

Федосов А.В., О.А. Иванов, Галышев А.А., Безпальчук С.Н.

**МОДЕРНИЗАЦИЯ ИСПЫТАТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ  
ПРОВЕДЕНИЯ ТРИБОЛОГИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ ПАР ТРЕНИЯ  
ПРИМЕНЯЕМЫХ В СУДОСТРОЕНИИ  
MODERNIZATION OF TESTING EQUIPMENT FOR THE CONDUCT  
OF TRIBOTESTS OF FRICTION PAIRS USED IN SHIP BUILDING**

Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский политехнический университет  
Saint-Petersburg, Saint-Petersburg polytechnic university

*В статье рассмотрены возможности модернизации стандартной машины трения типа СМЦ-2, с целью повышения точности, достоверности и уменьшения сроков проведения экспериментов. Модернизированное испытательное оборудование снабжено системами измерения температур, нормальных сил и моментов сил трения. С помощью программного обеспечения «PowerGraph» полученные данные визуализируются, осуществляется их обработка и хранение.*

*The article considers the possibility of modernization of machine standard friction type SMC-2, with the aim of improving the accuracy, reliability and reduction of terms of carrying out of experiments. The upgraded test equipment is provided with systems for measurement of temperature, normal forces and moments of friction forces. With the help of software «PowerGraph» the data is visualized, processing and storage.*

*Ключевые слова: модернизация, стенд трения, износ, интерфейс, триботехнические испытания.*

*Key words: modernization, stand friction, wear, interface, tribotechnical tests.*

Для оценки износостойкости изделий в соответствие с ГОСТ 23.224-86 измерительная система испытательной установки должна обеспечивать в процессе проведения испытаний:

– непрерывное измерение и регистрацию момента силы трения в диапазоне не менее 1-14,7 Нм. при среднем квадратичном отклонении случайной погрешности моментомизмерителя при статической градуировке не более 5% измеряемого значения;

- непрерывное измерение и регистрацию температуры в зоне трения в диапазоне 20-200°С с погрешностью не более 5% измеряемого значения;
- измерение усилия взаимного прижима трущихся образцов с погрешностью не более 5 % измеряемой величины.

Согласно данным ГОСТа для оценки интенсивности изнашивания по формуле, необходимо оценивать путь трения.

$$I = \frac{W}{L}, \text{ где} \quad (1)$$

$W$  – линейный износ образца,  $L$  – путь трения данного образца.

Так же для проведения испытаний необходимо оценивать электрическое сопротивление стыка трущихся поверхностей. При проведении трибологических испытаний пар трения применяемых на транспорте рационально использовать стандартную машину трения СМЦ-2 предназначенную для испытания материалов на износ и определение их антифрикционных свойств при трении скольжения и трении качения при нормальных температурах с парами образцов диск-диск, диск-колодка и втулка-вал.

Несмотря на большие возможности и приемлемую точность для проведения испытаний согласно ГОСТ данное испытательное оборудование имеет ряд недостатков:

- регистрация и запись момента трения осуществляется на бумажный носитель информации;
- контроль температуры в зоне трения отсутствует;
- контроль усилия взаимного прижима трущихся образцов производится по шкале маховика механизма нагружения;
- процесс измерения пути трения заключается в фиксирование числа оборотов с помощью контактного датчика и их запись с помощью счётчика импульсов. Путь трения функционально зависит от передаточного числа привода машины трения, диаметра контробразца пары трения;
- отсутствует система создания, поддержания и измерения температур исследуемого смазочного материала;
- контроль сопротивления стыка трущихся поверхностей на машине данной модификации отсутствует.

Система регистрации данных не позволяет производить запись больше одного из выше перечисленных параметров. Запись данных производится на бумажный носитель, что затрудняет её хранение и обработку.

Цель модернизации – устранение недостатков обнаруженных на данном испытательном оборудовании и повышение точности, достоверности и уменьшение сроков проведения экспериментов. Для удобства регистрации и хранения данных был предложен цифровой способ обработки данных. Аналоговые данные, снимаемые с датчиков машины трения, обрабатываются при помощи электронных устройств нормирования сигнала. Нормированный сигнал обрабатывается при помощи аналого-цифрового преобразователя (АЦП) E14-440 (рис.1) фирмы «L-CARD» с программным обеспечением «PowerGraph» для регистрации, визуализации, обработки и хранения аналоговых сигналов с использованием персонального компьютера.



Рис. 1. Аналого-цифровой преобразователь (АЦП) E14-440

Контроль момента трения на машине осуществлялся с помощью дифференциального магнитного датчика (рис. 2а), а обработка данных осуществляется с помощью шкафа управления и следящего устройства

(КСУ) рис. 2б. Для автоматической регистрации момента трения используется штатный датчик. Сигнал с датчика обрабатывается при помощи штатного шкафа управления и усиливается при помощи предварительного усилителя устройства автоматического следящего КСУ (рис 2б), которое является принадлежностью шкафа управления машины трения.



а)



б)

Рис. 2. Оборудование для контроля момента трения машины трения СМЦ-2: а) – дифференциальный магнитный датчик, б) – шкаф управления со следящим устройством (КСУ).

Далее сигнал оцифровывается с помощью АЦП Е14-440 и обрабатывается с помощью ПЭВМ. Обработка цифрового сигнала на ПЭВМ производится с помощью программного обеспечения «PowerGraph» версии 3.3, которая визуализирует данные (рис.3), полученные с машины трения, осуществляет их обработку и хранение. Данная программа позволяет одновременно производить контроль до 32 параметров, а также преобразовывать данные, полученные в ходе испытаний для обработки их другими программными средствами.

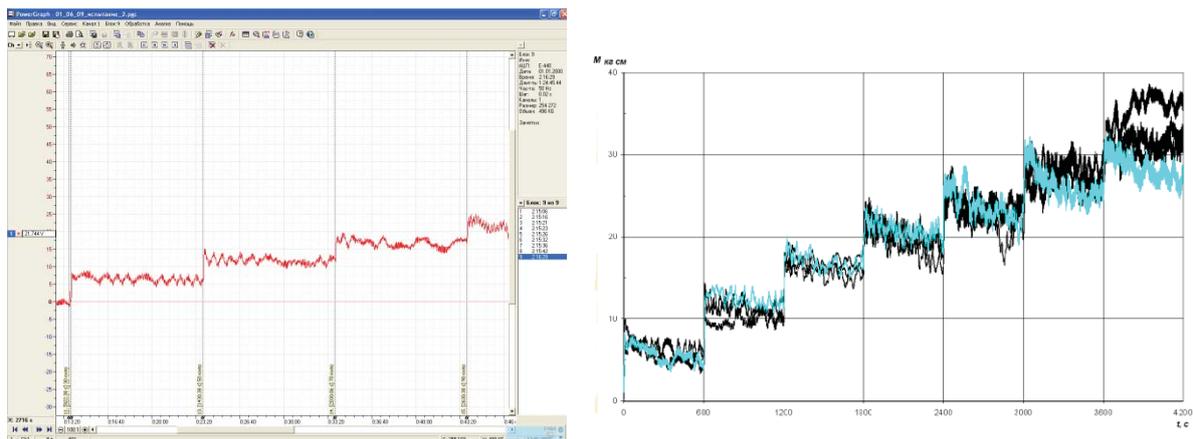


Рис.3. Регистрация, визуализация и обработка сигналов в режиме реального времени.

Контроль температуры в зоне трения осуществляется при помощи термопары 5 (рис.4), которая установлена на вал 8, при этом термопара должна находиться в нижней части образца 1. Сигнал с термопары усиливается с помощью усилителя и оцифровывается с помощью АЦП E14-440 и обрабатывается с помощью ПЭВМ.

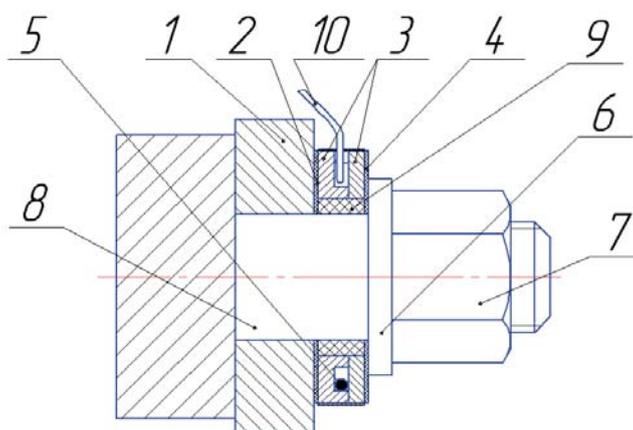


Рис.4. Контроль температуры в зоне трения при помощи термопары (5).

При отработке методик проведения трибологических испытаний на модернизированной машине трения СМЦ-2 снабженной системами создания, поддержания и измерения температур, нормальных сил и моментов сил трения было установлено, что большинство выше перечисленных недостатков устранены, а проведение

экспериментальных исследований удовлетворяет требованиям ГОСТ 23.224-86. Поставлены последующие инженерные задачи на модернизацию данного испытательного оборудования по установлению контроля сопротивления стыка трущихся поверхностей и контроля усилия взаимного прижима трущихся образцов с помощью ПЭВМ.

Список литературы

1. ГОСТ 23.224-86. Обеспечение износостойкости изделий. Методы оценки износостойкости восстановленных деталей.
2. Руководство пользователя «Программное обеспечение «PowerGraph» версия 3.3»
3. Техническое описание и инструкция по эксплуатации СМЦ-2
4. Рогельберг И.Л., Бейлип В.М. Сплавы для термопар. Справоч. изд. - М.: Металлургия, 1983. - 360.
5. Зимин Г.Ф. Поверка и калибровка термоэлектрических преобразователей. М.:АСМС 2002. 48с.

УДК 621

<sup>1</sup>Орлов С. В., <sup>2</sup>Чулкин С.Г.

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА  
УДАРНО-ФРИКЦИОННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ  
EXPERIMENTAL SIMULATION OF SHOCK-FRICTION  
INTERACTION.**

<sup>1</sup>ГУП Монетный двор

Санкт-Петербург, <sup>2</sup>Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова

*В статье представлен АЛГОРИТМ оценки результатов моделирования процесса ударно-фрикционного взаимодействия.*

*The article presents an ALGORITHM of an estimation of results of modeling the process of shock friction interaction.*

*Ключевые слова: моделирование, трение, износ, трение при ударе*

*Keywords: modeling, friction, wear, friction, impact*