

<https://doi.org/10.26160/2474-5901-2023-36-102-105>

МАТЕРИАЛ УГЛЕКОН В УЗЛАХ ТРЕНИЯ ПРИ ВЫСОКОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ

Роцин М.Н.

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

Ключевые слова: трение, коэффициент трения, нагрузка, скорость, испытания, поверхность, материал.

Аннотация. Приведены результаты трибологических испытаний углеродосодержащего материала “Углекон-Т” со сталью 40X13 в диапазоне температур 20...500°C, при нагрузке 0,22...1,0 МПа и скорости скольжения 0,2 м/с. Хорошими трибологическими свойствами обладает материал “Углекон-Т” при температуре 20...300°C, коэффициент трения изменяется в пределах 0,06-0,17. При механическом воздействии и температуре выше 300°C для уменьшения коэффициента трения на материал “Углекон-Т” необходимо наносить защитные покрытия или модифицировать поверхность трения.

CARBON DIOXIDE MATERIAL IN FRICTION NODES AT HIGH TEMPERATURE

Roshchin M.N.

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

Keywords: friction, coefficient of friction, load, speed, testing, surface, material.

Abstract. The results of tribological tests of carbon-containing material “Carbon-T” with steel 40X13 in the temperature range of 20...500°C, with a load of 0,22...1,0 MPa and a sliding speed of 0,2 m/s are presented. The material “Carbon-T” has good tribological properties at a temperature of 20...300°C, the coefficient of friction varies between 0,06-0,17. Under mechanical stress and temperatures above 300°C, to reduce the coefficient of friction, protective coatings must be applied to the “Carbon-T” material or the friction surface must be modified.

Введение

Проектирование техники в условиях высоких температур требует особых условий для узлов трения исполнительных органов. Подшипники скольжения широко распространены в современных машинах, работающих в условиях высоких температур. Высокая температура создает дополнительное напряженное состояние узла трения. С повышением температуры линейные зазоры в паре вал-втулка изменяются, при этом необходимо учитывать совместимость материалов пар трения, изменение геометрических размеров при повышении температуры. При ограничении использования смазочных материалов при высокой температуре приходится применять твердосмазочные покрытия (ТСП) или использовать антифрикционные материалы, работающие без смазки. С увеличением нормальной нагрузки, скорости скольжения температура в узле трения растет, изменяется температурный режим работы подшипника скольжения и условия смазки

трущихся поверхностей. Вязкость смазочной пленки при повышении температуры уменьшается, что приводит к ее разрушению и трение поверхностей трения переходит в граничный режим и в сухое трение. Контактующие поверхности при граничной смазке разделены не сплошным смазочным слоем, который не в состоянии воспринимать нагрузку на опору. При отсутствии смазочного слоя в контакт входят шероховатости поверхностей трения, что в последствие приводит к повышению температуры и износу [1]. При высоких температурах в подшипниках скольжения необходимо снижать коэффициент трения. Снижению коэффициента трения могут способствовать новые антифрикционные материалы, способные работать при высоких температурах, что позволяет создавать работоспособные агрегаты с низким коэффициентом трения. При высоких температурах для повышения антифрикционности пары трения для смазки используют ТСП [2, 3]. ТСП при их применении в подшипниках скольжения, в отличие от жидких масел, не требуется специальных уплотнений и систем циркуляции смазки, что значительно упрощает конструкцию узлов трения. При высоких температурах отсутствует необходимость периодического введения смазочного материала, что особенно в процессе эксплуатации летательных аппаратов и роботизированных систем. Для повышения антифрикционности узлов трения при высоких температурах применяют углеродосодержащие композиционные (УУКМ) [4]. Трибологические параметры при использовании УУКМ в узлах трения недостаточно изучены и поэтому их применение сдерживается.

Цель работы – изучить возможность применения материала Углекон в узлах трения при высокой температуре.

Материалы и методы исследований. Трибологические исследования параметров углеродосодержащего материала марки “Углекон-Т” проводилось при высокой температуре в паре со сталью 40Х13. При испытаниях использовался высокотемпературный стенд ВТМТ-1000 [5]. При испытаниях на стенде реализована схема «диск-палец». Температурный режим при испытаниях выдерживался в диапазоне 20...500°С, нагрузка составляла – 0,22...1,0 МПа, скорость скольжения составляла 0,2 м/с. Испытания должны моделировать условия работы натурального узла трения. Используемая схема испытаний «диск-палец» позволяет распространять результаты стендовых испытаний на другие схемы сопряжений в подшипниках скольжения. Температура и момент трения при испытаниях измерялись непрерывно.

Результаты и обсуждение. Исследование трибологических параметров пары трения “Углекон-Т” – сталь 40Х13 проводилось в диапазоне температур 20...500°С при скорости скольжения 0,2 м/с и нагрузке 0,22...1,0 МПа. Было установлено изменение коэффициента трения от температуры и нагрузки (рис. 1). В диапазоне температуры 20...300°С коэффициент трения материала “Углекон-Т” изменяется в пределах 0,06-0,17 при диапазоне нагрузки 0,22...1,0 МПа. При увеличении температуры более 300°С коэффициент трения резко возрастает во всем диапазоне нагрузки и достигает значения

0,38-0,43. При температуре выше 300°C происходит окисление графита, скорость окисления усиливается механическим воздействием силы трения и как следствие рост коэффициента трения. Для уменьшения окисления материала “Углекон-Т” при температуре более 300°C необходимо наносить защитные покрытия или проводить модификацию поверхности трения.

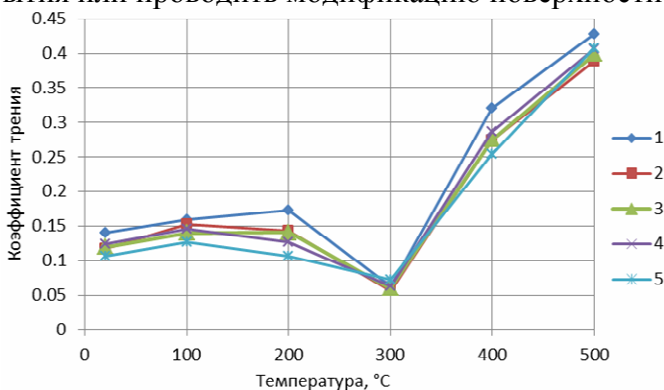


Рис. 1. Изменение коэффициента трения от температуры материала “Углекон-Т” при скорости 0,2 м/с и нагрузке, МПа: 1-0,22; 2-0,3; 3-0,5; 4-0,67; 5-1,0

Выводы. Хорошими трибологическими свойствами обладает материал “Углекон-Т” при температуре 20...300°C, коэффициент трения изменяется в пределах 0,06-0,17 при диапазоне нагрузки 0,22...1,0 МПа и скорости 0,2 м/с. При механическом воздействии и температуре выше 300 °C для уменьшения коэффициента трения на материал “Углекон-Т” необходимо наносить защитные покрытия или модифицировать поверхность трения. Полученные результаты в области высокотемпературных испытаний материалов на трение предназначены для использования при проектировании узлов трения, работающих при высокой температуре.

Список литературы

1. Костецкий Б.И. Трение, смазка и износ в машинах. – Киев: Техника, 1970. – 395 с.
2. Прудников М.И. Антифрикционные твердосмазочные покрытия modengy — от идеи до реализации на практике // Главный механик. – 2018. – №1-2. – С. 56-60.
3. Криони Н.К. Высокотемпературные твердые смазочные покрытия в опорах скольжения // Вестник УГАТУ. – 2009. – Т. 12, № 4(33). – С. 102-105.
4. Новые материалы / Колл. авторов; Под науч. ред. Ю.С. Карабасова. – М.: МИСИС, 2002. – 736 с.
5. 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.

References

1. Kostetsky B.I. Friction, lubrication and wear in machines. – Kiev: Technic, 1970. – 395 p.
2. Prudnikov M.I. Solid lubricant anti-friction coating by modengy: from idea to practice // Chief Mechanic. 2018, no. 1-2, pp. 56-60.

3. Cryoni N.K. High-temperature solid lubricating coatings in sliding supports // Bulletin of USATU. 2009, vol. 12, no. 4(33), pp. 102-105.
4. New materials / Call of authors; Under the scientific editorship of Yu.S. Karabasov. – M.: MISIS, 2002. – 736 p.
5. 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.

Рощин Михаил Николаевич – кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник	Roshchin Mikhail Nikolaevich – candidate of technical sciences, leading researcher
roschin50@yandex.ru	

Received 27.06.2023