

<https://doi.org/10.26160/2474-5901-2025-49-88-90>

ВЛИЯНИЕ НАГРУЗКИ И ТЕМПЕРАТУРЫ НА КОЭФФИЦИЕНТ ТРЕНИЯ ПОЛИУРЕТАНОВОГО ПОКРЫТИЯ НА ТИТАНОВОМ СПЛАВЕ VT-6

Рощин М.Н.

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

Ключевые слова: трение, коэффициент трения, трибологические испытания, сталь 40X13, титановый сплав VT-6, полиуретановое покрытие.

Аннотация. Приведены результаты трибологических испытаний полиуретанового покрытия на титановом сплаве VT-6, покрытие улучшает антифрикционные свойства пары трения VT-6 – 40X13. При нагрузке 0,5 МПа скорости 0,05 м/с коэффициент трения при температуре 50°C меньше в 1,7 раза, чем коэффициент трения при температуре 20°C, а при температуре 100°C меньше в 2,7 раза соответственно.

INFLUENCE OF LOAD AND TEMPERATURE ON THE COEFFICIENT OF FRICTION OF POLYURETHANE COATING ON TITANIUM ALLOY VT-6

Roshchin M.N.

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

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

Abstract. The results of tribological tests of a polyurethane coating on a titanium alloy VT-6 are presented, the coating improves the antifriction properties of a friction pair VT-6 – 40X13. At a load of 0,5 MPa and a speed of 0,05 m/s, the coefficient of friction at a temperature of 50°C is 1,7 times less than the coefficient of friction at a temperature of 20°C, and at a temperature of 100°C it is 2,7 times 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 триботехнических характеристик титановых сплавов является важной задачей в снижения адгезионно-химической активности и повышения износостойкости [1]. Для повышения антифрикционных свойств титановых сплавов применяются технологические методы модификации поверхности (термическое оксидирование, газовое азотирование, борирование и т.п.). Особое место в повышении антифрикционных свойств титановых сплавов занимают износостойкие покрытия [2]. Температура также влияет на свойства трения и износа, влияя на толщину и состав деформированного слоя под следами износа или на

свойства контактной поверхности. Чтобы снизить коэффициент трения и уменьшить тепловыделение в узле трения при высоких температурах, необходимо увеличить антифрикционную способность пар трения трущихся поверхностей. В качестве покрытий широко применяется политетрафторэтилен в узлах трения. Особенно эффективен политетрафторэтилен в качестве уплотнительного и триботехнического материала, обладает низким коэффициентом трения и самосмазывающими свойствами [3].

Цель работы – исследовать изменение коэффициента трения от нагрузки и температуры полиуретанового покрытия на титановом сплаве ВТ-6.

Материалы и методы исследований

Для улучшения антифрикционных свойств пары трения ВТ-6 – 40Х13 на поверхность трения образцов ВТ-6 наносилось двухкомпонентное полиуретановое покрытие F-Cast1 толщиной 0,10-0,15 мм. Предварительная сушка осуществлялась при температуре 50°С в течении 2 часов. Последующая сушка проводилась при температуре 20...25°С в течении 20 часов. Исследование трибологических параметров полиуретанового покрытия (ПУ) в паре со сталью 40Х13 проводилось на высокотемпературной машине трения ВТМТ-1000 [4]. Температура при испытаниях составляла 20...100°С, нагрузка – 0,22...0,5 МПа, скорость скольжения составляла 0,05 м/с. Условия испытаний моделировали условия работы натурного узла трения. Момент трения и температура при испытаниях измерялись непрерывно.

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

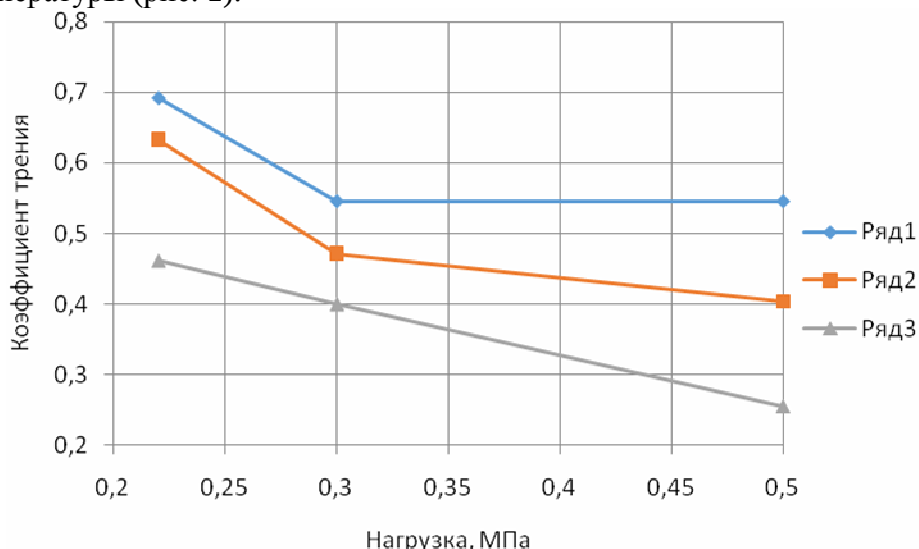


Рис. 1. Зависимость коэффициента трения покрытия ПУ(на ВТ6) по стали 40Х13 от нагрузки при скорости 0,05м/с, температуре, °С: 1 – 20, 2 – 50, 3 – 100

При увеличении нагрузки более 0,22 МПа и температуры более 20°C коэффициент трения в диапазоне нагрузки 0,22-0,5 МПа уменьшается. При нагрузке 0,5 МПа скорости 0,05 м/с коэффициент трения при температуре 50°C меньше в 1,7 раза, чем коэффициент трения при температуре 20°C, а при температуре 100°C меньше в 2,7 раза соответственно.

Выводы. Полиуретановое покрытие на титановом сплаве ВТ-6 улучшает антифрикционные свойства пары трения ВТ-6 – 40Х13. При нагрузке 0,5 МПа скорости 0,05 м/с коэффициент трения при температуре 50°C меньше в 1,7 раза, чем коэффициент трения при температуре 20°C, а при температуре 100°C меньше в 2,7 раза соответственно. Полученные результаты в области антифрикционных покрытий на титановых сплавах предназначены для использования при проектировании узлов трения с использованием титановых сплавов.

Список литературы

1. Галицкий Б.А., Абелев М.М., Шварц Г.Л., Шевелкин Б.Н. Титан и его сплавы. – М.: Машиностроение, 1968. – 340 с.
2. 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.
3. Машков Ю.К., Овчар З.Н., Суриков В.И., Калистратова Л.Ф. Композиционные материалы на основе политетрафторэтилена. – М.: Машиностроение, 2005. – 239 с.
4. 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.

References

1. Galitsky B.A., Abelev M.M., Schwartz G.L., Shevelkin B.N. Titanium and its components Alloys. – M.: Mechanical Engineering, 1968. – 340 p.
2. Sibileva S.V., Kozlova L.S. Review of coating technologies on Titanium alloys by plasma electrolytic oxidation // Aviation materials and Technologies. 2016, no. S2(44), pp. 3-10. DOI: 10.18577/2071-9140-2016-0-S2-3-10.
3. Mashkov Yu.K., Ovchar Z.N., Surikov V.I., Kalistratova L.F. Composite materials based on polytetrafluoroethylene. – M.: Mechanical Engineering, 2005. – 239 p.
4. 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.

Рошин Михаил Николаевич – кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник	Roshchin Mikhail Nikolaevich – candidate of technical sciences, leading researcher
roschin50@yandex.ru	

Received 16.09.2025