

ТЕХНІЧНІ НАУКИ

УДК 621.791.042

Бережная Е. В., Чепель Ю. А., Гущин А. М.

МОДЕРНИЗАЦИЯ МАШИНЫ ТРЕНИЯ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ТРИБОТЕХНИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ МАТЕРИАЛОВ

В настоящее время внимание к исследованию механизмов и проблем трения в них возросло в связи с интенсификацией производственных процессов и истощением материальных ресурсов. Расширение областей применения машин вызывает необходимость повышения их эффективности и надежности. Переход к тяжелым и необычным условиям эксплуатации технических устройств, а также увеличение стоимости машин и ответственности выполняемой задачи приводит к тому, что новая машина или устройство, работающие в напряженных, малоизученных условиях, должны, тем не менее, обеспечивать высокую надежность. В связи с тем, что более 80 % всех деталей машин выходят из строя из-за износа, проблема надежности и долговечности напрямую связана с проблемами трения [1]. Она может решаться несколькими путями, один из которых состоит в более полном выявлении возможных резервов повышения долговечности и в выборе наиболее эффективных из них путем эксперимента.

Эффективность контроля определяется применением средств, методов и методик, позволяющих за короткое время получить оценку показателей трения и изнашивания не только в статических условиях, но и при изменении динамики эксплуатации [2, 3]. Оптимально организованный цикл лабораторных испытаний с использованием современного исследовательского оборудования, позволяющего моделировать условия работы, не только ускоряет исследовательский процесс, но и позволяет получать значительные экономические преимущества. Следовательно, необходим комплексный подход к постановке эксперимента и методика оценки результатов, позволяющая систематизировать, сравнивать и прогнозировать результаты эксперимента с учетом уже полученных ранее.

Цель работы – модернизация машины трения для исследования триботехнических параметров материалов, подвергающихся абразивному износу.

Проведенный анализ [4] позволил определить требования, предъявляемые к машине трения:

- простота и относительно невысокая стоимость конструкции;
- возможность замены испытуемых образцов без необходимости разборки всей машины;
- возможность исследования образцов различной формы, а также образцов, не являющихся цилиндрическими телами;
- быстрое изменение условий испытания (например, скорости трения);
- возможность мониторинга полученных результатов испытаний различных образцов.

На базе существующей машины трения [5] был разработан исследовательский триботехнический комплекс, соответствующий выше перечисленным требованиям, и дополнительно оснащенный универсальным программно-аппаратным устройством. На рис. 1 представлен общий вид модернизированной машины трения.

Принцип работы модернизированной машины трения заключается в следующем. При включении электродвигателя 2 начинает вращение полумуфта 5 с нанесенным на нее абразивным слоем. Чтобы начать триботехнические испытания необходимо подать напряжение на электромагнит 10. После этого сердечник электромагнита 11 втягивается, а испытуемые образцы 13 вступают в контакт с абразивным материалом вращающейся полумуфты. При этом пружины 6 сжимаются, а на датчик давления 9 действует усилие заданной величины. По мере износа испытуемых образцов усилие на датчик давления ослабевает.

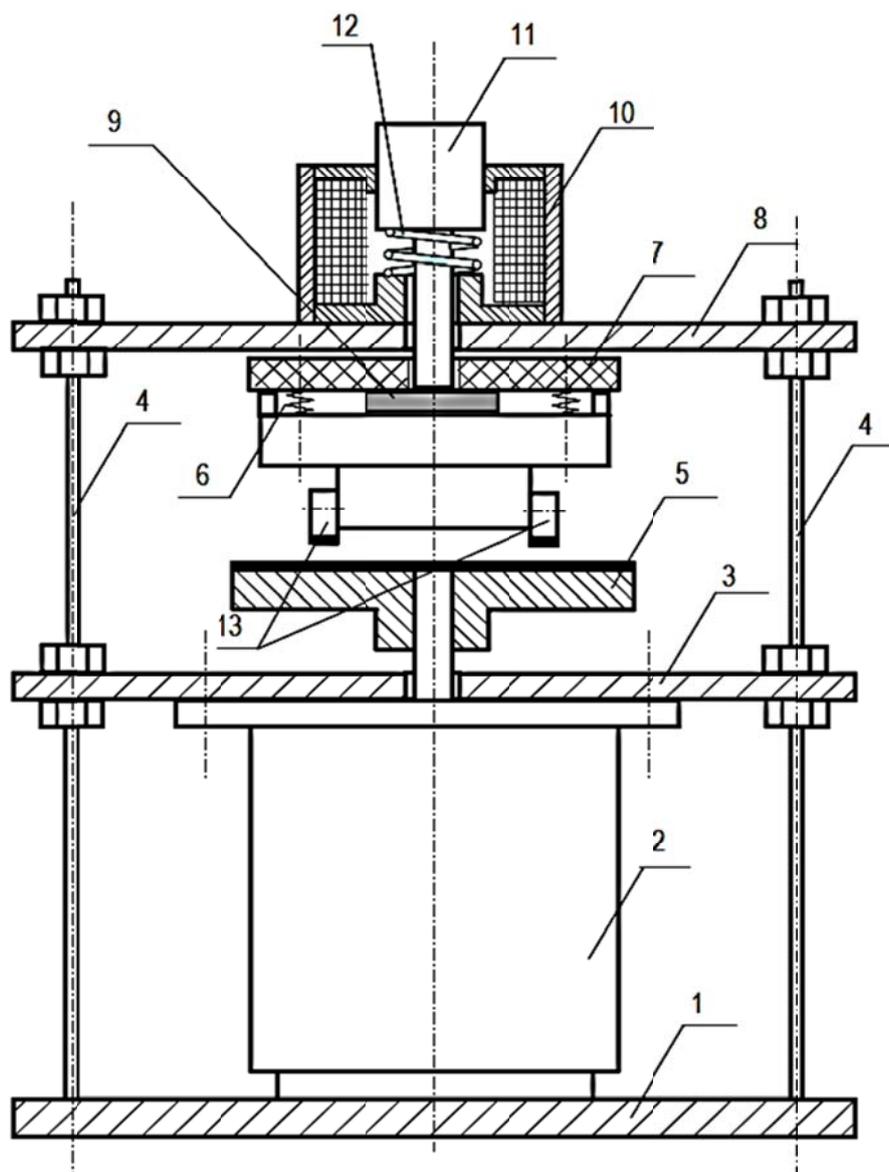


Рис. 1. Модернизированный машина трения:

1 – нижнее основание; 2 – электродвигатель; 3 – среднее основание; 4 – соединительные шпильки; 5 – полумуфта с абразивным слоем; 6 – пружины; 7 – текстолитовый фланец; 8 – верхнее основание; 9 – датчик давления; 10 – электромагнит; 11 – сердечник электромагнита; 12 – возвращающая пружина

С целью поддержания датчика постоянным, система управления настраивается таким образом, чтобы при уменьшении давления образца на абразивный материал за счет увеличения напряжения магнита это давления приводилось к первоначальному значению. Кроме того, система управления позволяет контролировать и поддерживать на определенном уровне температуру испытуемых образцов. В зависимости от текущей температуры образцов в автоматическом режиме может изменяться скорость электродвигателя.

В качестве системы управления полученной машины трения предлагается система управления на основе модуля E-440. (рис. 2).

В приведенной схеме регулирование скорости двигателя производится тиристорным преобразователем ТП1, регулирование усилия прижима магнита тиристорным преобразователем ТП2, контроль скорости двигателя осуществляется датчиком скорости ДС, а усилие прижима магнита контролирует датчик давления ДД. Изменение температуры контролируется

датчиком ДТ. Основным звеном системы управления является модуль E-440, который производит сбор и обработку информации со всех датчиков и выдает соответствующие напряжение задания на вход регулятора скорости и регулятора давления. Включение модуля E-440 значительно повышает эффективность управления параметрами нагружения испытываемых образцов и позволяет осуществлять сбор, хранение и обработку измеренных в ходе эксперимента характеристик.

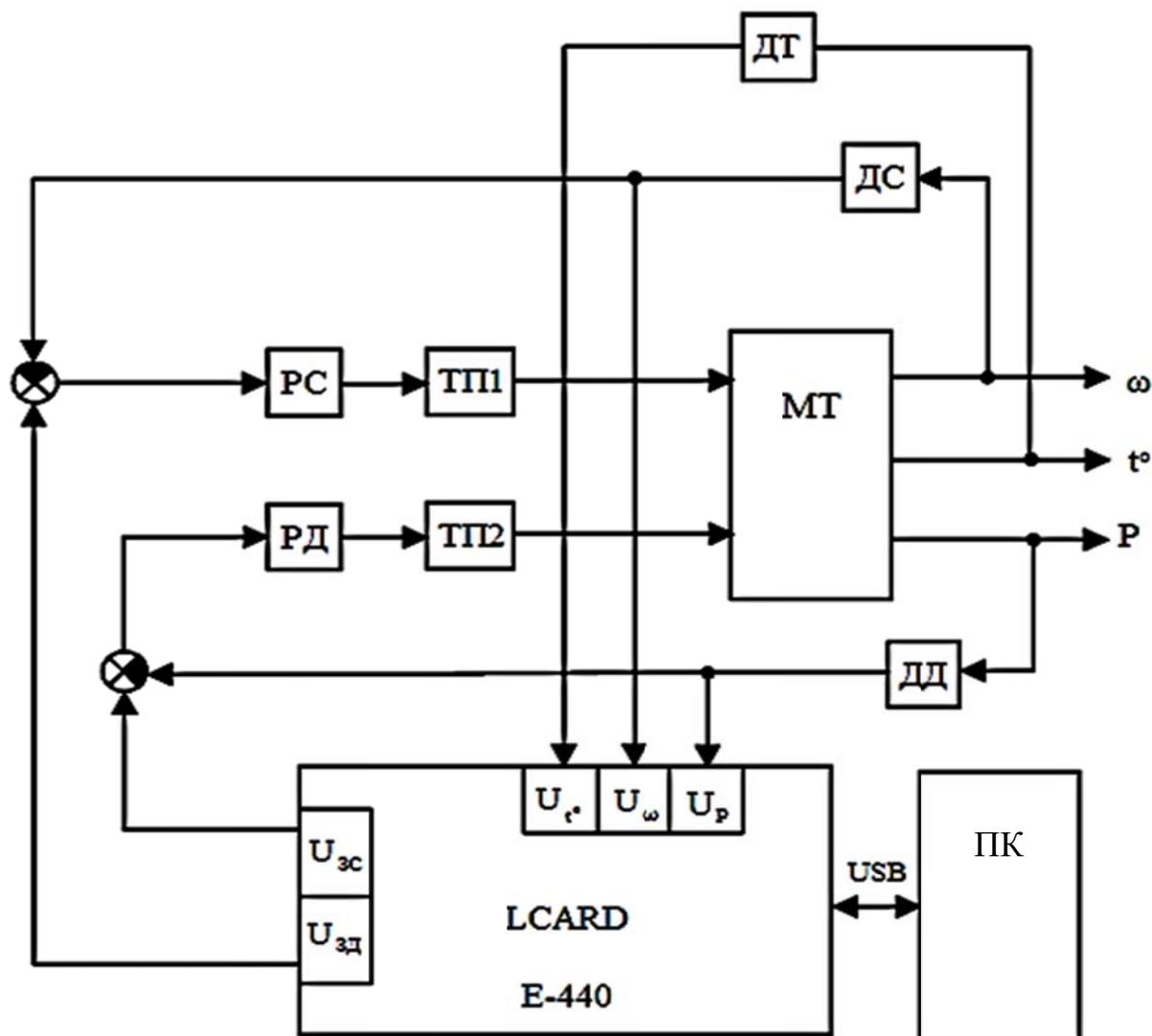


Рис. 2. Структурная схема системы управления модернизированной машины трения:

РС – регулятор скорости; ТП1 – тиристорный преобразователь двигателя; ДТ – датчик температуры; ДС – датчик скорости; РД – регулятор давления; ТП2 – тиристорный преобразователь магнита; ДД – датчик давления; МТ – машина трения; LCARD – модуль E-440; ПК – персональный компьютер

Модуль E-440 является современным универсальным программно-аппаратным устройством для использования со стандартной последовательной шиной USB и предназначен для построения многоканальных измерительных систем ввода, вывода и обработки аналоговой и цифровой информации в составе персональных IBM-совместимых компьютеров. Помимо того, что данный модуль можно рассматривать в качестве достаточно недорогого компактного устройства многоканального сбора информации, он, в тоже время, представляет из себя законченную систему с собственным процессором, позволяющую искушенному

пользователю реализовать свои собственные специализированные алгоритмы обработки сигналов на уровне программирования установленного на модуле современного цифрового сигнального процессора (DSP) фирмы Analog Devices.

Модуль E-440 обладает следующими функциональными характеристиками:

- шина USB;
- современный цифровой сигнальный процессор ADSP-2185M фирмы Analog Devices, Inc. с тактовой частотой работы 48 МГц;
- 16 дифференциальных каналов или 32 канала с общей землей для аналогового ввода с возможностью автоматической корректировки нуля;
- максимальная частота работы 14-ти битного АЦП – 400 кГц;
- два входа для внешней синхронизации при вводе аналогового сигнала;
- порт цифрового ввода/вывода, имеющий 16 входных и 16 выходных линий;
- два канала аналогового вывода 12-ти битного ЦАП с максимальной суммарной частотой 125 кГц (ЦАП устанавливается по требованию);
- максимальная пропускная способность по шине USB – не более 500 кСлов/с.

Данный триботехнический комплекс был использован для выбора наплавочного материала для восстановления деталей железнодорожного транспорта.

ВЫВОДЫ

Усовершенствована существующая машина трения с заменой ручного прижима образцов на прижим с помощью электромагнита, создана структурная схема системы автоматического управления машиной трения. Автоматизированная машина трения может быть использована для триботехнических исследований при постоянных или программно-изменяемых параметрах трения. Применение модуля LCARD E-440, совместимого с персональным компьютером, позволяет систематизировать и анализировать полученные данные, а также прогнозировать результаты эксперимента.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зимин А. И. Явление стабилизации износа металлов при взаимодействии с абразивными материалами / А. И. Зимин, Б. Н. Смирнов // *Научные открытия, 2001 : Сборник кратких описаний научных открытий, научных гипотез / сост. В. В. Потоцкий*. – М. : 2002. – С. 33–35.
2. Карасик И. И. Методы трибологических испытаний в национальных стандартах стран мира / И. И. Карасик ; под ред. проф. В. С. Кершенбаума. – М. : Машиностроение, 2008. – 384 с.
3. Буханченко С. Е. Автоматизированный комплекс для триботехнических испытаний конструкционных материалов и смазочных сред в статическом и динамическом режимах : Автореферат по диссертации к.т.н. по ВАК 01.02.06 / С. Е. Буханченко // *Нові матеріали і технології в металургії та машинобудуванні*. – 2004. – № 5. – С. 81–83.
4. Новые измерительно-вычислительные комплексы оценки характеристик качества поверхностного слоя деталей машин / Д. В. Васильков [и др.] // *Трение износ, смазка – 2004*. – № 2. – С.11–13.
5. Бережная Е.В. Микроконтроллерная система мониторинга интенсивности износа наплавленного металла / Е. В. Бережная, Ю. А. Чепель, В. Д. Кассов // *Вестник Донбасской государственной машиностроительной академии : сб. науч. трудов*. – Краматорск : ДГМА, 2012. – № 2 – С. 10–16.
6. Новые измерительно-вычислительные комплексы оценки характеристик качества поверхностного слоя деталей машин / Д. В. Васильков [и др.] // *Трение износ, смазка – 2004*. – № 2. – С.11–13.
7. Endo K., Iwai Y. Effect of test method on wear of steel // *Journal of JSLE International Edition*. – 1981. – April. № 2, P. 11–16.
8. Кужаров А. С. Использование новых методов при изучении эффекта безызносности / А. С. Кужаров, В. Э. Бурлакова, Е. Г. Задощенко, А. А. Кужаров, Е. В. Малыгина // *Вестник ДГТУ : сер. Трение и износ*. – Ростов-на-Дону, 2000. – С. 36–48.