

2. Тимошенко, В.Я. Диагностирование гидростатических трансмиссий / В.Я. Тимошенко, А.В. Новиков, Д.А. Жданко, Е.С. Некрашевич // Агропанорама. – 2009. – № 1. – С. 44–48.

3. Столяров, А.В. Повышение долговечности аксиально-поршневого гидронасоса с наклонным блоком восстановлением и упрочнением изношенных поверхностей деталей: автореф. дис. канд. техн. наук. Саранск, МГУ им. Н.П. Огарева, 2009. – 18 с.

4. Проектирование и сооружение гидроустановок. Учебный курс по гидравлике. Том 3 / П. Дрекслер, Х. Фаатц, Ф. Файхт, дипл. инж. Х. Гайс, д-р инж. Й. Морлок, Э. Висман // Маннесманн Рексрот ГмбХ, Лор на Майне/ ФРГ, 1988. – 302.

Abstract. The paper considers the issues of assessing the technical condition of axial-plunger hydraulic drive units of mobile power vehicles by volumetric efficiency and proposes a scheme of the diagnostic device.

УДК 621.726:621.78

Шевченко А.А.¹, кандидат технических наук, доцент,
Королевич М.В.¹, доктор физико-математических наук, доцент;
Болодон В.Н.¹, кандидат биологических наук, доцент;
Сорока Д.И.²

¹УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,

²ГНУ Институт порошковой металлургии НАН Беларуси,

г. Минск, Республика Беларусь

ИССЛЕДОВАНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ ИЗНАШИВАНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ КЕРАМИК НА ОСНОВЕ ОКСИДОВ АЛЮМИНИЯ И ЦИРКОНИЯ ДЛЯ НАСАДОК ПЕСКОСТРУЙНЫХ МАШИН И ФОРСУНОК ОПРЫСКИВАТЕЛЕЙ

Аннотация. С использованием машины трения по схеме «плоскость-диск» исследована интенсивность изнашивания керамик на основе Al_2O_3 и ZrO_2 . Показано, что природа используемых порошков, их дисперсность и режимы изготовления керамических образцов существенно влияют на износ. Наибольшей износостойкостью

обладала керамика на основе Al_2O_3 , полученная из наноразмерных порошков, а также керамики, изготовленные импульсным прессованием и последующим спеканием.

Керамические материалы на основе оксидов алюминия и циркония являются одними из наиболее перспективных для создания конструкционных материалов и огнеупоров, поскольку обладают уникальным комплексом свойств: высокой температурой плавления, стойкостью к коррозии, износу, низкой теплопроводностью, высокими прочностью и вязкостью разрушения. Износо- и эрозионно-стойкая керамика является основным материалом для изготовления конструкционных деталей, работающих в условиях вибраций, коррозионных и эрозионных факторов. При воздействии таких комплексных нагрузок на хрупкий материал главными параметрами, определяющими механизм износа, согласно модели распространения горизонтальной трещины, являются твердость и вязкость керамики, причем наиболее износостойким считается материал, в котором осуществлено оптимальное сочетание этих факторов. При этом размеры микроструктурных объектов, в частности размер зерна керамики, предопределяют выбор материала с наибольшей эрозионной стойкостью. Размером зерна керамики возможно эффективно управлять путем измельчения исходных компонентов, а также составом и способом введения добавок модифицирующих оксидов, позволяющих наследственно зафиксировать ультрадисперсное зерно в материале и регулировать его рост при спекании [1–3]. В связи с этим целью данной работы является исследование износостойкости материалов, полученных из микронных и наноразмерных порошков оксидов алюминия и циркония в зависимости от технологических режимов изготовления.

Эксперименты проводили на машине трения, в которой реализуется схема «плоскость-диск». На рисунке 1 приведена кинематическая схема машины трения. На вертикально расположенном валу 3, который смонтирован в подшипнике, находящемся в кронштейне крепления шпинделя, закреплен истирающий диск 4. Диаметр диска 50 мм, толщина диска 2 мм. Диск изготовлен из стали 65Г (HRC 45–50). Испытываемый образец 7 диаметром 8–10 мм и дли-

ной около 8–10 мм зажимается в головке рычага 1 и обращен своим торцом к диску 4. Рычаг посажен на валик, на нижнем конце которого закреплена рукоятка, служащая для перемещения образца относительно диска. Грузы 5, натягивая трос 6, перекинутый через ролик и закрепленный верхним концом на рычаге, в головке которого зажимается образец, создают нагрузку на образец. Машина смонтирована на вертикальной станине. Шпиндель приводится во вращение от электродвигателя 2 посредством клиноременной передачи.

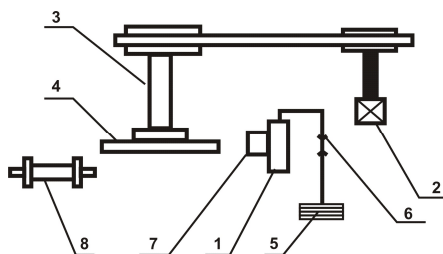


Рисунок 1 – Кинематическая схема машины для испытания на износ

К станине машины трения на поворотном рычаге прикреплена лупа Бринелля 8, позволяющая определять размеры вырабатываемой лунки, не снимая образец [4]. Испытания проводились при скорости вращения 880 мин^{-1} и нагрузке 50 Н.

Интенсивность изнашивания определяли по формуле [4]:

$$I_h = \frac{\Delta V}{A_T L_T} = \frac{A_T h}{A_T L_T} = \frac{H}{L_T} = \frac{b^2}{8rL_T},$$

где I_h – интенсивность изнашивания пары трения;

A_T – площадь поверхности трения;

L_T – путь трения;

b – длина лунки;

r – радиус истираемого диска.

В качестве исходных материалов использовали промышленные микронные порошки Al_2O_3 марки М1, ZrO_2 и Y_2O_3 . Композиции различных составов получали смешиванием в планетарной шаровой мельнице САНД исходных промышленных порошков, взятых в соответствующих весовых соотношениях. Часть экспериментов

проведена на образцах, полученных из синтезированных темплатным методом наноразмерных порошков ZrO_2 (5масс. % Y_2O_3) и композиции 80 % ZrO_2 (5масс. % Y_2O_3)-20 % Al_2O_3 . Образцы прессовали методами традиционного статического, импульсного прессования, последующее спекание проводили на воздухе в интервале температур 1400–1700 °С [1–2]. Кроме того, часть образцов получена спеканием при высоких давлениях (4 ГПа) и температурах (800–1500 °С). Результаты экспериментальных исследований представлены на рисунках 2–5.

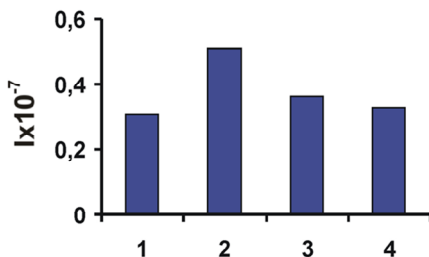


Рисунок 2 – Изменение интенсивности изнашивания образцов керамики из наноструктурного порошка ZrO_2 (5масс. % Y_2O_3), полученных при давлении 4 ГПа, в зависимости от температуры спекания: 1 – 800 °С; 2 – 1000 °С; 3 – 1200 °С; 4 – 1500 °С

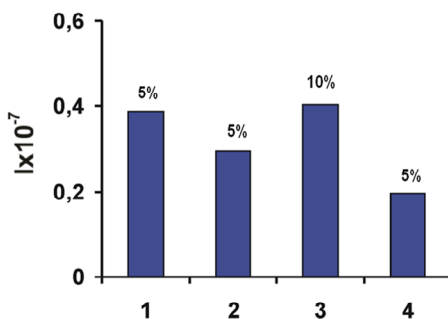


Рисунок 3 – Изменение интенсивности изнашивания образцов керамики из спрессованных традиционным методом промышленных порошков состава ZrO_2 - Y_2O_3 : (1, 3) – (1700 °С, 1 ч), (2) – (1580 °С, 2 ч) и наноструктурного порошка (4) – (1580 °С, 2 ч) в зависимости от режимов изготовления и процентного содержания Y_2O_3 в образцах

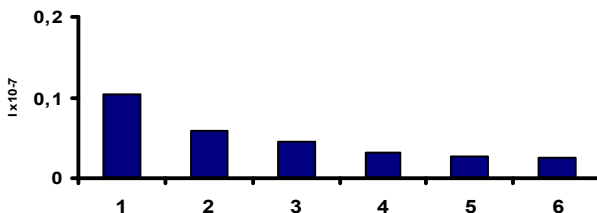


Рисунок 4 – Изменение интенсивности изнашивания экспериментальных образцов в зависимости от дисперсности исходных порошков Al_2O_3 (спекание $1600\text{ }^\circ\text{C}$, 1 ч): 1 – исходный порошок ($d \sim 1\text{ }\mu\text{м}$); 2 – помол 4 ч ($d \sim 0,6\text{ }\mu\text{м}$); 3 – помол 7 ч ($d \sim 0,25\text{ }\mu\text{м}$); 4 – нанопорошок (плазмохимический синтез ($d \sim 0,1\text{ }\mu\text{м}$); 5 – нанопорошок (взрыв проволоки $d \sim 0,05\text{ }\mu\text{м}$); 6 – образец из порошка 5, импульс. пресс

Исследования изменения интенсивности изнашивания образцов из нанопорошка ZrO_2 (5масс. % Y_2O_3) в зависимости от температуры спекания при давлении 4 ГПа показали, что с увеличением температуры спекания износ керамики увеличивается, что, по-видимому, связано с фазовыми превращениями в ZrO_2 (рисунок 2). При температуре $800\text{ }^\circ\text{C}$ наблюдается наименьший износ. Интенсивность изнашивания керамики ZrO_2 (Y_2O_3) зависит от метода изготовления и типа используемых порошков (рисунок 3). Увеличение содержания стабилизирующей добавки Y_2O_3 с 5 до 10 масс. % (рисунок 3, образцы 1, 3) в промышленные микронные порошки при одинаковых условиях получения не приводит к существенным изменениям интенсивности изнашивания. Увеличение температуры спекания с $1580\text{ }^\circ\text{C}$ (рис. 3, обр. 2) до $1700\text{ }^\circ\text{C}$ (рис. 3, обр. 3) приводит к увеличению износа, что, вероятно, связано с существенным ростом размера зерна получаемой керамики ZrO_2 (10 масс.% Y_2O_3). Наименьший износ наблюдается на образцах из нанопорошков состава ZrO_2 (5масс.% Y_2O_3), спеченных при температуре $1580\text{ }^\circ\text{C}$, 2 ч. (рис. 3, обр. 4). Легирующие добавки к микронным порошкам на основе Al_2O_3 приводили к уменьшению интенсивности изнашивания, причем наименьший износ наблюдался на образцах (спекание $1580\text{ }^\circ\text{C}$, 2 ч) с легирующей добавкой MgO . Изменение дисперсности исходных порошков Al_2O_3 с $1\text{ }\mu\text{м}$ до $100\text{--}50\text{ нм}$ более чем в 2 раза уменьшало интенсивность изнашивания экспериментальных образцов.

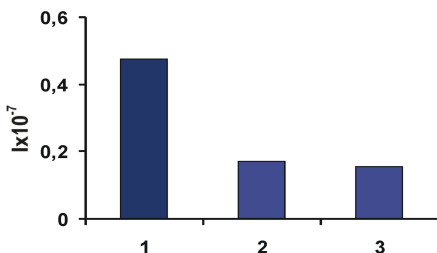


Рисунок 5 – Изменение интенсивности изнашивания образцов композитов состава 80 % ZrO_2 (5мас. % Y_2O_3) + 20 % Al_2O_3 из промышленных порошков (1, 2) и наноструктурного порошка (3) в зависимости от режимов изготовления и типа используемых порошков: 1 – стат. пресс.+ 1580 °С, 2 ч; 2, 3 – импульсное пресс. + 1580 °С, 2 ч

На рисунке 5 представлены результаты изменения интенсивности изнашивания композита состава 80 % ZrO_2 (5масс. % Y_2O_3) + 20 % Al_2O_3 в зависимости от режимов изготовления и типа используемых порошков. Наибольший износ наблюдается на образце, полученном из промышленных порошков традиционным прессованием (рисунок 5, обр. 1). На образцах, полученных импульсным прессованием (рисунок 5, обр. 2, 3), наблюдается существенное уменьшение (на 40–50 %) интенсивности изнашивания композита по сравнению со статическим прессованием (рисунок 5, обр. 1). Причем износ композита из наноразмерных порошков был наименьшим (рисунок 5, обр. 3).

Таким образом, проведенные исследования показывают, что тип используемых исходных порошков, их дисперсность и режимы изготовления керамических образцов существенно влияют на износ. Среди исследованных материалов наибольшей износостойкостью обладает керамика на основе Al_2O_3 . Использование в качестве исходных материалов наноразмерных порошков, а также импульсного прессования с последующим спеканием существенно уменьшает износ керамических материалов. Это обусловлено в последнем случае более высокими физико-механическими свойствами экспериментальных образцов на основе ZrO_2 (микротвердостью до 12–14 ГПа и трещиностойкостью более 6–8 МПа м^{1/2}), чем в случае использования промышленных порошков и традиционных методов прессования и спекания.

Список использованных источников

1. Роль наноструктурных модификаторов при получении композиционной корундовой керамики / Т.М. Ульянова [и др.] // Вес. Нац. акад. наук Беларусі. Сер. хім. навук. – 2019. – Т. 55, № 4. – С. 400–414.

2. Шевченко, А.А. Влияние фазового состава наноструктурных добавок на структуру и свойства керамики на основе оксида алюминия / А.А. Шевченко [и др.] // Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Перспективные технологии и материалы: Нанобудущее 2020», 14–16 октября 2020 г / ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет». – Севастополь, 2020. – С. 175–179.

3. Ulyanova, T.M. Composite ceramics based on nanostructured refractory oxide whiskers / T.M. Ulyanova, P.A. Vitiaz, N.P. Krutko, L.V. Ovseenko, A.A. Shevchenok, L.V. Titova, A.R. Luchenok // *Advances in Materials*, 2014. – 3 (5). –P. 33–37.

4. Савич, В.В. Спеченные порошковые материалы : методы и приборы контроля свойств исходных порошков, исследования структуры и эксплуатационных характеристик изделий из них / В.В. Савич [и др.]. – Минск. : «Геопринт», 2008, – 318 с.

Abstract. Wear intensity of ceramics based on Al_2O_3 and ZrO_2 was studied using a friction machine according to the “plane-disk” scheme. It was shown that the nature of the powders used, their fineness, and the modes of manufacturing ceramic samples significantly affect wear. Ceramics based on Al_2O_3 , obtained from nanosized powders, as well as pulse pressing and subsequent sintering, had the highest wear resistance.

УДК 631.348.45

Крук И.С.¹, кандидат технических наук, доцент;

Карпович С.К.², кандидат технических наук, доцент;

Анищенко А.А.¹, аспирант

¹УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь

²Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь,
г. Минск, Республика Беларусь

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОЛЕВЫХ ОПРЫСКИВАТЕЛЕЙ

Аннотация. Обоснована необходимость проведения периодической оценки технического состояния опрыскивателей и предложена ее методика.