

ТРИБОЛОГИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ УГЛЕРОДОСОДЕРЖАЩЕГО МАТЕРИАЛА ПРИ ВЫСОКОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ

Рощин 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, скорость, испытания, температура, контактное давление.

Аннотация. Трибологические испытания показали, что в диапазоне температур 20...300°C изменение коэффициента трения при нагрузке 1,0 МПа и скорости 0,05-0,25 м/с находится в диапазоне 0,05-0,13, это приемлемые значения для проектирования приводов космических аппаратов. В рабочем диапазоне температур 400...500°C изменение коэффициента трения при нагрузке 1,0 МПа и скорости 0,05-0,25 м/с находится в диапазоне 0,24-0,41.

TRIBOLOGICAL TESTING OF CARBON-CONTAINING MATERIAL 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 S.A. Lavochkina", Khimki, Moscow region*

Keywords: friction, coefficient of friction, load, speed, testing, temperature, contact pressure.

Abstract. Tribological tests have shown that in the temperature range of 20 ... 300°C, the change in the coefficient of friction at a load of 1,0 MPa and a speed of 0,05-0,25 m/s is in the range of 0,05-0,13, these are acceptable values for the design of spacecraft drives. In the operating temperature range of 400 ... 500°C, the change in the coefficient of friction at a load of 1,0 MPa and a speed of 0,05-0,25 m/s is in the range of 0,24-0,41.

Введение. При создании современной техники, способной работать при высоких температурах, необходимо обеспечить при этом работоспособность узлов трения при высоких температурах. При повышенных температурах в узлах трения изменяется смазочная способность применяемой смазки. Для обеспечения уменьшения тепловыделения в узле трения можно путем конструктивных решений, подбором материалов пар трения, применением новых смазочных материалов и покрытий. Применяемые способы должны способствовать уменьшению коэффициента трения, повышению антифрикционности пары трения [1]. Для повышения антифрикционности поверхностей трения в условиях высоких температур применяют твердые смазочные покрытия [2]. В узлах трения при высоких температурах применяют углеродосодержащие композиционные материалы (УУКМ) [3]. Отсутствие триботехнических характеристик материалов УУКМ при высоких температурах сдерживает применение УУКМ в узлах трения.

Цель работы – трибологические испытания углеродосодержащего материала при высокой температуре.

Материалы и оборудование. Трибологические испытания углеродосодержащего материала марки “Углекон-Т” при высокой температуре проводились в паре со сталью 40X13. Трибологические испытания проводились на высокотемпературном стенде ВТМТ-1000, который обеспечивает режим трения образцов по пальчиковой схеме в интервале температур от +20 до +800°С при контактном давлении 0,3...1,0 МПа [4]. 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 0,05-0,25 м/с, осевая нагрузка составляла 1,0 МПа, температура – +20...+500°С. 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. Пара трения при испытаниях: углеродосодержащего материала “Углекон-Т” – сталь 40X13. В результате испытаний была установлена зависимость коэффициента трения при нагрузке 1,0 МПа и скорости 0,05-0,25 м/с от температуры (рис. 1).

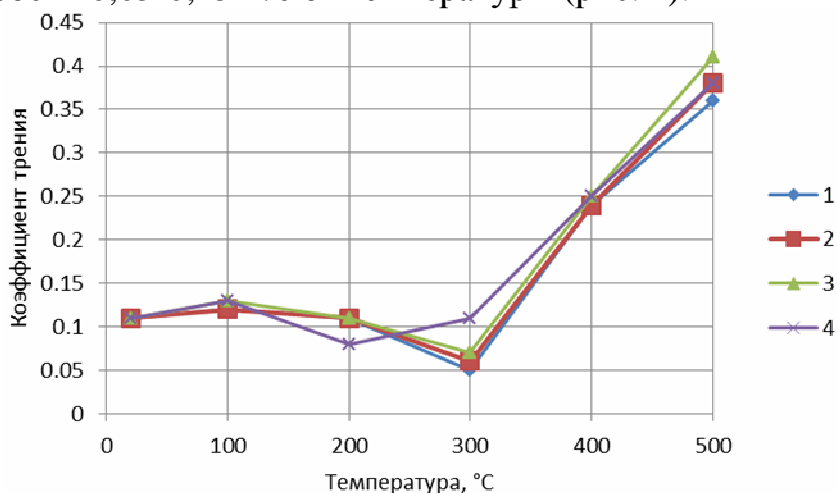


Рис. 1. Зависимость коэффициента трения от температуры материала “Углекон-Т” при нагрузке 1,0 МПа и скорости, м/с: 1-0,05; 2-0,16; 3-0,2; 4-0,25

В диапазоне температур 20...300°С изменение коэффициента трения при испытываемых скоростях находится в диапазоне 0,05-0,13, это приемлемые значения для проектирования приводов космических аппаратов. С увеличением температуры более 300°С коэффициент трения резко возрастает. Рост коэффициента трения объясняется окислительными процессами углерода при высоких температурах. Для обеспечения работоспособности и эффективного использования УУКМ в окислительной среде при эксплуатации пар трения необходимо использование защитных покрытий или же модификация поверхности трения, предотвращающих взаимодействие углерода с кислородом окружающей среды. В рабочем диапазоне температур 400...500°С изменение

коэффициента трения при нагрузке 1,0 МПа и скорости 0,05-0,25 м/с находится в диапазоне 0,24-0,41.

Выводы. Трибологические испытания показали, что в диапазоне температур 20...300°C изменение коэффициента трения при нагрузке 1,0 МПа и скорости 0,05-0,25 м/с находится в диапазоне 0,05-0,13, это приемлемые значения для проектирования приводов космических аппаратов. В рабочем диапазоне температур 400...500°C изменение коэффициента трения при нагрузке 1,0 МПа и скорости 0,05-0,25 м/с находится в диапазоне 0,24-0,41. Для обеспечения работоспособности и эффективного использования УУКМ в окислительной среде при эксплуатации пар трения необходимо использование защитных покрытий или же модификация поверхности трения, предотвращающих взаимодействие углерода с кислородом окружающей среды.

Результаты, проведенных исследований, предназначены для использования при проектировании подшипников скольжения с углеродосодержащими втулками при высоких температурах.

Список литературы

1. Гаркунов Д.Н. Триботехника (конструирование, изготовление и эксплуатация машин): Учебник. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во «МСХА», 2002. – 632 с.
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. 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.