

<https://doi.org/10.26160/2474-5901-2024-42-76-78>

## ТРИБОЛОГИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ УГЛЕРОД-УГЛЕРОДНОГО МАТЕРИАЛА УГЛЕКОН

*Рощин М.Н.*

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

**Ключевые слова:** трение, коэффициент трения, трибологические испытания, сталь 40X13, материал Углекон, модифицированная поверхность.

**Аннотация.** Приведены результаты трибологических испытаний модифицированного углерод-углеродного материала Углекон в паре со сталью 40X13, применяемого в подшипниках скольжения при высокой температуре. Модифицированная поверхность трения материала Углекон+(Se-ПТФЭ) имеет хорошие трибологические свойства в диапазоне температуры 300...500°C, коэффициент трения модифицированной поверхности находится в диапазоне 0,065...0,086.

## TRIBOLOGICAL TESTS OF CARBON-CARBON MATERIAL CARBON

*Roshchin M.N.*

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

**Keywords:** friction, coefficient of friction, tribological tests, steel 40X13, Carbon fiber material, modified surface.

**Abstract.** The results of tribological tests of the modified carbon-carbon material Carbicon paired with 40X13 steel used in sliding bearings at high temperature are presented. The modified friction surface of the Carbon+(Se-PTFE) material has good tribological properties in the temperature range of 300...500°C, the coefficient of friction of the modified surface is in the range of 0,065...0,086.

### Введение

Эксплуатация узлов трения, работающих при высоких температурах, требует соблюдение определенных условий. При высокой температуре создается дополнительное напряженное состояние в узле трения, ограничивается использование жидких смазочных материалов.

Известно, что масла и пластичные смазки улетучиваются или подвергаются химическому разложению при повышении температуры. Обычные твердые смазочные материалы, такие как графит и дисульфид молибдена, всегда окисляются при температуре выше 400°C в атмосферных условиях, так что при этой температуре их способность снижать трение снижается [1]. В настоящее время самосмазывающиеся композитные покрытия широко используются в качестве смазочных материалов для применения в широком диапазоне температур. Хотя твердые смазочные материалы обладают превосходными антифрикционными свойствами при высоких температурах, твердым смазочным материалам трудно достичь низкого трения при комнатной температуре, в отличие от смазочных материалов на масляной основе. Повысить антифрикционную способность

поверхностей трения при высоких температурах можно за счет использования твердых смазочных покрытий (ТСП) [2]. Применение ТСП в подшипниках скольжения упрощает конструкцию узлов трения, не требуется специальных уплотнений и систем циркуляции смазки. Повышению антифрикционности узлов трения при высоких температурах может способствовать применение углерод-углеродных композиционных материалов (УУКМ) [3]. Для применения УУКМ в узлах трения при высоких температурах необходим широкий спектр их свойств.

Цель работы – исследовать трибологические свойства углерод-углеродного материала Углекон.

### Материалы и методы исследований

Был исследован углерод-углеродный материал Углекон с модифицированной поверхностью трения. Была произведена операция изменения структуры поверхности трения модификатором селеном и политетрафторэтиленом (Se-ПТФЭ). В результате модификации поверхности трения материала Углекон, получили поверхность с новыми трибологическими свойствами. Исследование трибологических параметров модифицированной поверхности материала Углекон+(Se-ПТФЭ) в паре со сталью 40Х13 проводилось на высокотемпературной машине трения ВТМТ-1000 [4]. Температура при испытаниях составляла 300...500°C, нагрузка – 0,22...1,0 МПа, скорость скольжения составляла 0,16 м/с. Условия испытаний моделировали условия работы натурального узла трения. Момент трения и температура при испытаниях измерялись непрерывно.

**Результаты и обсуждение.** По результатам испытаний была установлена зависимость коэффициента трения модифицированной поверхности Углекон+(Se-ПТФЭ) от нагрузки и температуры (рис. 1).

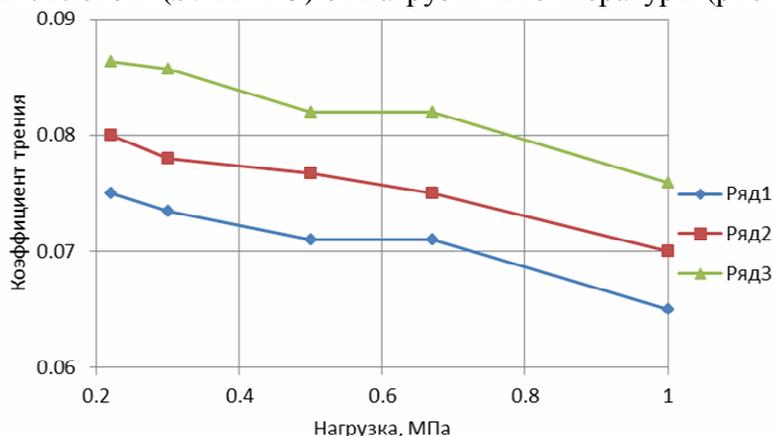


Рис.1. Зависимость коэффициента трения от нагрузки материала Углекон+(Se-ПТФЭ) при скорости 0,16 м/с, температуре, °С: 1 – 300; 2 – 400; 3 – 500

В интервале температуры 300...500°C коэффициент трения модифицированной поверхности Углекон+(Se-ПТФЭ) с ростом нагрузки уменьшается. При нагрузке 1,0 МПа коэффициент трения при температуре

400°C больше на 7,7%, а при температуре 500°C больше на 17%, чем при температуре 300°C соответственно.

**Выводы.** Поверхность трения материала Углекон, модифицированная (Se-ПТФЭ), имеет хорошие трибологические свойства в диапазоне температур 300...500°C, скорости 0,16 м/с и нагрузке 0,22...1,0 МПа, коэффициент трения модифицированной поверхности находится в диапазоне 0,065...0,086. Модифицированная поверхность трения менее восприимчива к воздействию кислорода при высокой температуре. Полученные результаты в области высокотемпературных испытаний материалов на трение предназначены для использования при проектировании узлов трения, работающих при высокой температуре.

### Список литературы

1. Гаркунов Д.Н. Триботехника (износ и безызносность): Учебник. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во МСХА, 2001. – 616 с.
2. Прудников М.И. Антифрикционные твердосмазочные покрытия modengy – от идеи до реализации на практике // Главный механик. – 2018. – №1-2. – С. 56-60.
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 (wear and tear): Textbook. — 4th ed., reprint. and additional. – М.: Publ. house of the MAA, 2001. – 616 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. New materials / Call of authors; Under the scientific editorship of Yu.S. Karabasov. – М.: 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 27.06.2024*