

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА АНТИСКАЧКОВЫХ СВОЙСТВ ПОКРЫТИЙ ИЗ БАББИТА ЛЕГИРОВАННОГО КОМПОНЕНТАМИ ТВЕРДОЙ СМАЗКИ

Леванцевич М.А., Жорник В.И.,

Объединенный институт машиностроения НАН Беларуси, г. Минск, Беларусь, E-mail: levancev@mail.ru

В точных металлорежущих станках с ЧПУ и в станках, встраиваемых в автоматические линии и гибкие производственные системы, отрицательное влияние фрикционных автоколебаний (ФА) подвижных узлов (силовых столов, суппортов, кареток и др.), возникающих при их медленных (до 200 мм/мин) перемещениях по направляющим скольжения, традиционно снижают путем увеличения жесткости привода, разгрузки направляющих и повышения демпфирующих свойств основных элементов станка. Кроме того, широко используют различные антискачковые конструкционные и смазочные материалы [1-5]. Вместе с тем, как показывает практика, большинство из этих методов имеют ограниченные технологические возможности и, на сегодняшний день, не обеспечивают достижение требуемых точностных характеристик выпускаемых металлорежущих станков, соответствующих мировым аналогам.

Одним из перспективных путей снижения отрицательного влияния ФА и улучшения плавности хода подвижных узлов станка считают формирование на рабочих поверхностях направляющих скольжения антифрикционных покрытий [6-8]. Однако, вопросы выбора, как рационального состава материала покрытия, так и способа его формирования пока недостаточно изучены. По этой причине, достаточно сложно принять решение о целесообразности их применения, что и предопределяет необходимость проведения дополнительных исследований

Цель работы заключалась в экспериментальной оценке антискачковых и триботехнических свойств покрытий, сформированных из порошковых композиционных материалов на основе баббита Б83, с легирующими добавками компонентов твердой смазки, графита и дисульфида молибдена.

Методика эксперимента. Испытания проводили на лабораторной машине трения одностороннего вращения, осуществляющей трение торцовых поверхностей трех цилиндрических контробразцов, расположенных друг относительно друга под углом 120° и изготовленных из незакаленного серого чугуна СЧ-20, по плоской поверхности вращающегося диска-образца, из аналогичного материала, но подвергнутого обработке ТВЧ до твердости HRCэ 45...46, с нанесенным покрытием. Формирование покрытий толщиной 8...10 мкм на поверхности дисков осуществляли по способу, описанному в работе [9]. Для этого использовали дисковую щетку с проводочным ворсом $150 \times 15 \times 22$ мм, с диаметром и вылетом ворса, соответственно 0,25 и 25 мм. В качестве материалов-доноров использовали композиты на основе баббита Б83, легированного графитом (С) и дисульфидом молибдена (MoS_2) в концентрациях по 1,2; 1,6; 2,0 и 4,0 мас. %, полученные из порошковой шихты прессованием с последующим спеканием.

В ходе испытаний первоначально выполнялась приработка образцов в течение одного часа при удельной нагрузке 0,5 МПа и скорости относительного скольжения 0,06 м/с, а затем - штатные испытания в течение 5 часов (путь трения 1000 м) при нагрузке 2,0 МПа и идентичной скорости скольжения. Смазывание дорожки трения на диске осуществляли фитилем, на который поступало масло И-20А (ГОСТ 20799-88) с расходом 8 капель/мин.

При испытаниях через каждые 60 минут с помощью измерительной системы регистрировали статический M_c и динамический M_d моменты от сил трения, возникающих при взаимодействии контробразцов с поверхностью диска. По их значениям вычислялись статический f_c и динамический f_d коэффициенты трения скольжения. Статический момент трения определяли по среднему значению величин 5-ти амплитуд, измеренных по осциллограмме (рис. 1), для момента страгивания диска после неподвижного контакта в течение 60 с.

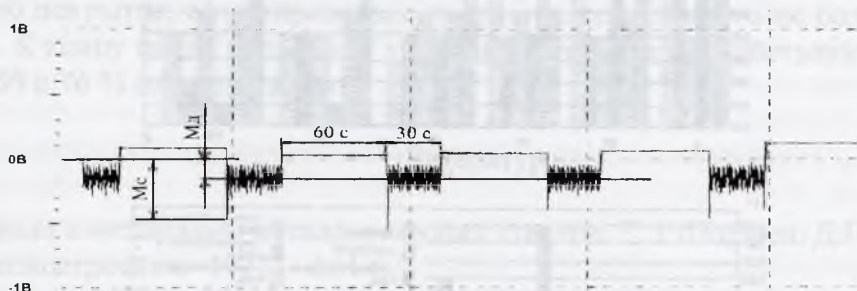


Рис. 1. Фрагмент осциллограммы записи колебаний статического M_c и динамического M_d моментов от сил трения, возникающих при трении контробразцов по поверхности диска, соответственно в момент страгивания диска, после неподвижного контакта в течение 60 с, и его вращения в течение 30 с.

Динамический момент трения определяли по среднему значению 5-ти величин отклонений от нулевой линии, средней линии, проведенной через середину амплитуд колебаний динамического момента трения при вращении диска.

В качестве критерия оценки антискачковых свойств использовали разность $\Delta f = f_c - f_d$ [10].

Результаты испытаний представлены на рис. 2. Как видно из представленных диаграмм (рис. 2 а, б), сформированные покрытия из баббита Б83, способствуют снижению динамического коэффициента трения скольжения f_d и критерия антискачковых свойств Δf . Однако влияние концентрации легирующих добавок из С и MoS_2 на снижение f_d и, в особенности, Δf неоднозначно. В условиях проводимых испытаний, наибольшее снижение f_d ($\approx 50\%$) и Δf ($\approx 76\%$), к концу цикла испытаний, обеспечило покрытие, сформированное из донора содержащего не более 1,2 мас.% С и MoS_2 . По-видимому, это можно объяснить тем, что в небольших концентрациях легирующие добавки С и MoS_2 вместе с матричным материалом достаточно хорошо переносятся ворсом щетки на поверхность обрабатываемой детали и имеют прочную связь с матрицей. В тоже время, при увеличении концентрации С и MoS_2 неметаллические включения не только ухудшают налипание на ворс щетки и перенос микрочастиц материала-донора на поверхность детали, но и препятствуют их прочному сцеплению с основой, что, возможно, является одной из основных причин отсутствия заметного влияния покрытий с повышенной концентрацией С и MoS_2 на снижения критерия антискачковых свойств Δf (рис.2. б) от начала до конца цикла испытаний, при явно наблюдаемой общей тенденции снижения коэффициент трения скольжения (рис. 2. а).

На рис. 3 представлены изображения морфологии поверхности образца с покрытием из композиционного материала Б83+графит+ MoS_2 до и после испытаний, полученные с помощью атомно-силовой микроскопии. Из снимков видно, что в процессе фрикционного взаимодействия у покрытия с концентрацией легирующих до-

бавок 1,2 мас.% имеет место «обнажение» твердосмазочных включений (рис. 3. б), которые наряду со смазочным материалом способствуют созданию антифрикционного поверхностного слоя обладающего повышенной износостойкостью.

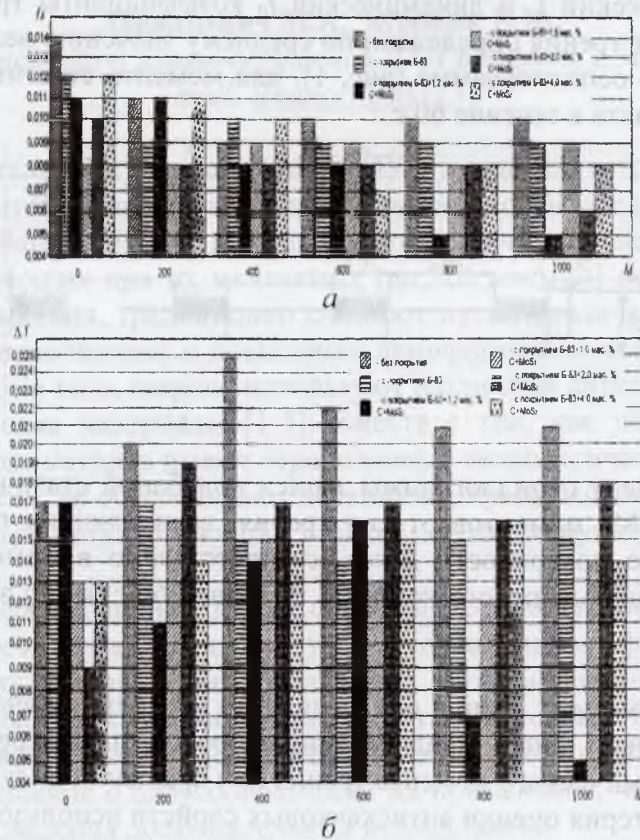


Рис. 2. Диаграммы изменения динамического коэффициента трения скольжения f_d (а) и критерия антискачковых свойств Δf (б) в процессе триботехнических испытаний образцов без покрытия и с покрытием из баббита Б83, с легирующими твердосмазочными добавками, в течение 5-ти часов (путь трения 1000 м)

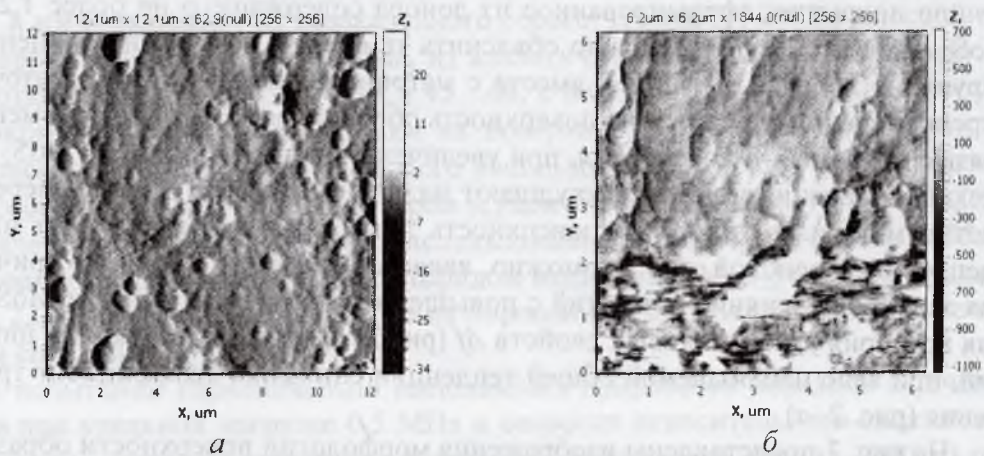


Рис.3. Морфология поверхности образца с покрытием из композиционного материала Б83+графит+ MoS₂ до (а) и после (б) испытаний (область вблизи края дорожки трения)

Заключение. В результате триботехнических испытаний покрытий, сформированных из баббита Б83 легированного твердосмазочными материалами С и MoS₂ установлено, что в условиях одностороннего вращения, при скоростях скольжения 0,06 м/с, по сравнению с образцом без покрытия, имеет место их положительное влияние на снижение динамического коэффициента трения f_d и критерия антискачковых свойств Δf . Однако влияние концентрации легирующих добавок из С и MoS₂ на это снижение неоднозначно. Из исследованных покрытий, наилучшие результаты обеспечило покрытие, сформированное из донора, содержащего не более 1,2 мас.% С и MoS₂. К концу цикла испытаний указанное покрытие способствовало снижению f_d и Δf на 50 и 76 % соответственно.

Литература

1. Детали и механизмы металлорежущих станков. Т. 1 /Под ред. Д.Н Решетова. – М., Машиностроение.- 1972. – 664 с.
2. Ключко, Э.В. Основы проектирования механизмов главного движения и подачи металлорежущих станков : учеб. пособие / Э.В. Ключко, А.И. Матвеев. – 1-е изд. – Тверь, 2001. – 202 с.
3. Применение полимерных материалов для направляющих металлорежущих станков. Метод. Рекомендации / Под ред. А.С. Лapidуса и П.-Ж. Дюшева. М.: НИИмаш, 1983. — 76 с.
4. Антискачковые масла для направляющих скольжения металлорежущих станков: Методические рекомендации / В.Т. Портмаи, А.С. Лapidус, Б. Н Чижов, В. Р. Александер. М.: ЭНИМС, 1977. — 24 с.
5. Масла Mobil для направляющих скольжения станочного оборудования [Электронный ресурс] / Мотор–Технология. – Н. Новгород, 2009. - Режим доступа : <http://www.motorteh.ru>. – Дата доступа : 02.09.2009.
6. Кац, А.Я. Влияние отделочной химико-механической обработки на износостойкость направляющих скольжения / А.Я. Кац, Р.М. Штромберг // Станки и инструмент. – 1982. – № 2. – С. 28–29.
7. Противозадирные покрытия в парах трения «чугун по чугуну» /С.З. Сапожников и др. //Станки и инструмент. – 1990. - № 6. – С. 31-32.
8. Исследование работоспособности направляющих скольжения с покрытием из порошковых материалов / Леванцевич М.А., Максимченко Н.Н., Горохов В.М., Тарусов И.Н. // Сборник «Порошковая металлургия». – 2008. - № 32.
9. Способ нанесения покрытия: а. с. 1206068 СССР, МКИ4 В 24 В 39/00 / Л.С. Белевский, В.И. Кадошников, Ю.М. Миронов, И.Д. Кадошникова; // Открытия. Изобретения. – 1986. – № 3. – С. 54.
10. Оценка антискачковых свойств материалов направляющих станков / Гитис Н.В. // Станки и инструмент. -1986. - №3. – С. 21-22.