

УДК 62-408.7

## Триботехнические характеристики смазочного материала в условиях высоких температур

О.Ю. Елагина, А.Г. Буклаков, С.И. Думанский

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина»,  
проспект Ленинский, дом 65, корпус 1, г. Москва 119991, Россия

Поступила в редакцию 23.12.2022.

После доработки 19.02.2023.

Принята к публикации 21.02.2023.

В работе рассмотрены вопросы сохранения работоспособности шарнирных узлов трения, эксплуатируемых при температуре 500 °С. Объектом исследования являлся шарнирный узел трубной сушки, эксплуатируемый при контактных нагрузках в узле трения до 100 кН и рабочей температуре в диапазоне от 200 °С до 500 °С. Для проведения исследований была использована высокотемпературная смазка WOLFRAKOTE TOP FLUID, содержащая суспензию твёрдых смазочных материалов в базовом минеральном масле. Результаты испытаний смазочной композиции при нагреве в пресс-форме показали, что интенсификация выгорания жидкостного компонента наступает при температуре 450 °С и сопровождается переходом смазочной среды в порошкообразный вид. Оценка изменения трибологических свойств высокотемпературной смазки в разных агрегатных состояниях показала, что разогрев и переход смазочной композиции из жидкого состояния в твёрдое при низких значениях контактных нагрузок и скоростей не приводит к ухудшению её триботехнических характеристик. Однако, увеличение нагрузочно-скоростных параметров вызывает резкий рост сил трения при использовании смазочной среды в порошковом виде. На основе выполненных исследований разработаны рекомендации по повышению работоспособности шарнирных узлов, эксплуатируемых при повышенных температурах.

**Ключевые слова:** шарнирные узлы трения, смазочная среда, высокие температуры, минеральные масла, твердые смазки, триботехнические характеристики, сила трения, контактная нагрузка.

**DOI:** 10.32864/0202-4977-2023-44-1-68-75

---

**Адрес для переписки:**

С.И. Думанский  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный университет нефти и газа имени И.М. Губкина»,  
проспект Ленинский, дом 65, корпус 1, г. Москва 119991, Россия  
e-mail: sergdoom@mail.ru

**Address for correspondence:**

S.I. Dumansky  
Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education  
Russian State University of Oil and Gas (National Research  
University) named after I.M. Gubkin,  
Leninsky Prospekt, 65, building 1, Moscow 119991, Russia  
e-mail: sergdoom@mail.ru

---

**Для цитирования:**

О.Ю. Елагина, А.Г. Буклаков, С.И. Думанский  
Триботехнические характеристики смазочного материала в условиях высоких температур.  
Трение и износ.  
2023. – Т. 44, № 1. – С. 68–75.  
**DOI:** 10.32864/0202-4977-2023-44-1-68-75

**For citation:**

O.Yu. Elagina, A.G. Buklakov, and S.I. Dumansky  
[Tribotechnical Characteristics of Lubricant under High Temperatures].  
Trenie i Iznos.  
2023, vol. 44, no. 1, pp. 68–75 (in Russian).  
**DOI:** 10.32864/0202-4977-2023-44-1-68-75

# Tribotechnical Characteristics of Lubricant under High Temperatures

O.Yu. Elagina, A.G. Buklakov, and S.I. Dumansky

Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education Russian State University of Oil and Gas (National Research University) named after I.M. Gubkin, Leninsky Prospekt, 65, building 1, Moscow 119991, Russia

Received 23.12.2022.

Revised 19.02.2023.

Accepted 21.02.2023.

## Abstract

The paper considers the issues of maintaining the operability of hinged friction units operated at a temperature of 500 °C. The object of the study was the hinge assembly of a pipe dryer operated under contact loads in the friction assembly up to 100 kN and operating temperature in the range from 200 °C to 500 °C. The high-temperature lubricant WOLFRAKOTE TOP FLUID containing a suspension of solid lubricants in base mineral oil was used for the research. The results of testing the lubricating composition during heating in the mold showed that the intensification of the burnout of the liquid component occurs at a temperature of 450 °C and is accompanied by the transition of the lubricating medium into a powder form. An assessment of the change in the tribological properties of high-temperature lubricant in different states of aggregation showed that heating and transition of the lubricant composition from a liquid state to a solid state at low values of contact loads and speeds does not lead to a deterioration in its tribotechnical characteristics. However, an increase in load-speed parameters causes a sharp increase in friction forces when using a lubricating medium in powder form. Based on the studies performed, recommendations were developed to improve the performance of hinged assemblies operated at elevated temperatures.

**Keywords:** articulated friction units, lubricating medium, high temperatures, mineral oils, solid lubricants, tribotechnical characteristics, friction force, contact load.

**DOI:** 10.32864/0202-4977-2023-44-1-68-75

---

### Адрес для переписки:

С.И. Думанский  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина», проспект Ленинский, дом 65, корпус 1, г. Москва 119991, Россия  
e-mail: sergdoom@mail.ru

### Address for correspondence:

S.I. Dumansky  
Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education Russian State University of Oil and Gas (National Research University) named after I.M. Gubkin, Leninsky Prospekt, 65, building 1, Moscow 119991, Russia  
e-mail: sergdoom@mail.ru

---

### Для цитирования:

О.Ю. Елагина, А.Г. Буклаков, С.И. Думанский  
Триботехнические характеристики смазочного материала в условиях высоких температур.  
Трение и износ.  
2023. – Т. 44, № 1. – С. 68–75.  
**DOI:** 10.32864/0202-4977-2023-44-1-68-75

### For citation:

O.Yu. Elagina, A.G. Buklakov, and S.I. Dumansky  
[Tribotechnical Characteristics of Lubricant under High Temperatures].  
*Trenie i Iznos*.  
2023, vol. 44, no. 1, pp. 68–75 (in Russian).  
**DOI:** 10.32864/0202-4977-2023-44-1-68-75

## Список использованных источников

1. **Чугун.** Справочник / под ред. А.Д. Шермана и А.А. Жукова. — М.: Metallurgy. — 1991
2. **ЦКБА 073-2009 «Арматура трубопроводная. Узлы трения пята – подпятник и шток – втулка»** регламентируют для узла «пята – подпятник»
3. **Жиркин Ю.В.** Надежность, эксплуатация и ремонт металлургических машин: Часть 1. — Магнитогорск: МГТУ. — 2005
4. **Комбалов В.С.** Влияние шероховатости твердых тел на трение и износ. — М.: Наука. — 1974
5. **Методы исследования материалов** / Тушинский Л.И., Плохов А.В., Токарев А.О. и др. — М: Мир. — 2004
6. **РТМ 3-1947-91 Конструкторские норма. Металлы и сплавы. переводные таблицы твердости**
7. **ГОСТ 9490-75 Материалы смазочные жидкие и пластичные. Метод определения трибологических характеристик на четырехшариковой машине (с Изменениями N 1-4)**

## References

1. **Cast iron.** Handbook / Under unit. A.D. Sherman and A.A. Zhukov. — M.: Metallurgy. — 1991 (in Russian)
2. **TsKBA 073-2009 “Pipeline fittings. Friction units heel — thrust bearing and rod – sleeve” regulate for the node “heel — thrust bearing”** (in Russian)
3. **Zhirkin Yu.V.** Reliability, operation and repair of metallurgical machines: Part 1. — Magnitogorsk: MSTU. — 2005 (in Russian)
4. **Kombalov V.S.** Influence of Roughness of Solids on Friction and Wear. — M.: Science. — 1974 (in Russian)
5. **Methods for the study of materials** / Tushinsky L.I., Plokhov A.V., Tokarev A.O. and others. — M: Mir. — 2004 (in Russian)
6. **RTM 3-1947-91 Design standards. Metals and alloys. hardness conversion tables** (in Russian)
7. **GOST 9490-75 Liquid and plastic lubricating materials. Method for determining tribological characteristics on a four-ball machine (with Changes N 1-4)** (in Russian)

Для приобретения полного текста статьи, обращайтесь в редакцию журнала.  
Адрес редакции: 246050, ул. Кирова 32а, г. Гомель, Беларусь. Телефон/факс: +375 (232) 34 06 36 / 34 17 11  
*Full text of articles can be purchased from the editorial office.*  
Address: 32a Kirov Street, Gomel, Belarus, 246050. Phone: +375 (232) 34 06 36. Fax: +375 (232) 34 17 11  
E-mail: [FWJ@tut.by](mailto:FWJ@tut.by)