

2. Мартемьянов Д. В., Галанов А. И., Юрмазова Т. А. Определение сорбционных характеристик различных минералов при извлечении ионов As^{5+} , Cr^{6+} , Ni^{2+} из водных сред // Фундаментальные исследования. - 2013. - № 8 (часть 3). - С. 666-670.
3. Измерение массовой концентрации химических веществ методом инверсионной вольтамперометрии: Сборник методических указаний / Под ред. В. Б. Скачкова. - М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2003. - 271 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СПЕЧЕННОГО АНТИФРИКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА СИСТЕМЫ FE-TI

Р.Ш. ХИСАМУТДИНОВ, Ю.В. МЯЧИН

Национальный Исследовательский Томский политехнический университет
email: rien@mail.ru

RESEARCH STRUCTURE, PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF SINTERED ANTI-FRICTION MATERIAL OF FE-TI SYSTEM

R.S. KHISAMUTDINOV, Y.V. MYACHIN

National Research Tomsk Polytechnic University
email: rien@mail.ru

Annatation. In this article are presented results of research of structure and physicomechanical properties of the sintered material of Fe-Ti system. It is shown that this material possesses high tribotechnical characteristic on comparisons with sintered iron free. In the conclusion are offered parameters of receiving this material with high physicomechanical properties.

Введение

Основные требования, предъявляемые к материалам антифрикционного назначения – это достаточно низкий коэффициент трения, достаточная высокая износостойкость и нагрузочная способность [1]. В наши дни ведется множество разработок антифрикционных материалов, и каждая отрасль машиностроения задает все новые требования к этим материалам. На данный момент не существует материала, который подошел бы для всех областей машиностроения, конкретный уровень механических и триботехнических характеристик материала определяет сферу его применения.

Целью данной работы является изучение структуры и физико-механических характеристик нового спеченного антифрикционного материала из смеси железа и титана и предложение рекомендаций по выбору наиболее оптимальных параметров его изготовления.

Материалы и методики исследований

В работе использовали спеченный материал состава Fe:Ti = 95:5 % (масс.). Для приготовления шихты использовали железный порошок ПЖ 4.160.26 ГОСТ 9849-86. Титан вводился в шихту в виде ферротитана [2] марки FeTi70-3 ГОСТ

4761-91, после размола и классификации. Формование производили методом холодного двухстороннего прессования на разрывной машине Р-20 при давлении 400, 600 и 800 МПа. Спекание проводили в вакуумной электрической печи сопротивления. Температура спекания составляла 1250°C, 1300°C, 1400°C, 1450°C, время выдержки – 1, 2 и 4 часа. Измерения микротвердости и модуля упругости проводили на полированной поверхности образца с помощью системы Nano Indenter G200/XP (ISO 14577).

Триботехнические характеристики измерялись на двух приборах: высокотемпературном трибометре ТНТ-S-AX0000, методика тестирования соответствует ASTM G99 и DIN 50324 и трехмерном бесконтактном профилометре.

Обсуждение результатов

Изменение микротвердости и модуля упругости от давления прессования. На рисунке 1 представлены зависимости модуля упругости (а) и микротвердости (б) от давления прессования образца. При значениях давления 400-600 МПа виден небольшой рост модуля упругости, при дальнейшем увеличении давления прессования его значение практически не меняется, поэтому, мы можем уменьшить потери связанные с затратами на прессование и использовать меньшее давление, без потери механических характеристик.

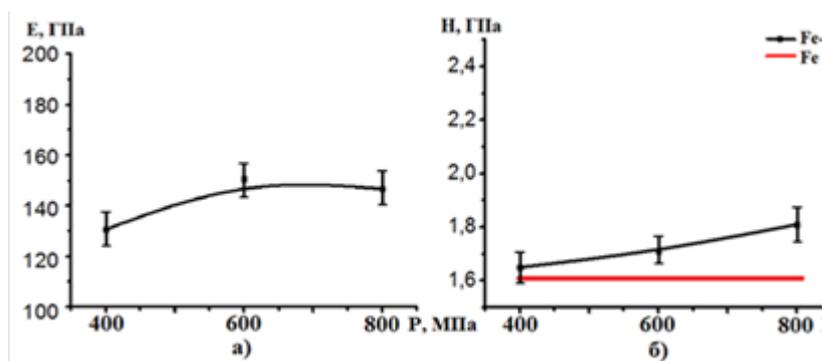


Рисунок 1 - Зависимость а - модуля упругости; б - микротвердости от давления прессования

Изменение микротвердости и модуля упругости от температуры спекания. На рисунках 2 представлены зависимости модуля упругости (а) и микротвердости (б) от температуры спекания образца. Из данных рисунков видно, что при увеличении

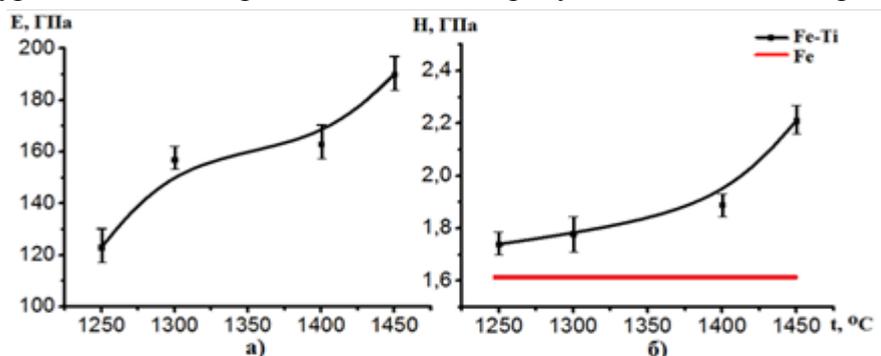


Рисунок 2 - Зависимость модуля упругости (а), микротвердости (б) от температуры спекания

температуры спекания модуль упругости и микротвердость возрастают. При температурах 1300-1400⁰С (Рисунок 2, а) модуль упругости изменяется слабо. В этом интервале начинают протекать процессы диффузии и рекристаллизации, однако при данной температуре эти процессы малоактивны. При температуре выше 1400⁰С процесс спекания вступает в активную стадию.

На рисунке 3 представлена зависимость коэффициента трения (а) и величина износа (б) материала от температуры спекания при разных скоростях вращения, при этом нагрузка была постоянной ($P = const = 10\text{Н}$). Во всех случаях можно заметить понижения коэффициента трения при температуре спекания 1250⁰С.

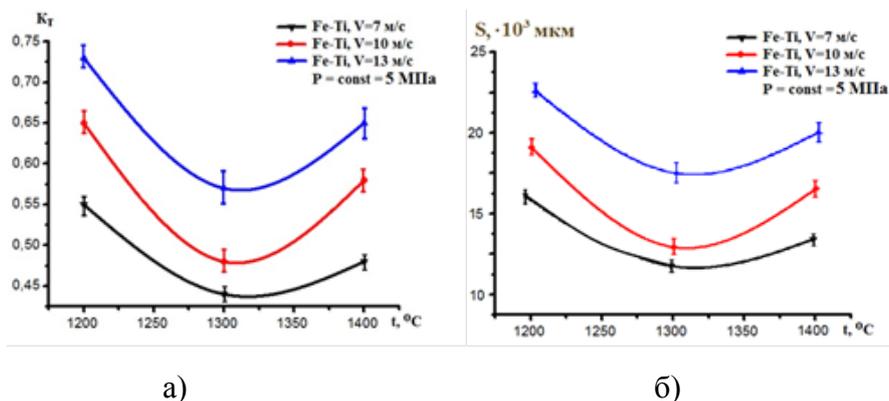


Рисунок 3 - Графики зависимостей коэффициента трения (а) и величины износа (б) от температуры спекания при разных скоростях трения

При температуре спекания 1200⁰С, частицы ферротитана находятся в твердом виде (Рисунок 4,а), при повышении температуры до 1300 °С (Рисунок 4,б) частицы ферротитана начинают частично растворяться. Согласно [3] при данной температуре растекание жидкой фазы тормозится, а на границах титан-ферротитан появляются множество интерметаллидных соединений TiFe и TiFe_2 . В материале возникают множество элементов с повышенной твердостью, образуется структура соответствующая принципу Шарпи, которая увеличивает триботехнические характеристики материала [4]. При температуре 1400⁰С (Рисунок 4, в) ферротитан полностью растворяется, концентрация интерметаллидов уменьшается, как следствие, растет коэффициент трения.

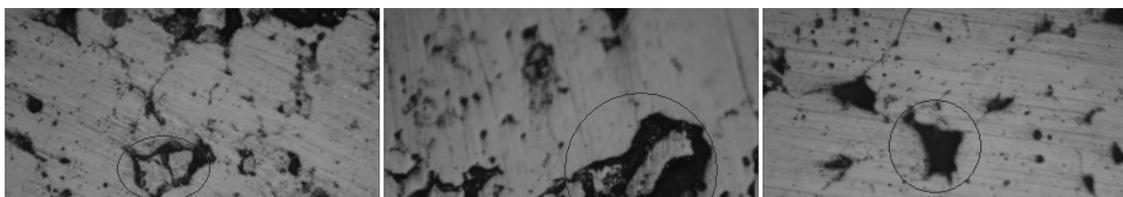


Рисунок 4 - Структуры спеченных образцов из смеси железа и титана, изготовленных при следующих температурах: а) 1200 °С; б) 1300 °С, в) 1400 °С

Сравнивая триботехнические характеристики полученного образца и пористого железа, изготовленного при таких же условиях, при разных скоростях скольжения и нагрузках (Рисунок 5 и 6), можно сказать, что смесь железо-титан с увели-

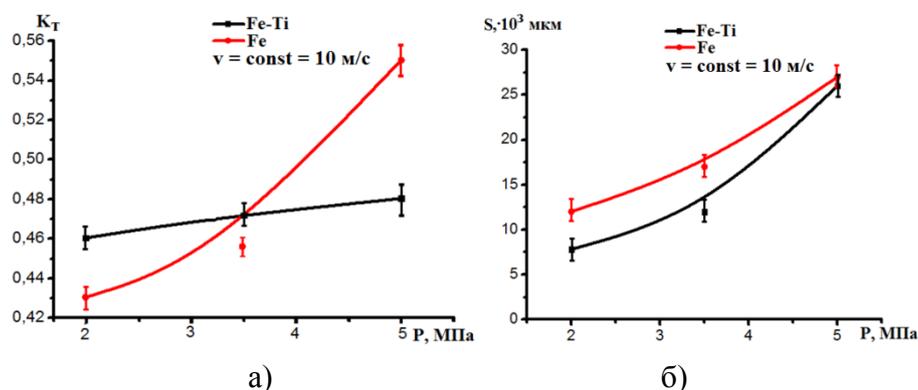


Рисунок 5 – Зависимости коэффициента трения (а), величины износа (б) от нагрузки при постоянной скорости и зависимости для композиции железо-титан и пористого железа

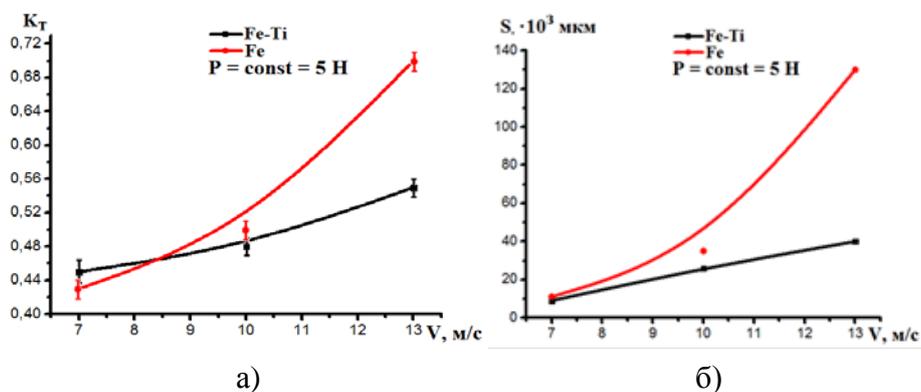


Рисунок 6 – Зависимости коэффициента трения (а), величины износа (б) от нагрузки при постоянной скорости и зависимости для композиции железо-титан и пористого железа

чением нагрузки сохраняет коэффициент трения по сравнению с пористым железом. Также данная композиция имеет больше сопротивление износу.

Выводы:

1. Давление прессования является наиболее значимым параметром при формировании пористости. Меняя давление прессования от 400 до 800 МПа пористость уменьшается с 32 до 24%;
2. Наибольшее влияние на механические и триботехнические характеристики оказывает температура спекания. Изменение температуры от 1250 до 1450°C приводит к увеличению микротвердости от 1,7 до 2,2 ГПа, а модуль упругости увеличивается от 120 до 190 ГПа;
3. На всех графиках по триботехническим испытаниям получены кривые с экстремумом, таким образом можно выбрать наиболее оптимальную температуру спекания для получения высоких значений коэффициента трения и износостойкости, которая соответствует 1300°C;

4. Продолжительность спекания незначительно влияет на физико-механические свойства материала, в связи с этим экономически целесообразно выбирать время от 1 до 2 часов;

Таким образом, мы можем выбрать наиболее оптимальный режим изготовления материала, при котором материал будет обладать высокими механическими и триботехническими свойствами при сохранении достаточного уровня остаточной пористости: давление прессования = 600 МПа; температура спекания = 1300°C; время спекания = 1-2 ч;

При данных условиях изготовления материал обладает следующими физико-механическими характеристиками: пористость = 26%; плотность = 5.9 г/см³; модуль упругости = 150 ГПа; микротвердость = 1,7 ГПа. В исследованных интервалах нагрузок и скоростей скольжения коэффициент трения данного материала находится в пределах от 0,43 до 0,55. По сравнению с пористым железом данная композиция из смеси железа и титана может эффективно работать при более высоких скоростях скольжения и нагрузках.

Список литературы

1. Металлы и сплавы : справочник / В. К. Афонин, Б. С. Ермаков, Е. Л. Лебедев и др; под ред. Ю. П. Солнцева. - СПб. : Профессионал, 2006. -с.779;
2. Матренин С.В., Слосман А.И., Мячин Ю.В. Электроразрядное спекание железо-титанового антифрикционного сплава. //Известия Томского политехнического университета, 2005. - т.308 - № 4. - с. 74-77;
3. Кивало Л.И., Григоренко Н.Ф., Скороход В.В. Контактное взаимодействие между жидкой и твердой фазами в дисперсной системе титан-железо // Пор. мет. 1988.-№9.- с. 25-28;
4. Бабец Н. В. Композиционные пористые материалы на основе железа и их применение в узлах трения / Н. В. Бабец, Б. Н. Васильев, М. А. Исламов //Молодой ученный. -2011. - №5. Т.1. - с.54-56.

ВЛИЯНИЕ MgO НА СТРУКТУРНО-ФАЗОВОЕ СОСТОЯНИЕ КЕРАМИЧЕСКИХ КОМПОЗИТОВ МЕДИЦИНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ Al₂O₃-MgO

С.П. БУЯКОВА¹, А.А. ГЕРБЕР^{1,2}

¹Томский политехнический университет

²Институт физики прочности и материаловедения СО РАН

E-mail: nastya.gerber91@mail.ru

INFLUENCE OF MGO ON A STRUCTURAL AND PHASE CONDITION OF CERAMIC COMPOSITES OF MEDICAL PURPOSE OF Al₂O₃.

S.P. BUYKOVA¹, A.A. GERBER^{1,2}

¹Tomsk polytechnic university; ²Institute of strength physics and material science SB RAS

E-mail: nastya.gerber91@mail.ru

Annation. It have been studied properties of the ceramics with different contents MgO. Is studied influence of an additive of MGO on porosity and mechanical properties of composites of Al₂O₃-MgO. It