

**В.М. Сорокин, Н.М. Тудакова, С.С. Танчук**  
ФБОУ ВПО «ВГАВТ»  
**А.В. Михеев, В.А. Зотова**  
НГТУ им. Р.Е. Алексеева

## **МНОГОПОЗИЦИОННЫЙ СТЕНД ДЛЯ СОКРАЩЕНИЯ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ РЕСУРСНЫХ ИСПЫТАНИЙ ЭЛЕМЕНТОВ СУДОВЫХ МАШИН И МЕХАНИЗМОВ**

В настоящее время любое сложное транспортное средство: судно, самолет, автомобиль, трактор или агрегат типа двигатель, трансмиссия и др. подвергаются в процессе производства длительным ресурсным испытаниям различных видов (доводочные, определительные, исследовательские и др.), поэтому пути сокращения их продолжительности имеют важное значение [1,2].

Один из очевидных путей сокращения длительности всего комплекса испытаний – увеличение числа одновременно испытываемых изделий или образцов, в том числе одновременно по времени, в одном цикле, в различных условиях нагружения, смазывания и других факторах. С этой целью, на основе анализа литературных источников, патентов, профессором В.М. Сорокиным с сотрудниками был разработан, изготовлен и апробирован многопозиционный, многоцелевой стенд (МПС) для проведения многофункциональных трибологических испытаний образцов, обеспечивающий высокую производительность, точность и достоверность результатов испытаний (заявление на выдачу патента РФ от 21.03.2014 г.).

Конструктивная схема разработанного МПС изображена на рис. 1. Она состоит из основания 1, на котором закреплены опоры 2, обеспечивающие свободное вращение от электродвигателя 3 вала 4 с образцами 5, к которым поджимаются узлом прижима 6 контрообразцы 7, шарнирно установленные в профрезерованные гнезда в стаканах 8. Стаканы закреплены с помощью гаек 9 и стопорных винтов 10 в отверстиях, равномерно расположенных с шагом  $\ell$  вдоль по длине вертикальных стенок держателей 11, закрепленных винтами и шпильками (не показаны) на основании 1 по обе стороны от вала 4, строго параллельно его продольной оси. Держатели смещены относительно друг друга вдоль оси вала на величину  $\ell/2$ , создавая, тем самым, только одну пару трения в плоскости контакта образца 5 и контрообразца 7.

Каждая пара трения состоит из образца в виде кольца (втулки) 5, неподвижно установленного на валу 4 и контрообразца 7, представляющего собой вырезанную по форме образца площадку в виде вогнутой пластины. Поверхности трения каждой пары (образец-контрообразец) могут быть обработаны разными заданными методами и режимами и, следовательно, иметь различное заданное состояние по параметрам шероховатости, микротвердости, напряженному состоянию и др. При этом нагружение каждой пары выполняется автономно, независимо друг от друга, и может осуществляться с разной нагрузкой, и отличаться условиями смазывания.

Узел прижима 6, содержащий толкатель 12, выполненный ступенчатым с цилиндрическим пояском, пружину 13 и оправку 14, установлен в стаканах 8 с возможностью поджатия и фиксации винтом 15, обеспечивая при этом предварительный поджим сферическим концом толкателя 12 испытываемых образцов 5 и 7 друг к другу перед началом нагружения и испытаний. Другим концом толкатель 12 соединен с силоизмерителем 16 и штоком 21 гидроцилиндра 17, входящий в систему нагружения и управления стендом.

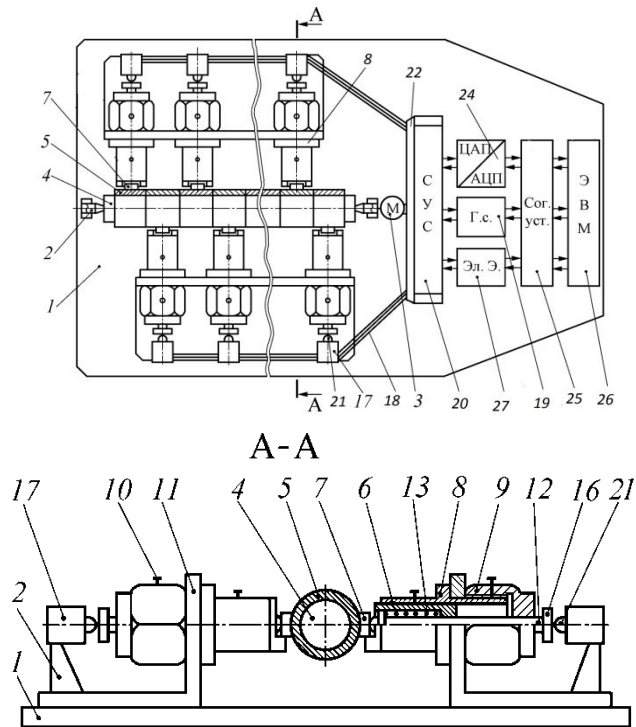


Рис. 1. Конструктивная схема разработанного стенда

Механизм нагружения для каждой пары трения выполнен автономным и содержит гидроцилиндр 17 одностороннего действия, соединенный трубопроводами 18 с гидростанцией 19 через блок станции управления системой 20 (СУС). Шток гидроцилиндра 17 шарнирно связан с силоизмерителем 16, содержащим тензодатчики Т1-Т4, включенные по мостовой схеме, для измерения сил нагружения пары трения и отслеживания изменений в процессе испытаний. Любые изменения сил нагружения фиксируются тензодатчиками силоизмерителя 16 и поступают через переключатели на блоки усиления аналогового сигнала, смонтированные на СУС (20), затем в аналогоцифровой/цифроаналоговый преобразователь и через согласующее устройство 25 (СУ) на ЭВМ/управляющий компьютер 26, который обрабатывает поступающие данные в соответствии с программой управления эксперимента. Нагружение и отслеживание изменений силы нагружения на испытуемый образец (обратная связь) производится от ЭВМ через СУ, гидростанцию (ГС), связанную трубопроводами 18 с гидроцилиндром 17, шток которого упирается в силоизмеритель и затем через толкатель 12 узла прижима 6 контробразца 7 передается на образец 5.

Электропитание систем стенда осуществляется от электросети через блок подачи электроэнергии 27.

Согласующее устройство 25 (СУ) обеспечивает необходимое количество каналов ввода-вывода для подключения внешних блоков-устройств стенда и выполняет функции согласования уровней выходных сигналов, поступающих в управляющий компьютер с АЦП, а так же выходных сигналов, поступающих из управляющего компьютера на блоки управления приводами стенда электромотора 3 и гидроцилиндром 17.

В нашем конкретном МПС применили следующие компоненты: управляющий компьютер класса Pentium; согласующее устройство выполнено в виде интерфейсной платы, устанавливаемой на системной шине компьютера управления, построенной на микросхеме портов ввода-вывода KP580BB55A, имеющей 24 канала программного ввода-вывода; для измерения нагрузки применили датчики-мосты на базе тензорези-

сторы типа 2ПКП-15-120Х, усилители аналогового сигнала типа ТА-5 и АЦП типа Ф7077/1; в системе управления применили двигатели АЕGS026/48 и модули управления М106 немецкой фирмы Kemoelectronic.

Устройство работает следующим образом.

Перед началом испытания стенд находится в исходном состоянии. Шток гидроцилиндра 17 находится в крайнем верхнем положении. Производится установка вала 4 с закрепленными на нем образцами 5 в центра опор 2 и контробразцов 7 в гнезда стоек 8.

Дальнейшая работа МПС осуществляется в автоматическом режиме в соответствии с алгоритмом испытания, обеспечение которого возлагается на программу управления, функционирующую от компьютера 26.

Первым шагом алгоритма испытания является тарировка силоизмерителя 16, которая производится перед каждым испытанием и заключается в определении нулевой точки отсчета измерителя силы нагружения.

Вторым шагом алгоритма испытания является приведение образцов 5 и 7 в контакт и установка силы нагружения, для чего компьютер 26 формирует и передает через интерфейсную плату согласующего устройства 25 сигналы управления модулю управления гидростанцией 20, обеспечивающей подачу жидкости в гидроцилиндр 17, поршень которого сжимает пружину в цилиндре (не показана), при этом шток 21, перемещаясь, воздействует на силоизмеритель 16, толкатель 12, обеспечивает заданное усилие на образцах пары трения.

Затем с электростанции 27 через СУС 20 подается электроток на двигатель 3 и производится включение вращения вала 4 с образцами 5.

Изменение силы нагружения в процессе испытаний из-за износа образцов 5 и 7 фиксируется тензометрическим измерителем силы 16, аналоговый сигнал с которого поступает на усилитель, преобразуется аналого-цифровым преобразователем и поступает в цифровой виде через согласующее устройство 25 в управляющий компьютер 26, на котором функционирует программа управления экспериментом.

Далее программным путем осуществляется анализ достигнутого значения нагружающей силы и производится включение гидростанции для восстановления нагружающей силы или увеличения ее в случае необходимости.

После окончания программы испытания производится возврат рабочих органов стенда в исходное состояние, для чего компьютер 26 формирует управляющие сигналы, передаваемые через согласующее устройство 25 для модулей 19, 20, 24 и 27, обеспечивающих работу гидроцилиндра 17 и электродвигателя 3, которые управляют нагружением и движением образцов 5 и 7.

Апробация МПС и исследования трибологических характеристик (износостойкости, задиростойкости и др.), выполненные по известным стандартным методикам ИМАШ, а также изложенным в работе [3], выявили его работоспособность и высокую эффективность. Результаты испытаний пар трения, поверхности которых обрабатывались разными методами и режимами, приведенными в работах [2, 3], практически совпали ( $\pm 5\%$ ) с результатами испытаний данных работ, а время испытаний сократилось в 8–12 и более раз (в зависимости от числа испытываемых образцов) при одинаковых условиях испытаний.

Анализ показал, что высокая эффективность по производительности, а также повышение точности (снижился разброс данных в 2 раза) и достоверности результатов испытаний достигнута благодаря конструктивно-технологическим особенностям МПС, приведенным выше.

#### Список литературы:

[1] Кугель Р.В. Испытания на надёжность машин и их элементов. М.: Машиностроение. 1982. – 181 с.

- [2] Сорокин В.М., Зотова В.А., Михеев А.В. и др. Методика и результаты сравнительных испытаний на износо- и задиростойкость гильз и цилиндров после комбинированной обработки. Технологии упрочнения, нанесения покрытий и ремонта: теория и практика. Ч.2, СПб.: изд. Политехнического университета, 2012. – с. 311–316.
- [3] Сорокин В.М. и др. Упрочнение поверхностей валов совмещённым натиранием антифрикционных покрытий и ППД. Ж. УТП, 2011, №2, с. 38–43.