

СТЕНД ДЛЯ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ГИДРОТРАНСФОРМАТОРОВ

Кандидаты техн. наук **В.В. ГЕРАЩЕНКО, М.Е. ЛУСТЕНКОВ, Н.В. ВЕПРИНЦЕВ, К.Д. МИРОНОВ и А.С. НОВИКОВ**

Белорусско-Российский университет (37522 226-33-71)

Рассматривается новый стенд для диагностирования гидротрансформаторов ГМП.

Ключевые слова: стенд, логический элемент, электронный счетчик, датчик.

Gerashchenko V.V., Lustenkov M.E., Veprintsev N.V., Mironov K.D., Novikov A.S.

STAND FOR DIAGNOSING HYDRAULIC TRANSFORMERS

New stand for diagnosing hydraulic transformers is considered.

Keywords: testing stand, logical element, electronic counter, sensor.

Анализ стендов для диагностирования гидротрансформаторов гидромеханических коробок передач показал, что все они обладают одним существенным недостатком: их основные измерительные устройства выполнены с использованием аналоговых элементов и, как следствие, дают невысокую точность результатов диагностирования. Отсюда напрашивается очевидный вывод: нужен какой-то новый метод построения испытательных стендов. И авторы, проведя серию исследований, такой метод разработали.

Его суть, если коротко, довольно просто сводится к следующему. В качестве диагностического критерия принимается отношение фактического передаточного числа гидротрансформатора к его нормативному значению, соответствующему максимальному значению КПД.

На основе этой идеи был разработан стенд для диагностирования гидротрансформатора. В его состав (рис. 1) входят ДВС 1; первый упругий вал 2, один конец которого соединен с валом ДВС, а второй — с насосным колесом гидротрансформатора ГМП 6; второй упругий вал 7,

один конец которого соединен с выходным валом коробки передач, а второй — с валом электромагнитного тормоза 9, состоящего из обмотки 10 возбуждения системы нагружения (последовательно соединенные автотрансформатор 14 с регулятором 15, трансформатор 13, выпрямитель 12 и конденсатор 11).

На валу 2 установлены три (3, 4 и 5) диска, которые имеют выступы и прорези. При этом диски 3 и 5 используются для измерения крутящего момента на ведущем валу коробки передач, а диск 4 — частоты вращения насосного колеса гидротрансформатора.

На валу 7 установлен диск 8, предназначенный для измерения частоты вращения выходного вала коробки передач. Все вместе они фактически представляют собой датчик крутящего момента (рис. 2), который содержит два (6 и 19) импульсных преобразователя, установленных так, чтобы обеспечивалась возможность прохождения прорезей и выступов каждого из дисков 3, 5 (см. рис. 1) вблизи своего преобразователя, подсоединенного к выходам преобразователей дифферен-

цирующих цепей 8 или 17. (Первая из этих цепей выполнена на двух, 7 и 9, резисторах и конденсаторе 4, к ее выходу подсоединен диод 5, вторая — на двух (16 и 18) резисторах и конденсаторе 15 с подсоединенным к ее выходу диодом 14.)

Триггер 10, выполненный на первом (3) и втором (13) биполярных транзисторах, и четырех (1, 2, 11, 12) резисторах через эмиттерный повторитель 20 (транзистор 21 и резистор 22) подключен к интегрирующей цепи 24 (резистор 23 и конденсатор 25). К выходу датчика подсоединен измерительный прибор 26.

Каждый из цифровых датчиков частоты вращения содержит (рис. 3) катушку 3 индуктивности, жестко закрепленную вблизи прорезей и выступов соответствующего 4 или 8 (см. рис. 1) диска, первую (4) дифференцирующую цепь с отсекающим диодом 2 на выходе, которая своим входом подсоединена к катушке индуктивности. Эта цепь выполнена на резисторах 5 и 6 и конденсаторе 1. Предусмотрена и вторая дифференциальная цепь 22, в состав которой входят отсекающий диод 21 на выходе. Резистор 23 и конденсатор 20, автоколебательный мультивибратор 15, состоящий из логических элементов 7 и 12, конденсаторов 10 и 11, резисторы 9 и 14; шестнадцатиразрядный суммирующий электронный счетчик 24, логический элемент "И" (18) с двумя (16 и 17) входами, первый из которых соединен с дифференцирующей цепью 4, а второй — с дифференцирующей цепью 22 к этому же входу подключен выход автоколебательного мультивибратора 15. Выход же логического элемента "И" (18) через резистор 19 подключен к счетному

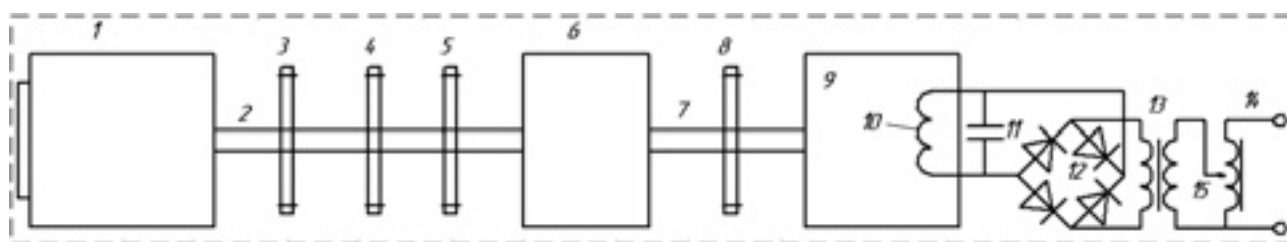


Рис. 1. Стенд для диагностирования гидротрансформатора:

1 — ДВС; 2, 7 — упругие валы; 3, 4, 5, 8 — диски с выступами и прорезями; 6 — ГМП; 9 — электромагнитный тормоз; 10 — обмотка возбуждения; 11 — конденсатор; 12 — выпрямитель; 13 — трансформатор; 14 — автотрансформатор; 15 — регулятор

входу счетчика 24. Выход дифференцирующей цепи 22 соединен с выходом установки нуля счетчика.

Сопrotивления первого (9) и второго (14) резисторов и емкости первого и второго конденсаторов автоколебательного мультивибратора 15 выбраны таким образом, что длительность формируемых на его выходе прямоугольных импульсов равна 1 с.

Стенд снабжен устройством микропроцессорной обработки сигналов. Его задача — определение передаточного числа гидротрансформатора. В его схему, как видно из рис. 4, входят микропроцессор 3 с внутренней памятью в виде семи (4...10) регистров общего назначения; цифроаналоговый преобразователь 19, выход которого соединен с регистрирующим прибором 20; генератор 1 тактовой частоты и таймер 2, соединенные с микропроцессором; буфер 11 адреса; шина 12 адреса; буфер 15 данных; шина 16 данных; шина 17 управления; оперативное (13) и постоянное (14) запоминающие устройства, каждое из которых имеет три канала; интерфейс 18 с пятью каналами, первым из которых он соединен с первым (21) цифровым датчиком частоты вращения, вторым — со вторым (22) датчиком частоты, третьим — с входом цифроаналогового преобразователя 19, четвертым — через шину управления с микропроцессором и с первыми каналами оперативного и постоянного запоминающих устройств, вторые каналы которых соединены с шиной адреса, а третьи — с шиной данных. Его пятый канал через шину 16 и буфер данных 15 подключен к микропроцессору, а через буфер адреса — к шине адреса.

Датчик крутящего момента работает следующим образом.

При нагружении первого упругого вала моментом он закручивается на угол, пропорциональный этому моменту. В результате на выходе триггера формируется прямоугольные импульсы, длительность которых пропорциональна моменту. После интегрирования полученной последовательности импульсов крутящий момент, передаваемый валом, фиксируется прибором 20. Одновре-

менно на выходе электронных суммирующих счетчиков формируются цифровые коды, отображающие величины частот вращения первого и второго валов стенда.

Диагностирование гидротрансформатора осуществляется так.

Снятая с АТС гидромеханическая коробка передач устанавливается на

стенд. Затем включается передача, подлежащая проверке. Ее передаточное число записывается в первый (4) регистр общего назначения, двигатель нагружается перемещением движка автотрансформатора до номинального момента. (Величина этого нагружения контролируется по прибору 20.)

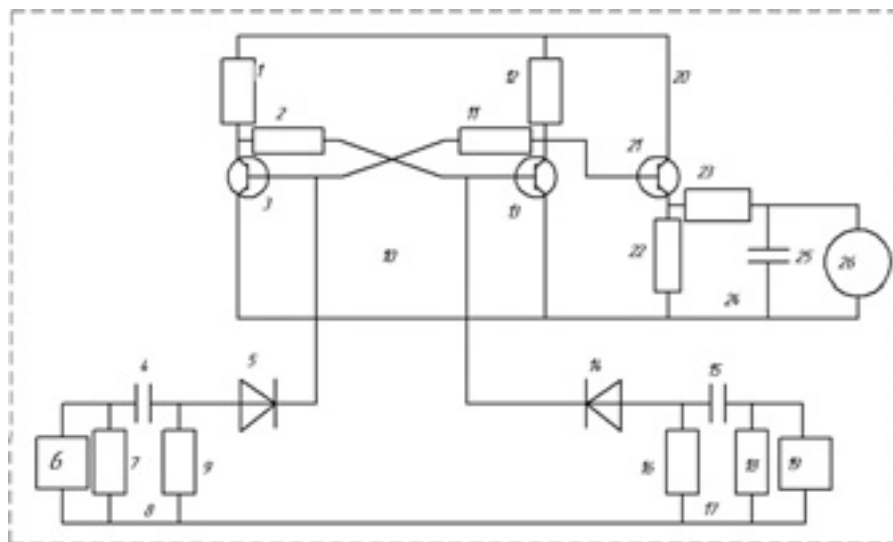


Рис. 2. Схема датчика крутящего момента:

1, 2, 7, 9, 11, 12, 16, 18, 22, 23 — резисторы; 3, 13, 21 — транзисторы; 4, 15, 25 — конденсаторы; 5, 14 — импульсные диоды; 6, 19 — преобразователи импульсные; 8, 17 — дифференцирующие цепи; 10 — триггер; 20 — эмиттерный повторитель; 24 — интегрирующая цепь; 26 — измерительный прибор

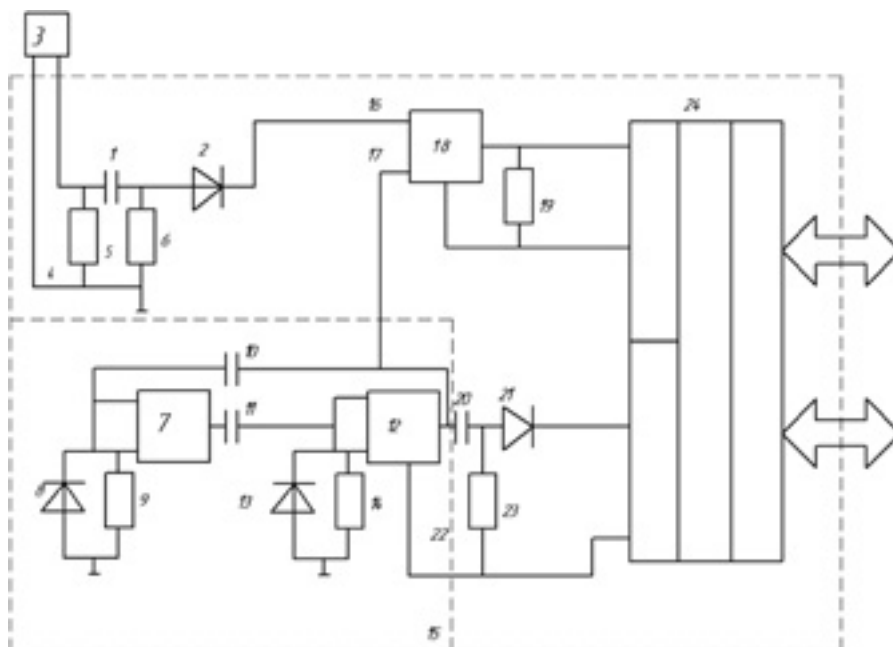


Рис. 3. Цифровой датчик частоты вращения:

1, 10, 11, 20 — конденсаторы; 2, 8, 13, 21 — импульсные диоды; 3 — катушка индуктивности; 4, 22 — дифференцирующие цепи; 5, 6, 9, 14, 19, 23 — резисторы; 7, 12 — логические элементы; 15 — автоколебательный мультивибратор; 16, 17 — входы логического элемента; 18 — логический элемент "И"; 24 — электронный счетчик

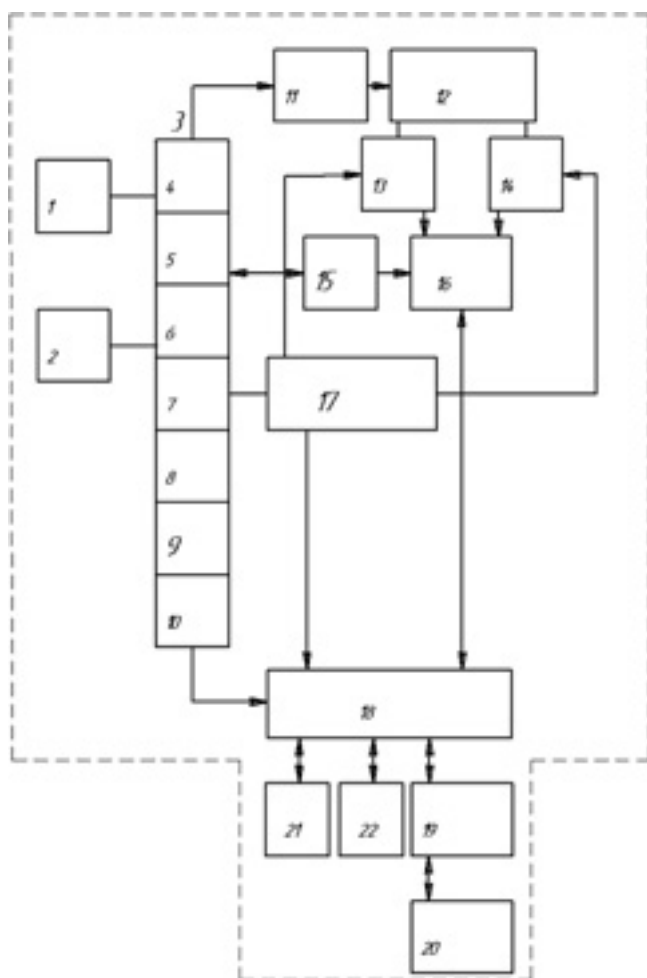


Рис. 4. Схема микропроцессорной системы стенда:

1 — генератор тактовой частоты; 2 — таймер; 3 — микропроцессор; 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 — регистры общего назначения микропроцессора; 11 — буфер адреса; 12 — шина адреса; 13 — оперативное запоминающее устройство; 14 — постоянное запоминающее устройство; 15 — буфер данных; 16 — шина данных; 17 — шина управления; 18 — интерфейс; 19 — цифроаналоговый преобразователь; 20 — регистрирующий прибор; 21, 22 — цифровые датчики частоты вращения

Используя, далее, характеристику гидротрансформатора, представляющую собой зависимость его КПД от передаточного числа, находим передаточное число для исправного гидротрансформатора, соответствующее его номинальному КПД и записываем значение этого числа во второй (5) регистр микропроцессора. В третий же (6) и четвертый (7) регистры записываются коды, отображающие величины частот вращения насосного колеса гидротрансформатора и выходного вала ГМП соответственно. Затем по программе, заложенной в ПЗУ компьютера, код, записанный в четвертом (7) регистре, умножается на передаточное число механической части

ГМП и результат умножения записывается в пятый (8) регистр общего назначения микропроцессора. Это и есть код, отображающий частоту вращения турбины гидротрансформатора.

Далее программа выполняет деление кода, записанного в пятом (8) регистре, на код, записанный в третьем (6) регистре, и результат записывается в шестой (9) регистр. Это и есть действительное значение передаточного числа гидротрансформатора.

Заключительная операция — вычитание кода, записанного в шестом (9) регистре, из кода, записанного в первом (4) регистре. Эта разница регистрируется прибором 20. И если

она не равна нулю, в гидротрансформаторе, работающем на данной передаче, имеются неисправности.

Рассматриваемый стенд в процессе его создания подвергался серьезным испытаниям, главное из которых — определение статической характеристики первого упругого вала, т. е. зависимости угла его закручивания от приложенного к нему крутящего момента. На основании этой характеристики затем было определено число выступов и прорезей дисков, установленных по концам данного упругого вала.

Таким образом, для задания на первом валу крутящего момента, равного номинальному, применен датчик крутящего момента в виде дисков и импульсных преобразователей с дифференцирующими цепями, а для формирования прямоугольных импульсов — триггер на двух биполярных транзисторах. В ходе испытаний были получены осциллограммы этих импульсов, подтвердившие, что длительность каждого из импульсов пропорциональна моменту на валу. Это позволило с помощью интегрирующей цепи преобразовать их последовательность в непрерывный сигнал, уровень которого пропорционален крутящему моменту на данном валу стенда.

Исследованы и цифровые датчики частот вращения валов стенда. При этом установлено, что цифровые коды, полученные на выходах аналогово-цифровых преобразователей, с высокой точностью отображают частоты вращения валов ГИП.

Стенд проверен также и в реальных условиях. Эта проверка показала, что он позволяет снизить затраты на эксплуатацию АТС, так как с его помощью обеспечивается современное определение неисправностей ГМП, возникающих в процессе эксплуатации. Причем очень важно и то, что изготовление аналогового измерителя крутящего момента на первом валу стенда, как и цифровых измерителей частот вращения обоих его валов, не требует больших материальных, финансовых и трудовых затрат. Другими словами, он вполне доступен любому АТП.