

<https://doi.org/10.26160/2572-4347-2023-18-49-51>

## ИЗМЕНЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ТРЕНИЯ ОТ СКОРОСТИ В ПАРАХ С УГЛЕРОДОСОДЕРЖАЩИМИ МАТЕРИАЛАМИ ПРИ ВЫСОКОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ

*Рошчин М.Н.*

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

**Ключевые слова:** трение, коэффициент трения, нагрузка, скорость, испытания, температура, контактное давление.

**Аннотация.** Трибологические испытания материала «Углекон-Т» показали, что при температуре 500°C, нагрузке 0,3-1,0 МПа и скорости 0,05-0,25 м/с изменение коэффициента трения находится в диапазоне 0,36-0,39. 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.

## CHANGE IN THE COEFFICIENT OF FRICTION FROM THE VELOCITY IN PAIRS WITH CARBON-CONTAINING MATERIALS 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, temperature, contact pressure.

**Abstract.** Tribological tests of the «Carbon-T» material showed that at a temperature of 500°C, a load of 0,3-1,0 MPa and a speed of 0,05-0,25 m/s, the change in the coefficient of friction is in the range of 0,36-0,39. In order to ensure the operability and effective use of UCM in an oxidizing environment during the operation of friction pairs, it is necessary to use protective coatings or modification of the friction surface, preventing the interaction of carbon with oxygen of the environment.

**Введение.** Эксплуатация техники при повышенных температурах окружающей среды налагает особые условия при ее проектировании и создании. Нормальное функционирование механических узлов и агрегатов должно обеспечиваться системами, обеспечивающими создание условий безаварийной работы. Смазочная способность применяемой смазки при повышенных температурах в узлах трения изменяется. Чтобы обеспечить температурный режим узла трения, уменьшить его тепловыделение, необходимо в процессе проектирования и создания агрегата в узлах трения предусмотреть применение специальных смазочных и конструкционных материалов и твердосмазочных покрытий (ТСП). Применяемые решения должны способствовать уменьшению коэффициента трения, повышению антифрикционности пары трения [1]. Применение ТСП в узлах трения повышает антифрикционность поверхностей трения в условиях высоких

температур [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 – изучение изменения коэффициента трения от скорости в парах с углеродосодержащими материалами при высокой температуре.

**Материалы и оборудование.** Испытания материалов при повышенных температурах требует специально испытательного оборудования. Трибологические испытания углеродосодержащего материала марки “Углекон-Т” при высокой температуре проводились в паре со сталью 40Х13. Трибологические испытания проводились на высокотемпературном стенде ВТМТ-1000 при температуре 500°С, нагрузке 0,3-1,0 МПа и линейной скорости 0,05-0,25 м/с [4]. Испытания образцов проводилось по «пальчиковой схеме», схема испытаний «диск-палец» обеспечивает распространение данных испытаний на другие схемы подшипников скольжения. Температура образцов при испытаниях контролировалась термопарой хромель-алюмель. Процесс трения осуществлялся в паре со сталью 40Х13. В процессе испытаний измерялись непрерывно температура на поверхности трения и момент трения. Испытания проведены в нормальных атмосферных условиях.

**Результаты эксперимента.** При испытаниях использовались образцы из углеродосодержащего материала “Углекон-Т” в паре со сталью 40Х13. По результатам испытаний была установлена зависимость коэффициента трения при температуре 500 °С, нагрузке 0,3-1,0 МПа и скорости 0,05-0,25 м/с, рисунок 1. При температуре +500°С изменение коэффициента трения при нагрузке 1,0 МПа и скорости 0,05 м/с находится в диапазоне 0,36-0,39. При малых скоростях сила трения пропорциональна скорости. 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.

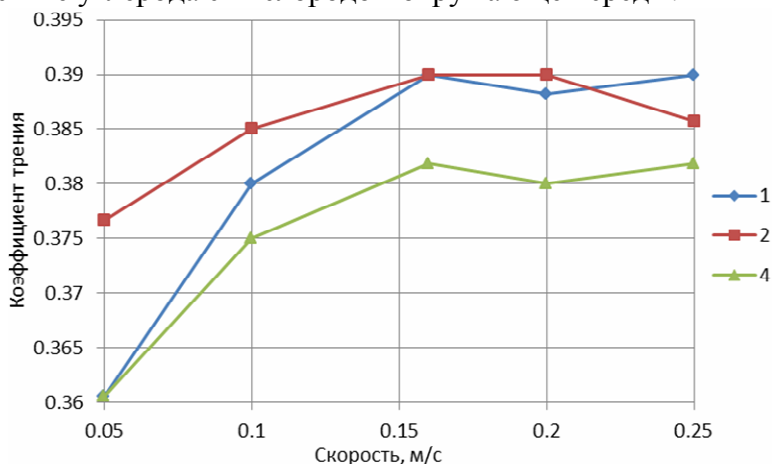


Рис.1. Зависимость коэффициента трения от скорости при температуре 500°С материала “Углекон-Т” при нагрузке, МПа: 1–0,3; 2–0,5; 3–1,0

**Выводы.** Трибологические испытания материала “Углекон-Т” показали, что при температуре 500°C, нагрузке 0,3-1,0 МПа и скорости 0,05-0,25 м/с изменение коэффициента трения находится в диапазоне 0,36-0,39. 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. Сулягин О.В., Болотов А.Н., Рачишкин А.А. Триботехнические испытания твёрдосмазочных покрытий при повышенных температурах и нагрузках // Известия МГТУ «МАМИ». – 2015. – Т. 4, № 1(23). – С.88-91.
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.

### References

1. Garkunov D.N. Tribotechnics (design, manufacture and operation of machines): Textbook. – 5th ed., reprint and additional. – M.: Publ. house "MSHA", 2002. – 632 p.
2. Sutyagin O.V., Bolotov A.N., Rachishkin A.A. Tribotechnical testing of hard-lubricating coatings at elevated temperatures and loads // News of the MSTU "MAMI". 2015, vol. 4, no. 1(23), pp. 88-91.
3. New materials / Team of authors; Under the scientific editorship of Yu.S. Karabasov. – M.: MISIS, 2002. – 736 p.
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.

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

*Received 19.03.2023*