

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА КОЭФФИЦИЕНТ ТРЕНИЯ В ПОДШИПНИКАХ СКОЛЬЖЕНИЯ С УГЛЕРОДОСОДЕРЖАЩИМИ МАТЕРИАЛАМИ ПРИ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ

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-ТПГ", "Углекон-Т" со сталью 40X13 при температур 20...800°C, нагрузке 1,0 МПа и скорости 0,05 м/с. Лучшими антифрикционными свойствами в диапазоне температуры 400...500°C обладает материал "Хардкарб-ТПГ", чем "Арголон-2D" и "Углекон-Т". В этом диапазоне температуры коэффициент трения материала "Хардкарб-ТПГ" изменяется в пределах 0,18-0,21. При температуре 400°C коэффициент трения материала "Арголон-2D" в 1,4 раза больше, а материала "Углекон-Т" в 1,3 раза больше, чем материала "Хардкарб-ТПГ", а при температуре 500°C коэффициент трения материала "Арголон-2D" в 1,36 раза больше, а материала "Углекон-Т" в 1,7 раза больше, чем материала "Хардкарб-ТПГ" соответственно.

INFLUENCE OF TEMPERATURE ON THE COEFFICIENT OF FRICTION IN SLIDING BEARINGS WITH CARBON-CONTAINING MATERIALS AT HIGH TEMPERATURES

Roshchin M.N.

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

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-TPG", "Uglekon-T" with steel 40X13 at temperatures of 20...800°C, load 1.0 MPa and speed 0.05 m/s are presented. The material "Hardcarb-TPG" has better antifricition properties in the temperature range of 400... 500°C than "Argolon-2D" and "Uglekon-T". In this temperature range, the coefficient of friction of the "Hardcarb-TPG" material varies between 0.18-0.21. At a temperature of 400°C, the coefficient of friction of the "Argolon-2D" material is 1.4 times greater, and the "Uglekon-T" material is 1.3 times greater than the "Hardcarb-TPG" material, and at a temperature of 500°C, the coefficient of friction of the "Argolon-2D" material is 1.36 times greater, and the "Uglekon-T" material is 1.7 times more than the "Hardcarb-TPG" material, respectively.

Введение

Повысить работоспособность подшипников скольжения можно при создании условий для минимального износа при низком коэффициенте трения скольжения. Такие условия работы могут возникнуть при использовании антифрикционных материалов или же применение металлоплакирующих смазочных материалов, т.е. таких, которые обеспечивают получение антифрикционной пленки на поверхностях трения [1]. Для снижения коэффициента трения при изготовлении различных деталей, работающих в

механизмах трения с небольшими нагрузками и скоростями, применяются антифрикционные полимерные и пластмассовые материалы. Эти материалы обладают небольшим коэффициентом трения, высокой износостойкостью, химической стойкостью, могут работать без смазки [2]. Важное значение имеет использование полимеров в подшипниках, работающих при высоких температурах и больших окружных скоростях, где обычные смазочные материалы не обеспечивают достаточную прочность смазочной пленки, что ведет к интенсивному износу пар трения и перегреву узла. 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]. Для работы при высоких температурах необходимы антифрикционные углепластики, которые могут повысить рабочую температуру в узле трения и увеличить ресурс работы изделия. 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 – изучение влияния температуры на коэффициент трения в подшипниках скольжения с углеродосодержащими материалами при высоких температурах.

Материалы и методы исследований

Изучение трибологических параметров углеродосодержащих материалов при высоких температурах проводилось на образцах из материалов марки: "Арголон-2D", "Углекон-Т", "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...800°C, нагрузке 1,0 МПа и скорости скольжения 0,05 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 с шагом 100°C, измерение момента трения и температуры проводилось в режиме онлайн.

Результаты испытаний и обсуждение. По результатам испытаний материалов "Арголон-2D", "Углекон-Т" и "Хардкарб-ТПГ" в паре со сталью 40X13 при нагрузке 1,0 МПа и скорости скольжения 0,05 м/с определена зависимость коэффициента трения от температуры (рис. 1). При температуре испытаний 20...300°C коэффициент трения испытываемых материалов находится в диапазоне 0,05-0,18. При температуре 300°C коэффициент трения материала "Углекон-Т" в 1,4 раза меньше, чем материала "Арголон-2D" и в 2 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 0,18-0,21. При температуре 400°C коэффициент трения материала "Арголон-2D" в 1,4 раза больше, а материала "Углекон-Т" 1,3 раза больше, чем материала "Хардкарб-ТПГ", а при температуре 500°C коэффициент трения материала "Арголон-2D" в 1,36 раза больше, а материала "Углекон-Т" в 1,7 раза больше, чем материала "Хардкарб-ТПГ" соответственно.

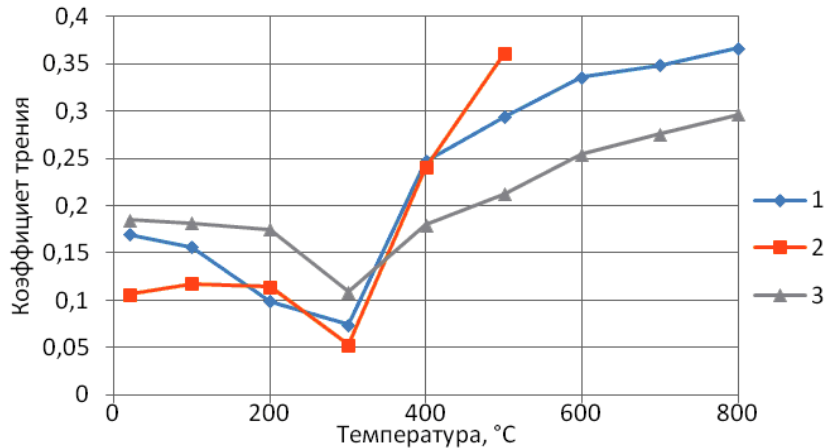


Рис. 1. Зависимость коэффициента трения от температуры при нагрузке 1,0 МПа и скорости 0,05 м/с материалов: 1-"Арголон-2D", 2-"Углекон-Т", 3-"Хардкарб-ТПГ"

Выводы

Проведенные исследования показали, что лучшими антифрикционными свойствами в диапазоне температуры 400...500°C обладает материал "Хардкарб-ТПГ", чем "Арголон-2D" и "Углекон-Т". В этом диапазоне температуры коэффициент трения материала "Хардкарб-ТПГ" изменяется в пределах 0,18-0,21. При температуре 400°C коэффициент трения материала "Арголон-2D" в 1,4 раза больше, а материала "Углекон-Т" в 1,3 раза больше, чем материала "Хардкарб-ТПГ", а при температуре 500°C коэффициент трения материала "Арголон-2D" в 1,36 раза больше, а материала "Углекон-Т" в 1,7 раза больше, чем материала "Хардкарб-ТПГ" соответственно. Полученные результаты предназначены для использования при проектировании подшипников скольжения с углеродосодержащими материалами.

Список литературы

1. Основы трибологии (трение, износ, смазка): учеб. для вузов / А.В. Чичинадзе, Э.Д. Браун, Н.А. Буше и др. – М.: Машиностроение, 2001. – 664 с.
2. Petrova P., Gogoleva O.V., Fedorov A. Development of Self-lubricating Polymeric Composites Based on PTFE // Tribology in Industry. 2021, no. 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:

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