их величины, регистрируемые термopаpами, были различными и изменялись с течением времени.

Возникающий градиент температуры свидетельствовал о высоких температурах в зоне контакта, приводящих к оплавлению локальных участков. Это подтверждалось внешним видом трущихся поверхностей, на которых образовывались выглаженные участки. Следовательно, в процессе трения наблюдается периодическое возникновение и разрушение пятен контакта, в которых реализуется процесс разрушения материала.

При трении в воздушной среде $P=0,5\text{ МПа}$ пятна визуально не обнаруживались. Очевидно в этом случае максимальная температура превышала температуру рекристаллизации трущихся материалов и наблюдался стабильный макроконтaкт.

Выводы

1. Оксидированный материал марки ЖГр1,5Д2 обладает весьма высокими износостойкостью и качеством поверхности при трении без смазки со скоростью скольжения до 50 м/с на воздухе. Это позволяет рекомендовать его в качестве материала торцевого уплотнения, работающего в жидких и газообразных газовых средах в условиях высокой герметичности.

2. Оксидированный материал марки ЖГр0,8 при работе без смазки обладает высокой износостойкостью только при малых (0,2-0,3 МПа) нагрузках.

3. Образование изнашивающихся пятен позволяет предположить, что в месте контакта торцевого уплотнения может находиться пластифицированная пленка, а это существенно снижает теплонагруженность торцевого уплотнения и увеличивает ресурс его работы.

Список литературы

1. Баранов Н.Г. Влияние структурных параметров на износостойкость грубогетерогенных материалов // Порошковая металлургия. 1977. №10. С. 77-81.
2. Баранов Н.Г. и др. Влияние на процессы трения структуры композиции медькарбид титана // Порошковая металлургия. 1977. №1. С. 37-40.
3. Башев В.Д. Исследование надежности подвижных соединений в зависимости от легирования сталей и режимов нагружения: Автореф. дисс. ... канд. техн. наук. – Киев, 1974. – 24 с.

Сведения об авторе:

Абаев Ирмик Ирсильевич – диссертант кафедры «Технология материалов», АзТУ, г. Баку, Азербайджан.