

Рисунок 1 - Влияние режимов термообработки на прочность псевдосплавов среднеуглеродистая сталь (1 % графита) – оловянистая бронза:

ряд 1 – плотность каркаса 75 %; ряд 2 – плотность каркаса 85 %; 1 – пропитка; 2 – закалка; 3 – отпуск 200 °С; 4 – отпуск 300 °С; 5 – отпуск 400 °С; 6 – отпуск 500 °С, 1ч; 7 – отпуск 500 °С, 3ч; 8 – отпуск 550 °С, 1ч; 9 – отпуск 55 °С, 3ч; 10 – отпуск 600 °С, 1ч; 11 – отпуск 600 °С, 3ч; 12 – отпуск 650 °С, 1ч; 13 – отпуск 650 °С, 3ч; 14 – отпуск 700 °С, 1ч; 15 – отпуск 700 °С, 3ч.
УДК 621.762.8

Исследование триботехнических свойств порошковых материалов на основе меди

Студент гр.104618 Сманцер Р.В.

Научные руководители – Дьячкова Л.Н., Керженцева Л.Ф.

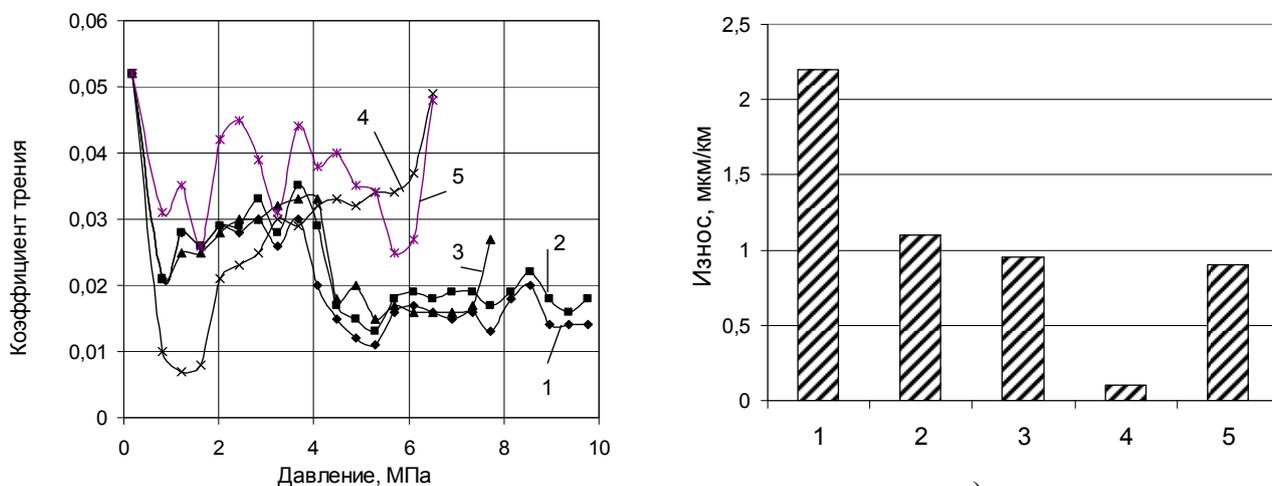
Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Целью работы является исследование триботехнических свойств порошковых материалов на основе меди и железа, предназначенных для изготовления вкладышей подшипников скольжения, работающих в условиях высоких нагрузок и агрессивной среды.

В качестве объекта исследования использовали порошковые композиционные материалы на основе меди с добавкой 10 % олова и 3 % свинца (ПА-БрО10С3); 25 % олова, 2 или 4 % графита, 0,5 % дисульфида молибдена, 2 % железа (ПА-БрО27Г4Мс0,5Ж2, ПА-БрО27Г2Мс0,5Ж2). Для сравнения триботехнических характеристик использовали компактную бронзу БрО12.

Триботехнические характеристики материалов изучали на машине трения МТ-3 при скорости вращения 6 м/с с умеренной подачей смазки и без нее. Смазка подавалась каплями в центр нижнего вращающегося диска (контртело из закаленной стали 45 твердостью 42 – 45 HRC) и под действием центробежных сил растекалась по всей его поверхности. Интенсивность подачи смазки составляла 8 – 10 капель в минуту, в качестве смазки служило масло И-20. Перед испытанием рабочие поверхности образцов в сборе с диском и контртела шлифовались. Износ образцов измеряли на оптиметре с точностью 0,001 мм. Образцы замеряли до и после испытания в сборе с верхним диском. Для исследования триботехнических свойств изготавливали образцы диаметром 10 мм, высотой 12 мм. Образцы прессовали до плотности 82 – 85 %, спекали в эндогазе при температуре 700 °С (материалы на основе меди). Инфильтрацию спрессованного из смеси порошков железа, графита карандашного, дисульфида молибдена до плотности 83 % каркаса псевдосплава проводили в эндогазе при температуре 1080 °С. Образцы из компактной бронзы вырезали из прутка.

Проведенные исследования выявили, что состав и количество вводимых добавок влияет на механизм изнашивания материалов на медной основе и соответственно на их коэффициент трения (рисунок 1 а).



а)

б)

Рисунок 1 – Триботехнические свойства порошковых материалов на основе меди (1–3), железа (5, 6) и компактной бронзы (4):

1 – ПА-БрО27Г4Мс0,5Ж2; 2 – ПА-БрО27Г2; 3 – ПА-БрО10С3; 4 – компактная бронза БрО12; 5 – ЖГр4Д45О5; 6 – псевдосплав ЖГр2Д15О5

При давлении 1 – 3 МПа минимальным коэффициентом трения 0,007 – 0,009 обладает псевдосплав ЖГр2Д15О5, при больших давлениях – порошковый материал на медной основе ПА-БрО27Г4Мс0,5Ж2, который при давлениях 1 – 4 МПа имеет коэффициент трения 0,03. Снижение коэффициента трения при больших нагрузках, когда повышается температура и начинаются процессы окисления, связано, с увеличением прослойки графита и на поверхности трения. При трении благодаря слабому сопротивлению графита срезу по плоскостям.

Снижение количества графита до 2 % привело к незначительному повышению коэффициента трения и практически не повлияло на износостойкость материала. Положительное влияние на коэффициент трения оказывает также наличие в материале дисульфида молибдена, действие которого аналогично графиту, так как кристаллическая решетка дисульфида молибдена подобна решетке графита: между атомами молибдена и серы имеются тесные связи, в то время как расстояние между слоями атомов серы относительно больше.

Введение в материал дисульфида молибдена и железа снижает отрицательное влияние графита на его трещиностойкость, так как графит при спекании взаимодействует с железом и молибденом, образуя карбиды. Благодаря действию твердых смазок графита и дисульфида молибдена и более высокой твердости материала за счет легирования железом и оловом износостойкость его также выше (рисунок 1 б), чем материала без добавок железа и дисульфида молибдена и с меньшим содержанием графита ПА-БрО27Г2, а также материала с добавкой свинца ПА-БрО10С3.

Порошковые материалы на основе железа обладают большей износостойкостью, чем на основе меди, так износостойкость пористого материала ЖГр4Д45О5 в 1,6 раз, а псевдосплава ЖГр2Д15О5 практически в восемь раз выше. Однако установившийся коэффициент трения псевдосплава составляет 0,01 – 0,02, а ЖГр4Д45О5 – 0,02, предельное давление схватывания – 7 и 2,8 МПа соответственно. Столь низкое давление схватывания материала ЖГр4Д45О5 объясняется его низкой прочностью вследствие высокой пористости, увеличивающейся при спекании вследствие эффекта медного роста [5, 6], а также низкой трещиностойкостью, вызванной неоднородностью структуры, большим содержанием графита, образованием цементитной сетки, невзаимодействием меди с графитом. Псевдосплавы лишены этого недостатка, так как остаточная пористость в них не превышает 5 – 7 %, а медная фаза равномерно распределена в межчастичном и межзеренном пространстве стального каркаса. Временное сопротивление порошковых материалов приведено в таблице 1.

Триботехнические свойства компактной бронзы существенно ниже, чем порошковых материалов (рисунок 1, б), коэффициент трения составляет 0,035 – 0,04, износостойкость – более чем в 2 раза ниже, чем материала ПА-БрО27Г4Мс0,5Ж2 и существенно ниже, чем псевдосплава ЖГр2Д15О5.

Таблица 1 – Временное сопротивление порошковых материалов на основе меди и железа

Состав материала	Пористость, %	Временное сопротивление, МПа
ПА-БрО27Г4Мс0,5Ж2	15-17	180
ПА-БрО10С3	15-17	150
ЖГр4Д45О5	18-20	210
Псевдосплав ЖГр2Д15О5	5-7	470

Заключение. Состав и количество вводимых добавок влияет на механизм изнашивания порошковых материалов на основе меди и железа и соответственно на их триботехнические

свойства. Введение в порошковые материалы на основе меди олова, железа, графита и дисульфида молибдена позволило получить коэффициент трения в два раза ниже, а износостойкость более чем в два раза выше, чем у компактной оловянистой бронзы. Существенно большую износостойкость, чем порошковые материалы на основе меди обладает псевдосплав, полученный инфильтрацией сплавом медь – 5 % олова каркаса из порошковой углеродистой стали с добавкой твердой смазки в виде дисульфида молибдена.
УДК 621.787.52

Влияние времени выдержки на толщину и структуру цинкового покрытия при термодиффузионном цинковании в порошковых средах с использованием цинксодержащих отходов

Студенты гр. 104118 Розенберг Е.В., гр. 104119 Комарова Т.Д.
Научный руководитель – Урбанович Н.И., Басалай И.А.
Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Существующие в настоящий момент технологии цинкования приводят к накоплению в больших количествах цинксодержащих отходов. Так, например, на ОАО «Речицкий метизный завод» в процессе горячего цинкования образуется ежегодно порядка 400 тонн отходов в виде изгари, гартцинка и пусьеры (цинковой пыли). Рециклинг данных отходов актуален для республики Беларусь, т.е. не существует источников сырья для производства цинка и предприятия вынуждены тратить на закупку цинка валютные средства. В работах авторов [1,2] была установлена возможность использования гартцинка в качестве дешевого заменителя чистого цинка для цинкования в порошковых средах, разработана и оптимизирована порошковая композиция на основе гартцинка, состоящая (% по массе) 40 гартцинк + 59Al₂O₃ + NH₄Cl.

Известно, что толщина цинкового слоя и соотношение его фазовых составляющих зависит не только от состава насыщающей среды, но и от температуры и времени цинкования.

Целью данной работы являлось установление экспериментальной зависимости продолжительности процесса при термодиффузионном насыщении в системе гартцинк-Al₂O₃ на толщину цинкового покрытия и ее структуру

В опытах по определению влияния продолжительности выдержки на толщину и структуру исследуемых покрытий применяли диффузионную смесь, состоящую из 40 % гартцинка, 59 % оксида алюминия и 1 % хлористого аммония. Опыты проводили на образцах в виде пластин из Ст3. Термическую обработку осуществляли в муфельной электропечи. Продолжительность выдержки при оцинковании составляла 1, 2, 3, 4 часа, температура – 450 °С. После соответствующей выдержки контейнер с образцами охлаждали на воздухе. Проведенные исследования показали, что длительность выдержки в пределах от 1 до 4 часов изменяет толщину цинкового слоя и способствует росту фаз.

Зависимость роста толщины цинкидного слоя от продолжительности процесса представлена на рисунке 1, анализ которой показал, что толщина слоя при выдержке в течение одного часа составила 17 мкм, а при 4-часовой выдержке – 89 мкм. Данная зависимость носит экспоненциальный характер, при этом более интенсивный рост слоя происходит после трехчасовой выдержки.

