

УДК 620.18

Б.А. Потехин

Уральский государственный лесотехнический университет

Потехин Борис Алексеевич родился в 1938 г., окончил в 1960 г. Горьковский политехнический институт, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой технологии металлов Уральского государственного лесотехнического университета. Имеет около 140 печатных трудов в области создания, обработки и применения высокопрочных сталей, демпфирующих материалов и сплавов скольжения. Тел.: (343) 262-97-98



СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УЗЛОВ ТРЕНИЯ В МАШИНАХ И МЕХАНИЗМАХ ПРЕДПРИЯТИЙ ЛЕСНОГО КОМПЛЕКСА

Установлено влияние разных способов литья на структуру и свойства баббита марки Б83. Предложен метод центробежного литья, обеспечивающий кристаллизацию интерметаллидов в условиях турбулентно движущегося расплава, что устраняет ликвацию и переводит остроугольный интерметаллид SnSb в глобулярную форму.

Ключевые слова: коэффициент трения, подшипники скольжения, сплавы скольжения, центробежное литье.

В машинах и механизмах лесопромышленного комплекса широко используют узлы трения скольжения. Например, на Соликамском ЦБК эксплуатируют более тридцати скоростных подшипников скольжения, где применяют оловянный баббит марки Б83. В подъемных устройствах лесных машин применяют гидромеханизмы типа плунжерных насосов, в которых давление масла обеспечивается возвратно-поступательным движением поршней в цилиндре (сталь – бронза). От материалов таких узлов требуется низкий коэффициент трения, повышенная износостойкость, контактно-усталостная прочность. Поэтому совершенствование сплавов скольжения и технологии их применения в соответствующих узлах трения – задача всегда актуальная.

4*

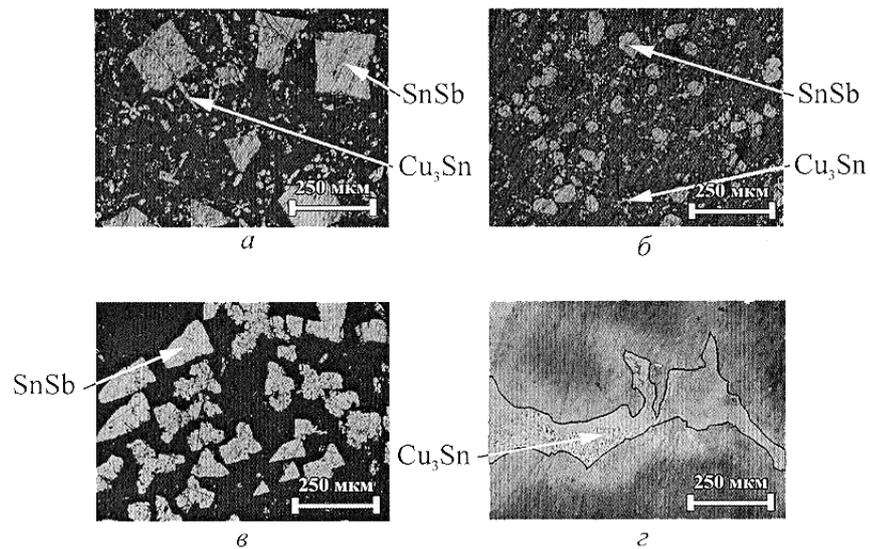


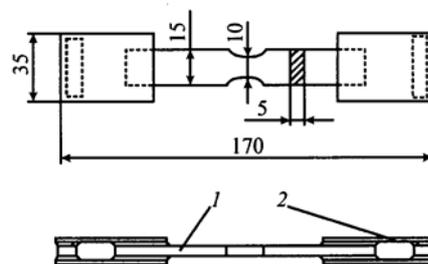
Рис. 1. Структура баббита Б83, полученного сифонным (*а*), «турбулентным» (*б*) и центробежным (*в*) способами; *г* – структура бронзы БрО10

В связи с этим нами разработана новая технология заливки корпусов подшипников скольжения, обеспечивающая повышенные свойства баббита. Для ряда цветных сплавов, широко применяемых в узлах трения скольжения, характерна пониженная прочность, так как интерметаллиды (необходимая составляющая этих сплавов) отличаются неблагоприятной морфологией. Например, в баббитах типа Б83 интерметаллид SnSb формируется в процессе литья в форме остроугольных параллелепипедов, а Cu_3Sn – в виде иглообразных включений (рис. 1, *а*). В бронзе БрО10 тот же интерметаллид Cu_3Sn имеет форму «кленового листа» в сечении. Такая форма этих относительно твердых фаз при механическом нагружении вызывает формирование зоны высокой концентрации напряжений, что лишает эти сплавы как возможно достижимой прочности, так и пластичности.

Нами на базе центробежного литья разработан и опробован метод кристаллизации турбулентно движущегося расплава баббита марки Б83 [2, 3], который обеспечивает формирование интерметаллидов SnSb глобулярной формы (рис. 1, *б*). Это позволило существенно улучшить технологические, механические и служебные свойства баббита.

Баббит Б83 и его аналоги, например Б88, применяют как литейные сплавы. Из-за остроугольности интерметаллида они не деформируются ни в холодном, ни в горячем состоянии, так как интерметаллиды SnSb разрушаются уже после деформации на 4 % [1]. Глобулярная форма, снижая концентрацию локальных напряжений, позволяет деформировать интерметаллид на 40 % и более, что, в свою очередь, повышает также и его механические свойства.

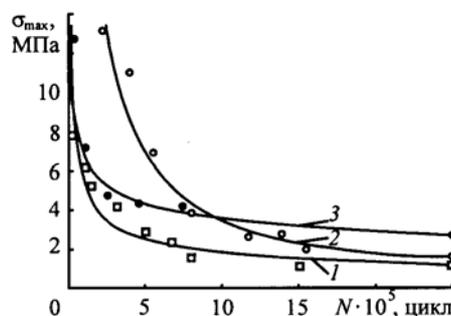
Рис. 2. Конструкция образцов из баббита Б83 для усталостных испытаний: 1 – баббитовая пластина; 2 – стальная накладка



Для исследования усталостных свойств литых баббитов разработана специальная конструкция образцов, представленная на рис. 2. Применение стальных накладок (позиция 2) позволило немагнитные баббитовые образцы нагружать электромагнитными силами. Испытание* заключалось в консольном изгибе плоских образцов с заданными амплитудами деформации, которые были пересчитаны в напряжения, изменяющиеся по симметричному циклу с частотой 50 Гц. Предел выносливости определяли для 8 образцов каждого способа литья. Один образец испытывали только на одном уровне напряжений до разрушения или до заданного базового числа циклов $N = 20 \cdot 10^5$. По результатам испытаний строили кривые усталости в координатах напряжение – число циклов. На рис. 3 представлены усталостные кривые баббита, полученного разными методами литья.

Результаты испытаний показали зависимость предела усталости при изгибе как от формы интерметаллидов, так и от их распределения. Например, центробежное литье вызывает расслоение интерметаллидов по их плотности вследствие действия центробежных сил. При этом интерметаллиды SnSb (плотность $7,1 \text{ г/см}^3$) легче расплава ($7,5 \text{ г/см}^3$) и поэтому «всплывают» на внутреннюю поверхность отливки (см. рис. 1, в), имеющей форму втулки. Тяжелые интерметаллиды Cu_3Sn ($10,2 \text{ г/см}^3$) оттесняются центробежными силами к наружной поверхности отливки. Таким образом, рабочая поверхность будущего подшипника не содержит интерметаллидов Cu_3Sn , т. е. состав баббита Б83 в зоне трения не соответствует марочному составу, что снижает предел его выносливости до 1,4 МПа.

Рис. 3. Кривые усталости баббита Б83, полученного разными способами литья: 1 – центробежным; 2 – сифонным; 3 – «турбулентным»



* Эксперименты выполнены инж. В.В. Илюшиным и А.С. Христолюбовым.

Выполненное исследование показало, что центробежное литье баббитов традиционными способами нецелесообразно, в то время как предложенный нами способ «турбулентного» литья не только предотвращает ликвации, но и обеспечивает глобулярную форму интерметаллида SnSb [1–3]. В результате повышается предел усталости баббита Б83 (рис. 3).

Коэффициент трения баббита, как показали наши исследования, не зависит от морфологии интерметаллида SnSb. Для состояния *a* и *b* на рис. 1 он равен 0,02, а расслоение баббита по плотности при центробежном литье повышает коэффициент трения до 0,03, т. е. на 50 % [1].

Мы полагаем, что и для других сплавов скольжения, например бронзы типа БрО10 (см. рис. 1, *z*), прочностные показатели могут быть улучшены, если придать интерметаллидам компактную глобулярную форму, подобно тому, как мы это сделали для баббита марки Б83.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Потехин, Б.А. Свойства баббита марки Б83 [Текст] / Б.А. Потехин, А.Н. Глущенко, В.В. Илюшин // Технология металлов. – 2006. – № 3. – С. 17–22.
2. Устройство для заливки подшипников скольжения [Текст]: пат. 38649 Рос. Федерация: МПК⁷ В22D7/04 / Потехин Б.А., Глущенко А.Н., Илюшин В.В.; заявитель и патентообладатель Урал. гос. лесотехн. ун-т. – № 2004101513/20; заявл. 19.01.04; опубл. 10.07.04, Бюл. № 19. – 6 с.
3. Устройство для турбулентного перемешивания кристаллизующегося металла в процессе центробежного литья [Текст]: пат. 53947 Рос. Федерация: МПК В22D 7/04 (2006.01) / Потехин Б.А., Глущенко А.Н.; заявитель и патентообладатель Урал. гос. лесотехн. ун-т. – № 2005135247/22; заявл. 14.11.05; опубл. 10.06.06, Бюл. № 16. – 7 с.

Поступила 24.04.08

B.A. Potekhnin

Ural State Forest Engineering University

Improvement of Friction Units in Machines and Mechanisms of Forest Industry

Influence of different casting methods on structure and properties of B83 babbitt is established. The spun casting method of securing crystallization of intermetallides in the conditions of turbulent melt movement is offered that eliminates liquation and convert angular intermetallide SnSb into the globular form.

Keywords: friction factor, friction bearings, friction alloys, spun casting.