

**ОПИСАНИЕ  
ИЗОБРЕТЕНИЯ  
К ПАТЕНТУ**  
(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ  
СОБСТВЕННОСТИ

(19) **ВУ** (11) **9924**  
(13) **С1**  
(46) **2007.10.30**  
(51) МПК (2006)  
**G 01M 17/007**

(54)

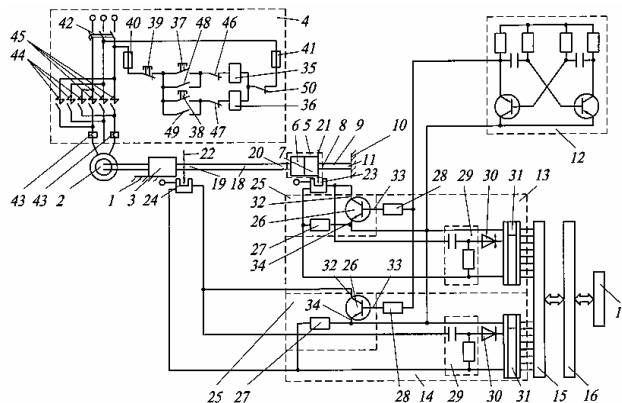
**СТЕНД ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ ТОРСИОНОВ**

(21) Номер заявки: а 20050657  
(22) 2005.06.30  
(43) 2007.04.30  
(71) Заявитель: Белорусский национальный технический университет (ВУ)  
(72) Авторы: Жданович Чеслав Иосифович; Геращенко Василий Васильевич; Плищ Владимир Николаевич (ВУ)

(73) Патентообладатель: Белорусский национальный технический университет (ВУ)  
(56) RU 2194964 С2, 2002.  
SU 1427183 А1, 1988.  
SU 1493911 А1, 1989.  
SU 1589106 А2, 1990.  
SU 1730551 А1, 1992.  
JP 11352020 А, 1999.

(57)

1. Стенд для испытаний торсионов, содержащий раму, на которой смонтированы силовой привод с системой управления, активный захват, пассивный захват, первый и второй датчики углового положения, установленные неподвижно относительно рамы, отличающийся тем, что содержит упругий вал, два металлических диска с выступами и прорезями, устройство микропроцессорной обработки сигналов, причем датчики углового положения выполнены в виде преобразователей импульсных, один конец упругого вала соединен с силовым приводом и первым металлическим диском, а второй - с активным захватом и вторым металлическим диском, устройство микропроцессорной обработки сигналов содержит мультивибратор, интерфейс с двумя входами, связанный выходом с микроЭВМ, дисплей, связанный с микроЭВМ, первый и второй аналого-цифровые преобразователи, каждый из которых содержит транзисторный ключ, включающий транзистор и резистор нагрузки; резистор, дифференцирующую цепь с диодом на выходе, счетчик, счетный вход которого соединен с выводами резистора нагрузки, а вход установки нуля соединен с выходом дифференцирующей цепи, вход которой соединен с выходом преобразователя импульсного, при этом коллектор транзистора транзисторного ключа соединен



Фиг. 3

**ВУ 9924 С1 2007.10.30**

# ВУ 9924 С1 2007.10.30

с положительным выводом выхода преобразователя импульсного, база транзистора транзисторного ключа соединена посредством резистора с коллектором выходного транзистора мультивибратора, эмиттер транзистора транзисторного ключа соединен с эмиттерами транзисторов мультивибратора и с первым выводом резистора нагрузки, второй вывод которого соединен с отрицательным выводом выхода преобразователя импульсного, при этом каждый из аналого-цифровых преобразователей выходом соединен с соответствующим входом интерфейса.

2. Стенд по п. 1, **отличающийся** тем, что силовой привод выполнен в виде электродвигателя и редуктора, при этом входной вал редуктора соединен с валом электродвигателя, активный захват выполнен в виде планшайбы, содержащей первый и второй фланцы, при этом второй фланец выполнен с возможностью соединения с первым концом торсионного вала, пассивный захват выполнен в виде стойки, установленной на раме и выполненной с возможностью жесткого соединения со вторым концом торсионного вала.

3. Стенд по п. 1 или 2, **отличающийся** тем, что силовой привод выполнен с реверсивной системой управления.

---

Изобретение относится к испытательной технике, а именно к стендам для испытаний торсионных валов подвесок гусеничных машин.

Известен стенд для испытаний торсионов [1], содержащий закрепленные пассивный захват с механизмом перемещения, активный захват, связанный с силовым приводом, и индикатор угла закручивания торсиона, включающий визир и концевой упор со стрелкой, кинематически связанный с активным захватом и взаимодействующий с концевым выключателем, механизм установочных перемещений и выбора люфтов, кинематически связанный с активным захватом и силовым приводом, а индикатор смонтирован соосно с активным захватом с возможностью вращения и выполнен в виде сектора со шкалой и двумя криволинейными пазами, в одном из которых с возможностью фиксации установлен концевой выключатель с визиром, а в другом с возможностью перемещения - концевой упор со стрелкой.

Недостатком известного стенда является то, что он обладает ограниченными функциональными возможностями. Объясняется это тем, что на известном стенде обеспечивается только испытание торсионов на различные углы закручивания и измерение угла остаточной деформации торсионных валов, а возможность определения такой информативной характеристики торсиона, как его статическая характеристика, представляющая собой зависимость крутящего момента на торсионном валу от его угла закручивания, на стенде не обеспечивается. Возникает необходимость в измерении не только углов закручивания торсионного вала, но и в измерении крутящих моментов на этом валу, соответствующих этим углам закручивания.

Известен стенд для испытаний упругого элемента, включая торсион, [2] - прототип, содержащий раму, на которой смонтированы активный захват, связанный с силовым приводом, пассивный захват, индикатор угла закручивания упругого элемента, механизм выбора люфтов, при этом активный и пассивный захваты снабжены подшипниковыми опорами, причем подшипниковые опоры пассивного захвата установлены с возможностью поворота относительно своей продольной оси, индикатор угла закручивания упругого элемента выполнен в виде двух датчиков углового положения, установленных неподвижно относительно рамы и соединенных соответственно с активным и пассивным захватами, а механизм выбора люфтов выполнен в виде коромысла, соединенного с пассивным захватом, и взаимодействующих с ним упругих толкателей и жестких упоров, расположенных на раме.

Недостатком известного стенда является то, что он обладает ограниченными функциональными возможностями. Объясняется это тем, что на известном стенде обеспечива-

# ВУ 9924 С1 2007.10.30

ются только испытание торсионных валов на различные углы закручивания и измерение угла остаточной деформации торсионных валов, а возможность определения такой информативной характеристики торсиона, как его статическая характеристика, представляющая собой зависимость крутящего момента на торсионном валу от его угла закручивания, на стенде не обеспечивается. Возникает необходимость в измерении не только углов закручивания торсионного вала, но и в измерении крутящих моментов на этом валу, соответствующих этим углам закручивания.

Задачей изобретения является расширение функциональных возможностей стенда путем обеспечения возможности определения на нем статической характеристики торсионных валов с применением микропроцессорной обработки сигналов.

Сущность изобретения заключается в том, что стенд для испытаний торсионных валов, содержащий раму, на которой смонтированы силовой привод с системой управления, активный захват, пассивный захват, первый и второй датчики углового положения, установленные неподвижно относительно рамы, дополнительно содержит упругий вал, два металлических диска с выступами и прорезями, устройство микропроцессорной обработки сигналов, причем датчики углового положения выполнены в виде преобразователей импульсных, один конец упругого вала соединен с силовым приводом и первым металлическим диском, а второй - с активным захватом и вторым металлическим диском, устройство микропроцессорной обработки сигналов содержит мультивибратор, интерфейс с двумя входами, связанный выходом с микроЭВМ, дисплей, связанный с микроЭВМ, первый и второй аналого-цифровые преобразователи, каждый из которых содержит транзисторный ключ, включающий транзистор и резистор нагрузки; резистор, дифференцирующую цепь с диодом на выходе, счетчик, счетный вход которого соединен с выводами резистора нагрузки, а вход установки нуля соединен с выходом дифференцирующей цепи, вход которой соединен с выходом преобразователя импульсного, при этом коллектор транзистора транзисторного ключа соединен с положительным выводом выхода преобразователя импульсного, база транзистора транзисторного ключа соединена посредством резистора с коллектором выходного транзистора мультивибратора, эмиттер транзистора транзисторного ключа соединен с эмиттерами транзисторов мультивибратора и с первым выводом резистора нагрузки, второй вывод которого соединен с отрицательным выводом выхода преобразователя импульсного, при этом каждый из аналого-цифровых преобразователей выходом соединен с соответствующим входом интерфейса, а силовой привод выполнен в виде электродвигателя и редуктора, при этом входной вал редуктора соединен с валом электродвигателя, активный захват выполнен в виде планшайбы, состоящей из первого и второго фланцев, при этом второй фланец выполнен с возможностью соединения с первым концом торсионного вала, пассивный захват выполнен в виде стойки, установленной на раме и выполненной с возможностью жесткого соединения со вторым концом торсионного вала, а силовой привод выполнен с реверсивной системой управления.

Наличие упругого вала, двух металлических дисков с выступами и прорезями, устройства микропроцессорной обработки сигналов, выполнение датчиков углового положения в виде преобразователей импульсных, соединение одного конца упругого вала с силовым приводом и первым металлическим диском, а второго - с активным захватом и вторым металлическим диском позволяет получать при закручивании торсионного вала и при поворачивании и закручивании упругого вала на выходе преобразователей импульсных при прохождении выступов каждого из дисков относительно преобразователя импульсного прямоугольные импульсы напряжения постоянного тока.

Наличие устройства микропроцессорной обработки сигналов, содержащего мультивибратор, интерфейс с двумя входами, связанный выходом с микроЭВМ, дисплей, связанный с микроЭВМ, первый и второй аналого-цифровые преобразователи, каждый из которых включает в себя транзисторный ключ, состоящий из транзистора и резистора нагрузки; резистор, дифференцирующую цепь с диодом на выходе, счетчик, счетный вход

## BY 9924 C1 2007.10.30

которого соединен с выводами резистора нагрузки, а вход установки нуля соединен с выходом дифференцирующей цепи, вход которой соединен с выходом преобразователя импульсного, при этом коллектор транзистора транзисторного ключа соединен с положительным выводом выхода преобразователя импульсного, база транзистора транзисторного ключа соединена посредством резистора с коллектором выходного транзистора мультивибратора, эмиттер транзистора транзисторного ключа соединен с эмиттерами транзисторов мультивибратора и с первым выводом резистора нагрузки, второй вывод которого соединен с отрицательным выводом выхода преобразователя импульсного, при этом каждый из аналого-цифровых преобразователей выходом соединен с соответствующим входом интерфейса, позволяет получать на выходе счетчика первого аналого-цифрового преобразователя цифровые коды, соответствующие углам закручивания торсионного вала за поворот каждого выступа первого металлического диска в щели первого преобразователя, и посредством интерфейса эти цифровые коды записывать в память микроЭВМ, а на выходе счетчика второго аналого-цифрового преобразователя, цифровые коды, соответствующие углам поворота и закручивания упругого вала за поворот каждого выступа второго металлического диска в щели второго преобразователя, и посредством интерфейса эти цифровые коды записывать в память микроЭВМ.

Выполнение силового привода в виде электродвигателя и редуктора, соединение входного вала редуктора с валом электродвигателя, выполнение активного захвата в виде планшайбы, состоящей из первого и второго фланцев, соединение второго фланца с первым концом торсионного вала, выполнение пассивного захвата в виде стойки, установленной на раме, и его жесткое соединение со вторым концом торсионного вала обеспечивает закручивание валов.

Выполнение силового привода с реверсивной системой управления обеспечивает возможность как закручивания валов, так и их раскручивания в процессе проведения испытаний торсионного вала. По программе, записанной в микроЭВМ, обрабатываются поступившие в микроЭВМ цифровые коды, и таким образом определяется статическая характеристика торсионного вала, представляющая собой зависимость крутящего момента на торсионном валу от угла его закручивания, которая регистрируется на дисплее.

На фиг. 1 изображен прямоугольный импульс напряжения постоянного тока на выходе первого преобразователя импульсного; на фиг. 2 - прямоугольный импульс напряжения на выходе второго преобразователя импульсного; на фиг. 3 - общая схема стенда; на фиг. 4 - статическая характеристика упругого вала; на фиг. 5 - статическая характеристика торсионного вала.

Стенд содержит раму 1, электродвигатель 2, редуктор 3, установленные на раме 1, при этом входной вал редуктора 3 соединен с валом электродвигателя 2, систему 4 управления электродвигателем 2, планшайбу 5, включающую в себя первый 6 и второй 7 фланцы, при этом второй фланец 7 предназначен для соединения с первым концом 8 торсионного вала 9, стойку 10, установленную на раме 1 и предназначенную для соединения со вторым концом 11 торсионного вала 9, мультивибратор 12, первый 13 и второй 14 аналого-цифровые преобразователи, интерфейс 15 с двумя входами, связанный выходом с микроЭВМ 16, дисплей 17, связанный с микроЭВМ 16, упругий вал 18, первый конец 19 которого соединен с выходным валом редуктора 3, второй конец 20 упругого вала 18 соединен с первым фланцем 6 планшайбы 5, второй металлический диск 21 с выступами и прорезями, установленный на втором фланце 7 планшайбы 5, первый металлический диск 22 с выступами и прорезями, установленный на первом конце 19 упругого вала 18, при этом угловое измерение выступов и прорезей каждого из дисков 21 и 22 одинаково и составляет  $\epsilon$  градусов, установленные вблизи прорезей и выступов каждого из дисков второй 23 и первый 24 преобразователи импульсные, при этом каждый из аналого-цифровых преобразователей 13, 14 включает в себя транзисторный ключ 25, состоящий из транзистора 26 и резистора 27 нагрузки, резистор 28, дифференцирующую цепь 29, снабженную диодом 30 на своем выходе, счетчик 31, счетный вход которого соединен с выводами резистора 27 на-

## ВУ 9924 С1 2007.10.30

грузки, вход "Установка нуля" соединен с выходом дифференцирующей цепи 29, входом дифференцирующая цепь 29 соединена с выходом преобразователя импульсного, при этом коллектор 32 транзистора 26 транзисторного ключа 25 соединен с положительным выводом выхода преобразователя импульсного, база 33 транзистора 26 транзисторного ключа 25 соединена посредством резистора 28 с коллектором выходного транзистора мультивибратора 12, эмиттер 34 транзистора 26 транзисторного ключа 25 соединен с эмиттерами транзисторов мультивибратора 12 и с первым выводом резистора 27 нагрузки, второй вывод которого соединен с отрицательным выводом выхода преобразователя импульсного, при этом каждый из аналого-цифровых преобразователей 13, 14 выходом соединен с соответствующим входом интерфейса 15.

Система управления 4 электродвигателем 2 выполнена реверсивной и включает в себя две катушки 35, 36 магнитных пускателей, кнопку 37 "Пуск" на закручивание валов, кнопку 38 "Пуск" на раскручивание валов, кнопку 39 "Стоп", плавкие предохранители 40, 41, автоматический выключатель 42, элементы 43 тепловых реле, силовые контакты 44, 45, блок-контакты 46, 47, 48, 49, контакты тепловых реле 50.

При подаче напряжения на аналого-цифровые преобразователи 13, 14, преобразователи 23, 24 импульсные, мультивибратор 12 и нажатии кнопки 37 приходит во вращение электродвигатель 2, посредством редуктора 3 торсионный вал 9 закручивается, так как второй конец 11 торсионного вала 9 закреплен неподвижно на стойке 10. Связанный с первым концом торсионного вала 9 посредством планшайбы 5 второй конец 20 упругого вала 18 также поворачивается и закручивается, на базы 33 транзисторов 26 транзисторного ключа 25 непрерывно поступают короткие импульсы от мультивибратора 12.

Как только электродвигатель 2 и редуктор 3 начинают вращаться, выступы металлических дисков 21, 22 начинают проходить в щелях преобразователей 23, 24. На выходе преобразователя 23 импульсного при прохождении выступа металлического диска 21 в щели этого преобразователя формируются прямоугольные импульсы напряжения постоянного тока, изображенные на фиг. 1. На выходе преобразователя 24 импульсного при прохождении выступа металлического диска 22 в щели этого преобразователя формируются прямоугольные импульсы напряжения постоянного тока, изображенные на фиг. 2. Длительность импульсов, изображенных на фиг. 2, меньше длительности импульсов, изображенных на фиг. 1. Объясняется это тем, что выступы дисков 21, 22 имеют одинаковые угловые измерения, а упругий вал 18 не только поворачивается на тот же угол, что и торсионный вал 9, но еще и закручивается. Поэтому выступ диска упругого вала 18 быстрее проходит в щели преобразователя 24, чем выступ диска торсионного вала 9 в щели преобразователя 23. Сформированные импульсы (фиг. 1, фиг. 2) напряжения постоянного тока поступают на входы дифференцирующих цепей 29, на выходе которых формируются положительные экспоненциальные импульсы, поступающие на входы "Установка нуля" счетчиков 31 для их обнуления. Одновременно эти импульсы напряжения постоянного тока поступают на коллекторы 32 транзисторов 26 транзисторных ключей 25, транзисторы 26 открываются, на резисторе 27 нагрузки появляются короткие импульсы, последние поступают на счетный вход счетчиков 31. На выходе счетчиков 31 формируются цифровые коды. Одновременно посредством интерфейса 15 результаты счета счетчиков 31 в цифровом коде записываются в память микроЭВМ 16. Эта запись цифровых кодов в микроЭВМ осуществляется по программе в процессе выполнения команды - разрешение прямого доступа в память микроЭВМ со стороны устройства ввода для записи данных, минуя микропроцессор.

При закручивании торсионного вала 9 на заданный угол нажатием кнопки 39 оператор останавливает электродвигатель 2, далее оператор нажимает на кнопку 38, электродвигатель 2 начинает вращаться в противоположном направлении, валы 9 и 18 раскручиваются до исходного состояния. Измерение углов раскручивания валов происходит аналогично измерению углов закручивания.

По программе, записанной в микроЭВМ, обрабатываются полученные на выходе счетчиков 31 и поступившие в микроЭВМ цифровые коды, соответствующие углам закручи-

# ВУ 9924 С1 2007.10.30

вания торсионного вала 9 и углам поворота и закручивания упругого вала 18. Разработанный алгоритм обработки этих углов состоит в последовательном вычислении углов закручивания упругого вала по формуле:

$$\varphi_{кр} = \frac{(n-m)}{n} \varepsilon,$$

где  $n$  - цифровой код, соответствующий углу закручивания торсионного вала;

$m$  - цифровой код, соответствующий сумме углов поворота и закручивания упругого вала;

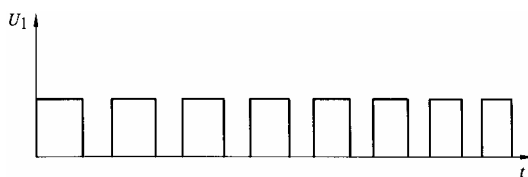
$\varepsilon$  - угловое измерение выступов дисков.

В результате определяется совокупность записанных углов закручивания упругого вала  $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n$ . По статической характеристике упругого вала, также заранее записанной в постоянное запоминающее устройство микроЭВМ (фиг. 4), определяется совокупность крутящих моментов  $M_1, M_2, \dots, M_n$ , приложенных к упругому валу и соответствующих полученным углам закручивания упругого вала. Так как торсионный вал последовательно соединен с упругим валом, то момент на торсионном валу равняется моменту на упругом валу. Это означает, что для построения статической характеристики торсионного вала, представляющей собой зависимость крутящего момента на торсионном валу  $M$  от угла его закручивания  $\alpha$ , имеются совокупность крутящих моментов и соответствующая совокупность углов закручивания торсионного вала  $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$ , записанная в память микроЭВМ в процессе его испытания. Построенная статическая характеристика торсионного вала регистрируется на дисплее 17. Примерный вид статической характеристики торсионного вала приведен на фиг. 5. Имея статическую характеристику торсионного вала, можно прогнозировать параметры подвески и оценивать надежность торсионного вала.

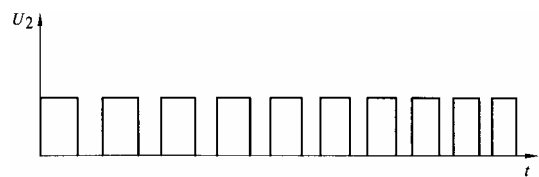
Применение предлагаемого стенда обеспечивает получение экономического эффекта за счет повышения надежности устанавливаемых на машины торсионных валов, так как эти валы доводятся и предварительно испытываются на предлагаемом стенде.

Источники информации:

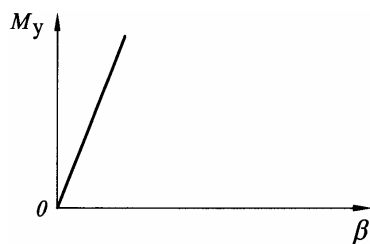
1. А.с. СССР № 1092374, МПК G 01M 17/04 // Бюл. № 18. - 1984.
2. Патент РФ № 2194964, МПК G 01M 17/04 // Бюл. № 35. - 2002.



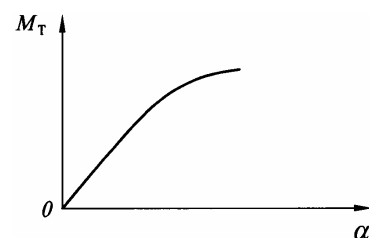
Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 4



Фиг. 5