

ВЛИЯНИЕ СКОРОСТИ НА КОЭФФИЦИЕНТ ТРЕНИЯ В ПАРАХ С УГЛЕРОДОСОДЕРЖАЩИМИ МАТЕРИАЛАМИ ПРИ ВЫСОКОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ

Рошин М.Н.¹, Маркачев Н.А.²

¹*Институт машиноведения им. А.А. Благонравова Российской академии наук, Москва;*

²*Акционерное общество «Научно-производственное объединение им. С.А. Лавочкина», Химки, Московская область*

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 500°C, скорости 0,05-0,37 м/с и нагрузке 1,0 МПа. Лучшими антифрикционными свойствами обладает материал "Хардкарб-ТПГ", чем "Арголон-2D" и "Углекон-Т". В диапазоне скоростей 0,05-0,25 м/с коэффициент трения материала "Хардкарб-ТПГ" изменяется в пределах 0,21-0,23. При скорости 0,05 м/с коэффициент трения материала "Арголон-2D" в 1,38 раза больше, а материала "Углекон-Т" в 1,7 раза больше, чем материала "Хардкарб-ТПГ", а при скорости 0,25 м/с коэффициент трения материала "Арголон-2D" в 1,7 раза больше, а материала "Углекон-Т" в 1,65 раза больше, чем материала "Хардкарб-ТПГ" соответственно.

THE EFFECT OF VELOCITY ON THE COEFFICIENT OF FRICTION IN PAIRS WITH CARBON-CONTAINING MATERIALS AT HIGH TEMPERATURE

Roshchin M.N.¹, Markachev N.A.²

¹*Mechanical Engineering Research Institute of the Russian Academy of Sciences, Moscow;*

²*Joint Stock Company "Scientific and Production Association n.a. S.A. Lavochkin", Khimki, Moscow region*

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 500°C, a speed of 0.05-0.37 m/s and a load of 1.0 MPa are presented. The material "Hardcarb-TPG" has better antifricion properties than "Argolon-2D" and "Uglekon-T". In the speed range of 0.05-0.25 m/s, the coefficient of friction of the "Hardcarb-TPG" material varies between 0.21-0.23. At a speed of 0.05 m/s, the coefficient of friction of the "Argolon-2D" material is 1.38 times greater, and the "Uglekon-T" material is 1.7 times greater than the "Hardcarb-TPG" material, and at a speed of 0.25 m/s, the coefficient of friction of the "Argolon-2D" material is 1.7 times greater, and the material "Uglekon-T" is 1.65 times more than the material "Hardcarb-TPG", respectively.

Введение. Надежное функционирование техники в экстремальных условия должно обеспечиваться работоспособностью отдельных агрегатов и аппаратных узлов. На работу подвижных механизмов налагаются дополнительные требования, чтобы при повышенных температурах эксплуатации механические органы обеспечивали выполнение поставленных задач. При высоких

температурах в узлах трения увеличивается коэффициент трения, который ведет к повышению износа, задиру и заклиниванию механизма. Необходимо обеспечить подвижность механизмов роботизированных систем при высоких температурах с целью выполнения поставленных задач. Использование роботизированных систем в опасных зонах обеспечивает безопасную работу персонала. Это осуществляется за счет повышения уровня технического оснащения сил МЧС и специальных подразделений [1]. Для повышения антифрикционности узла трения при высоких температурах используют высокотемпературные смазки или твердые смазочные материалы и покрытия [2]. Материалы, применяемые в узлах при высоких температурах, должны обеспечивать его работоспособность и надежность. В конструкции узлов трения в условиях высоких температур используют материалы на основе углеродосодержащих композиций (УУКМ) [3]. Материал УУКМ обладает низкой плотностью, имеют хорошие характеристики прочности и стойкости к адгезионному схватыванию, высокие антифрикционные свойства, которые определяют интерес к их применению в роботизированных системах, работающих при высоких температурах. Трибологические параметры материалов УУКМ для работы в узлах трения при высоких температурах изучены недостаточно, поэтому применение их сдерживается.

Цель работы – изучить влияние скорости на коэффициент трения в парах с углеродосодержащими материалами при высокой температуре.

Материалы и методы исследований. Трибологические исследования параметров углеродосодержащих материалов для подшипников скольжения, работающих при высоких температурах, проводились на образцах из объемно-армированных углеродосодержащих композиционных материалов марки: “Углекон-Т”, “Арголон-2D” и “Хардкарб-ТПГ”. При испытаниях пара трения состояла из образца углеродосодержащего композиционного материала и образца из жаропрочной стали 40X13. Испытания проводились на высокотемпературной испытательной машине ВТМТ-1000 [4]. Схема испытаний была выбрана «диск-палец». Испытания проводились при температур 500°C, нагрузке 1,0 МПа и скорости скольжения 0,05...0,37 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 скорость задавалась дискретно, измерение момента трения и температуры проводилось в режиме онлайн.

Результаты испытаний и обсуждение. Трибологические испытания материалов “Арголон-2D”, “Хардкарб-ТПГ” и “Углекон-Т” проводились в паре с жаропрочной сталью 40X13 при температуре 500°C, нагрузке 1,0 МПа и скорости скольжения 0,05...0,37 м/с. Установлена зависимость коэффициента трения от скорости, рис.1. При увеличении скорости коэффициент трения для испытуемых материалов увеличивается. Лучшими антифрикционными свойствами обладает материал “Хардкарб-ТПГ”, чем «Арголон-2D» и “Углекон-Т”. В диапазоне скоростей 0,05-0,25 м/с коэффициент трения материала “Хардкарб-ТПГ” изменяется в пределах 0,21-0,23. При скорости 0,05 м/с коэффициент трения материала “Арголон-2D” в 1,38 раза больше, а материала “Углекон-Т” в 1,7 раза

больше, чем материала "Хардкарб-ТПГ", а при скорости 0,25 м/с коэффициент трения материала "Арголон-2D" в 1,7 раза больше, а материала "Углекон-Т" в 1,65 раза больше, чем материала "Хардкарб-ТПГ" соответственно.

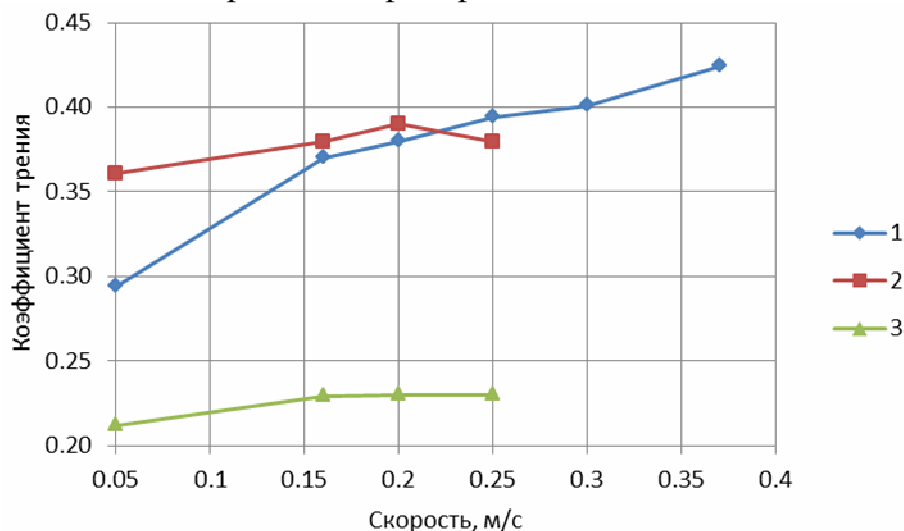


Рис. 1. Зависимость коэффициента трения от скорости при нагрузке 1,0 МПа и температуре 500°С материалов: 1 – "Арголон-2D", 2 – "Хардкарб-ТПГ", 3 – "Углекон-Т"

Выводы. Трибологические испытания показали, что лучшими антифрикционными свойствами обладает материал "Хардкарб-ТПГ", чем "Арголон-2D" и "Углекон-Т". В диапазоне скоростей 0,05-0,25 м/с коэффициент трения материала "Хардкарб-ТПГ" изменяется в пределах 0,21-0,23. При скорости 0,05 м/с коэффициент трения материала "Арголон-2D" в 1,38 раза больше, а материала "Углекон-Т" в 1,7 раза больше, чем материала "Хардкарб-ТПГ", а при скорости 0,25 м/с коэффициент трения материала "Арголон-2D" в 1,7 раза больше, а материала "Углекон-Т" в 1,65 раза больше, чем материала "Хардкарб-ТПГ" соответственно. Результаты, проведенных исследований, предназначены для использования при проектировании подшипников скольжения с углеродосодержащими втулками при высоких температурах.

Список литературы

1. Мазаев К.А., Ермакова Н.А., Косов А.В., Шестаев А.А., Надточий О.В. Формирование программы развития вооружения, военной и специальной техники в системе МЧС России // Актуальные вопросы пожарной безопасности. – 2021. – № 2 (8). – С.21-25.
2. Хопин П.Н., Пак Хоссейн. Анализ твердосмазочных покрытий для автономно работающих механизмов и агрегатов // Евразийский Союз Ученых. –2016.– №6-2 (27). – С.40-44.
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 авторах:

Роцин Михаил Николаевич – к.т.н., ведущий научный сотрудник;
Маркачев Николай Александрович – к.т.н., ведущий конструктор.