



ГОСУДАРСТВЕННОЕ ПАТЕНТНОЕ  
ВЕДОМСТВО

# (12) **Описание изобретения** К МАЛОМУ ПАТЕНТУ

---

1

(21) 2502196

(22) 03.12.2025

(46) Бюл. 232, 2026

(71) Государственное учреждение «Международный университет туризма и предпринимательства Таджикистана» (TJ)

(72) Ганиев И. (TJ); Джабборов Б.Б. (TJ); Рахимов М.А. (TJ); Саидов Ш.Х. (TJ); Ходжаназаров Х.М. (TJ); Алиева Л.З. (TJ); Ганиева Н.И. (TJ); Одиназода Х.О. (TJ)

(73) Государственное учреждение «Международный университет туризма и предпринимательства Таджикистана» (TJ)

(54) **СВИНЦОВЫЙ БАББИТ**

(56)

[1] – Эрих Рёмер. Подшипниковый сплав на основе свинца. Патент №865134 от 15.09.1981г., МПК C22C 11/06.

[2] – Темир-Алина Н.М., Дунаев Ю.Д., Кирьязков Г.З. Анодный сплав на основе свинца. Авторское свидетельство №388049 от 22.06.1971г., МПК C22C 11/00.

[3] – ГОСТ 1320 – 74 (ИСО 4383-91). Группа В51. Межгосударственный стандарт. Баббиты оловянные и свинцовые, технические условия.

2

(57) Изобретение относится к металлургии сплавов в частности свинцовым баббитами как материала для антифрикционных слоев многослойных подшипников скольжения, применяемых в двигателях внутреннего сгорания и других узлах. Известные свинцовые баббиты обладают низкой коррозионной стойкостью, что снижает их надёжность и срок службы в агрессивных условиях и при высоких нагрузках.

Технической задачей изобретения является повышение коррозионной стойкости свинцового баббита, что обеспечит увеличение срока службы и эксплуатационной надёжности подшипников.

Техническое решение заключается во введении в состав баббита содержащего олова, сурьму и свинца дополнительно одного металла из группы - галлий, индий и талий - в количестве 0,01–1,0 мас.%, способствующих формированию устойчивого защитного слоя и улучшению рабочих характеристик.

Изобретение относится к области металлургии свинцовых сплавов, предназначенных для формирования подшипникового слоя различного типа — литого, спечённого или накатного — в многослойных тонкостенных подшипниках скольжения. Сплавы применяются в малонагруженных коренных и шатунных подшипниках, вкладышах, а также упорных подшипниках двигателей внутреннего сгорания, в частности дизельных.

Известны подшипниковый сплавы на основе свинца, содержащие, мас. %:

|        |               |
|--------|---------------|
| Олова  | 14-18         |
| Медь   | 6-10          |
| Свинец | остальное [1] |

и сплав на основе свинца, содержащий, мас. %:

|         |                |
|---------|----------------|
| Висмут  | 28-34          |
| Олова   | 18-26          |
| Кальций | 0,1-0,2        |
| Свинец  | остальное [2]. |

Прототипом заявляемого сплава является свинцовый баббит Б(PbSb15Sn10) по ГОСТу 1320 – 74, содержащий, мас. %:

|        |                |
|--------|----------------|
| Сурьма | 14-16          |
| Олова  | 9-11           |
| Свинец | остальное [3]. |

Данный сплав по химическому составу и содержанию олова и свинца, а также областей их применения являются прототипом заявляемого сплава. Он отличается невысоким уровнем коррозионной стойкости.

Целью изобретения является повышение коррозионной стойкости баббита Б(PbSb15Sn10) по ГОСТу 1320 – 74, при сохранении усталостной прочности.

Для достижения поставленной цели известный свинцовый баббит Б(PbSb15Sn10), содержащий сурьму и олова, легируется дополнительно одним металлом из группы галлий, индий и таллий при следующем соотношении компонентов, мас. %:

|                                             |            |
|---------------------------------------------|------------|
| Сурьма                                      | 14-16      |
| Олова                                       | 9-11       |
| Один металл из группы галлий, индий, таллий | 0,01 – 1,0 |
| Свинец                                      | остальное. |

Свинцовый баббит, легированный галлием, индием и таллием, получали в шахтной лабораторной печи СШОЛ при температуре 450–500 °С путём плавки свинца марки С1 (99,985 % Pb) по ГОСТ 3778-77, олова марки ОВЧ-000 (99,999 % Sn) по ГОСТ 860-75, сурьмы металлической марки Су00 (99,9 % Sb) по ГОСТ 1089-82, галлия марки Гл-1 (99,9 % Ga) по ГОСТ 12797-77, индия металлического марки Ин00 (99,9995 % In) по ГОСТ 10297-94 и таллия марки Тл00 (99,999 % Tl) по ГОСТ 18337-95. Далее расплав разливали в металлический кокиль, получая цилиндрические образцы диаметром 8 мм и длиной 140 мм для исследования коррозионно-электрохимических свойств. Торцевая поверхность образцов служила рабочим электродом при проведении электрохимических исследований. Состав полученных сплавов контролировали путём

взвешивания шихты и готовых сплавов. Исследования электрохимических свойств сплавов проводили на импульсном потенциостате ПИ-50-1.1 потенциостатическим методом в потенциодинамическом режиме при скорости развёртки потенциала 2 мВ/с с использованием программатора ПР-8 и самописца ЛКД-4. Температуру раствора поддерживали постоянной (20 °С) с помощью термостата МЛШ-8. В качестве электрода сравнения использовали хлоридсеребряный электрод, а в качестве вспомогательного - платиновый.

Исследование коррозионно-электрохимических свойств свинцового баббита Б (PbSb15Sn10), легированного галлием, индием и таллием, проводили в соответствии с рекомендациями ГОСТ 9.017-74 в среде 3%-ного водного раствора NaCl, используемого в качестве имитатора морской среды. Результаты исследований обобщены в таблице.

Из приведённых в таблице электрохимических характеристик и значений скорости коррозии свинцового баббита Б (PbSb15Sn10), легированного галлием, индием и таллием, следует, что введение указанных добавок в количестве 0,01–1,0 мас. % приводит к смещению потенциалов свободной коррозии (Е<sub>св. кор.</sub>), питтингообразования (Е<sub>п.о.</sub>) и репассивации (Е<sub>рп.</sub>) в область более положительных значений. Это сопровождается снижением плотности тока коррозии и скорости коррозии сплавов примерно на 25 %.

Механизм влияния галлия, индия и таллия на повышение коррозионной стойкости исходного баббита Б (PbSb15Sn10) связан со сдвигом электрохимических потенциалов в положительную область, а также со снижением плотности тока и скорости коррозии.

Предложенный сплав используют для изготовления антифрикционного слоя многослойных подшипников скольжения. Слой преимущественно наносят механическим способом толщиной 0,002–0,05 мм.

Коррозия свинцово-сурьмянистых сплавов зависит не только от содержания сурьмы, но и от способа отливки анодов. При низком содержании сурьмы (1–6 %) коррозия носит преимущественно интеркристаллитный характер, при более высоком содержании (до 13 %) — интердендритный.

Увеличение содержания сурьмы до 3 % практически не влияет на коррозионную стойкость сплава. В диапазоне 3–6 % наблюдается существенное снижение скорости коррозии (с 11,6 до 8 мг/(А·ч)), характерное, в частности, для состава Pb + 4,25 % Sb. Резкое изменение скорости коррозии наблюдается в сплавах с содержанием сурьмы 40–60 %.

Растворимость олова в свинце существенно зависит от температуры и резко снижается с 29 мас. % при эвтектической температуре (183 °С) до 1,9 мас. % при комнатной температуре.

Аноды из сплавов системы свинец–олово обладают более высокой коррозионной стойкостью по сравнению с чистым свинцом. Стойкость анодов возрастает с увеличением содержания олова в

сплаве и достигает максимума при концентрации около 15 %. Наиболее заметное повышение коррозионной стойкости наблюдается при содержании олова до 2,5 мас. %. Дальнейшее увеличение концентрации олова, с переходом в эвтектическую область, сопровождается ростом коррозии, хотя её уровень остаётся ниже, чем у чистого свинца.

Галлий, индий и таллий относятся к легкоплавким элементам, обладающим высокой химической активностью и склонностью к взаимодействию с металлическими матрицами, включая свинец. Введение этих элементов в свинцовые баббиты, даже в малых количествах, оказывает комплексное влияние на фазовый состав, структуру и коррозионные свойства сплавов.

Растворимость галлия в твёрдом свинце при температурах ниже 100 °С крайне ограничена и составляет не более 0,002–0,005 мас. % в соответствии с фазовой диаграммой системы Pb–Ga. В системе образуется эвтектическая смесь с температурой около 216 °С, включающая жидкую фазу, обогащённую галлием, и твёрдую свинцовую фазу.

Введение галлия способствует улучшению литейных свойств свинцовых баббитов, повышению смачиваемости и текучести расплава, что облегчает получение тонкостенных и сложнопрофильных изделий. При контролируемом легировании галлий способствует измельчению зерна и повышению однородности структуры сплава, что положительно влияет на его механическую стабильность.

Галлий в малых концентрациях (<0,01 мас. %) способствует формированию тонких, равномерных и плотных защитных оксидно-гидроксидных плёнок на поверхности свинцового баббита. Эти плёнки существенно снижают скорость электрохимической коррозии в агрессивных средах, включая водные растворы кислот и щелочей. Кроме того, галлий способствует снижению пористости и уменьшению количества микротрещин, что препятствует развитию локальной и щелевой коррозии.

Индий обладает более высокой растворимостью в свинце по сравнению с галлием. Он образует со свинцом ограниченные твёрдые растворы, а при повышенных концентрациях — интерметаллическую фазу PbIn. Введение индия повышает пластичность свинцовых сплавов при пониженных температурах, снижает температуру плавления при сохранении высокой плотности и позволяет использовать такие сплавы в низкотемпературных уплотнительных материалах.

Индий способствует улучшению адгезии пассивирующих слоёв, обеспечивая более стабильную и долговечную защиту от окисления. В составе свинцового баббита он снижает уровень гальванической микронеоднородности и уменьшает потенциалы анодного растворения, что в конечном итоге повышает коррозионную стойкость сплава, особенно в условиях циклических нагрузок и температурных перепадов. Кроме того, индий

повышает устойчивость к межкристаллитной коррозии за счёт стабилизации межфазных границ и подавления сегрегации элементов.

Таллий растворяется в свинце в пределах 0,01–1,0 мас. % в зависимости от температуры и образует интерметаллические соединения типа  $Pb_3Tl$ . Введение таллия в ограниченных количествах способствует снижению ползучести и повышению теплопроводности свинцовых сплавов, что может быть полезно при их использовании в теплоотводящих элементах.

Таллий в концентрациях до 1,0 мас. % способствует повышению структурной однородности свинцового баббита, уменьшая гетерогенность электродных потенциалов и снижая вероятность образования локальных коррозионных очагов. Он также активизирует формирование плотной и устойчивой пассивной плёнки, эффективно противостоящей воздействию серосодержащих и хлорсодержащих сред. Дополнительно таллий повышает термохимическую стабильность защитных слоёв, что особенно важно при эксплуатации в агрессивных средах и при повышенных температурах.

Введение малых количеств (до 1,0 мас. %) галлия, индия и таллия оказывает положительное влияние на структуру и физико-химические свойства свинцового баббита, в частности на смачиваемость, пластичность и термическую стабильность. Однако при превышении критических концентраций возможно возникновение фазовой нестабильности, разрушение пассивных слоёв и снижение коррозионной стойкости сплава. При разработке свинцовых сплавов, легированных галлием, индием и таллием, необходимо тщательно контролировать их содержание и учитывать фазовые взаимодействия на уровне микроструктуры. Введение галлия, индия и таллия в состав свинцового баббита при оптимальном контроле их концентрации способствует значительному повышению коррозионной стойкости сплава за счёт формирования прочных пассивных плёнок, снижения локальной гальванической активности и повышения структурной однородности.

Указанные улучшения обеспечивают увеличение срока службы баббитовых подшипников, а также снижение вероятности преждевременного износа и коррозионного разрушения в эксплуатационных условиях.

Для экспериментальной проверки предложенного сплава готовят композиции, химический состав которых приведён в таблице.

**Пример 1.** Легирование свинцового баббита B ( $PbSb15Sn10$ ) галлием, индием и таллием в концентрациях 0,01–1,0 мас. % приводит к существенному повышению коррозионной стойкости сплава, снижая скорость коррозионного разрушения на 18–25 %. Это обеспечивает повышение долговечности и эксплуатационной надёжности подшипниковых материалов (см. табл.).

Увеличение срока службы изделий и снижение частоты ремонтов приводят к сокращению эксплуатационных и капитальных затрат. Повышенная коррозионная стойкость уменьшает необходимость применения дополнительных защитных покрытий и антикоррозионных обработок, что дополнительно снижает производственные расходы.

Экономическая эффективность применения указанных легирующих элементов выражается в

увеличении межремонтных интервалов, снижении простоев оборудования и оптимизации совокупных затрат жизненного цикла изделий. Таким образом, использование галлия, индия и таллия в составе свинцового баббита Б (PbSb15Sn10) является перспективным направлением повышения качества и конкурентоспособности подшипниковых материалов в различных отраслях промышленности.

### Формула изобретения

Сплав на основе свинца, содержащий сурьму и олово, **отличающийся тем, что** дополнительно содержит один из металлов группы галлий, индий и таллий при следующем соотношении компонентов, мас. %:

Сурьма - 14-16

Олова - 9-11  
Один металл из группы галлий, индий, таллий - 0,01-1,0  
Свинец - остальное.

Таблица

Коррозионно-электрохимические характеристики свинцового баббита Б(PbSb15Sn10) с галлием, индием и таллием, в среде раствора 3,0%- ного NaCl

| Содержание галлия, индия и таллия в баббите мас. % | Электрохимические потенциалы, В (х.с.э.) |                    |                    |                   | Скорость коррозии                                      |                                              |
|----------------------------------------------------|------------------------------------------|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
|                                                    | -Е <sub>св.кор.</sub>                    | -Е <sub>кор.</sub> | -Е <sub>п.о.</sub> | -Е <sub>рп.</sub> | i <sub>кор.</sub> · 10 <sup>2</sup> , А/м <sup>2</sup> | K · 10 <sup>3</sup> , г/м <sup>2</sup> · час |
| Б(PbSb15Sn10) прототип по ГОСТу 1320-74            | 0.850                                    | 1.100              | 0.650              | 0.700             | 0.90                                                   | 34.78                                        |
| 0.01Ga                                             | 0.840                                    | 1.090              | 0.640              | 0.689             | 0.82                                                   | 31.70                                        |
| 0.1Ga                                              | 0.829                                    | 1.080              | 0.629              | 0.680             | 0.80                                                   | 30.92                                        |
| 0.5Ga                                              | 0.818                                    | 1.069              | 0.609              | 0.670             | 0.78                                                   | 30.14                                        |
| 1.0Ga                                              | 0.809                                    | 1.060              | 0.610              | 0.659             | 0.76                                                   | 29.37                                        |
| 0.01In                                             | 0.840                                    | 1.079              | 0.617              | 0.674             | 0.76                                                   | 29.37                                        |
| 0.1In                                              | 0.829                                    | 1.068              | 0.608              | 0.665             | 0.74                                                   | 28.60                                        |
| 0.5In                                              | 0.818                                    | 1.057              | 0.599              | 0.654             | 0.72                                                   | 27.82                                        |
| 1.0In                                              | 0.786                                    | 1.047              | 0.590              | 0.644             | 0.70                                                   | 27.05                                        |
| 0.01Tl                                             | 0.810                                    | 1.050              | 0.592              | 0.646             | 0.73                                                   | 28.21                                        |
| 0.1Tl                                              | 0.800                                    | 1.041              | 0.583              | 0.637             | 0.71                                                   | 27.44                                        |
| 0.5Tl                                              | 0.790                                    | 1.032              | 0.574              | 0.628             | 0.69                                                   | 26.66                                        |
| 1.0Tl                                              | 0.780                                    | 1.023              | 0.565              | 0.619             | 0.67                                                   | 25.89                                        |

Компьютерный набор: Газиев М.

Заказ  
Национальный патентно-информационный центр РТ 734042, г. Душанбе, ул. Айни, 14а

Тираж

Подписное