

<https://doi.org/10.26160/2474-5901-2024-43-90-93>

## РАЗРАБОТКА ОБОРУДОВАНИЯ И МЕТОДИКИ УСКОРЕННЫХ ТРИБОТЕХНИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ И ПОКРЫТИЙ

*Прокопенко А.К., Корнеев А.А., Береснева В.Л.*

*Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина, Москва, Россия*

**Ключевые слова:** триботехнические испытания, трение, износ, конструкционные материалы, покрытия, пара трения, трибометр.

**Аннотация.** В работе рассмотрены вопросы создания оборудования для проведения ускоренных триботехнических испытаний материалов и покрытий. Актуальность данной работы обусловлено необходимостью проведения лабораторных испытаний при создании узлов трения. Рассмотрены современные тенденции в сфере разработки триботехнического испытательного оборудования. Показано, что на сегодняшний день на рынке фактически отсутствует миниатюрное универсальное оборудование, применение которого позволило бы ускорить процесс проведения испытаний и снизить себестоимость комплексной оценки триботехнических свойств материалов, смазок и покрытий. Представлены технические характеристики разработанного компактного оборудования. Разработанная методика проведения испытаний позволяет улучшить эффективность и надежность получаемых данных, а также расширить функциональные возможности за счет максимального приближения условий испытаний к реальным условиям эксплуатации.

## DEVELOPMENT OF EQUIPMENT AND METHODS FOR ACCELERATED TRIBOTECHNICAL TESTING OF STRUCTURAL MATERIALS AND COATINGS

*Prokopenko A.K., Korneev A.A., Beresneva V.L.*

*Kosygin Russian State University, Moscow, Russia*

**Keywords:** tribotechnical tests, friction, wear, structural materials, coatings, friction pair, tribometer.

**Abstract.** The paper considers the issues of creating equipment for accelerated tribotechnical testing of materials and coatings. The relevance of this work is due to the need for laboratory tests when creating friction units. Modern trends in the field of development of tribotechnical testing equipment are considered. It is shown that today there is virtually no miniature universal equipment on the market, the use of which would speed up the testing process and reduce the cost of a comprehensive assessment of the tribotechnical properties of materials, lubricants and coatings. The technical characteristics of the developed compact equipment are presented. The developed test procedure makes it possible to improve the efficiency and reliability of the data obtained, as well as expand the functionality by maximizing the approximation of test conditions to real operating conditions.

Испытания, направленные на изучение трения и износа, играют ключевую роль в разработке узлов трения, так как их надежность определяет срок службы трущихся механических систем. В связи с этим, разработка современных устройств для тестирования конструкционных и смазочных материалов на трение и износ чрезвычайно важна для контроля качества и оптимизации производства компонентов пар трения и выбора необходимых защитных покрытий [1]. Важность данной тематики подтверждается

постоянно высоким количеством патентов, связанных с устройствами и методами испытания трибологических материалов, которые ежегодно регистрируются как в нашей стране, так и за рубежом.

В общем случае, можно сделать акцент на следующие тенденции в области создания триботехнического испытательного оборудования (трибометров): увеличение точности измерительных устройств и автоматизация сбора и анализа полученных результатов; уменьшение размеров образцов и, как следствие, самой испытательной установки; создание новых методов ускоренных триботехнических испытаний, в том числе в экстремальных условиях и (или) в специальных средах; унификация методов испытаний и расчета [2].

Современные трибометры должны иметь возможность фиксировать такие триботехнические параметры как износ, температуру в зоне трения, силу трения, шероховатость трущейся поверхности и фактическую площадь контакта [3].

На сегодняшний день на рынке фактически отсутствует миниатюрное универсальное оборудование, применение которого позволило бы ускорить процесс проведения испытаний и снизить себестоимость комплексной оценки триботехнических свойств материалов, смазок и покрытий [4].

В лаборатории ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина» уже много лет ведутся работы по созданию и модернизации триботехнических комплексов.

В результате многолетней работы был создан стенд для ускоренных триботехнических испытания конструкционных материалов и покрытий (рис. 1).



Рис. 1. Триботехнический комплекс для ускоренных испытания конструкционных материалов и покрытий на трение и износ

В состав данного комплекса входит механическая часть с блоком управления, который подключается к персональному компьютеру.

Механическая часть предназначена для:

- 1) создания контролируемых условий испытаний в камере прибора;
- 2) непрерывной регистрации ключевых параметров процесса трения;

3) реализация механического контакта трущихся образцов с нужным усилием;

4) имитации различных методов смазки трущихся материалов (прокачка смазки, фитильное смазывание, погружение подвижного образца);

5) дистанционного наблюдения за трущейся поверхностью с помощью web-камеры.

Блок управления обеспечивает электроснабжение двигателя и насоса, которые нужны для подачи жидкого рабочего вещества и изменения скорости вращения тестируемых образцов. Кроме того, через него осуществляется питание датчиков, и производится ступенчатая регулировка коэффициента усиления выходных сигналов.

Вся полученная информация передается на персональный компьютер через цифровой многоканальный самописец и графически представляется в программе S-Recorder.

Технические данные триботехнического комплекса представлены в таблице 1.

Табл. 1. Основные характеристики триботехнического комплекса

№	Технические данные	Характеристики
1	Схема испытания образцов	"колодка-ролик-колодка"
2	Рекомендуемый диаметр ролика, мм	13
3	Рекомендуемая площадь трения неподвижного образца, мм <sup>2</sup>	от 4 до 16
4	Удельная нагрузка на образцах, МПа	до 50
5	Скорость скольжения (при рекомендуемом диаметре ролика), м/с	до 2
6	Чувствительность датчиков: температура, °С; момент трения, Н·м; износ, мкм	0,5 2·10 <sup>-4</sup> 0,5
7	Габаритные размеры механической части, мм	270x230x230
8	Масса механической части, кг	8,5

Для работы на данном комплексе разработана соответствующая методика испытаний конструкционных материалов и покрытий. С ее помощью можно проводить определение критической нагрузки, интенсивности изнашивания в установившемся режиме работы, периода приработки узла трения. Применение данной методики позволяет увеличить эффективность и точность результатов испытаний, а также обеспечить расширенные функциональные возможности путем максимального приближения условий испытаний к реальным эксплуатационным условиям. Также комплекс способен ускорить процесс триботехнических испытаний, как конструкционных материалов, так и износостойких и антифрикционных покрытий.

### Список литературы

1. Ибатуллин И. Д., Журавлев А. Н., Утянкин А. В., Галлямов А.Н., Неяглова Р.Р. Стенд и методики триботехнических испытаний материалов // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета им. академика С.П. Королёва (национального исследовательского университета). – 2011. – №3-1(27). – С. 218-223.
2. Басинюк В.Л., Богданович А.В., Еловой О.М. Современные тенденции в развитии методов и средств экспериментальной механики // Механика машин, механизмов и материалов. – 2022. – № 1(58). – С. 71-82.
3. Прокопенко А.К., Голубев А.П. Триботехнические исследования в режиме "безыносного трения" // Трибология – Машиностроению: Труды XI Международной научно-технической конференции. – М.: Институт компьютерных исследований, 2016. – С. 198-199.
4. Еловой О.М., Лобкова М. П., Глазунова А.А. Комплексная оценка служебных свойств композиционных материалов // Актуальные вопросы машиноведения. – 2022. – Т. 11. – С. 99-102.

### References

1. Ibatullin I. D., Zhuravlev A. N., Utyankin A.V., Gallyamov A.N., Neyaglova R.R. Stand and methods of tribotechnical testing of materials // Bulletin of the Samara State Aerospace University n.a. Academician S.P. Korolev (National Research University). 2011, no 3-1(27), pp. 218-223.
2. Basinyuk V.L., Bogdanovich A.V., Yelovoy O.M. Modern trends in the development of methods and means of experimental mechanics // Mechanics of machines, mechanisms and materials. 2022, no. 1(58), pp. 71-82.
3. Prokopenko A.K., Golubev A.P. Tribotechnical research in the mode of "wearless friction" // Tribology – Mechanical engineering: Proceedings of the XI International Scientific and Technical Conference. – M.: Institute of Computer Research, 2016. – P. 198-199.
4. Yelovoy, O.M., Lobkova M. P., Glazunova A.A. Comprehensive assessment of the service properties of composite materials // Actual issues of machine science. 2022, no. 11, pp. 99-102.

<b>Прокопенко Анатолий Константинович</b> – доктор технических наук, профессор кафедры «Технологии художественной обработки материалов»	<b>Prokopenko Anatoliy Konstantinovich</b> – doctor of technical sciences, professor of the department of «Technologies of artistic processing of materials»
<b>Корнеев Алексей Алексеевич</b> – кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Технологии художественной обработки материалов»	<b>Korneev Aleksei Alekseevich</b> – candidate of technical sciences, associate professor, head of department «Technologies of artistic processing of materials»
<b>Береснева Валерия Леонидовна</b> – преподаватель кафедры «Технологии художественной обработки материалов»	<b>Beresneva Valeriya Leonidovna</b> – lecturer at the department of "Technologies of artistic processing of materials"
vso3@yandex.ru	

Received 05.09.2024