ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

INTERNATIONAL WORKSHOP

**«Multiscale Biomechanics and Tribology
of Inorganic and Organic Systems»**

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

**«Перспективные материалы с иерархической структурой
для новых технологий и надежных конструкций»**

**VIII ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ
КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ,
ПОСВЯЩЕННАЯ 50-ЛЕТИЮ ОСНОВАНИЯ
ИНСТИТУТА ХИМИИ НЕФТИ**

«Добыча, подготовка, транспорт нефти и газа»

DOI: 10.17223/9785946218412/82

ВЛИЯНИЕ МИКРОСТРУКТУРЫ НА ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ БЕРИЛЛИЕВОЙ БРОНЗЫ

¹Сизова О.В., ¹Колубаев А.В., ¹Филиппов А.В., ¹Терюкалова Н.В., ^{1,2}Денисова Ю.А.

¹Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Томск

²Институт сильноточной электроники СО РАН, Томск

Бериллиевые бронзы в связи с высокими показателями прочностных и антифрикционных свойств, а так же коррозионной стойкостью, все чаще применяют для изготовления деталей узлов трения ответственного назначения в различных областях машиностроения: для производства опор скольжения тяжело нагруженных агрегатов и устройств, в авиакосмической отрасли. Оптимальными эксплуатационными свойствами при этом обладают сплавы, содержащие около 2-2,5 % Ве, при этом в зависимости от вида термообработки может быть получен как гомогенный твердый раствор бериллия в меди, так и двухфазная структура твердого раствора с выделившимися дисперсными частицами фазы CuBe. Влияние режимов термообработки бериллиевых бронз на структуру и прочностные свойства бериллиевых бронз исследованы достаточно подробно, однако, структурные аспекты износостойкости бериллиевых бронз, к сожалению, обсуждаются недостаточно [1].

В данной работе исследовали трибологические характеристики бериллиевой бронзы БрБ2 в зависимости от ее структурного состояния. Исследования проводились в условиях сухого трения скольжения по схеме диск-палец. Цилиндрические образцы высотой 8,0 мм и диаметром 5,0 мм подвергали закалке от 800⁰С с последующим старением при 315⁰С в течение 4 часов. Металлографические исследования проводили на лазерно-конфокальном микроскопе «LEXT OLS4000», частицы износа анализировали с помощью растрового электронного микроскопа Philips SEM 515 с энергодисперсионным рентгеновским микроанализатором «Genesis». Триботехнические испытания образцов в закаленном и состаренном состоянии проводили на триботестере фирмы «TRIBOtechnic» при нагрузке 20Н и скорости скольжения 100 мм/с. Время испытания составило 4 часа, контртелом служил высокохромистый сплав 95Х18.

На рисунке 1 приведена зависимость коэффициента трения от времени испытания исследованных образцов.

Рис 1. Изменение коэффициента трения образцов бериллиевой бронзы (а – закаленной) и (б – закаленной и состаренной) в зависимости от времени испытания

Анализ временных зависимостей коэффициентов трения и результаты металлографических исследований показали, что в случае закаленных образцов изнашивание реализовалось по механо-химическому механизму, т.е. имело место окисление поверхности трения с последующим отделением частиц износа в виде ультрадисперсных частиц. Это подтвердил микрорентгеноспектральный анализ, который показал высокое содержание

Секция 2. Неустойчивость и локализация деформации и разрушения в материалах с иерархической структурой

кислорода в частицах износа. При испытании на трение состаренных образцов было установлено, что механизм изнашивания носит характер адгезионного. При этом абсолютная величина коэффициента трения у обоих видов образцов была практически одинакова.

На рисунке 2 показаны частицы износа закаленной бериллиевой бронзы и состаренной. Видно, что изнашивание закаленного образца характеризуется образованием ультрадисперсных частиц износа, которые образуют конгломераты при отделении с поверхности трения (рисунок 2,а,в). Изнашивание состаренного образца происходит путем отделения крупных частиц износа в результате адгезионного взаимодействия с контртелом (рисунок 2,б). Анализ тонкой структуры частиц износа в этом случае указывает на последовательные сдвиги в тонких слоях образца перед отделением частицы (рисунок 2,г). По-видимому, присутствие в структуре состаренной бронзы твердых частиц снижает сопротивление деформационному упрочнению в процессе изнашивания.

Рис. 2. Микрофотографии структуры частиц износа бериллиевой бронзы БрБ2 после испытаний на трение: а,в – закаленный образец; б,г – закаленный и состаренный образец

Сравнение интенсивности изнашивания по потере массы образцов за один и тот же период времени испытаний показало, что, несмотря на более высокий уровень твердости, закаленные и состаренные образцы изнашивались быстрее закаленных (таблица 1)

Таблица 1. Результаты сравнительного исследования износа образцов бронзы БрБ2

Закалка			Закалка + старение		
Масса образца, г					
Исходная	После трения	Δm	Исходная	После трения	Δm
1.5330	1.5317	0.0013	1.4996	1.4412	0.0584

Для понимания причин наблюдаемых эффектов необходимо проведение дальнейших исследований, в частности, с использованием просвечивающей электронной микроскопии.

1. Л.Г. Коршунов, А.В. Корзников, Н.Л. Черненко. Влияние интенсивности пластической деформации и температуры старения на упрочнение, структуру и износостойкость бериллиевой бронзы. // Физика металлов и металловедение, 2011, Т.111, №4, С.413-420.