

Свойства композиционного материала

Показатель	Разработанный материал	УП-5-222
Теплостойкость, °С	118	–
Разрушающее напряжение при сжатии, МПа	134	95–110
Адгезия к стали, МПа	42	–
Коэффициент трения	0,10	0,12–0,20

Как следует из представленных данных, введение в эпоксидную смолу высокодисперсного гидрофобизированного диоксида кремния позволяет значительно повысить механическую прочность получаемых композиционных материалов и их адгезию к стали при сохранении высоких антифрикционных свойств. Это позволит более широко и эффективно применять эпоксидные антифрикционные компаунды как для формирования, так и для восстановления изношенных поверхностей деталей различных узлов трения.

Литература

1. Иржак, В. И. Эпоксидные полимеры и нанокompозиты / В. И. Иржак. – Черноголовка : ИПХФ РАН, 2021. – 319 с.
2. Вереина, Л. И. Конструкции и наладка токарных станков / Л. И. Вереина, М. М. Краснов. – М. : ИНФРА-М, 2021. – 480 с.

УДК 621.762

ВЛИЯНИЕ ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА СВОЙСТВА МОДИФИЦИРОВАННЫХ ХРОМОВЫХ БРОНЗ

И. А. Лозиков

Белорусско-Российский университет, г. Могилев, Республика Беларусь

Хромовые бронзы относятся к дисперсионно-твердеющим сплавам и получают оптимальный комплекс физических, механических и эксплуатационных свойств после термической либо термомеханической обработки. Термическая обработка включает закалку, фиксирующую пересыщенный твердый раствор и старение, в результате которого происходит его распад с выделением дисперсных частиц фазупрочнителей. Термомеханическая обработка (ТМО), кроме закалки и старения, включает холодную пластическую деформацию, проводимую после закалки, которая активно влияет на формирование структуры при старении. Уровень свойств у сплавов, прошедших ТМО, значительно выше, чем у сплавов, подвергнутых старению без предварительной деформации [1, 2].

Цель работы – определение влияния ТМО на физико-механические свойства жаропрочных электротехнических бронз, модифицированных механически сплавленными субмикрорекристаллическими лигатурами.

Исследования проводились на образцах модифицированного сплава Cu – 0,8 % Cr, подвергнутых закалке на воду с температуры 1030^{±5} °С. Время нагрева перед закалкой составляло 60 мин. Нагрев осуществлялся в защитной атмосфере Ar. Пластическая деформация после закалки осуществлялась поперечной прокаткой со степенью деформации 10, 20, 40, 60 и 80 %. После деформации образцы подвергали старению при температуре 490^{±5} °С в течение 4 часов с последующим охлаждением в печи.

Интерес представлял сравнительный анализ свойств экспериментальных сплавов и хромовых бронз марки БрХ1, поставляемых предприятиям Республики Беларусь из Российской Федерации, являющейся основным производителем материалов данной группы. Термомеханическая обработка образцов из указанной бронзы проводилась по тем же режимам что и для экспериментальных сплавов, но температура старения составляла 450 °С [1, 2].

Результаты изменения величины электрического сопротивления и твердости от величины степени деформации для сплавов двух типов приведены на рис. 1.

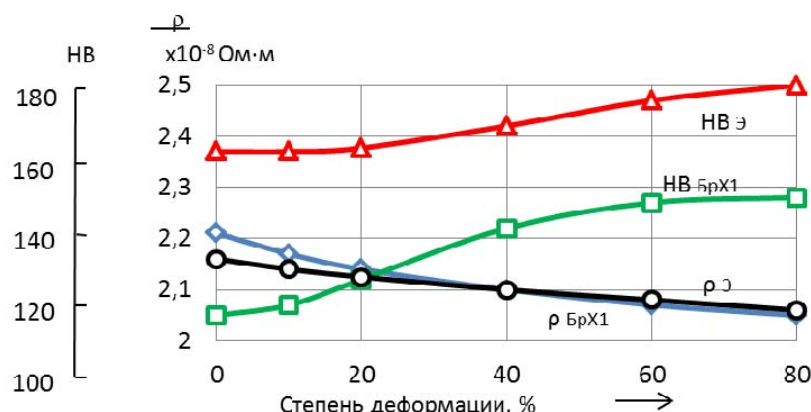


Рис. 1. Зависимость величины электрического сопротивления и твердости от степени деформации (НВ э; ρ э и НВ БрХ1; ρ БрХ1 – твердость и электросопротивление для экспериментального сплава и БрХ1 соответственно)

Экспериментальные сплавы даже без пластической деформации обладают характеристиками твердости, значительно превышающими характеристики аналогов, принятых для сравнения. Пластическая деформация со степенями менее 30 % практически не оказывает влияния на свойства сплава. Дальнейшее ее увеличение до 80 % приводит к приросту твердости на 10–12 % и повышению электропроводности на 0,9–1,2%.

Подобное поведение при пластической деформации возможно объясняется исходной структурой бронз, полученных с применением механически сплавленной лигатуры и наследовавших ее мелкозернистость. Структура основы бронзы после закалки относится к микрокристаллическому типу и представляет собой зерна твердого раствора размером 0,2–0,5 мкм. При такой величине зерна механизм пластической деформации, возможно, подобен механизму пластической деформации дисперсно-упрочненными материалами, для которых в ее процессе размер и форма зерен практически не меняется.

Применение механически сплавленных модифицирующих лигатур наряду с упрощением и удешевлением технологии получения жаропрочных бронз приводит также к значительному повышению физико-механических свойств. Экспериментальные материалы по таким показателям как прочность, твердость и, в особенности, температуры начала рекристаллизации примерно на 15–20 % превосходят не только БрХ1, но и более дорогую БрХЦр. В то же время вследствие особенности структуры примерно на такую величину они уступают последним по пластичности (см. таблицу).

Физико-механические свойства классических и экспериментальных бронз

Материал	σ_B , МПа	НВ	δ , %	$T_{нач. рек.}$, °C	$R \times 10^8$, Ом · м
БрХ1	440	130–140	34	400	2,23
БрХЦр	500	140–150	30	450	2,18
Экспериментальная бронза	560	175–180	25	600	2,25

Приведенное сочетание свойств обусловлено комплексным упрочнением материалов, включающем зернограничное, дисперсионное и дисперсное. Наличие последнего является решающим фактором, определяющим высокую жаропрочность экспериментальных бронз.

Высокие характеристики сплавов подтверждаются производственными испытаниями изделий, изготовленных из них. По заключению ОАО «Белкард» (г. Гродно) стойкость электродов контактной точечной сварки из экспериментального сплава в 3,8 раза превышает аналогичный показатель для электродов из БрХ1 производства РФ.

Таким образом, можно сделать следующие выводы:

1. Механизм пластической деформации экспериментальной бронзы, полученной с применением механически сплавленной лигатуры, возможно, подобен механизму пластической деформации дисперсно-упрочненных материалов.

2. Промежуточная пластическая деформация в процессе обработки бронзы, полученной с применением механически сплавленной лигатуры, не оказывает значительного влияния на структуру и свойства сплава, что делает ее проведения не всегда целесообразной. Но обработка давлением позволяет получать сплавы с комплексом свойств, значительно превосходящим существующие аналоги.

Л и т е р а т у р а

1. Николаев, А. К. Хромовые бронзы / А. К. Николаев, А. И. Новиков, В. М. Розенберг. – М. : Металлургия, 1983. – 175 с.
2. Новиков, И. И. Теория термической обработки / И. И. Новиков. – М. : Металлургия, 1978. – 392 с.

УДК 539.4:621.897

МЕТОДОЛОГИЯ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ ПОЛИМЕРНЫХ НАПРАВЛЯЮЩИХ ЦЕПНЫХ ПЕРЕДАЧ

Е. Н. Волнянко, С. В. Шилько

*ГНУ «Институт механики металлополимерных систем имени В. А. Белого
НАН Беларуси», г. Гомель*

При ремонте машин и оборудования западных производителей особую значимость в последнее время приобрело импортозамещение изнашивающихся деталей узлов трения. К таковым относятся полимерные направляющие цепных приводов открытого типа, применяемых в горнодобывающей, транспортной и других отраслях промышленности Республики Беларусь.

Цель работы – алгоритм поиска импортозамещающих материалов и изделий на примере подбора полимерного материала для направляющих цепных передач.

Для решения этой задачи выполнялся анализ условий эксплуатации цепных приводов в открытом исполнении у предприятия-заказчика: наличие консистентной смазки, вероятность ударных нагрузок и попадания в зону трения абразивных частиц (песка, пыли), неблагоприятное воздействие окружающей среды (атмосферной влаги,