

УДК 613.314.4

СТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ ВТОРИЧНЫХ БАББИТОВ

К.Г. Гаппаров

Старший преподаватель, Ферганский политехнический институт, Фергана,
Узбекистан

q.gapparov@ferpi.uz

О.Мавлонова

Ассистент, Ферганский политехнический институт, Фергана, Узбекистан

o.mavlonova@ferpi.uz

АННОТАЦИЯ

В статье представлены результаты исследований физико-механических свойств баббитов, приготовленных из лома и отходов, заливаемых в подшипники скольжения. Разработка технологии переработки лома и отходов баббитов ставит целью оптимизацию параметров технологии очистки и переплавки баббитов для повторного использования так называемых вторичных баббитов.

Ключевые слова: подшипник, ремонт промышленного оборудования, промышленные предприятия, вторичные баббиты.

IKKILAMCHI BABBITLARNI TIZIMLI TAHLIL QILISH

Qodirjon Gapparov

Katta o'qituvchi, Farg'ona politexnika instituti, Farg'ona, O'zbekiston

q.gapparov@ferpi.uz

Mavlonova Oygul

Assistant, Farg'ona politexnika instituti, Farg'ona, O'zbekiston

o.mavlonova@ferpi.uz

ANNOTASIYA

Maqolada sifatli ikkilamchi babbitlarni olish maqsadida sirpanish podshippiklarida ishlatiladigan babbitlarni qayta eritish va tozalash texnologiyasini ishlab chiqish uchun babbitlarni fizik-mexanik xossalarini tadqiq qilish natijalari yoritilgan.

Kalit so'zlar: podshibnik, sanoat uskunalari ta'mirlash, sanoat korxonalari, ikkilamchi babbitlar.

STRUCTURAL ANALYSIS OF SECONDARY BABBITES

Qodirjon Gapparov

Senior teacher, Fergana Polytechnic Institute, Fergana, Uzbekistan

q.gapparov@ferpi.uz

Mavlonova Oygul

Assistant, Fergana Polytechnic Institute, Fergana, Uzbekistan

o.mavlonova@ferpi.uz

ABSTRACT

The article presents the results of research of physical and mechanical properties of babbites prepared from scrap and wastes poured into sliding bearings. The development of the technology of recycling scrap and babbites waste is aimed at optimizing the parameters of the technology of cleaning and melting babbites for reuse of so-called secondary babbites.

Keywords: *bearings, repair of industrial equipment, industrial enterprises, secondary babbites.*

ВВЕДЕНИЕ

После приобретения независимости Республики Узбекистан по причине дороговизны импортного оборудования и запасных частей, был налажен ремонт промышленного оборудования на собственном производстве в крупных предприятиях Республики. К таким промышленным предприятиям относятся ОАО «Ферганаазот», Ферганский нефтеперерабатывающий завод, АО «Куvasайцемент», ОАО «Навоиазот» и др [1-3].

Для ремонта оборудования, которые оснащены подшипниками скольжения, требуется большое количество дорогостоящего баббита. Баббиты обладают низкой твердостью, имеют невысокую температуру плавления, повышенную пластичность, отлично прирабатываются, отличаются высокими антифрикционными свойствами и сопротивлением ударным нагрузкам. Однако, баббиты типа марки Б83, заливаемые в подшипники скольжения в виде вкладышей, на сегодняшний день не производятся в Республике Узбекистан, хотя потребность в них огромная [4-9]. К примеру, в цехе слабоазотной кислоты ОАО «Ферганаазот» для откачки паров аммиака и слабоазотной кислоты установлены 12 нагнетателей центробежного типа 540-41-1. Основные данные оборудования: потребляемая мощность (мах) 2150 кВт, объемная

производительность 540 м³/мин, температура газа при выходе 280 °С, критическая частота вращения ротора 10700 об/мин, вес ротора 1015 кг. Оборудование работает при относительно высоком давлении и температуре. Нагнетатели оснащены опорными и упорными подшипниками скольжения, имеющими вкладыши скольжения, состоящими из заливаемых баббитов. При этом заливку вкладышей из баббита производят часто из-за быстрого износа самих вкладышей [10-17].

С другой стороны, точение подшипников скольжения на металлорежущих станках образует до 40% стружки из баббитов, которая в основном собирается в виде металлолома и сдается на предприятия вторцветмета. В последнее время автором работы разработана технология, позволяющая использовать баббитовую стружку повторно для заливки вкладышей. Эффективность разработанной технологии возможно улучшить, если представлять структуру так называемых вторичных баббитов.

Цель работы - анализ диаграмм состояния, образуемых основными легирующими элементами баббитов с учетом возможных примесей в металлоломе, структуру вторичных сплавов.

Для достижения цели в работе решены следующие задачи:

- проанализирован средний состав лома и отходов баббитов;
- на основе двухкомпонентных систем построены необходимые трехкомпонентные диаграммы состояния с основными легирующими элементами и примесями, входящими в состав сплавов из металлолома;
- изучены структурные изменения в модельных и вторичных сплавах на основе баббитов.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для оценки химического состава сплавов использовали портативный рентгенофлуоресцентный анализатор S1 TITAN – прибор позволяет проводить анализ большого количества разнообразных материалов, среди которых: различные традиционных конструкционные сплавы черных и цветных металлов, золото и драгоценные металлы, лом электронных элементов и каталитических преобразователей, почвы, горные породы, опасные материалы. Кроме того, прибор имеет интерфейс создания собственных калибровок, в нем применена передовая технология кремниевый дрейфового детектора, позволяет проводить анализ легких элементов, таких как магний, алюминий или кремний, без вакуумизации или продувки гелием (S1 TITAN^{LE}).

Для построения диаграмм состояния, их необходимых сечений и разрезов, использовали лицензионную программу Thermocalc (Швеция) [18-24].

Механические свойства сплавов определены по межгосударственному стандарту ГОСТ 1497-84. «Металлы. Методы испытаний на растяжение (с Изменениями N 1, 2, 3)». Твердость сплавов определена по межгосударственному стандарту ГОСТ 9012-59 (ИСО 4 1 0 -8 2, ИСО 6506-81) «Металлы. Методы измерения твердости по Бринелю» [25-28].

Составы исследованных сплавов представлены в табл.1.

Таблица 1. Химический состав исследованных сплавов, % по массе

Марка	Основные компоненты					Примеси						
	Sn	Sb	Cu	Cd	Pb	Fe	As	Zn	Pb	Bi	Al	Ni
Проба 1	Ост.	7-7,5	2,5-3,5	0,8-1,2	-	0,05	0,05	0,005	0,1	0,05	0,005	0,15 – 0,25
Проба 2	Ост.	10-12	5,5-6,5	-	-	0,10	0,05	0,014	0,35	0,15	0,015	
Проба 3	Ост.	9-11	5-6	-	1,0-1.5	0,10	0,10	0,01	-	0,05	0,005	

Примечание: состав сплавов усреднен по результатам нескольких экспериментальных плавок лома и отходов на пробу

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Образовавшаяся стружка содержит множество вредных примесей. При переплавке стружки в химическом составе баббита уменьшается количество полезных элементов, таких как олово, сурьма и медь. Поэтому образовавшаяся стружка баббита не пригодна к повторному использованию. В промышленных предприятиях стружки баббита собирают и по возможности отправляют на заводы производителя баббита в другие страны. По причине очень низкой цены металлолома баббита, на промышленных предприятиях страны скопилось большое количество его стружки – сырья для вторичных сплавов.

Диаграммы состояния олово – сурьма и медь – олово, как основы баббитов, изучены методами термического и микроструктурного анализов в [1,3,9,27]. В системе Sn – Sb при температуре 425 °С и содержании 65,2 % (ат.) Sb по перитектической реакции образуется фаза β (SbSn). Фаза β имеет широкую область гомогенности: 43,0-60,5 % (ат.) Sb при 250 °С. При температуре 324 °С по перитектической реакции кристаллизуется соединение Sb_2Sn_3 , которое при температуре 242 °С распадается с образованием фазы β , содержащей 43 % (ат.)

Sb, и твердого раствора Sb в Sn, содержащего 9,4 % (ат.) Sb. Перитектическая реакция $J + Sb_2Sn_3 = (Sn)$ имеет место при температуре 250 °С.

В отношении кристаллической структуры соединений имеются противоречия. Так, соединение SbSn имеет кубическую структуру типа NaCl [3], по другим данным [4] - ромбоэдрическую структуру. Микроструктура сплавов представлена на рис.1.

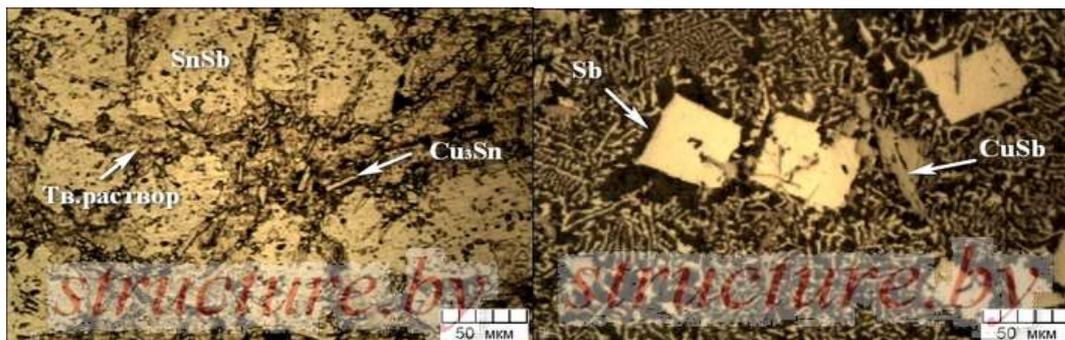


Рис. 1. Микроструктура баббитов, содержащих олово, медь и сурьму, СМ х500

Баббит, полученный при переплавке стружки, не отвечает требованиям предъявленных к антифрикционным материалам, так как его структура и свойства не соответствуют стандартам. Даже если количество полезных элементов в составе баббита довести до необходимого, т.е. до состава, например, марки Б83, проблема не решается в связи с изменениями в структуре баббита за счет примесей, соответственного изменения других эксплуатационных, например, литейных свойств. Следовательно, использовать вторичный баббит, получаемый сегодня переплавом отходов на местных предприятиях невозможно.

Основные, наиболее вредные примеси – это железо и никель, которые, как показал элементный анализ, взаимно растворяются друг в друге. При этом необходимо учесть, что никеля содержится значительно больше, чем железа (табл. 1). Видимо, это можно объяснить тем, что никель иногда вводят в состав баббитов в качестве легирующей добавки. Отсюда вытекает, что железо, которое в отходы попадает механически, растворяется в никеле [26-30]. Поэтому, для оценки влияния наиболее вредных примесей, необходимо, в первую очередь, рассмотреть диаграмму состояния Cu – Sn – Ni. Были построены поверхность ликвидуса системы и изотермические сечения (рис. 2).

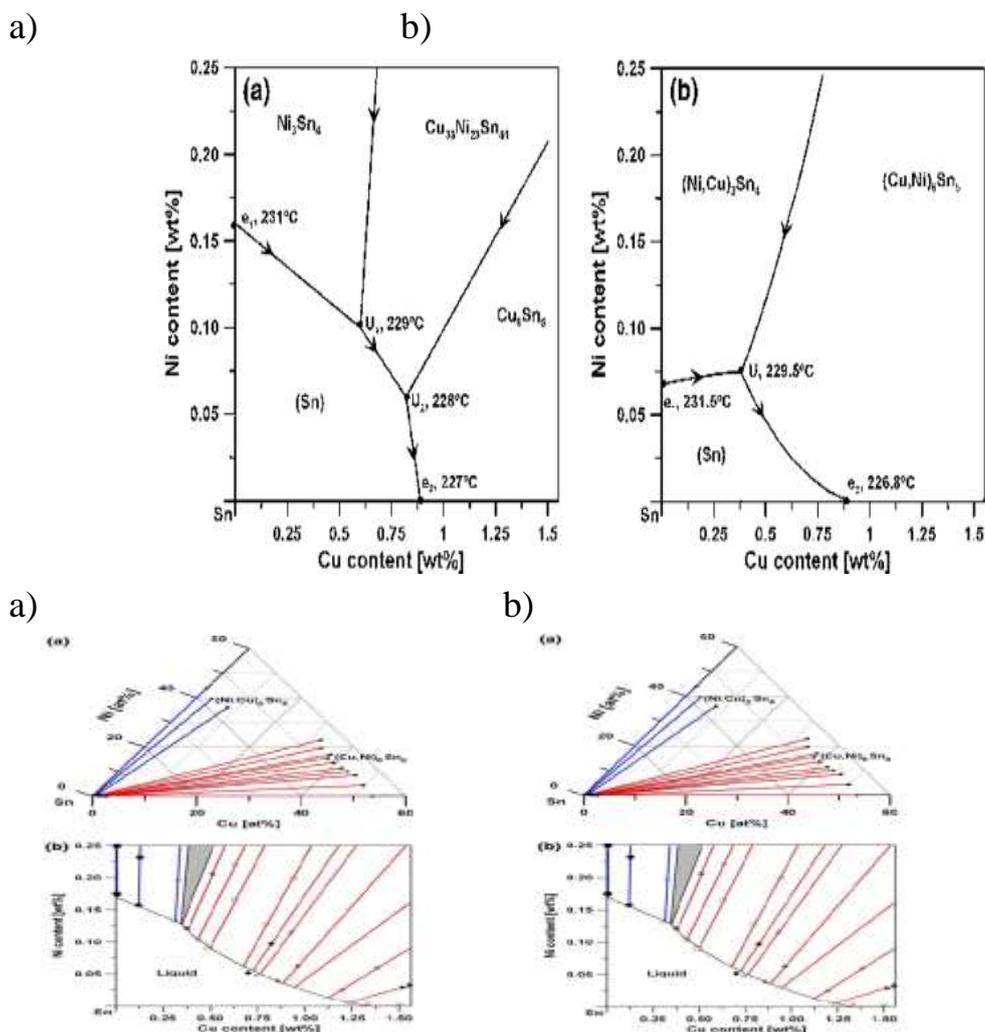


Рис. 2. Поверхность ликвидуса (а) и изотермическое сечение при 268 °С (б), совмещенные расчетные и экспериментальные данные.

Анализ фазовых равновесий и процесса затвердевания сплавов Sn – Cu – Ni, как расчетным способом, так и экспериментально, показал, что в углу богатым оловом никаких доказательств наличия тройной фазы $(Cu, Ni)_6Sn_5$ обнаружено не было. Изотермический разрез при 268 °С показал, что бинарная эвтектическая точка $(Cu, Ni)_6Sn_5$ находится на уровне 0,89 масс. % Cu. Изотермический разрез не дает достаточно информации для прогнозирования последовательности затвердевания сплавов Sn – Cu - Ni, которые являются жидкими при 268 °С.

Сканирующая электронная микроскопия (рис. 3) изученных сплавов показала типичную морфологию структурных составляющих сплавов, приготовленных из лома и отходов.

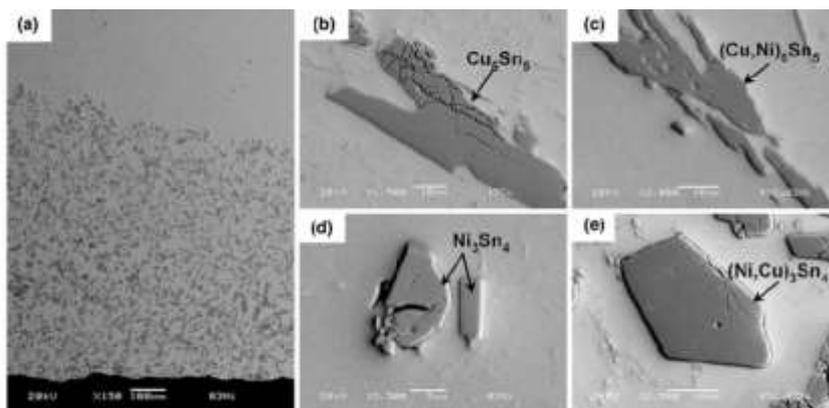


Рис. 3. Структурные составляющие баббитов, полученных из лома и отходов, СЭМ с обратным пучком рассеянных электронов

Структурные составляющие вторичных сплавов существенно снижают их текучесть. Поэтому необходимы дальнейшие исследования по изучению литейных свойств баббитов, приготовленных из лома и отходов с целью повышения их литейных свойств, в том числе за счет нейтрализации вредных примесей. Наличие значительного количества примесей приводит к задирам, ухудшению прирабатываемости, низкой сопротивляемости к усталости, увеличению коэффициента трения и другим негативным явлениям [5].

Теоретически предсказано влияние структурных составляющих вторичных баббитов на максимальную длину текучести сплавов (рис. 4).

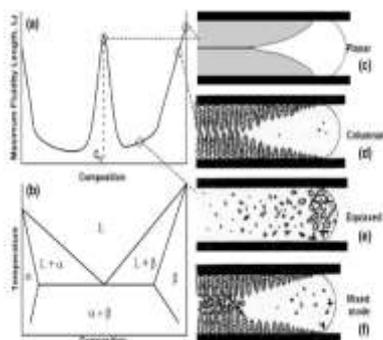


Рис. 4. Зависимость текучести баббитов из лома и отходов от структурных составляющих сплавов

Из рис. 4 следует, что чем больше структурных составляющих в виде интерметаллидов, тем меньше текучесть сплавов. Иллюстрации изображают микроструктуры, которые задерживают течение для различных режимов затвердевания.

При переработке вторичных баббитов, изучении их литейных свойств, необходимо ориентироваться на химический состав баббита Б83. ибо этот баббит наиболее часто применяемый в производстве.

ВЫВОДЫ

1. Определен средний химический состав лома и отходов баббитов в виде отработавших срок службы вкладышей подшипников скольжения на промышленных предприятиях Ферганской области.

2. Впервые, методом термодинамического расчета построены поверхность ликвидуса и изотермическое сечение сплавов системы Sn – Cu – Ni, позволяющие изучить строение структурных составляющих, фазовый состав баббитов из лома и отходов.

3. Оптимизация формы структурных составляющих вторичных баббитов позволит улучшить технологические их свойства для чего требуются дополнительные исследования.

REFERENCES

1. Граблев А.Н., Болдин А.Н. (2007). Литейные сплавы, применяемые в машиностроении. М.: «МГИУ». 102 с.
2. Фетисов Т.П. (2007). Материаловедение и технология металлов. М.: «Высшая школа». 861 с.
3. Арзамасов Б.Н. (2007). Материаловедение и технология конструкционных материалов. М.: «Машиностроение». 447 с.
4. Воздвиженский В.М. (1984). Литейные сплавы и технология их плавки в машиностроении. М.: «Машиностроение». 326 с.
5. Gourlay, C. M., Nogita, K., Read, J., & Dahle, A. K. (2010). Intermetallic formation and fluidity in Sn-rich Sn-Cu-Ni alloys. *Journal of Electronic Materials*, 39(1), 56-69.
6. Халилов, Ш. З., Гаппаров, К. Г., & угли Махмудов, И. Р. (2020). Влияние травмирования и способов обмолота семян пшеницы на их биологические и урожайные свойства. *Журнал Технических исследований*, 3(1).
7. Гаппаров, К. Г., & Мансуров, Ю. Н. (2012). Технологическая деформируемость баббитов. In *Химическая технология* (pp. 402-405).
8. Hamzaev, I., Gapparov, K., Umarov, E., & Abdullaev, Z. (2021). Building and architecture. *Главный редактор: Ахметов Сайранбек Махсутович, д-р техн. наук; Заместитель главного редактора: Ахмеднабиев Расул Магомедович, канд. техн. наук; Члены редакционной коллегии, 71.*

9. Мансуров, Ю. Н., & Гаппаров, К. Г. (2012). Структура и свойства баббита Б83 после штамповки в процессе кристаллизации. In *Химическая технология* (pp. 412-415).
10. Угли Махмудов, И. Р., Умаров, Э. С., & Гаппаров, К. Г. (2020). Аналитическая и модельная оптимизация кинематических схем равномерно плотного прессования порошковых материалов. *Журнал Технических исследований*, 3(1).
11. Tojiboyev, V. T. (2020). Euphemism and gender: Linguocultural euphemisms among males and females in uzbek and english language. *International journal of discourse on innovation, integration and education*, 1(5), 8-11.
12. Qo'chqarov, V. U., Tojiboyev, V. T., & Axtambayev, S. S. (2021). Experimental determination of the gas consumption sent to the device for wet dusting in the humid mode. *Экономика и социум*, (6-1), 226-229.
13. Набиев, Т. С., Эркабоев, Х. Ж., & Махмудов, И. Р. (2020). О квадратно-гнездовом способе посева семян хлопчатника. In *Фундаментальные и прикладные научные исследования: актуальные вопросы, достижения и инновации* (pp. 62-65).
14. Sotvoldiev, A. E., Yusupov, S. M., & Maxmudov, I. R. (2019). Research and testing of welding modes for quality formation of the root joint. *Scientific-technical journal*, 2(4), 138-141.
15. Рахмонов, А. Т. У., & Ахтамбаев, С. С. (2021). Причины вибрации в станках и методы их устранения. *Scientific progress*, 2(6), 89-97.
16. Халилов, Ш. З., Тожибоев, Б. Т., Умаров, Э. С., & Кучкоров, Б. У. (2019). Прием и хранение зерновой смеси, поступающей после комбайнов. *Журнал Технических исследований*, (2).
17. Хамзаев, И. Х., & Умаров, Э. С. (2020). Применение метода конечных разностей к расчету пологих оболочек. *Журнал Технических исследований*, 3(1).
18. Давлетшин, М. М., Набиев, Т. С., & Атнагулов, Д. Т. (2010). Дисковый сошник с барабанным направителем.
19. Набиев, Т. С. (2010). Повышение качества сева и междурядной обработки пропашных культур. *Успехи современного естествознания*, (9), 192-193.
20. Набиев, Т. С., & Давлетшина, М. С. (2011). Проблемы межкультурной коммуникации школьников в полиэтническом социуме. *Международный журнал экспериментального образования*, (5), 98-99.
21. Набиев, Т. С., & угли Махмудов, И. Р. (2020). Определение давления при прессовании порошковых материалов. *Журнал Технических исследований*, 3(1).

22. Набиев, Т. С. (2020). Высшее образование-высшая цель молодёжи. *Школа науки*, (2), 52-54.
23. Набиев, Т. С., & Тешабаев, А. Э. (2020). Модернизация экономики: проблемы и инновации в исследовательской подготовке специалистов. *Совершенствование методологии и организации научных исследований в целях развития общества*, 31-38.
24. Мамуров, Э. Т., & Одилжонов, Ш. О. Ё. (2021). Разработка рекомендаций по выплавке и заливки переработанного баббита в подшипники скольжения. *Scientific progress*, 2(6), 1617-1623.
25. Мамуров, Э. Т., & Джемилов, Д. И. (2021). Использование вторичных баббитов в подшипниках скольжения на промышленных предприятиях. *Science and Education*, 2(10), 172-179.
26. Мамуров, Э. Т., Косимова, З. М., & Гильванов, Р. Р. (2021). Использование программ для расчетов основного технологического времени. *Scientific progress*, 2(1), 918-923.
27. Мамуров, Э. Т., Косимова, З. М., & Собиров, С. С. (2021). Разработка технологического процесса с использованием cad-cam программ. *Scientific progress*, 2(1), 574-578.
28. Мамуров, Э. Т., Косимова, З. М., & Джемилов, Д. И. (2021). Повышение производительности станков с числовым программным управлением в машиностроении. *Science and Education*, 2(5), 454-458.
29. Косимова, З. М., Мамуров, Э. Т., & угли Толипов, А. Н. (2021). Повышение эффективности средств измерения при помощи расчетно-аналитического метода измерительной системы. *Science and Education*, 2(5), 435-440.
30. Sharifjanovich, S. O. (2021, November). The Velocity Distribution over the Cross Section Pipes of Pneumatic Transport Installations Cotton. In *International conference on multidisciplinary research and innovative technologies* (Vol. 2, pp. 29-34).