

Почему полимерные антифрикционные композиты представляются более перспективными подшипниковыми материалами, чем баббиты.

Часть 1.

Начиная с первых паровых машин, баббитовые подшипники в XX веке в целом удовлетворяли конструкторов своими свойствами: достаточной прочностью, небольшим коэффициентом сухого трения, низким показателем линейного расширения, высокой теплопроводностью. Имея достаточный штат квалифицированных рабочих, можно было терпеть «простоту» изготовления и ремонта подшипников, требующую большое количество ручных и контрольных операций: контроля химической чистоты ингредиентов, температурного режима нагрева и охлаждения сплава, тщательности обработки поверхностей, предотвращения окисления, перемешивания и других операций, несоблюдение которых приводило к неудовлетворительному качеству сплава и необходимости переделки.

Рост напряжённости рабочего процесса подшипников в XXI веке - увеличение нагрузки, оборотов, надежности, необходимость снижения затрат на обслуживание и требований к квалификации технического персонала и др. – выдвигают новые требования к подшипниковым материалам и конструкциям узлов трения. Материалы, используемые для поверхностей скольжения в узлах трения, теперь должны соответствовать требуемому уровню большого количества свойств:

Физических

- А) прочность, несущая способность, ползучесть
- Б) твердость
- В) рабочий диапазон температур
- Г) кавитационная стойкость
- Д) способность к поглощению абразивных частиц
- Е) сопротивление электрическим токам
- Ж) сопротивление ударной нагрузке, виброустойчивость
- И) теплопроводность
- К) тепловое расширение

Трибологических

- Л) коэффициент сухого трения
- М) износостойкость
- Н) прирабатываемость
- П) сопротивление механической и температурной усталости
- Р) смачиваемость, удержание на рабочей поверхности пленки смазки

Конструктивных

- С) удобство обработки, технологичность применений, удельный вес
- Т) прочность конструктивных элементов и соединений
- У) стоимость изготовления и применения в конструкциях, снижение требований к персоналу
- Ф) соответствие любым формам промышленного дизайна, методы улучшения свойств
- Х) соответствие современному уровню автоматизации и цифровизации производства

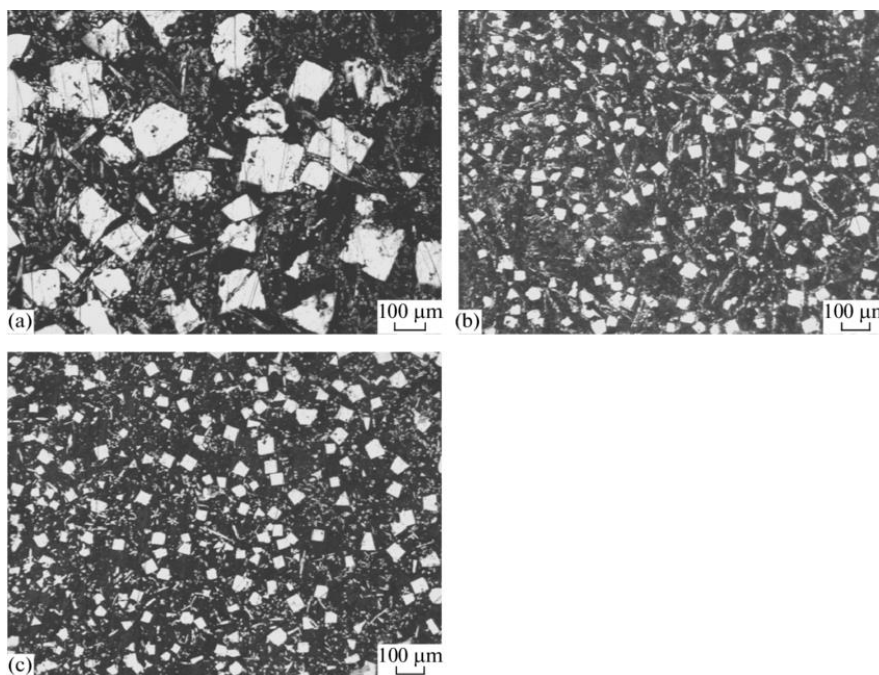
Теперь становятся более заметными недостатки свойств баббитов: низкого сопротивления усталости, недостаточной прочности, узкого диапазона рабочих температур, электропроводности (для некоторых применений), широкого спектра повреждений и др. (подробнее по [ссылке](#)), которые ограничивают применение баббитовых подшипников в современных видах оборудования.

Техническая мысль, в основном у западных производителей, старается продолжить совершенствование баббитовых сплавов и добивается определённых успехов:

- применяются тонкие слои баббита, увеличивающие сопротивление усталости,
- применяются новые составы, несколько увеличивающие (макс. до 130°C) температурные режимы работы подшипников,
- совершенствуются методы нанесения баббитов, в т.ч. на промежуточные слои, используются методы напыления частиц сплавов.

Однако невозможным остаётся преодоление главных ограничителей в эволюции баббитов:

- баббит остаётся **гетерогенным сплавом**, причём нужные свойства придают ему не олово или свинец, которые являются лишь связующими элементами, а легирующие примеси меди, сурьмы, никеля, мышьяка, кадмия, цинка и др. За почти двести лет уже найдены лучшие составы и прорыва в совершенствовании сплавов ждать не приходится.



Структура баббита под микроскопом: кристаллы сурьмы в матрице из олова или свинца.

[Фото.](#)

- механические свойства баббитов полностью зависят от правильности **кристаллической решетки** связующих элементов и расположения легирующих примесей в ней, и от этого никуда не уйти: разрушение, нарушение идеальности кристаллической решетки как в процессе изготовления, так и в процессе эксплуатации, ведет к широкому спектру повреждений подшипников (подробнее по [ссылке](#)).

- связующие элементы являются **легкоплавкими металлами** и становятся сильно текучими выше точки плавления, температуру которой не изменить, что приводит к значительным повреждениям подшипников и шеек валов в аварийных ситуациях, расплавлению подшипникового слоя и наволакиванию материала на вал и существенным ограничениям температурных режимов работы.



- техническая сложность и **высокие затраты** ресурсов при разработке новых баббитовых сплавов. Так, в РФ продолжают использоваться в основном марки баббитов пятидесятилетней давности (ГОСТ 1320-74 «Баббиты оловянные и свинцовые. Технические условия»). Современные баббитовые сплавы и методы их заливки не находят широкого применения.

Некоторые полезные дополнительные ссылки:

<https://nobabbit.ru/>

<https://www.waukbearing.com/en/resources/bearing-damage-index.html>

<https://www.turbomachinerymag.com/view/failures-in-babbitt-bearings>

<https://www.machinerylubrication.com/Read/638/failure-analysis-bearings>

https://dzen.ru/a/YOswv6g9H2tzTJrE?utm_referer=ya.ru

<https://sterbrust.tech/spravochnik/materialovedenie/babbitt-ustarevshaya-tekhnologiya.html>

Во второй части мы рассмотрим, какие из требований к подшипниковым материалам могут быть удовлетворены через синтез полимерных оснований (матриц) и их компаундирование, и какие из их свойств превышают по своим значениям свойства баббитовых сплавов.

Оставайтесь с нами!