

ТРИБОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МОДИФИЦИРОВАННОЙ ПОВЕРХНОСТИ ТРЕНИЯ ОКИСЬЮ МЕДИ

Роцин М.Н., Лукьянов А.И.

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

Ключевые слова: трение, коэффициент трения, нагрузка, скорость, испытания, модификация, поверхность, контактное давление.

Аннотация. Модифицированная поверхность трения материала «Арголон-2D» окисью меди и политетрафторэтиленом в паре со сталью 40X13 улучшает антифрикционные свойства поверхности трения, уменьшает значение коэффициента трения. Диапазон значений коэффициента трения при температуре +400...+500°C для материала «Арголон-2D»+CuO-ПТФЭ составляет 0,10...0,16. При скорости скольжения 0,05м/с, нагрузке 1,0МПа и температуре +500°C коэффициент трения модифицированной поверхности трения ниже на 46%, чем у не обработанной.

TRIBOLOGICAL STUDIES OF THE MODIFIED FRICTION SURFACE WITH COPPER OXIDE

Roshchin M.N., Lukyanov A.I.

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

Keywords: friction, coefficient of friction, load, speed, tests, modification, surface, contact pressure.

Abstract. The modified friction surface of the Argolon-2D material with copper oxide and polytetrafluoroethylene combined with 40X13 steel improves the anti-friction properties of the friction surface and reduces the value of the friction coefficient. The range of values of the coefficient of friction at a temperature of +400...+500°C for the material "Argolon-2D" +CuO-PTFE is 0.10...0.16. At a sliding speed of 0.05m/s, a load of 1.0MPa and a temperature of +500°C, the coefficient of friction of the modified friction surface is 46% lower than that of the untreated one.

Введение

Повышение температуры в узле трения ведет к изменению смазочных способностей применяемой смазки. Уменьшение тепловыделения в узле трения можно обеспечить путем конструктивных решений, подбором материалов пар трения, применение смазочных материалов и покрытий. Применяемые способы должны способствовать уменьшению коэффициента трения, повышению антифрикционности пары трения [1]. Смазочные материалы, используемые для снижения износа поверхностей трения, снижают коэффициент трения. Для повышения антифрикционность поверхностей трения в условиях высоких температур применяют твердые смазочные покрытия [2], или же используют специальные антифрикционные добавки, которые вводят в структуру материала [3]. В структуру композиционных не металлических материалов для повышения антифрикционности вносят политетрафторэтилен [4]. В узлах трения при высоких температурах применяют углеродосодержащие композиционные материалы (УУКМ) [5]. Отсутствия триботехнических характеристик материала УУКМ при высоких температурах сдерживает применение УУКМ в узлах трения [6].

Цель работы – трибологические исследования модифицированной поверхности трения окисью меди и политетрафторэтиленом при работе в условиях высоких температур.

Материалы и оборудование. Трибологические исследования модифицированной поверхности трения окисью меди и политетрафторэтиленом проводились на композиционном материале марки «Арголон-2D» [7] в паре со сталью 40X13. Для улучшения трибологических параметров пары трения «Арголон-2D» – сталь 40X13 производилось изменение структуры поверхности трения материала «Арголон-2D». Учитывалось то, что материал «Арголон-2D» имеет пористую структуру, поверхностные поры заполнялись окисью меди (CuO) с целью повышения антифрикционности поверхности трения с дополнительной обработкой поверхности трения в среде политетрафторэтилена (ПТФЭ). Обработка образцов из материала «Арголон-2D» проходила в среде ПТФЭ в защитной камере при температуре 600°C.

Трибологические испытания проводились на высокотемпературном стенде ВТМТ-1000, который обеспечивает режим трения образцов по пальчиковой схеме в интервале температур от +300 до +800 °C при контактном давлении 0,3...1,0 МПа. Схема испытаний «диск-палец» обеспечивает распространение данных испытаний на другие схемы подшипников скольжения. Температура образцов при испытаниях контролировалась термопарой хромель-алюмель с регистрацией на приборе ZET 7120. Испытания образцов проводились в условиях вращательного движения с постоянной угловой скоростью, линейная скорость при этом составляла 0,05 м/с, осевая нагрузка составляла 0,3...1,0 МПа, температура – +300...+800 °C. Процесс трения осуществлялся в паре со сталью 40X13. В процессе испытаний измерялись непрерывно температура на поверхности трения и момент трения. Испытания проведены в нормальных атмосферных условиях.

Результаты эксперимента

Испытания проводились на 2 видах образцов: «Арголон-2D» и «Арголон-2D» + CuO-ПТФЭ. В результате испытаний была установлена зависимость коэффициента трения при нагрузке 1,0 МПа и скорости 0,05 м/с от температуры образцов из материала «Арголон-2D» и «Арголон-2D»+CuO-ПТФЭ (рис. 1). При увеличении температуры от +300 °C до +700 °C коэффициент трения для материалов «Арголон-2D» и «Арголон-2D»+CuO-ПТФЭ растет. Диапазон значений коэффициента трения для материала «Арголон-2D»+CuO-ПТФЭ при температуре +300...+500°C составляет 0,07...0,157. Модификация поверхности трения материала «Арголон-2D»+CuO-ПТФЭ показала, что при нагрузке 1,0 МПа, скорости скольжения 0,05 м/с и температуре +500°C коэффициент трения модифицированной поверхности ниже на 46%, чем не обработанной. Модификация поверхности трения в среде CuO-ПТФЭ заполняет поры материала антифрикционным составом CuO-ПТФЭ и создает защитную антифрикционную пленку, создавая поверхность с улучшенными антифрикционными свойствами, как это и показали проведенные эксперименты.

Модифицированная поверхность при высокотемпературном нагреве более устойчива к окислительному процессу, что подтверждено в процессе испытаний низким коэффициентом трения. Модификация поверхности трения улучшает защиту от воздействия кислорода атмосферы.

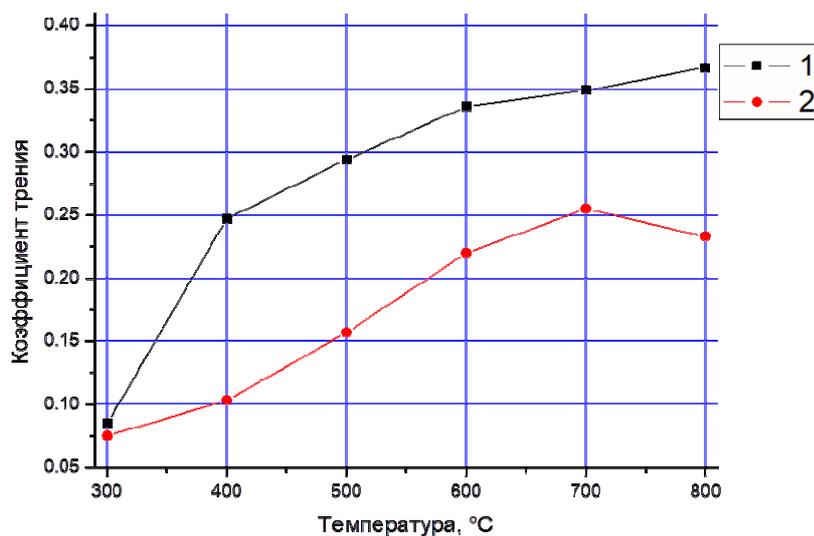


Рис. 1. Зависимость коэффициента трения от температуры при нагрузке 1,0 МПа и скорости 0,05 м/с материалов: 1-«Арголон-2D»; 2-«Арголон-2D»+CuO-ПТФЭ

Выводы

Модифицированная поверхность трения материала «Арголон-2D» окисью меди и политетрафторэтиленом в паре со сталью 40X13 улучшает антифрикционные свойства поверхности трения, уменьшает значение коэффициента трения. Диапазон значений коэффициента трения при температуре +400...+500 °С для материала «Арголон-2D»+CuO-ПТФЭ составляет 0,10...0,16. При скорости скольжения 0,05 м/с, нагрузке 1,0 МПа и температуре +500 °С коэффициент трения модифицированной поверхности трения ниже на 46 %, чем у не обработанной.

Список литературы

1. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: в 3-х т. – Т. 2, 8-е изд., перераб. и доп. / Под ред. И.Н. Жестковой. – М.: Машиностроение, 2001. – 912 с.
2. Лобова Т.А., Марченко Е.А. Влияние состояния основы на структуру и трибологические характеристики покрытий диселенида молибдена (MoSe_2) // Материаловедение. – 2019. – №11. – С. 9-13.
3. Adam Kurzawa, Tetiana Roik, Oleg Gavrysh, Iuliia Vitsiuk, Mirosław Bocian, Dariusz Pyka, Paweł Zajac, Krzysztof Jamroziak. Friction Mechanism Features of the Nickel-Based Composite Antifrication Materials at High Temperatures // Coatings. – 2020. – No. 10. – P. 454.
4. Muravyeva T.I., Gainutdinov R.V., Morozov A.V., Shcherbakova O.O., Zagorsky D. L., Petrova N. N. Investigation of the effect of antifrication modifiers on the surface properties of elastomers based on propylene oxide rubber // Friction and wear. – 2017. – Vol. 38, No. 5. – P. 399-410.
5. Новые материалы. Колл. Авторы / Под научной редакцией Ю.С. Карабасова. – М.: МИСИС, 2002. – 736 с.
6. Liu S., Dong C., Yuan C., Bai X. Tudy of the synergistic effects of fiber orientation, fiber phase and resin phase in a fiber-reinforced composite material on its tribological properties // Wear. – 2019. – Vol. 426-427. – P.1047-1055.
7. Roshchin MN. Increasing the anti-friction properties of carbon-containing materials at high temperatures // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science, 548 (2020) 052015.

Сведения об авторах:

Роцин Михаил Николаевич – к.т.н., в.н.с., ИМАШ РАН, г. Москва;

Лукиянов Алексей Игоревич – инженер, ИМАШ РАН, г. Москва.