

<https://doi.org/10.26160/2572-4347-2021-13-24-27>

НАСЫЩЕНИЕ ПОВЕРХНОСТИ ТРЕНИЯ УГЛЕРОДОСОДЕРЖАЩЕГО МАТЕРИАЛА СЕЛЕНОМ И ТЕТРАФТОРЭТИЛЕНОМ

Рощин М.Н., Лукьянов А.И.

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

Аннотация. Работа посвящена высокотемпературным трибологическим испытаниям углеродосодержащих материалов при трении по стали 40X13 в температурном диапазоне от +20 до +700 °С в атмосферных условиях. Проведенные исследования показали, что модифицированная поверхность материала "Хардкарб-Т" в парах селена и политетрафторэтилена в паре со сталью 40X13 улучшает антифрикционные свойства поверхности трения. При температуре +200 °С, скорости 0,25 м/с и нагрузке 1,0 МПа коэффициент модифицированной поверхности "Хардкарб-Т"+Se-ПТФЭ ниже на 30 %, чем у не обработанной, а при температуре +500 °С коэффициент модифицированной поверхности "Хардкарб-Т"+Se-ПТФЭ ниже на 18 %, чем у не обработанной.

SATURATION OF THE FRICTION SURFACE OF A CARBON- CONTAINING MATERIAL WITH SELENIUM AND TETRAFLUOROETHYLENE

Roshchin M.N., Lukyanov A.I.

Keywords: friction, coefficient of friction, load, speed, high-temperature tests, contact pressure.

Abstract. The work is devoted to high-temperature tribological tests of carbon-containing materials under friction on steel 40X13 in the temperature range from +20 to +700 °C in atmospheric conditions. The conducted studies have shown that the modified surface of the Hardcarb-T material in selenium and polytetrafluoroethylene vapors paired with 40X13 steel improves the antifriction properties of the friction surface. At a temperature of + 200 °C, a speed of 0.25 m / s and a load of 1.0 MPa, the coefficient of the modified Hardcarb-T+Se-PTFE surface is 30% lower than that of the untreated one, and at a temperature of +500 °C, the coefficient of the modified Hardcarb-T+Se-PTFE surface is 18% lower than that of the untreated one.

Введение

Эксплуатация машин и агрегатов, имеющих в своей конструкции узлы трения, неизбежно сопровождается износом. Условия эксплуатации, особенно высокие температуры, приводят к повышению коэффициента трения поверхностей и износу, в результате к потере работоспособности оборудования. Для понижения коэффициента трения в сопряжении необходимо повышать антифрикционность пар трения, необходимо применять материалы, имеющие в паре трения низкий коэффициент трения [1]. Для повышения антифрикционности поверхностей трения в условиях высоких температур используют твердые смазочные покрытия [2,3] или же в структуру материала вводят специальные антифрикционные добавки. Для повышения антифрикционности композиционных не металлических материалов в структуру вносят политетрафторэтилен. В условиях экспериментальной отработки узлов трения в условиях высоких температур

необходимо проводить моделирование работы узлов трения, которое создает условия близкие к реальным. Создание близкой эксплуатационной среды работы узла трения требует создание специального оборудования и методики проведения эксперимента. Сложность осуществления реальных условий испытаний связана с отсутствием унифицированных методов испытаний и методик. Большое внимание привлекают углеродосодержащие композиционные материалы (УУКМ) в узлах трения для работы при высоких температурах [4]. Материал УУКМ имеет низкую плотность, хорошие характеристики прочности и стойкости к адгезионному схватыванию. Материалы в узлах трения должны обладать хорошей стойкостью к адгезионному схватыванию, низкому коэффициенту трения и малому износу поверхностей. Триботехнические свойства УУКМ при высоких температурах изучены мало.

Цель работы – насыщение поверхности трения углеродосодержащего материала селеном и тетрафторэтиленом для повышения антифрикционности при высоких температурах при трении по стали 40Х13.

Материалы и оборудование. Для исследования был выбран материал марки "Хардкарб-Т" [5] и материал контртела – сталь 40Х13.

Трибологические испытания проводились на высокотемпературном стенде ВТМТ-1000, обеспечивающим режим трения образцов по пальчиковой схеме в интервале температур от + 20 до +700 °С в условиях диапазона нормальных нагрузок от 0,3 до 1,0 МПа [6]. Результаты испытаний по данной схеме образцов можно распространять на другие схемы подшипников скольжения. Температура образцов при испытаниях контролировалась термопарой хромель-алюмель с регистрацией на приборе ZET 7120. Испытание образцов проводились в условиях вращательного движения с постоянной угловой скоростью, линейная скорость составляла 0,25 м/с, осевая нагрузка находилась в диапазоне 0,3...1,0 МПа, температура – +20...+700 °С. Температура на поверхности трения и момент трения в процессе испытаний измерялись непрерывно. Испытания проведены в нормальных атмосферных условиях.

Результаты эксперимента

Для повышения антифрикционных свойств углеродосодержащего материала производилась модификация поверхности трения "Хардкарб-Т". Материал "Хардкарб-Т" имеет пористую структуру, поэтому для изменения структуры поверхности трения производили насыщение поверхности трения антифрикционными материалами в защитной камере. Обработка проводилась в среде селена и политетрафторэтилена (Se-ПТФЭ) при температуре 820 °С. Испытания проводились на 2 видах образцов: "Хардкарб-Т" и "Хардкарб-Т"+ Se-ПТФЭ. В результате испытаний была установлена зависимость коэффициента трения при нагрузке 1,0 МПа и скорости 0,25 м/с образцов из материала "Хардкарб-Т" и "Хардкарб-Т"+ Se-ПТФЭ (рис. 1).

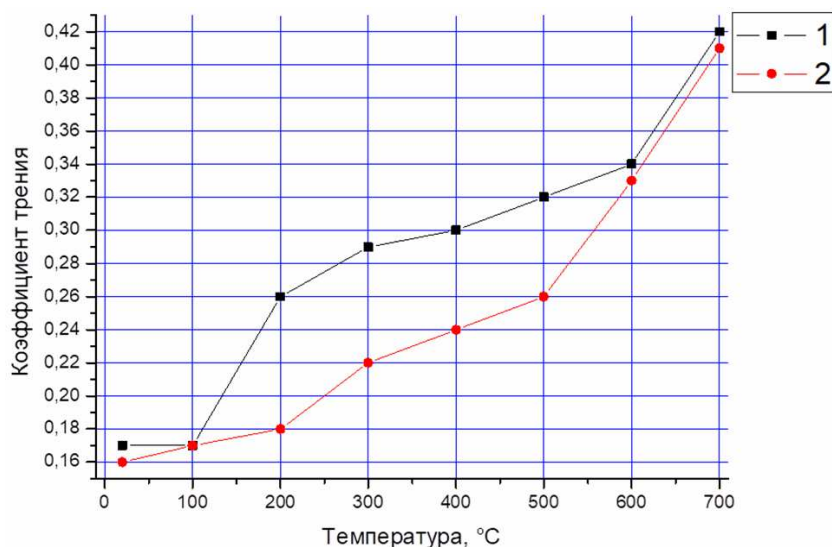


Рис. 1. Зависимость коэффициента трения от температуры при нагрузке 1,0 МПа и скорости 0,25 м/с материалов: 1-"Хардкарб-Т"; 2-"Хардкарб-Т"+Se-ПТФЭ

При увеличении температуры от +100 °C до +700 °C коэффициент трения для обоих материалов растет. При температуре выше 200 °C происходит окисление углерода на поверхности трения материала "Хардкарб-Т" и коэффициент трения резко растет. При температуре +200 °C коэффициент модифицированной поверхности "Хардкарб-Т"+Se-ПТФЭ ниже на 30 %, чем у не обработанной, а при температуре +500 °C коэффициент модифицированной поверхности "Хардкарб-Т"+Se-ПТФЭ ниже на 18 %, чем у не обработанной. Модифицированная поверхность трения улучшает защиту от воздействия кислорода атмосферы.

Выводы

Модифицированная поверхность материала "Хардкарб-Т" в парах селена и политетрафторэтилена в паре со сталью 40Х13 улучшает антифрикционные свойства поверхности трения. При температуре +200 °C, скорости 0,25 м/с и нагрузке 1,0 МПа коэффициент модифицированной поверхности "Хардкарб-Т"+Se-ПТФЭ ниже на 30 %, чем у не обработанной, а при температуре +500 °C коэффициент модифицированной поверхности "Хардкарб-Т"+Se-ПТФЭ ниже на 18 %, чем у не обработанной.

Список литературы

1. Злотников И.И., Шаповалов В.М. повышение антифрикционных свойств керамических покрытий, полученных методом МДО на алюминиевых сплавах // Трение и износ. 2019. Т. 40, №5. С. 469-472.
2. Лобова Т.А., Марченко Е.А. Влияние состояния основы на структуру и трибологические характеристики покрытий диселенида молибдена (MoSe₂) // Материаловедение. 2019. №11. С. 9-13.

3. Al-Saadi D.A.Y., Pershin V.F., Salimov B.N., Montaev S.A. Modification of graphite greases graphene nanostructures // Journal of Friction and Wear. 2017. Vol. 38. № 5. P. 355-358.
4. Новые материалы. Колл. авторов / Под науч. Ред. Ю.С. Карабасова. – М.: МИСИС, 2002. – 736 с.
5. Roshchin M.N., Krivosheev A.Yu., Mishanova V.G. Carbon-based materials in friction units at high temperatures // Journal of Physics: Conference Series 1679 (2020) 042099.
6. Roshchin M.N., Markachev N.A., Bogachev V.A. Tribology of carbon-containing materials in the carbon dioxide environment at high temperatures // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 862 (2020) 062063.

References

1. Zlotnikov I.I., Shapovalov V.M. improving antifriction properties of ceramic coatings obtained by the method of MDO on aluminum alloys // Friction and wear. 2019. Vol. 40, No. 5. P. 469-472.
2. Lobova T.A., Marchenko E.A. Influence the state of the basics on the structure and tribological characteristics of coatings diselenide molybdenum (MoSe_2) // Materials Science. 2019. No. 11. P. 9-13.
3. Al-Saadi D.A.Y., Pershin V.F., Salimov B.N., Montaev S.A. Modification of graphite greases graphene nanostructures // Journal of Friction and Wear. 2017. Vol. 38. № 5. P. 355-358.
4. New materials. Team of authors / Under the scientific editorship of Yu.S. Karabasov. – М.: MISIS, 2002. – 736 p.
7. Roshchin M.N., Krivosheev A.Yu., Mishanova V.G. Carbon-based materials in friction units at high temperatures // Journal of Physics: Conference Series 1679 (2020) 042099.
5. Roshchin M.N., Markachev N.A., Bogachev V.A. Tribology of carbon-containing materials in the carbon dioxide environment at high temperatures // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 862 (2020) 062063.

Рощин Михаил Николаевич – кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник, Roschin50@yandex.ru	Roshchin Mikhail Nikolaevich – candidate of technical Sciences, leading researcher, Roschin50@yandex.ru
Лукьянов Алексей Игоревич – инженер	Lukyanov Aleksey Igorevich – engineer
Институт машиноведения им. А.А. Благонравова Российской академии наук, г. Москва, Россия,	Blagonravov Institute of Mechanical Engineering, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

Received 30.04.2021