

УДК 621.893

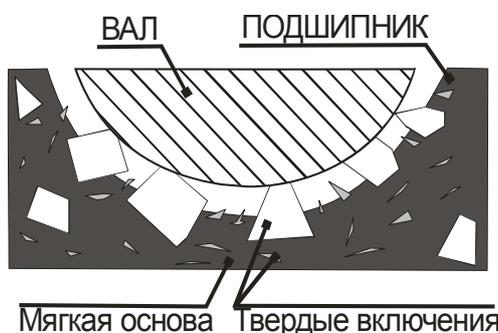
В.В. Илюшин, Б.А. Потехин, А.С. Христолюбов  
(V.V. Ilyshin, B.A. Potechin, A.S. Khristolyubov)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Eketerinburg)

**НАПРАВЛЕНИЕ СОЗДАНИЯ СПЛАВОВ СКОЛЬЖЕНИЯ  
С ПОВЫШЕННЫМИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ  
(DIRECTION OF SLIDE ALLOY  
WITH THE INCREASE OF THE TECHNOLOGICAL PROPERTIES)**

*Разработаны и исследованы бронзы с включениями мартенситно-старяющей стали глобулярной формы, которые упрочняются термической обработкой и способны деформироваться в холодном и в горячем состояниях.*

*Bronze with inclusions maraging steel of globular forms that heat-hardened and able to deform in the cold and in hot conditions are developed and investigated.*

Строение большинства антифрикционных сплавов, применяемых для изготовления подшипников скольжения, подчиняется принципу Шарпи, когда в пластичной основе, так называемой матрице, равномерно распределены твёрдые включения, на которые опирается контртело – вал (рисунок).



Принципиальная схема контактирования вала с подшипниковым материалом

Процесс трения для таких сплавов выглядит следующим образом: в ходе приработки мягкая матрица интенсивно изнашивается до выступания твердых кристаллов из общей массы, приработка заканчивается, когда контртело (вал, опорная пятя) начинает полностью опираться на твердые частицы, которые обеспечивают высокую износостойкость антифрикционного материала. Мягкая основа при этом, изнашиваясь быстрее, образует сеть каналов (микрорельеф) между выступающими кристаллами, по которым циркулирует смазочный материал. Пластичная

основа (матрица) обеспечивает защитную реакцию (упругую либо пластическую деформацию и др.) всего подшипникового материала на изменение условий трения и хорошую прирабатываемость.

В «классических» антифрикционных сплавах твердые включения имеют неблагоприятную для прочностных свойств форму. Так, в оловянном баббите Б83 эти твердые включения - кристаллы интерметаллида SnSb, имеют форму куба, а в бронзе БрО10 - эвтектоид  $\alpha + \text{Cu}_{31}\text{Sn}_8$  имеет остроугольную, сильно разветвленную форму. Такая форма твердых включений приводит к низкой технологичности сплавов скольжения – отсутствием возможности пластической деформации. При механическом нагружении формируются зоны высокой концентрации напряжений, что лишает эти сплавы как возможно достижимой прочности, так и пластичности.

На некоторых предприятиях практикуется повышение пластичности и соответственно технологичности бронзы БрО10 за счет гомогенизирующего отжига, который способствует растворению эвтектоида и уменьшению количества твердой составляющей в структуре. Исследование влияния температурной и деформационной обработок оловянной бронзы на ее структуру и коэффициент трения показали, что отжиг бронзы БрО10 приводит к повышению ее коэффициента трения в 2...4 раза по сравнению с коэффициентом трения этой же бронзой в литом, без какой-либо обработки, неравновесном состоянии [1].

В ходе проводимого ранее исследования свойств оловянных баббитов, на базе центробежного литья, нами разработан и апробирован метод кристаллизации турбулентно движущегося расплава баббита марки Б83 [2], который обеспечивает формирование интерметаллидов SnSb не кубической и остроугольной формы, как в стандартном баббите Б83, а глобулярной. Изменение формы твердых включений SnSb существенно улучшило технологические (повысилась пластичность), механические (повысилась усталостная прочность) и служебные (уменьшился коэффициент трения) свойства баббита Б83 [3, 4].

В настоящее время нами проводится комплексное исследование структурных и фазовых превращений в сплавах на медной основе, легированных Sn, Ni, Co, Fe, Al и др. элементами, с целью создания подшипниковых сплавов скольжения с повышенными технологическими свойствами и особо высокой удельной мощностью трения. Данная цель, может быть достигнута путем решения задачи глобулизации твердой фазы и нахождением путей управления свойствами антифрикционного сплава через легирование, термическую обработку, деформацию.

Разработаны и исследованы бронзы принципиально отличающиеся от «классической» бронзы БрО10 тем, что вместо хрупких интерметаллидов

содержат включения мартенситно-старееющей стали, упрочняющиеся дисперсионным твердением. Эти включения стали способны деформироваться как в холодном, так и в горячем состояниях, т. е., исследуемые бронзы могут применяться в деформированном состоянии, а не только в отливках как например БрО10.

Исследуемые бронзы имеют перспективы широкого применения, так как в разработанных «композиционных сплавах» посредством термической обработки можно изменять свойства отдельных структурных составляющих – матрицы (бронзы) и дендритов (мартенситно-старееющая сталь). Свойства сплава в этом случае являются суперпозицией свойств соответствующей бронзы и мартенситно-старееющей стали.

В целом проводимая работа направлена на повышение уровня унификации сплавов скольжения на медной основе, т. е. на создание бронзы, которая могла бы заменить уже известные. На примерах разработанных бронз, содержащих стальные дендриты округлой формы, твердость которых можно регулировать в широком диапазоне, нами показана возможность создания «универсального» сплава с удовлетворительным комплексом технологических, механических и высоких служебных свойств (низкий коэффициент трения, высокая износостойкость). По существу, мы создаем композиционный материал: бронза, армированная дендритами мартенситно-старееющей стали.

#### *Библиографический список*

1. Потехин Б.А., Измайлов Д.К., Христолюбов А.С., Илюшин В.В. Технология изготовления подшипников скольжения диффузионной сваркой // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. № 4. 2006. С. 33-35.
2. Патент 53947 RU, МПК В33D 7/04. Устройство для турбулентного перемешивания кристаллизующегося металла в процессе турбулентного литья / Б.А. Потехин, А.Н. Глуценко (RU). – 2005135247/22; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО Урал. гос. лесотехн. универ.; заявл. 14.11.2005; публ. 06.10.06. Бюл. № 16. 7 с.
3. Потехин, Б.А., Глуценко А.Н., Илюшин В.В. Свойства баббита марки Б83 // Технология металлов. № 3. 2006. С. 17-22.
4. Потехин Б.А., Илюшин В.В., Христолюбов А.С. Технологические пути повышения прочности цветных сплавов с интерметаллидным упрочнением // Материалы XLVII Международной конференции «Актуальные проблемы прочности». Ч. 1. Н. Новгород, 2008. С. 272-274.