

УСТАНОВКА ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Рощин М.Н.¹, Мишанова В.Г.²

¹*Институт машиноведения им. А.А. Благонравова РАН, г. Москва;*

²*Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), филиал Ступино, г.Ступино*

Ключевые слова: трение, коэффициент трения, нагрузка, скорость, температура, высокотемпературные испытания.

Аннотация. В работе дается описание и область применения высокотемпературной испытательной установки для испытания композиционных керамических материалов на трение и износ. Показаны возможности использования высокотемпературной установки при обеспечении режима трения образцов по пальчиковой схеме в интервале температур 20 – 1000°С в условиях диапазона нормальных нагрузок 35 – 300Н. Линейная скорость, в условиях вращательного движения, при испытании образцов составляет 0,05-0,37м/с.

INSTALLATION FOR TESTING COMPOSITE MATERIALS AT HIGH TEMPERATURES

Roshchin M.N.¹, Mishanova V.G.²

¹*Blagonravov Institute of Mechanical Engineering, Russian Academy of Sciences, Moscow;*

²*Moscow aviation institute (national research university), Stupino branch, Stupino*

Keywords: friction, coefficient of friction, load, speed, temperature, high-temperature tests.

Abstract. The paper describes and applies a high-temperature test facility for testing composite ceramic materials for friction and wear. The possibilities of using a high – temperature installation for ensuring the friction mode of samples according to the finger scheme in the temperature range of 20 – 1000 °C in the normal load range of 35-300N are shown. The linear speed, under conditions of rotational motion, when testing samples is 0.05-0.37 m/s.

Введение

При создании узлов трения важную роль играют испытательные стенды, обеспечивающие приближенные условия работы пары трения.

Работоспособность узлов трения при высоких температурах обеспечивается применением новых материалов и конструктивными решениями. Перспективы создания высокотемпературных узлов трения в значительной мере связаны с использованием новых композиционных материалов, прошедших испытания на экспериментальных стендах. Для обеспечения работоспособности узла трения при проведении испытаний - необходимо создать условия близкие к реальным. Создание реальных условий в эксперименте влечет за собой создание специального оборудования, разработки специальных методик эксперимента [1, 2].

При выборе схемы испытаний следует оценивать возможность воспроизведения на модельном узле трения нагруженного состояния, которое имеет место в натурном узле трения, тип движения, а также температурного режима. Температурный режим во многом определяется коэффициентом взаимного перекрытия (т.е. отношением номинальных площадей, по которым на контактирующих образцах осуществляется процесс трения), определяющим распределение тепловых потоков [3].

Цель работы – разработать испытательную установку для испытания материалов при высоких температурах по схеме «диск-палец» с регистрацией параметров трибологических испытаний.

Для высокотемпературных испытаний была выбрана схема, когда контакт поверхностей трения реализуется по номинальной площади, диск-палец. Торцовый контакт вращающейся поверхности образцов и неподвижного диска используется при реализации метода оценки фрикционной теплостойкости, заключающегося в том, что неподвижную и вращающуюся поверхность образцов прижимают друг к другу заданным осевым усилием и ступенчато повышают температуру, осевую нагрузку и частоту вращения подвижного образца. При каждой ступени осевого нагружения, температурного нагрева, испытываемых образцов, скорости перемещения трущихся поверхностей измеряют момент трения при заданных условиях и износ трущихся тел [4].

Оборудование и материалы. Для трибологических испытаний был разработан и изготовлен высокотемпературный стенд ВТМТ-1000, обеспечивающий режим трения образцов по пальчиковой схеме в интервале температур 20 – 1000°C в условиях диапазона нормальных нагрузок 35 – 300Н. С учетом термоизоляции узел нагрева позволяет разогревать испытываемые образцы до температуры 1000°C. Линейная скорость, в условиях вращательного движения, при испытании образцов может составлять 0,05-0,37м/с. На рис. 1 приведена схема испытательной установки ВТМТ-1000.

Испытательный узел стенда состоит из нижнего диска 1, изготовленного из стали 40Х13 на котором установлены испытываемые образцы 2, которые крепятся в верхнем прижимном диске 3. На верхний диск приложена осевая сила Р, диск получает вращение V от привода 4, скорость которого регулируется частотным преобразователем 5. Испытываемые образцы с нижним и верхним диском расположены на платформе печи 14. Нагрев печи осуществляется нагревательными элементами 6, подключенными к регулятору мощности 7. Контроль температуры нижнего диска и платформы печи осуществляется с помощью термопар 9 и 10, подключенными к коммутатору 12. Замер оборотов вала привода осуществляется датчиком оборотов 11 с последующим выходом сигнала на коммутатор. Сборка 1, 2, 14 имеет осевую подвижность в поворотном узле 16 в виде упорного подшипника качения, которой снабжен устройством охлаждения проточной водой. На корпусе печи установлен рычаг 15, опирающийся на силоизмерительное устройство 8, связанное с коммутатором и компьютером 13 для записи результатов измерений момента трения образцов и контрольных показаний по температуре, и скорости эксперимента.

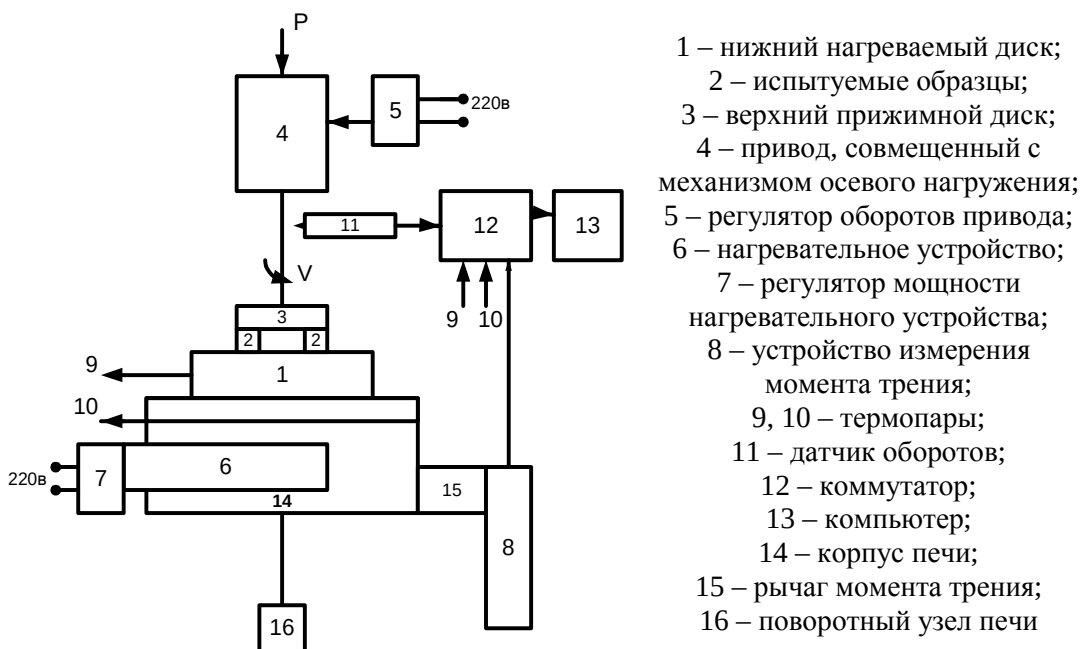


Рис. 1. Схема испытательной установки ВТМТ-1000

На рис. 2 приведен верхний прижимной диск с расположенными образцами. На рис. 3 показано расположение испытуемых образцов на нижнем нагреваемом диске.



Рис. 2. Верхний диск с испытуемыми образцами



Рис. 3. Расположение образцов на нижнем диске после испытаний

Приложение осевой нагрузки на испытуемые образцы осуществляется путем создания нагрузочного момента на подвижный верхний диск. На корпусе печи установлен рычаг, упирающийся в тензодатчик. При вращении верхнего держателя образцов момент сопротивления вращению с помощью рычага, передается на тензодатчик. Регистрация момента трения и температуры осуществляется с использованием тензометрических датчиков. Запись момента сопротивления вращению осуществлялась непрерывно и сохраняется в памяти установки. В процессе проведения испытаний

непрерывный контроль температуры ведется в нижнем нагреваемом диске 1, в нагревательной платформе 10. Испытание образцов проводится в условиях вращательного движения с постоянной угловой скоростью. Привод установки работает от асинхронного электродвигателя. Установка заданной скорости вращения обеспечена изменением частоты тока с помощью преобразователя частоты INNOVERT ISD mini.

Выводы. Разработана высокотемпературная испытательная установка для испытания композиционных керамических материалов на трение и износ. Обеспечивается режим трения образцов по пальчиковой схеме в интервале температур 20 – 1000°C в условиях диапазона нормальных нагрузок 35 – 300Н. Линейная скорость, в условиях вращательного движения, при испытании образцов составляет 0,05-0,37м/с.

Список литературы

1. Гриб В.В., Лазарев Г.Е. Лабораторные испытания материалов на трение и износ. – М.: Наука, 1968. – 141 с.
2. Алисин В.В., Рошин М.Н., Лукьянов А.И. и др. Разработка и исследование узлов трения, работающих при высоких температурах, применительно к космическим аппаратам // Вестник НПО им. С.А. Лавочкина. – 2019. – №1. – С. 61-65.
3. Adrien P. Gillard, Guillaume Couégnat, Sylvain Chupin, Gerard L. Vignoles. Modeling of the non-linear mechanical and thermomechanical behavior of 3D carbon/carbon composites based on internal interfaces // Carbon. December 2019. Vol. 154. P. 178-191.
4. Roshchin M.N. High-temperature installation for testing composite ceramic materials on the friction and wear behavior // Journal of Physics: Conference Series 1515 (2020) 042050.

References

1. Grib V.V., Lazarev G.E. Laboratory tests of materials for friction and wear. – M.: Science, 1968. – 141 p.
2. Alisin V.V., Roshchin M.N., Lukyanov A.I. Development and research of friction units operating at high temperatures as applied to spacecraft // Vestnik NPO named after S.A. Lavochkin. 2019. №1. P. 61-65.
3. Adrien P. Gillard, Guillaume Couégnat, Sylvain Chupin, Gerard L. Vignoles. Modeling of the non-linear mechanical and thermomechanical behavior of 3D carbon/carbon composites based on internal interfaces // Carbon. December 2019. Vol. 154. P. 178-191.
4. Roshchin M.N. High-temperature installation for testing composite ceramic materials on the friction and wear behavior // Journal of Physics: Conference Series 1515 (2020) 042050.

Сведения об авторах:

Рошин Михаил Николаевич – кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник, Институт машиноведения им. А.А. Благонравова РАН, Россия, г.Москва, Россия, Roschin50@yandex.ru

Мишанова Валентина Георгиевна – кандидат технических наук, доцент, Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), филиал Ступино, Россия, г.Ступино, mishanova56@mail.ru

Information about authors:

Roshchin Mikhail Nikolaevich – candidate of technical sciences, leading researcher, Blagonravov Institute of Mechanical Engineering, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia, Roschin50@yandex.ru

Mishanova Valentina Georgievna – candidate of technical Sciences, docent. Moscow aviation Institute (national research University), Stupino branch, Russia, Stupino, mishanova56@mail.ru

Получена 29.09.2020