

ВЛИЯНИЕ СКОРОСТИ И НАГРУЗКИ НА КОЭФФИЦИЕНТ ТРЕНИЯ ПОКРЫТИЯ ЧСЦ НА ТИТАНОВОМ СПЛАВЕ ВТ-6 ПО СТАЛИ

Рошин М.Н.

*Институт машиноведения им. А.А. Благонравова Российской академии наук,
Москва*

Ключевые слова: трение, коэффициент трения, трибологические испытания, сталь 40Х13, титановый сплав ВТ-6, покрытие ЧСЦ.

Аннотация. Приведены результаты трибологических испытаний покрытия из частично стабилизированного диоксида циркония на титановом сплаве ВТ-6, покрытие улучшает антифрикционные свойства пары трения ВТ-6 – 40Х13. При нагрузке 0,22 МПа, скорости 0,25 м/с коэффициент трения больше в 1,42 раза, чем при скорости 0,05 м/с. При скорости 0,25 м/с коэффициент трения при нагрузке 0,67 МПа меньше на 3,4%, чем коэффициент трения при нагрузке 0,22 МПа, а при нагрузке 1,0 МПа меньше на 11% соответственно.

THE EFFECT OF SPEED AND LOAD ON THE COEFFICIENT OF FRICTION OF THE COATING OF CSC ON TITANIUM ALLOY VT-6 ON STEEL

Roshchin M.N.

*Mechanical Engineering Research Institute of the Russian Academy of Sciences,
Moscow*

Keywords: friction, coefficient of friction, tribological tests, steel 40X13, titanium alloy VT-6, CHSC coating.

Abstract. The results of tribological tests of a coating made of partially stabilized zirconium dioxide on a VT-6 titanium alloy are presented, the coating improves the antifriction properties of a VT-6 – 40X13 friction pair. At a load of 0,22 MPa and a speed of 0,25 m/s, the coefficient of friction is 1,42 times greater than at a speed of 0,05 m/s. At a speed of 0,25 m/s, the coefficient of friction at a load of 067 MPa is 3,4% less than the coefficient of friction at a load of 0,22 MPa, and at a load of 1,0 MPa it is 11% less, respectively.

Введение

Широкое применение в машиностроении находят титановые сплавы, обладая высокой прочностью и жаростойкостью. Отрицательной чертой при трении титановых сплавов является склонность к схватыванию при фрикционном взаимодействии, интенсивное изнашивание тормозит их применение в узлах трения. Улучшение трибологических характеристик титановых сплавов является важной задачей в снижения адгезионно-химической активности и повышения износостойкости. Исследование механизмов трения и изнашивания, а также путей снижения потерь мощности на трение и повышения износостойкости различных деталей, работающих в трибосопряжениях, представляет практический интерес [1, 2].

Для повышения антифрикционных свойств титановых сплавов применяются технологические методы модификации поверхности (термическое оксидирование, газовое азотирование, борирование и т.п.) [3, 4]. Особое место в повышении антифрикционных свойств титановых сплавов занимают износостойкие покрытия [5].

Износостойкие покрытия на титановых сплавах повышают износостойкость изделий из титановых сплавов, работающих в условиях трения, эрозии и высоких температур. Такие покрытия могут быть на основе твёрдых соединений титана (нитридов, карбидов, карбонитридов) или других материалов. Покрытия поверхностей титановых сплавов осуществляется от воздействия агрессивных сред, износа и высоких температур. Например, покрытия на основе нитридов титана используют для повышения эрозионной и коррозионной стойкости лопаток паровых турбин из титановых сплавов, а также лопаток компрессоров авиационных газотурбинных двигателей [6].

Цель работы – исследовать влияние скорости и нагрузки на коэффициент трения покрытия ЧСЦ на титановом сплаве ВТ-6 по стали.

Материалы и методы исследований

Для улучшения антифрикционных свойств пары трения ВТ-6 – 40Х13 на поверхность трения образцов ВТ-6 наносилось покрытие частично стабилизированный диоксид циркония (ЧСЦ). ЧСЦ обладает высокой прочностью на изгиб, высокой ударопрочностью и стойкостью к истиранию. Покрытие плазменным способом наносилось на титановые образцы толщиной 0,10-0,15 мм, с последующей полировкой до чистоты 0,8 мкм. Исследование трибологических параметров покрытия ЧСЦ в паре со сталью 40Х13 проводилось на высокотемпературной машине трения ВТМТ-1000 [7]. Температура при испытаниях составляла 20°C, нагрузка – 0,22...1,0 МПа, скорость скольжения составляла: 0,05; 0,16; 0,25 м/с. Условия испытаний моделировали условия работы натурного узла трения. Момент трения при испытаниях измерялся непрерывно.

Результаты и обсуждение. В результате испытаний была установлена зависимость коэффициента трения ЧСЦ покрытия по стали 40Х13 от нагрузки и скорости (рис. 1).

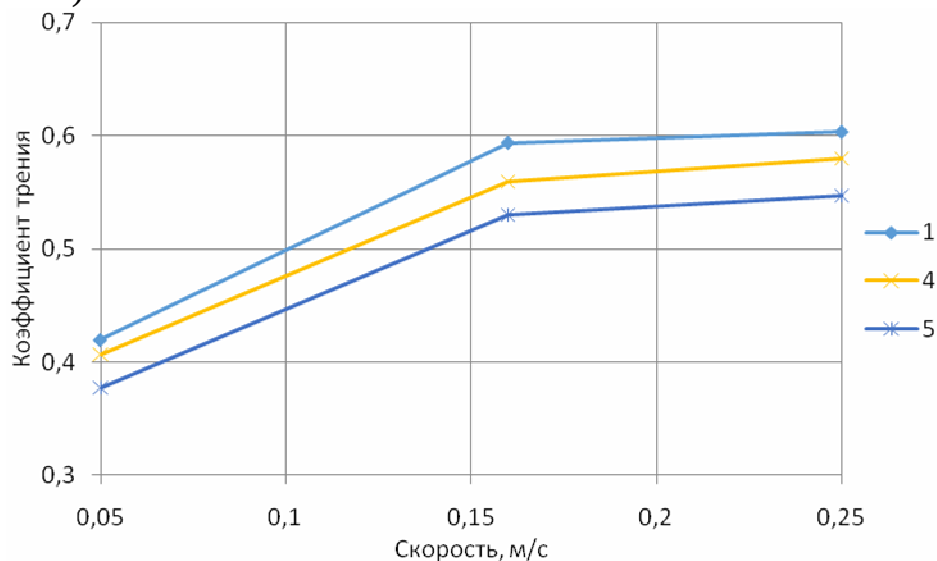


Рис. 1. Зависимость коэффициента трения покрытия ЧСЦ(на ВТ-6)-40Х13 от скорости при нагрузке, МПа: 1 – 0,22; 2 – 0,67; 3 – 1,0

При увеличении скорости от 0,05 до 0,25 м/с коэффициент трения увеличивается в диапазоне нагрузки 0,22-1,0 МПа соответственно. При нагрузке

0,22 МПа, скорости 0,25 м/с коэффициент трения больше в 1,42 раза, чем при скорости 0,05 м/с. При скорости 0,25 м/с коэффициент трения при нагрузке 0,67 МПа меньше на 3,4%, чем коэффициент трения при нагрузке 0,22 МПа, а при нагрузке 1,0 МПа меньше на 11% соответственно.

Выводы. Покрытие частично стабилизированного диоксида циркония на титановом сплаве ВТ-6 улучшает антифрикционные свойства пары трения ВТ-6 – 40Х13. При увеличении скорости от 0,05 до 0,25 м/с коэффициент трения увеличивается в диапазоне нагрузки 0,22-1,0 МПа соответственно. При нагрузке 0,22 МПа, скорости 0,25 м/с коэффициент трения больше в 1,42 раза, чем при скорости 0,05 м/с. При скорости 0,25 м/с коэффициент трения при нагрузке 0,67 МПа меньше на 3,4%, чем коэффициент трения при нагрузке 0,22 МПа, а при нагрузке 1,0 МПа меньше на 11% соответственно. Полученные результаты в области антифрикционных покрытий на титановых сплавах предназначены для использования при проектировании узлов трения с титановыми сплавами.

Список литературы

1. Беркович И.И., Громаковский Д.Г. Трибология. Физические основы, механика и технические приложения: Учебник для вузов / Под ред. Д.Г. Громаковского. – Самар. гос. техн. ун-т. Самара, 2000. – 268 с.
2. Илларионов А.Г. Технологические и эксплуатационные свойства титановых сплавов: учебное пособие / Под ред. А.Г. Илларионова, А.А. Попова. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2014. – 137 с.
3. Ушков С.С., Лошакова Н.И. Антифрикционное оксидирование титановых сплавов // Металлообработка. – 2002. – №2(8). – С. 15-21.
4. Сибилева С.В., Козлова Л.С. Обзор технологий получения покрытий на титановые сплавы плазменным электролитическим оксидированием // Авиационные материалы и технологии. – 2016. – №S2(44). – С. 3-10. – DOI: 10.18577/2071-9140-2016-0-S2-3-10
5. Патент №2449053 РФ. Способ нанесения износостойкого покрытия на титановые сплавы / В.А. Ильин, В.В. Семенычев, Е.В. Тюриков, А.В. Панарин. – Заявка №2011112953 от 05.04.2011; опубл. 27.04.2012, Бюл. №12.
6. Алисин В.В., Владиславлев А.А., Рощин М.Н. Технология получения износостойких металлокерамических покрытий с ультрадисперсной упрочняющей фазой // Перспективные материалы и технологии. Нанокompозиты, (Космический вызов, 21 век, Том 2). – М.: Торус Пресс, 2005. – С. 59-68.
7. Roshchin M.N. High-temperature installation for testing composite ceramic materials on the friction and wear behavior // Journal of Physics: Conference Series. 2020, vol. 1515, p. 042050. DOI: 10.1088/1742-6596/1515/4/042050.

Сведения об авторе:

Рощин Михаил Николаевич – к.т.н., ведущий научный сотрудник.