

СТРУКТУРА И ТРИБОТЕХНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОКРЫТИЙ, СФОРМИРОВАННЫХ ГИБКИМ ИНСТРУМЕНТОМ ИЗ ЛИТЫХ БАББИТОВ С ЛЕГИРУЮЩИМИ ДОБАВКАМИ

Витязь П.А., Леванцевич М.А., Рубаник В.В.

ГНУ объединенный институт машиностроения НАН Беларуси (г. Минск), ГНУ Институт технической акустики НАН Беларуси (г. Витебск)
levancev@mail.ru

Введение

При формировании функциональных покрытий методом фрикционно механического плакирования гибким инструментом (ФМПГИ), где в качестве гибкого инструмента используется вращающаяся металлическая щетка с проволочным ворсом, одним из главных условий эффективности использования метода является необходимость корректного выбора материала донора, из которого формируется покрытие. Проблема состоит в том, что при реализации процесса плакирования имеет место несоответствие механических свойств материала-донора и сформированного из него покрытия. Поэтому нельзя быть априори уверенным в том, что покрытие, сформированное из материала-донора с высокими антифрикционными свойствами, будет иметь идентичные свойства. В этой связи, выбор материала, как правило, осуществляются посредством экспериментальных исследований.

При решении задач по снижению трения скольжения в подвижных сопряжениях в качестве доноров мы обычно использовали композиционные материалы, полученные путем спекания металлических порошков с легирующими добавками графита, дисульфида молибдена фторопласта и др. [1, 2]. Однако определенный дефицит и сравнительно высокая стоимость как порошковых материалов, так и самого процесса спекания, обуславливают необходимость изыскания других путей получения композиционных материалов доноров.

Цель работы заключалась в отработке способа получения композиционных материалов доноров методом литья и изучении триботехнических свойств сформированных из них покрытий.

Методика исследований

Для проведения исследований был выбран антифрикционный подшипниковый сплав баббит Б-83. Его плавление с перегревом до температуры 350 °С осуществлялось в электропечи сопротивления мод. Snol-1300. Введение легирующих добавок порошков графита, дисульфида молибдена, наноразмерной алмазнографитной шихты УДАГ (ТУ РБ 28619110.001-95), производства фирмы «Синта» (РБ), в количестве от 0,5 до 1,2 % от массы расплава осуществляли путем интенсивного механического замешивания с быстрым охлаждением кокиля. Полученные отливки использовали в качестве доноров при формировании покрытий методом ФМПГИ. Нанесение покрытий осуществляли проволочной щеткой диаметром 150 мм, с вылетом и диаметром ворса, соответственно 22 и 0,25 мм. Линейная скорость вращения щетки составляла 35,0...38,0 м/с. Покрытия наносили на плоские поверхности дисков-образцов из серого чугуна СЧ-20 (HRC 45...46). После нанесения покрытий дополнительной механической обработки не проводилось. Среднее значение параметра шероховатости R_a поверхности образцов с покрытиями составляло 0,5...0,6 мкм. Толщина слоя покрытия не превышала 8...12 мкм.

Сравнительные испытания на трение и изнашивание выполняли на установке, реализующей трение торцовых поверхностей трех цилиндрических роликов из не закаленного серого чугуна СЧ-20 по плоской поверхности вращающегося диска с нанесенным покрытием. Скорость относительного скольжения трущихся поверхностей составляла 0,3 м/с,

удельная нагрузка – 2,0 МПа. Испытания проводились в режиме «сухого» трения, т.е. без смазочного материала. Продолжительность испытаний каждой пары трения составляла 1 час, что соответствовало пути трения 1000 м.

В ходе испытаний регистрировали коэффициент трения скольжения и прирост температуры образца и контролобразца от начала до завершения испытаний. Износ роликов и дисков оценивали по величине убыли их массы на аналитических весах ВЛР-200.

Результаты и обсуждение

Анализ микроструктуры отливок из не модифицированного и модифицированного порошками графита, дисульфида молибдена и алмазнографитной шихты УДАГ баббита Б-83 показал, что при механическом замешивании этих порошков в расплаве их распределение в объеме отливки не равномерное. Крупные и мелкие включения частиц порошков распределяются хаотично по объему отливки (рис.1. б). Однако следует отметить, что при формировании покрытий методом ФМПГИ, это не оказывает достаточно серьезного влияния на качество сформированного слоя покрытия, поскольку в процессе нанесения ворс щетки механически смешивает материал в зоне контакта с поверхностью донора и транспортирует микрочастицы налипшей смеси на поверхность обрабатываемой детали формируя слой покрытия.

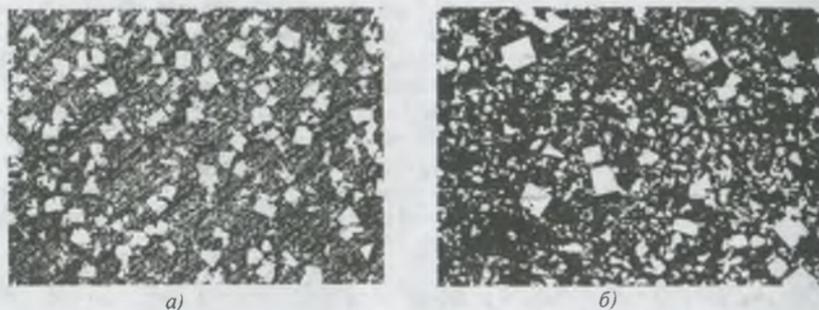


Рис. 1. Микроструктура отливок из не модифицированного (а) и модифицированного графитом и дисульфидом молибдена (б) баббита Б-83 ($\times 100$)

Результаты сравнительных триботехнических испытаний покрытий, сформированных методом ФМПГИ из не модифицированных и модифицированных баббитов, показали, что модифицирующие добавки порошков графита и дисульфида молибдена в принятых концентрациях оказались малоэффективны (табл. 1). Помимо некоторого ухудшения триботехнических характеристик подобные покрытия способствовали повышенному истиранию и появлению глубоких борозд на трущихся поверхностях не закаленных роликов (рис.2).

Лучшие результаты по снижению коэффициента трения скольжения и износостойкости показало покрытие, сформированное из баббита, легированного наноразмерной алмазнографитной шихтой УДАГ. Наряду с улучшением триботехнических характеристик оно способствовало формированию гладкой ровной поверхности на трущихся поверхностях торцов роликов.

Выводы

Получение материалов доноров для формирования покрытий методом ФМПГИ можно осуществлять путем литья с механическим замешиванием в расплаве легирующих добавок из неметаллических порошков. При этом состав и концентрацию подобных порошков следует выбирать с учетом функционального назначения покрытия.

Таблица 1. Результаты триботехнических испытаний покрытий, сформированных методом ФМПГИ, из не модифицированных и модифицированных баббитов Б-83

Нагрузка	Триботехнические характеристики	Образцы							
		Диск без покрытия		Диск с покрытием из баббита Б-83		Диск с покрытием из баббита Б83 модифицир. С+MoS ₂		Диск с покрытием из баббита Б-83 модифицир. УДАГ	
Нагрузка 2 МПа	Прирост $t^{\circ}\text{C}$ ролика	24		27,4		26,6		20	
	Прирост $t^{\circ}\text{C}$ диска	13		11		14		10	
Нагрузка 2 МПа	Коэф. Трения скольжения, f	0,085 – 0,2		0,11 – 0,21		0,11 – 0,21		0,08 – 0,14	
	Износ диск $I_d \Gamma \times 10^{-3}$	0,25	$\Sigma=$	- 0,10	$\Sigma=$	0,6	$\Sigma=$	0,4	$\Sigma= - 7,0$
	Износ рол $I_r \Gamma \times 10^{-3}$	11,2	- 11,45	- 14,8	- 14,9	- 12,65	13,25	- 6,6	



а)



б)

Рис. 2. Фото поверхности торцов роликов до (а) и после (б) испытаний на трение и износ в паре с диском с покрытием, сформированным из баббита Б-83, модифицированного графитом и дисульфидом молибдена ($\times 10$).

Для снижения трения скольжения и повышения износостойкости трущихся поверхностей в парах «закаленный чугун по не закаленному чугуну», типичные пары трения в металлорежущих станках, целесообразно использовать покрытия, сформированные методом ФМПГИ из баббита Б-83 модифицированного наноразмерной алмазнографитной шихтой УДАГ

Список литературы

1. Леванцевич, М.А. Технологические возможности покрытий, нанесенных металлическими щетками / М.А. Леванцевич // Вестник ПГУ – 2003. – Т 2, № 4. – С. 53-55.
2. Витязь П.А., Леванцевич М.А., Максимченко Н.Н., Бодрых Т.И., Степанова Л.И. Триботехнические свойства тонких металлических покрытий с наноразмерными наполнителями // Трение и износ. 2004. Т.25, № 6, С.593-601.