

# РЕЗУЛЬТАТЫ ПОИСКОВЫХ ОПЫТОВ ПО ПЕРЕРАБОТКЕ И ВОССТАНОВЛЕНИЮ ВТОРИЧНЫХ БАББИТОВ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ПОДШИПНИКАХ СКОЛЬЖЕНИЯ

**Мамуров Элдор Турсунович**

Ферганский политехнический институт, ст. преп. кафедры «МСТ и А»

**Хонкелдиев Адхам Гофурович**

Ферганский политехнический институт, ст. преп. кафедры «МСТ и А»

**Аннотация:** в статье приведены информация о результатах исследований по переработке и восстановлению вторичных баббитов, определение типичного химического состава переработанного баббита, засоренности другими элементами и рекомендации по выбору оптимального баббита по результатам экспериментов.

**Ключевые слова:** баббит, подшипники скольжения, ремонт оборудования, полезные элементы, переплавка стружки, промышленные предприятия, химический состав, олово, сурьма, медь, температура плавления, плавка, тигель, удаления шлаков, шлифование, микроструктура, восстановление.

## THE RESULTS OF EXPLORATORY EXPERIMENTS ON THE PROCESSING AND RECOVERY OF SECONDARY BABBITS FOR USE IN SLIDING BEARINGS

**Mamurov Eldor Tursunovich**

**Khonkeldiev Adkham Gofurovich**

**Abstract:** the article provides information on the results of research on the processing and recovery of secondary babbits, determination of the typical chemical composition of recycled babbitt, contamination with other elements and recommendations for choosing the optimal babbitt based on the results of experiments.

**Keywords:** babbitt, sliding bearings, equipment repair, useful elements, chip remelting, industrial enterprises, chemical composition, tin, antimony, copper, melting point, melting, crucible, slag removal, grinding, microstructure, restoration.

Во многих промышленных предприятиях Республики Узбекистан, в частности, на АО «Ферганаазот», ООО «Ферганский нефтеперерабатывающий за-

вод», АО «Кувасайцемент», ОА «Навоиазот» и других работают огромное количество компрессоров, насосов, и другие виды оборудования в которых используются подшипники скольжения. В настоящее время капитальный ремонт оборудования, в основном налажен на собственном производстве. Для ремонта оборудования требуется большое количество баббита марки Б83, заливаемое в подшипники скольжения, который не производится в Республике Узбекистан.

При точении подшипников скольжения на металлорежущих станках до 40% баббита расходуется на образование стружки. Образовавшаяся стружка содержит множество вредных примесей. При переплавке стружки в химическом составе баббита уменьшается количество полезных элементов, таких как олово, сурьма и медь. Анализ химического состава данного вторичного баббита следующий: 81,5% Sn, 9,6% Sb, 5,5% Cu. Для того, чтобы довести химический состав до состава баббита марки Б83 не хватает 1,5% Sn, 2,4% Sb, и до 1,0% Cu. Если учесть сильную засоренность вторичного баббита другими примесями, становится определенно ясно о невозможности их вторичного использования. Тем самым образовавшаяся стружка баббита не пригодна к повторному использованию. В связи с этим на промышленных предприятиях скопилось большое количество стружки баббита.

Основываясь на состоянии исследуемой проблемы, необходимо: определить поверхностное натяжение в жидком баббите, смачиваемость и растекаемость, кристаллизацию жидкого баббита, дендрит и микроструктуру сплава; определить типичный химический состав вторичного баббита и засоренности другими элементами; подготовить 5 вариантов технологии доводки химического состава баббитов до марки Б83.

Баббиты несмотря на достаточную твердость не вызывают сильный износ вала. Они сравнительно легко деформируются под влиянием местных напряжений. Такие сплавы легко удерживают смазочный материал на поверхности, обладают хорошей теплопроводностью и устойчивостью к коррозии. Имеют малый коэффициент трения между валом и подшипником. Температура плавления этих сплавов не высока.

Таблица 1

## Химический состав баббита

Марка сплавов	Содержание элементов, %					
	Олово	Сурьма	Медь	Примеси, не более		
				Свинец	Железо	Висмут
Б83	83,0	10-12	5,5-6,5	0,35	0,08	0,08

Для обеспечения требуемых свойств, структура антифрикционных сплавов должна состоять из мягкой и пластичной основы и включений более твердых частиц. При вращении вал опирается на твердые частицы, обеспечивающие износостойкость. Частицы, истирающиеся более быстро, прирабатывается к валу и образует сеть микроскопических каналов, по которым циркулирует смазочный материал, и уносятся продукты износа. Основа баббита не должна быть особо мягкой, чтобы не произошло вытеснение её под давлением из подшипника. Количество твердых фаз, не должно быть большим, иначе произойдет усиленный износ шейки вала образовавшимся мелкими твердыми частицами.

Баббиты обладают низкой твердостью, имеют невысокую температуру плавления. Они отлично прирабатываются, отличаются высокими антифрикционными свойствами и сопротивлением ударным нагрузкам. Наличие значительного количества примесей приводит к задирам, ухудшению прирабатываемости, низкой сопротивляемости к усталости, увеличению коэффициента трения.

В исследованиях при переработке вторичного баббита ориентировались на химический состав наиболее часто применяемого в производстве баббита Б83. Были проведены поисковые опыты. В частности в одном из вариантов ввели в состав на 1кг расплавляемого вторичного баббита – в порошке, 15г чистой меди, 30г сурьмы, 75г олова. В качестве покровного флюса использовали древесный уголь, а рафинирующего флюса хлористый аммоний. На опытах количество примесей во вторичных баббитах довели до 0,5% , что допустимо по техническим условиям.

Таблица 2

**Результаты проведенных опытов по заливке вкладышей подшипников скольжения баббитами с различным химическим составом**

№	Химический состав баббитов, %				Качество заливки в подшипники скольжения
	Sn	Sb	Cu	Другие элементы (примеси)	
1	81,5	9,6	5,5	3,4	Неудовлетворительное
2	81,0	12,1	6,4	0,5	Удовлетворительное
3	87,6	7,3	4,4	0,7	Неудовлетворительное

Были проведены множество поисковых плавов с различным количеством добавок элементов. Качество полученных баббитов с новой структурой и химическим составом проверялось в производственных условиях заливкой во вкладыши подшипников скольжения, поступивших на ремонт.

Плавка баббита поведилось по следующим технологическим операциям:

1. В тигель с графитовой футеровкой были вложены 30 г сурьмы в порошках. Сверху сурьмы для защиты ее от воздействия воздуха была засыпана плотным слоем древесного угля.

2. Плавку сурьмы производили в электропечи с нагревом до температуры 655°C.

3. В другом тигле, также под слоем древесного угля, производили плавку исходного баббита, весом 1 кг.

4. Температура нагрева для плавки баббита принята 460°C.

5. После расплавления сурьмы в тигель засыпали 15 г порошка чистой меди и произвели тщательное перемешивание с добавлением 5 г хлористого аммония, без удаления древесного угля.

6. Содержание двух тиглей объединили в одном. При этом добавили 20 г хлористого аммония и произвели перемешивание смеси.

7. Удалили с поверхности жидкого баббита древесный уголь и шлаки.

8. Произвели тщательное перемешивание баббита с добавлением еще раз 20 г хлористого аммония.

9. После удаления шлаков произвели заливку баббитов. Качество залитого

баббита было оценено как удовлетворительное для использования в производственных условиях.

Микроанализу подвергли все 5 образцов. Образцы были изготовлены диаметром 12 мм, длиной 10 мм. Образцы подвергли механическому шлифованию на специальной шлифовальной машине. После окончания шлифования на шлифовальной шкурке самой мелкой зернистости провели механической полирование на специальной полировальном станке кругом диаметром 250 мм, со скоростью 700 об/мин, обтянутым фетром.

**Таблица 3**

Марка сплавов	Содержание элементов %			
	Олово	Сурьма	Медь	Другие примеси
<b>Вторичный не обработанный баббит</b>	<b>81,5</b>	<b>9,6</b>	<b>5,5</b>	<b>3,4</b>
<b>Баббит, полученный в поисковых опытах</b>	<b>81,0</b>	<b>12,1</b>	<b>6,4</b>	<b>0,5</b>

Для выявления полной картины микроструктуры металла образец подвергали травлению, который позволяет определить размеры, форму, взаимное расположение и количественное соотношение фаз и структурных составляющих. Микроанализ образцов проводили на металлографическом микроскопе.

**Таблица 4**

**Твердость вторичных баббитов с различным химическим составом**

№ Опыта	№ Образца	Твердость по Роквеллу, HRC							Среднее по опыту	Твердость по Бригеллю НВ
		1	2	3	4	5	Среднее			
1	1	28	30	28	31	32	29,8	29,1	278	
	2	30	31	33	27	29	30,0			
	3	29	28	26	29	27	27,8			
2	1	32	27	27	31	26	28,6	28,0	269	
	2	31	29	28	32	27	29,4			
	3	25	26	28	27	26	26,2			
3	1	30	30	32	29	28	29,8	30,7	290	
	2	29	32	32	34	33	32,0			

	<b>3</b>	<b>31</b>	<b>29</b>	<b>33</b>	<b>32</b>	<b>28</b>	<b>29,2</b>		
<b>4</b>	<b>1</b>	<b>36</b>	<b>33</b>	<b>34</b>	<b>31</b>	<b>33</b>	<b>34,2</b>	<b>33,5</b>	<b>309</b>
	<b>2</b>	<b>34</b>	<b>36</b>	<b>35</b>	<b>32</b>	<b>34</b>	<b>32,6</b>		
	<b>3</b>	<b>32</b>	<b>34</b>	<b>33</b>	<b>32</b>	<b>36</b>	<b>33,7</b>		
<b>5</b>	<b>1</b>	<b>24</b>	<b>26</b>	<b>25</b>	<b>29</b>	<b>28</b>	<b>28,2</b>	<b>26,7</b>	<b>260</b>
	<b>2</b>	<b>27</b>	<b>25</b>	<b>28</b>	<b>26</b>	<b>25</b>	<b>26,2</b>		
	<b>3</b>	<b>26</b>	<b>24</b>	<b>25</b>	<b>27</b>	<b>27</b>	<b>25,8</b>		

Проведенные опыты показали, что по химическому составу наиболее близким к баббиту Б83 является образец №3. В нем олова 82,6%, сурьмы 10,3%, меди 6,7%, других примесей 0,4%. В данном случае особое внимание необходимо обратить на количество других примесей (0,4%). Допустимая величина до 0,5%.

В других образцах количество других примесей ещё больше – 1,1; 1,5; 2,6; 3,2%, что не позволяет использовать эти сплавы на производстве.

Критериями для оценки баббита служат коэффициент трения и допустимые нагрузочно-скоростные характеристики: давление  $P$  действующее на опору, скорость скольжения  $V$ , параметр  $PV$  определяющий удельную мощность трения. Чем больше допустимое значение параметра  $PV$ , тем выше способность материала снижать температуру нагрева и загруженность контакта, сохранять граничную смазку.

**Таблица 5**

<b>№ опыта</b>	<b>Коэффициент трения по стали</b>							
	<b>Без смазочного материала</b>				<b>Со смазочным материалом</b>			
	<b>Номер образца</b>				<b>Номер образца</b>			
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>среднее</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>среднее</b>
<b>1</b>	<b>0,17</b>	<b>0,16</b>	<b>0,20</b>	<b>0,18</b>	<b>0,012</b>	<b>0,018</b>	<b>0,010</b>	<b>0,013</b>
<b>2</b>	<b>0,19</b>	<b>0,15</b>	<b>0,14</b>	<b>0,16</b>	<b>0,008</b>	<b>0,011</b>	<b>0,010</b>	<b>0,010</b>
<b>3</b>	<b>0,12</b>	<b>0,10</b>	<b>0,11</b>	<b>0,11</b>	<b>0,007</b>	<b>0,007</b>	<b>0,004</b>	<b>0,006</b>
<b>4</b>	<b>0,20</b>	<b>0,22</b>	<b>0,20</b>	<b>0,21</b>	<b>0,014</b>	<b>0,016</b>	<b>0,016</b>	<b>0,015</b>
<b>5</b>	<b>0,14</b>	<b>0,17</b>	<b>0,15</b>	<b>0,15</b>	<b>0,008</b>	<b>0,011</b>	<b>0,008</b>	<b>0,009</b>

Баббиты предназначены для работы в режиме жидкостного трения. Из-за перегрева возможно разрушение граничной масляной пленки. Поведение материала в этот период работы зависит от его сопротивляемости схватыванию. Оно наиболее высоко в баббитах, имеющих в структуре мягкую составляющую. В таблице-5 приводится коэффициент трения баббитовых образцов по стали.

Из приведенных в таблице данных следует, что только один образец отвечает по коэффициенту трения установленным нормам (опыт №3). В остальных образцах коэффициент трения без смазочного материала или со смазочным материалом не отвечают предъявленным требованиям, и имеют высокий коэффициент трения. Это объясняется, видимо, наличием в образцах значительного количества посторонних примесей, в составе которых имеются неметаллические включения.

**Таблица 6**

**Исходные ориентиры**

Марка сплавов	Содержание элементов						
	Олово	Сурьма	Медь	Примеси, не более			
				Свинец	Железо	Висмут	Всего другие примеси
<b>Б 83</b>	<b>83,0</b>	<b>10-12</b>	<b>5,5-6,5</b>	<b>0,35</b>	<b>0,08</b>	<b>0,08</b>	<b>0,51</b>
<b>Баббит, полученный в поисковых опытах</b>	<b>81,0</b>	<b>12,1</b>	<b>6,4</b>				<b>0,5</b>

Качество заливки образца №5 удовлетворительное, однако, количество других примесей больше допустимого, что приведет к повышенному износу трущихся поверхностей.

**Таблица 7**

**Добавленные основные компоненты**

№ Опытов	Исходный, вторичный баббит, кг	Сурьма в порошках	Олово, г	Медь в порошке, г
<b>Поисковый опыт</b>	<b>1</b>	<b>30</b>	<b>-</b>	<b>15</b>

<b>1</b>	<b>1</b>	<b>28</b>	<b>20</b>	<b>14</b>
<b>2</b>	<b>1</b>	<b>32</b>	<b>22</b>	<b>16</b>
<b>3</b>	<b>1</b>	<b>35</b>	<b>25</b>	<b>17</b>
<b>4</b>	<b>1</b>	<b>28</b>	<b>-</b>	<b>12</b>
<b>5</b>	<b>1</b>	<b>25</b>	<b>30</b>	<b>10</b>

В ходе исследований определены типичный химический состав вторичного баббита, засоренность другими элементами и даны рекомендации по выбору оптимального баббита. Результаты, полученные при выполнении исследований, будут использованы на производственных предприятиях Республики Узбекистан для создания новых технологических процессов переработки баббитов. Создаваемые технологии и рекомендации отличаются от существующих отечественных аналогов надежностью, точностью, малой трудоемкостью и материалоемкостью.

#### **Список литературы:**

1. Воздвиженский В.М. и др. Литейные сплавы и технология их плавки в машиностроении. М. Машиностроение, 1984.
2. Новиков, И.И. Теория термической обработки: учебник для вузов/ И.И.Новиков. – М.: Металлургия, 1988.
3. Кодиров Р.К., Мамуров Э.Т. Разработка технологии очистки вторичных баббитов. ФерПИ. Научно-технический журнал, №3. Фергана, 2009.
4. Арзамосов Б.Н. Материаловедение и технология конструкционных материалов М.Машиностроение, 2007.
5. Косимова З. М. и др. Повышение эффективности средств измерения при помощи расчетно-аналитического метода измерительной системы //Science and Education. – 2021. – Т. 2. – №. 5. – С. 435-440.
6. Мамуров Э. Т., Косимова З. М., Собиров С. С. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ САД-САМ ПРОГРАММ //Scientific progress. – 2021. – Т. 2. – №. 1. – С. 574-578.
7. Мамуров Э. Т., Косимова З. М., Джемилев Д. И. Повышение производительности станков с числовым программным управлением в



- машиностроении //Science and Education. – 2021. – Т. 2. – №. 5. – С. 454-458.
8. Мамуров Э. Т., Косимова З. М., Гильванов Р. Р. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММ ДЛЯ РАСЧЕТОВ ОСНОВНОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ВРЕМЕНИ //Scientific progress. – 2021. – Т. 2. – №. 1. – С. 918-923.
9. Рубидинов Ш. Ф. Ў., Файратов Ж. Ф. Ў. ШТАМПЛАРНИ ТАЪМИРЛАШДА ЗАМОНАВИЙ ТЕХНОЛОГИЯ ХРОМЛАШ УСУЛИДАН ФОЙДАЛАНИШ //Scientific progress. – 2021. – Т. 2. – №. 5. – С. 469-473.
10. Акрамов М. М. ПОВЫШЕНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СТАЛЬНЫХ ДЕТАЛЕЙ ПРИ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИОННОЙ ОБРАБОТКЕ //Scientific progress. – 2021. – Т. 2. – №. 6. – С. 129-133.
11. Маткаримов Б. Б. У. МОДЕРНИЗАЦИЯ ФРЕЗЕРНЫХ СТАНКОВ С ЧПУ //Scientific progress. – 2021. – Т. 2. – №. 6. – С. 142-149.
12. O'Umasov Ahadjon Akramjon O. G. et al. New approaches in the diagnosis and monitoring of rotor oscillations using shaft sensors //Science and Education. – 2020. – Т. 1. – №. 1. – С. 158-166.
13. Tobjiboyev R. K., Ulmasov A. A., Sh M. 3M structural bonding tape 9270 //Science and Education. – 2021. – Т. 2. – №. 4. – С. 146-149.
14. Ulmasov A. A., Abdukhakimov N. J. Friction drilling process and experiment //Science and Education. – 2021. – Т. 2. – №. 5. – С. 335-342.