

ИЗМЕНЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ТРЕНИЯ В ПОДШИПНИКАХ СКОЛЬЖЕНИЯ С УГЛЕРОДОСОДЕРЖАЩИМИ МАТЕРИАЛАМИ ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУР

Роцин М.Н.

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

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

Аннотация. Приведены результаты трибологических испытаний углеродосодержащих материалов "Арголон-2D", "Хардкарб-ТП", "Хардкарб-ТПГ", "Углекон-Т" со сталью 40X13 при температуре 20...700°C, нагрузке 1,0 МПа и скорости 0,25 м/с. Лучшими антифрикционными свойствами в диапазоне температуры 400...500°C обладает материал "Хардкарб-ТПГ", чем "Арголон-2D", "Хардкарб-ТП" и "Углекон-Т". В этом диапазоне температуры коэффициент трения материала "Хардкарб-ТПГ" изменяется в пределах 0,20-0,24. При температуре 400°C коэффициент трения материала "Углекон-Т" в 1,27 раза больше, чем материала "Хардкарб-ТПГ", а при температуре 500°C коэффициент трения материала "Углекон-Т" в 1,57 раза больше, чем материала "Хардкарб-ТПГ".

CHANGE IN THE COEFFICIENT OF FRICTION IN SLIDING BEARINGS WITH CARBON-CONTAINING MATERIALS FROM EXPOSURE TO HIGH TEMPERATURES

Roshchin M.N.

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

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

Abstract. The results of tribological tests of carbon-containing materials "Argolon-2D", "Hardcarb-TP", "Hardcarb-TPG", "Uglekon-T" with steel 40X13 at temperatures of 20...700° C, load 1,0 MPa and speed 0,25 m/s are presented. The material "Hardcarb-TPG" has better antifricition properties in the temperature range of 400... 500°C than "Argolon-2D", "Hardcarb-TP" and "Uglekon-T". In this temperature range, the coefficient of friction of the "Hardcarb-TPG" material varies between 0,20-0,24. At a temperature of 400°C, the coefficient of friction of the "Uglekon-T" material is 1,27 times greater than that of the "Hardcarb-TPG" material, and at a temperature of 500°C, the coefficient of friction of the "Uglekon-T" material is 1,57 times greater than that of the "Hardcarb-TPG" material.

Введение

Работоспособность подшипников скольжения при высоких температурах зависит от температурного режима работы пары трения. Смазочная среда, если она присутствует в виде жидкой, твердой или газообразной среды, разделяет трущиеся поверхности и снижает коэффициент трения. При высоких температурах применение жидких смазок не представляется возможным. Для снижения коэффициента трения в паре возможно путем применения твердых смазочных покрытий или применение антифрикционных материалов [1].

Подшипники скольжения, которые работают при низких нагрузках и скоростях, для снижения коэффициента трения при их изготовлении

применяются антифрикционные полимерные и пластмассовые материалы. Эти материалы обладают небольшим коэффициентом трения, высокой износостойкостью, химической стойкостью, могут работать без смазки [2].

Обеспечить работоспособность подшипников скольжения при высоких температурах и больших скоростях скольжения, где обычные смазочные материалы не обеспечивают достаточную прочность смазочной пленки, что ведет к интенсивному износу пар трения и перегреву узла, необходимы температуростойкие антифрикционные материалы. Для этих узлов следует использовать материалы, обладающие высокой прочностью, стойкостью к износу, свойством самосмазывания и устойчивостью к высоким температурам, где требуется минимальное температурное расширение. Этим требованиям полностью соответствуют высокоэффективные антифрикционные углеродосодержащие материалы (УУКМ) [3]. Материал УУКМ обладает низкой плотностью, имеют хорошие характеристики прочности и стойкости к адгезионному схватыванию. Трибологические параметры материалов УУКМ для работы в узлах трения при высоких температурах изучены недостаточно, поэтому применение их сдерживается.

Цель работы – исследование изменения коэффициента трения в подшипниках скольжения с углеродосодержащими материалами от воздействия высоких температурах.

Материалы и методы исследований

Исследование трибологических параметров углеродосодержащих материалов при высоких температурах проводились на образцах из материалов марки: "Арголон-2D", "Углекон-Т", "Хардкарб-ТП", "Хардкарб-ТПГ". Для испытания пара трения состояла из образцов углеродосодержащего композиционного материала и образца из жаропрочной коррозионностойкой стали 40X13. Испытания по определению трибологических параметров проводились на модернизированном высокотемпературном стенде ВТМТ-1000 [4]. Схема испытаний была выбрана «диск-палец». Испытания проводились при температур 20...700°C, нагрузке 1,0 МПа и скорости скольжения 0,25 м/с. Параметры испытания должны отражать условия работы натурального узла трения. Схема испытаний «диск-палец» позволяет распространять результаты стендовых испытаний на другие схемы подшипников скольжения. В процессе испытаний температура задавалась дискретно, измерение момента трения и температуры проводилось в режиме онлайн.

Результаты испытаний и обсуждение. Проведены трибологические испытания углеродосодержащих материалов: "Арголон-2D", "Хардкарб-ТП", "Хардкарб-ТПГ", "Углекон-Т" в паре с жаропрочной сталью 40X13 при нагрузке 1,0 МПа и скорости скольжения 0,25 м/с. Определено влияние на коэффициент трения изменение температуры. Результаты испытаний представлены на рисунке 1. При температуре испытаний 20...300°C коэффициент трения материала "Углекон-Т" имеет низкие значения и находится в диапазоне 0,08-0,11. При температуре 300°C коэффициент трения материала "Углекон-Т" в 1,5 раза меньше, чем материала "Хардкарб-ТПГ". С увеличением температуры испытаний более 300°C коэффициент трения испытываемых материалов резко растет. Это

объясняется окислением углерода и составом связующего в структуре материала. В диапазоне температуры 400...500°C коэффициент трения материала "Хардкарб-ТПГ" изменяется в пределах 0,20-0,24. При температуре 400°C коэффициент трения материала "Углекон-Т" в 1,27 раза больше, чем материала "Хардкарб-ТПГ", а при температуре 500°C коэффициент трения материала "Углекон-Т" в 1,57 раза больше, чем материала "Хардкарб-ТПГ".

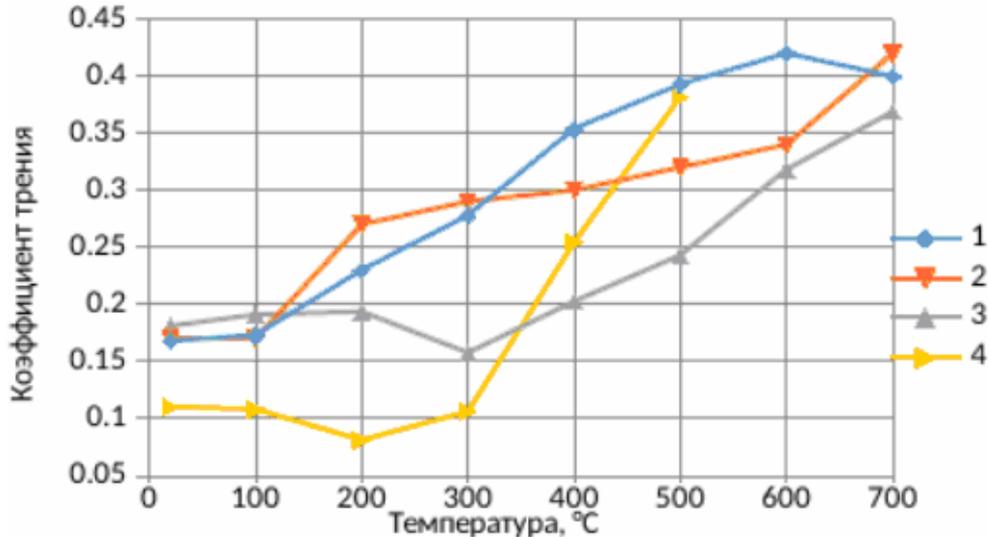


Рис. 1. Зависимость коэффициента трения от температуры при нагрузке 1,0 МПа и скорости 0,25 м/с материалов: 1—"Арголон-2D", 2—"Хардкарб-ТПГ", 3—"Хардкарб-ТПГ", 4—"Углекон-Т"

Выводы

Проведенные исследования показали, что лучшими антифрикционными свойствами в диапазоне температуры 400...500°C обладает материал "Хардкарб-ТПГ" чем материал "Углекон-Т". В этом диапазоне температуры коэффициент трения материала "Хардкарб-ТПГ" изменяется в пределах 0,20-0,24. При температуре 400°C коэффициент трения материала "Углекон-Т" в 1,27 раза больше, чем материала "Хардкарб-ТПГ", а при температуре 500°C коэффициент трения материала "Углекон-Т" в 1,57 раза больше, чем материала "Хардкарб-ТПГ". Полученные результаты предназначены для использования при проектировании подшипников скольжения с углеродосодержащими материалами.

Список литературы

1. Lobova T.A., Marchenko E.A. Effect of substrate condition on the structural and tribotechnical characteristics of molybdenum diselenide (MoSe₂) coatings // *Inorganic Materials: Applied Research*. 2020, vol. 11(4), pp. 844-848.
2. Petrova P., Gogoleva O.V., Fedorov A. Development of self-lubricating polymeric composites based on PTFE // *Tribology in Industry*. 2021, vol. 43(4), pp. 543-551.
3. Новые материалы / Колл. авторов; Под науч. ред. Ю.С. Карабасова. – М.: МИСИС, 2002. – 736 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.

Сведения об авторе:

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