

трех взаимно перпендикулярным направлениям, а также величину момента в горизонтальной плоскости.

Поскольку регистрирующий прибор выдает оцифрованные данные, то рационально использовать цифровые способы фильтрации сигналов. Для обработки сигнала от измерительной системы применена фильтрация методом усреднения накопленных значений с накоплением 128 сэмплов с использованием цифрового запоминающего осциллографа TEKTRONIX TDS 2024B (США).

Режущие элементы, используемые в качестве основы для нанесения покрытия TiN – неплетачиваемые пластины вольфрамокобальтового твердого сплава SMG 02. После каждого эксперимента фреза с ножом смещалась относительно заготовки (заменялся нож) – обработка велась острой областью режущего элемента.

Перед динамометрированием выполнялось фрезерование закрепленных встык заготовок на первом и втором столах станка со снятием припуска 3 мм для устранения погрешностей установки заготовок. Следующий проход выполнялся по прежней траектории при отсутствии снятия припуска. Регистрировались силовые параметры взаимодействия лезвия с обрабатываемой поверхностью. Данные подвергались математической фильтрации, после чего рассчитывались коэффициенты трения.

На первом этапе исследовались зависимости коэффициента трения соответственно от частоты вращения хвостовой фрезы и скорости подачи.

На втором этапе исследовалось влияние толщин h вакуумно-плазменных покрытий TiN на коэффициент трения.

Исследованные диапазоны частот вращения инструмента – $10000 - 18000 \text{ мин}^{-1}$, скоростей подачи – $2 - 10 \text{ м/мин}$, толщин вакуумно-плазменных покрытий – $1 - 4 \text{ мкм}$.

Установлено, что при малых значениях толщины покрытия коэффициент трения повышенный, что, по-видимому, связано с износом покрытия на стадии снятия припуска с заготовки. По мере увеличения толщины покрытия более 2 мкм происходит монотонный рост значения коэффициента трения, что связано с увеличением радиуса закругления режущей кромки пластины, увеличивающей площадь контакта при трении.

Анализ полученных зависимостей позволяет сделать вывод о рациональности применения режима резания – скорость подачи $4 - 7 \text{ м/мин}$, частота вращения фрезы – $10\,000 - 14\,000 \text{ мин}^{-1}$ с точки зрения минимизации коэффициента трения, и триботехнической рациональности применения вакуумно-плазменных покрытий толщиной $1,5 - 2,5 \text{ мкм}$, которые характеризуются наименьшим коэффициентом трения. С точки зрения повышения износостойкости следует назначать покрытие большей толщины в указанном диапазоне. Таким образом, оптимальная толщина покрытия должна составлять значение $2 - 2,5 \text{ мкм}$.

УДК 693.22.004.18

Структура и свойства псевдосплавов сталь-медь после термической обработки

Студентка гр.104619 Колодинская Н.С.

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

Белорусский национальный технический университет
г.Минск

Для повышения механических свойств порошковых сталей и композиционных материалов их, также как и компактные, подвергают термической обработке (закалке, отпуску, отжигу).

Процессы термической обработки псевдосплавов существенно отличаются от таковых как для компактных (из-за наличия значительного количества фазы на основе меди), так и порошковых сталей (из-за невысокой - менее $5 - 7 \%$ - пористости).

В работе особенности термической обработки изучили на псевдосплавах с каркасом из порошковой углеродистой стали (0,5; 1; 2 % графита) с исходной плотностью каркаса 75 и 85 %. Инфильтрацию проводили медью и оловянистой бронзой. Отпуск проводили при температурах 200, 300, 400, 500, 550, 600, 650, 700 °С в течении 1 ч, кроме того, при температурах отпуска 500 – 650 °С выполняли выдержку в течении 3 ч. После отпуска образцы охлаждались на воздухе. Нагрев образцов осуществляли на воздухе, так как псевдосплавы обладают повышенной коррозионной стойкостью. Отжиг выполняли при температуре 650 – 700 °С, 1 ч с медленным охлаждением с печью.

Установлено, что инфильтрация порошковых сталей медным сплавом приводит к понижению температуры фазового превращения на 50 – 100 °С, что говорит об увеличении устойчивости переохлажденного аустенита и уменьшении количества продуктов диффузионного превращения. Такой же эффект отмечали и авторы, которые отмечают, что в псевдосплавах подавляется превращение аустенита в феррит, стимулируется бейнитное превращение и увеличивается температурный интервал перлитного превращения. Термокинетическая диаграмма сдвигается вправо от оси ординат, на ней появляется бейнитная область, а температуры мартенситного превращения снижается на 50 °С, что объясняется повышением однородности структуры за счет образования жидкой фазы и ускорения диффузионных процессов.

Необходимо отметить, что в порошковых сталях в силу их строения собирательная рекристаллизация замедленна, поэтому они обладают низкой склонностью к росту зерна, т.е. являются наследственно мелкозернистыми. Это обстоятельство позволяет избежать роста зерна в порошковых сталях при нагреве под закалку до более высокой температуры по сравнению с обычно применяемой для данного состава компактной стали, а также при длительных выдержках при отжиге и высоком отпуске. Поэтому температура закалки псевдосплавов составляла 850 °С, что на 60 – 90 °С выше, чем необходимо для исследуемых материалов – псевдосплавов углеродистая сталь (0,5; 1; 2 % графита) – медь или оловянистая бронза. Однако это является оправданным, поскольку термообработке подвергались образцы небольшого размера, которые, благодаря повышенной теплопроводности псевдосплавов, до закалки успевали остыть.

Анализ результатов испытаний материала после различных режимов термической обработки выявил, что применение термической обработки позволило повысить прочность псевдосплавов в 1,3 – 1,8 раза в зависимости от состава и исходной плотности стального каркаса, при этом влияние температуры отпуска на свойства псевдосплавов зависит от содержания углерода в каркасе (рисунок 1).

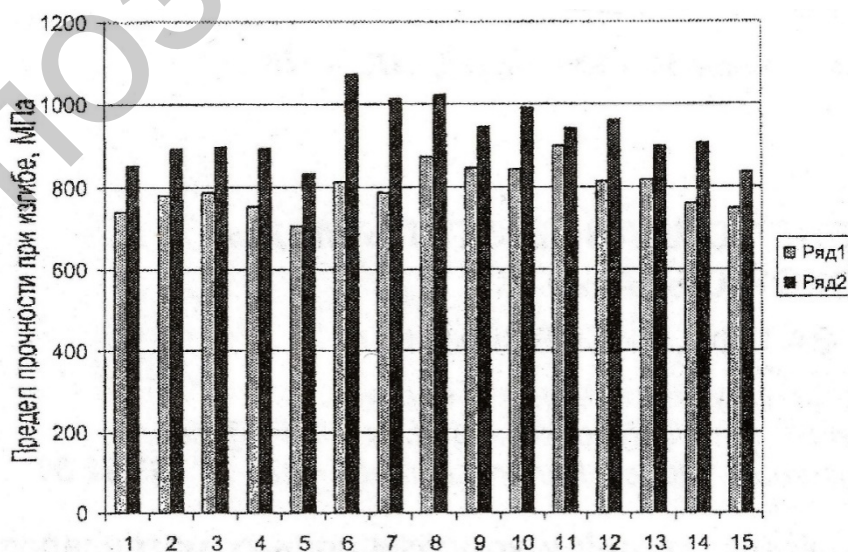


Рисунок 1 - Влияние режимов термообработки на прочность псевдосплавов среднеуглеродистая сталь (1 % графита) – оловянистая бронза:

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.

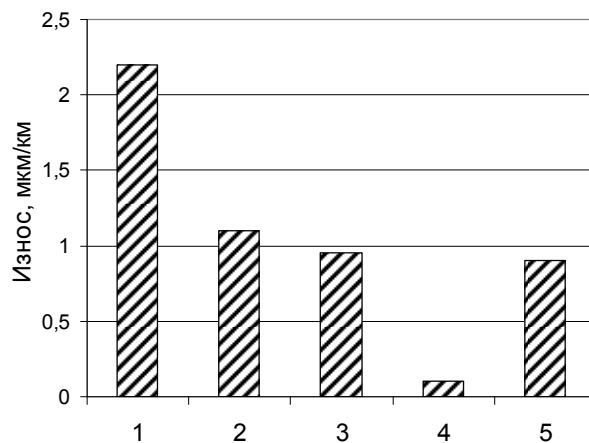
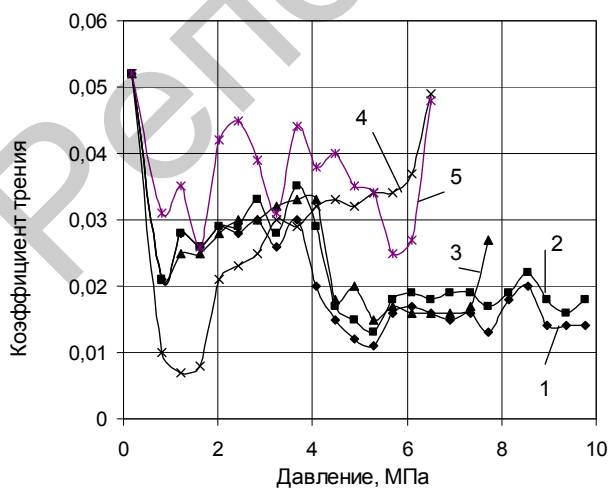
Белорусский национальный технический университет
г. Минск

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)