

**Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Институт машиноведения им. А.А. Благонравова Российской академии наук**

**Межведомственный научный совет по трибологии**

**Ассоциация инженеров-трибологов России**

*при информационной поддержке журналов*

*«Трение и износ», «Проблемы машиностроения и надежности машин»,  
«Сборка в машиностроении, приборостроении» и «Lubricants»*

## **ТРИБОЛОГИЯ – МАШИНОСТРОЕНИЮ**

**XII Международная научно-техническая конференция,  
посвященная 80-летию ИМАШ РАН**

***Сборник трудов конференции***

***Proceedings of XII International scientific conference  
“Tribology for Mechanical Engineering”  
dedicated to the 80th anniversary of IMASH RAS***

**Москва, 19 - 21 ноября 2018 года**

УДК 531.43/.46(063)

ББК 34.413.1я431

Т 99

Редакционная коллегия: Буяновский И.А., Прожега М.В. Самусенко В.Д.,

Т 99 Трибология – машиностроению: Труды XII Международной научно-технической конференции, посвященной 80-летию ИМАШ РАН – М.–Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2018. – 662 с.

ISBN 978-5-4344-0559-1

В сборнике приводятся результаты исследований, выполненных участниками XII Международной научно-технической конференции «Трибология – машиностроению», посвященной 80-летию ИМАШ РАН. Статьи посвящены исследованиям процессов трения и изнашивания трибосопряжений, теории и практике смазочного действия, методам защиты поверхностей трения от изнашивания, методам трибологических испытаний, снижению энергетических потерь в узлах трения. Как показывает анализ содержания представленных докладов, значительное их число описывает свойства новых и улучшение качества известных материалов. В некоторых докладах излагаются новые подходы к объяснению процессов происходящих на контактирующих поверхностях при относительном их смещении при трении. Приведены доклады, посвященные экологическим проблемам, непосредственно связанным с применением смазочных материалов, влиянием этого применения на окружающую природную среду.

Сборник рассчитан на научных работников, инженеров, конструкторов и специалистов, занимающихся проектированием или эксплуатацией машин, оборудования и приборов.

ББК 34.413.1я431  
УДК531.43/.46(063)

*Материалы сборника подготовлены к изданию оргкомитетом конференции на основе оригиналов авторских рукописей. Ответственность за достоверность сведений и хранение государственной или корпоративной тайны несут авторы публикаций.*

ISBN 978-5-4344-0559-1

© Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт машиноведения им. А.А. Благонравова Российской академии наук (ИМАШ РАН)  
Mechanical Engineering Research Institute of the Russian Academy of Sciences

[1] Колесников И.В., Лебединский К.С. Пути повышения трибологических характеристик композиционных полимерных материалов и смазок в узлах трения // Проблемы машиностроения и надежности машин, № 6–2017– с 52-57.  
[2] Лебединский К.С., Колесников И.В., Бойко М.В. Химические реакции при формировании антифрикционных пленок в экологически безопасных смазочных материалах // Вестник ГГУПС № 4(68)–2017– с 29-35.

[3] R. Belcher, C.R. Jenkins, W.I. Stephen, P.C. Uden Preparative gas chromatography of volatile metal compounds—I: Separation of aluminium, chromium and iron  $\beta$ -diketonates // Talanta Vol. 17, Issue 6–, 1970– pp 455-463.  
[4] Харвуд Дж. Промышленное применение металлоорганических соединений.– Л.: Химия, 1970. – 352 с.  
[5] Моррисон Р. Бойд Р. Органическая химия М.: Мир– 1974 - 1132 с.

## СТЕНД ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ В УСЛОВИЯХ БЫСТРЫХ ТЕМПОВ НАГРЕВА

<sup>1</sup>Коломийцев И.А., <sup>2</sup>Михайловский К.В., <sup>3</sup>Голубев А.П.

E-mail: apgolubev@mail.ru

<sup>1</sup>АО «Композит», г. Королев, Россия;

<sup>2</sup>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)» (МГТУ им. Н.Э. Баумана), г. Москва, Россия;

<sup>3</sup>Государственное бюджетное учреждение высшего образования Московской области «Технологический университет», г. Королев, Россия.

*Разработан универсальный стенд для определения теплофизических свойств на тонкостенных образцах из углеродсодержащих композиционных материалов (углепластики, углерод-углеродный композиционный материал, углерод-керамический композиционный материал) с достаточным точным контролем теплового состояния при испытаниях в условиях темпов нагрева до 10 К/с и при температурах до 1800 К. Представлены отдельные результаты испытаний.*

**Ключевые слова:** композиционные материалы, температура, методы испытаний.

Работы по методам исследования теплофизических свойств углеродсодержащих композитных материалов (КМ) на специальных образцах и элементах конструкций при высоких (до 1800 К) температурах в условиях темпов нагрева до 10 К/с ведутся в России, Японии, Китае, США, Германии.

Выпускаемое мелкосерийное оборудование, как в России, так и в мире узкоспециализированное и не предназначено для комплексного измерения теплофизических характеристик на тонких образцах из углеродсодержащих композитных материалов

Реализованные методы испытания на стендах не позволяют с необходимой точностью определять коэффициенты теплопроводности из углеродсодержащих композиционных материалов в направлениях не только перпендикулярно плоскости армирования, но и в самой плоскости при темпах нагрева до 10

**STAND FOR RESEARCH OF MATERIAL PROPERTIES AT HIGH TEMPERATURES IN THE CONDITIONS OF FAST HEATING RATES**  
**Kolomiytsev I.A., Mikhailovsky K.V., Golubev A.P.**

*A universal test bench was developed for determining the thermophysical properties of thin-walled samples of carbon-containing composite materials (carbon plastics, carbon-carbon composite material, carbon-ceramic composite material) with sufficient precise control of the thermal state when tested at heating rates up to 10 K / s and at temperatures up to 1800 K. Separate test results are presented.*

**Keywords:** composite materials, temperature, test methods.

К/с и температурах до 1800 К.

Для решения данной проблемы был разработан и изготовлен универсальный стенд для определения теплофизических свойств на тонкостенных образцах из углеродсодержащих композиционных материалов (углепластики, углерод-углеродный композиционный материал, углерод-керамический композиционный материал) с достаточным точным контролем теплового состояния при испытаниях в условиях темпов нагрева до 10 К/с и при температурах до 1800 К.

При проектировании стенда основными условиями являлись обеспечение скоростного нагрева образцов (до 10 К/с) и малоразмерных элементов конструкций из композиционных материалов до высокой температуры 1800 К с большой степенью равномерности по поверхности,