

**ОПИСАНИЕ  
ИЗОБРЕТЕНИЯ  
К ПАТЕНТУ**  
(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ  
СОБСТВЕННОСТИ

(19) **ВУ** (11) **20922**

(13) **С1**

(46) **2017.04.30**

(51) МПК

**G 01M 7/00** (2006.01)

(54) **СПОСОБ ИСПЫТАНИЯ НА УДАРНУЮ ПРОЧНОСТЬ  
ЭЛЕКТРОННОГО БЛОКА БОРТОВОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ  
ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА**

(21) Номер заявки: а 20131577

(22) 2013.12.24

(43) 2015.08.30

(71) Заявитель: Белорусский национальный технический университет (ВУ)

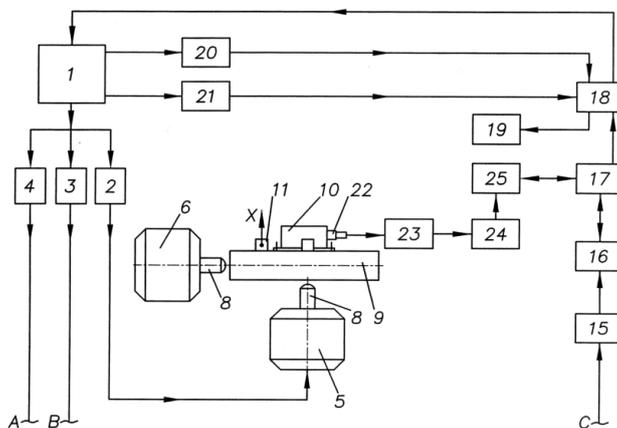
(72) Авторы: Белоус Михаил Михайлович; Юхнов Александр Александрович (ВУ)

(73) Патентообладатель: Белорусский национальный технический университет (ВУ)

(56) RU 2234690 С2, 2004.  
RU 2262679 С1, 2005.  
RU 2338169 С1, 2008.  
US 5652375 А, 1997.  
МУ 120228 А, 2005.  
JP 2007/263975 А.

(57)

Способ испытания на ударную прочность электронного блока бортовой системы управления транспортного средства, при котором подвергают испытываемый электронный блок воздействию в нерабочем, отключенном от электропитания, режиме серией циклических ударных импульсов линейного ускорения поочередно в трех взаимно перпендикулярных плоскостях, после чего подвергают подключенный к электропитанию испытываемый блок дополнительному воздействию серией циклических ударных импульсов с линейным ускорением от 4g до 5g поочередно в упомянутых плоскостях при числе ударных импульсов в каждой плоскости от 200 до 220 с частотой от 40 до 80 импульсов в минуту и длительностью их от 10 до 15 мс, причем в обоих случаях проводят цифровую обработку полученных откликов и сравнение их с опорным сигналом, полученным от аналогичного откалиброванного электронного блока, для определения наличия отказов в цепях связей испытываемого блока.



Фиг. 1

**ВУ 20922 С1 2017.04.30**

Изобретение относится к испытательной технике, а именно к способам динамических испытаний изделий, и может найти применение при контроле на ударную прочность бортовой электронной аппаратуры автотракторных средств.

Широко известны способы испытаний изделий на ударную прочность [1], которые проводят на специальных стендах, закрепляя изделие непосредственно на платформе стенда или в приспособлении, и испытывают его, подвергая воздействию вертикальных ударных импульсов линейного ускорения. Контрольные точки выбирают на корпусе изделия или на платформе стенда. При этом способе испытаний изделие не подвергается тому спектру нагрузок, которые присутствуют на борту транспортных средств.

Известен стенд и способ для испытания изделий на воздействие серии ударных импульсов [2]. Сущность изобретения заключается в нанесении серии ударных импульсов ударниками, расположенными по окружности вокруг испытуемого объекта. Ударники связаны с генератором, инициирующим пакеты ударных импульсов, наносимых по тестируемому объекту. В процессе испытаний производят изменения угла наклона ударников. Достоверность этого способа несколько выше предыдущего. Как и в нем подвергаются ударным нагрузкам в одной плоскости, что не соответствует эксплуатационным условиям электронных блоков бортовой системы управления транспортных средств.

Наиболее близким по технической сущности к предлагаемому изобретению является способ испытания приборов и аппаратуры на вибрационное и ударное воздействие [3], заключающийся в том, что объект, находящийся в нерабочем состоянии, подвергают воздействию серии ударных импульсов линейного ускорения в трех взаимно перпендикулярных плоскостях поочередно. В каждой из упомянутых плоскостей расположен датчик, который фиксирует создаваемые ускорения и преобразует их в электрические сигналы, после обработки которых производится в контроллере сравнение амплитудно-частотных сигналов с опорным сигналом и по полученному результату судят о наличии или отсутствии дефектов в объекте.

Данный способ позволяет повысить достоверность испытаний объектов, однако это недостаточно для электронных блоков систем управления, работающих на транспортных средствах в условиях разнонаправленных ударных нагрузок, при которых возникает вероятность появления в процессе эксплуатации таких нежелательных явлений, как короткое замыкание во входных и выходных контактах, обрыв проводов, нарушение контактов из-за собственного тепла элементов, при плотном их монтаже и других отказов.

Задачей настоящего изобретения является обеспечение возможности испытаний путем приближения их к эксплуатационным.

Задача решена в способ испытания на ударную прочность электронного блока бортовой системы управления транспортного средства, при котором подвергают испытуемый электронный блок воздействию в нерабочем, отключенном от электропитания, режиме серией циклических ударных импульсов линейного ускорения поочередно в трех взаимно перпендикулярных плоскостях, после чего подвергают подключенный к электропитанию испытуемый блок дополнительному воздействию серией циклических ударных импульсов с линейным ускорением от 4g до 5g поочередно в упомянутых плоскостях при числе ударных импульсов в каждой плоскости от 200 до 220 с частотой от 40 до 80 импульсов в минуту и длительностью их от 10 до 15 мс, причем в обоих случаях проводят цифровую обработку полученных откликов и сравнение их с опорным сигналом, полученным от аналогичного откалиброванного электронного блока, для определения наличия отказов в цепях связей испытуемого блока.

Такой способ испытаний позволяет повысить достоверность их и, соответственно, повысить надежность аппаратуры в эксплуатационных условиях благодаря испытаниям электронных блоков как в нерабочем, так и в рабочем состоянии, параметры которых приближены к эксплуатационным. Эти параметры получены из опыта проектирования и эксплуатации транспортного средства. Использование этих параметров при испытаниях

## ВУ 20922 С1 2017.04.30

объектов гарантирует, в случае их положительного результата, устойчивую и надежную работу как в стационарных условиях эксплуатации, так и на транспорте.

Для иллюстрации предложенного способа испытаний служат фигуры, где:

на фиг. 1 изображена принципиальная схема стенда для испытания электронных блоков на ударную прочность;

на фиг. 2 - то же, вид сверху.

Стенд содержит генератор 1 импульсных токов, первый выход которого связан с входами трех электронных коммутационных ключей 2, 3, 4, а выходы их - с соответствующими силовозбудителями 5, 6, 7, расположенными в трех взаимно перпендикулярных плоскостях - фронтальной, горизонтальной и профильной, и представляющими собой соленоидные приводы поступательного движения якорей-бойков 8, взаимодействующих с платформой 9, на которой закреплен испытуемый электронный блок 10. Датчики 11, 12, 13 ускорений ориентированы по трем указанным плоскостям, выходы их соединены с входами усилителя 14, выход которого соединен с входом блока 15 полосовых фильтров, а выход последнего - с входом аналого-цифрового преобразователя (АЦП) 16, выход АЦП 16 связан с интерфейсным блоком 17, а последний - с первым входом блока 18 управления, а первый выход его - с входом блока 19 индикации с отображением на панели диагностической информации с помощью, например, индикаторных ламп, дисплеев, акустических приборов предупреждения (не показаны). Блок 18 управления выполнен с дисплеем для отображения режимных параметров стенда, и обеспечивает режим автоматической смены траектории ударов.

Генератор 1 импульсных токов вторым и третьим выходами связан соответственно со счетчиком 20 импульсов и таймером 21 длительности импульсов, выходы которых соединены со вторым и третьим входами блока 18 управления соответственно.

Испытуемый блок 10 снабжен трехкоординатным датчиком 22 ускорения, выход которого связан с последовательно соединенными между собой усилителем 23, блоком 24 полосовых фильтров, АЦП 25, выход которого связан со вторым входом интерфейсного блока 17.

Стенд работает следующим образом. Генератор 1 импульсных токов по программе, полученной от блока 18 управления, посредством управляющих входов коммутационных ключей 2, 3, 4 приводит в действие поочередно силовозбудители 5, 6, 7. Разогнанные бойки 8 наносят серии последовательных ударных импульсов по платформе 9, с закрепленным на ней испытуемым электронным блоком 10, в трех взаимно перпендикулярных плоскостях - фронтальной, горизонтальной и профильной. Одновременно происходит подсчет импульсов счетчиком 20 и их длительность - таймером 21, связанными соответственно с генератором 1 и блоком 18 управления.

В фазах ударов датчики 11, 12, 13 ускорений, ориентированные соответственно по каждой из трех координат, непрерывно преобразуют ударные импульсы в электрические сигналы, которые поступают в усилитель 14 и далее через управляющие входы электронных коммутационных ключей 2, 3, 4 на блок 15 полосовых фильтров, которые выделяют информационный участок диагностируемых параметров - частоту импульса и его длительность. Отфильтрованный сигнал, амплитуда которого пропорциональна амплитуде опорного сигнала, подается на аналоговый вход АЦП 16, а выходной сигнал через интерфейсный блок 17 поступает на блок 18 управления, где происходит сравнение поступившего сигнала с опорным.

Опорный сигнал получен заранее от электрически хорошо отлаженного электронного блока, аналогичного блоку 10, и сформирован в микропроцессоре блока 18 управления. Для этого на исправный блок, являющийся моделью блока 10, подают ударные импульсы, затем моделируют в нем различные виды дефектов и регистрируют скачки частот, соответствующих различным стадиям развития дефекта. После испытаний блока 10 сравнивают полученные значения частот со значениями скачков частоты, соответствующих степеням развития дефекта.

# ВУ 20922 С1 2017.04.30

Трехкоординатный датчик 22 ускорений формирует сигналы откликов от датчиков 11,12,13 и передает сигнал об актуальном состоянии блока 10 по аналогичной описанной выше цепи - усилитель 23 - блок 24 полосовых фильтров - АЦП-25- интерфейсный блок 17 - блок 18 управления - блок 19 индикации. Отсутствие сигнала в блоке 19 или предупреждающий сигнал означает какой-либо дефект, например, обрыв или короткое замыкание в цепях испытуемого блока 10. Система коммутационных ключей 2, 3, 4 обеспечивает поочередный мониторинг блока 10 в трех плоскостях, а блок 18 управления также обеспечивает режим автоматической смены траектории удара.

Пример осуществления способа.

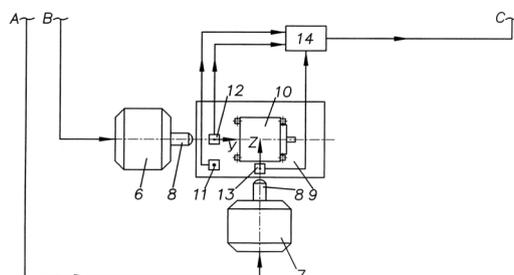
Мониторингу на ударную прочность был подвергнут электронный блок управления наружными светотехническими устройствами автобуса МАЗ-231.

Испытуемый блок 10 закреплен на платформе 9, снабженной тензометрическими датчиками 11,12,13 ускорений, ориентированных по трем взаимно перпендикулярным координатам, в соответствии с расположением трех силовозбудителей 5, 6, 7. В первой фазе испытаний диагностируемый блок 10 находился в нерабочем, отключенном от электропитания режиме, и платформу 9 подвергали ударным импульсам с ускорением 10g поочередно в каждой плоскости по команде блока 18 управления при числе ударов (установленной наработке на отказ) в каждой плоскости 3300 с частотой 60 уд/мин и длительностью 10 мс. Одновременно проводилась обработка сигналов от датчиков 11, 12, 13 ускорений как описано выше в работе стенда. В результате, после первой фазы испытаний блок 19 индикации не показал наличия дефектов в блоке 10. Далее, для повышения достоверности диагностирования блока 10, во второй фазе испытаний его подвергали ударной нагрузке в рабочем, подключенном к электропитанию, режиме, с ускорением ударных импульсов 5g по платформе 9 при числе ударов в каждой плоскости 200 с частотой 60 уд/мин и длительностью импульсов 10 мс. Обработка сигналов в блоке 18 управления дала запаздывание сигналов по сравнению с опорным сигналом, что свидетельствует о наличии дребезга в контактах испытуемого блока 10 из-за увеличивающихся зазоров в сопряжениях и необходимости устранения этой неисправности.

Таким образом, предложенный способ испытаний электронных блоков на ударную прочность позволяет с большей точностью судить о рабочем состоянии этих объектов.

Источники информации:

1. ГОСТ 3940-2004. Электрооборудование автотракторное. Общие технические условия. - С. 9.
2. SU 1348691 A1, МПК G 01M 7/00, 1987.
3. WO 2009011433 A1, МПК G 01M 7/00, 2009.



Фиг. 2