

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



(19) RU (11) **149 058** (13) U1

(51) МПК

[G01M 13/04 \(2006.01\)](#)

[F16C 19/00 \(2006.01\)](#)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: [2014118138/11](#), 05.05.2014

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
05.05.2014

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 05.05.2014

(45) Опубликовано: [20.12.2014](#) Бюл. № 35

Адрес для переписки:

394026, г. Воронеж, Московский пр-кт, 14,  
ГОУВПО "ВГТУ", патентный отдел

(72) Автор(ы):

Жачкин Сергей Юрьевич (RU),  
Жачкина Наталья Васильевна (RU),  
Пенькова Юлия Сергеевна (RU),  
Лазукин Владимир Федорович (RU),  
Сидоркин Олег Анатольевич (RU),  
Пеньков Никита Алексеевич (RU),  
Беленцов Виктор Геннадиевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
профессионального образования  
"Воронежский государственный  
технический университет" (RU)

(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ НА ДОЛГОВЕЧНОСТЬ

(57) Реферат:

Полезная модель относится к области испытательной техники, в частности к испытанию радиальных подшипников качения на долговечность при местном нагружении. Устройство для испытания подшипников на долговечность содержит опорную раму, на которой установлены два корпуса в виде цилиндра с двумя подшипниковыми узлами. В корпусе устройства установлен вал с двумя испытываемыми, опорными и двумя вспомогательными подшипниками. Испытываемые подшипники связаны с опорной рамой через пружины, которые расположены снизу от опорных корпусов подшипников, а между приводом вала и испытываемыми подшипниками установлены виброгасящие муфты.

Полезная модель относится к области испытательной техники, в частности к испытанию радиальных подшипников качения на долговечность при местном нагружении.

Известно устройство для испытания подшипников качения на долговечность Перель, Л.Я. Подшипники качения. Расчет, проектирование и обслуживание опор: Справочник / Перель Л.Я.; - М.: Машиностроение, 1983. - 543 с. В корпусе устройства установлен вал с опорными подшипниками. Испытываемые подшипники установлены на валу и в двух сменных корпусах. Нагружение на испытываемые подшипники производится через два нагружающих рычага с грузами, соединенными

шарнирно с корпусом устройства и создающих нагрузку на сменные корпуса с испытываемыми подшипниками. Привод устройства осуществляется от электродвигателя через ремень и шкив на валу устройства. Недостатками устройства являются:

1. Нагружение осуществляется на наружное кольцо подшипника, а не на внутреннее, что нехарактерно для большинства подшипников и искажает условия работы испытываемых подшипников.

2. Ременной привод создает дополнительную нагрузку на испытываемые подшипники, которую невозможно учесть. Величина дополнительной нагрузки зависит от натяжения ремня, которое постоянно меняется, вследствие износа ремня, шкивов и др. Это существенно искажает точность результатов испытаний.

Наиболее близким техническим решением к заявляемому устройству (прототипом) является конструкция устройства Пат. 2344399, Рос. Федерация МПК G01M 13/00 Стенд для испытания подшипников качения на долговечность / Ли Р.И., Щетинин М.В., Кондрашин С.И., Бочаров А.В.; заявитель и патентообладатель ООО «Ликом» (RU). - №2007102186; заявл. 22.01.2007, опубл 27.07.2008, бюл. №41. - 3 е.: ил.

Устройство включает опорную раму, на которой установлен корпус в виде цилиндра с двумя подшипниковыми щитами. В корпусе устройства установлен вал с двумя испытываемыми, опорными и двумя вспомогательными подшипниками. Нагружающий рычаг шарнирно соединен с корпусом устройства. На валу напрессован якорь, а в корпусе установлена обмотка статора асинхронного электродвигателя. Нагружающий рычаг при помощи болта и гайки жестко связан с винтовым регулировочным механизмом. Последний жестко связан с телескопической стойкой, имеющей на конце сферический наконечник, шарнирно соединенный с нагрузочной вилкой. Нагрузочная вилка установлена на наружном кольце вспомогательного подшипника. На конце нагружающего рычага подвешены грузы.

К недостаткам данного устройства следует отнести то, что нитевое соединение груза для испытаний через дополнительный рычаг передает дополнительную вибрационную нагрузку на испытываемые подшипники, возникающую в процессе эксплуатации стенда, которую невозможно учесть. Величина дополнительной вибрационной нагрузки зависит от режимов испытания, которые меняются при испытании различных подшипников. Это вносит значительную погрешность в результаты испытаний.

Полезная модель направлена на повышение точности результатов испытаний подшипников на долговечность, улучшение конструкции и надежности устройства.

Это достигается тем, что устройство включает опорную раму, на которой установлены два корпуса в виде цилиндра с двумя подшипниковыми узлами. В корпусе устройства установлен вал с двумя испытываемыми, опорными и двумя вспомогательными подшипниками. Испытываемые подшипники связаны с опорной рамой через пружины, которые расположены снизу от опорных корпусов подшипников, а между приводом вала и испытываемыми подшипниками установлены виброгасящие муфты.

Отличительным признаком предлагаемого устройства является наличие пружин, которые расположены между испытываемым узлом и корпусом, а также виброгасящих муфт на приводе вала.

Суть полезной модели поясняется чертежами.

На рисунке 1 показан общий вид предлагаемого устройства; на рисунке 2 - регулировочный узел предлагаемого устройства.

Устройство содержит опорную раму 1, на которой установлены два корпуса 2 в виде цилиндра с двумя подшипниковыми узлами. В корпусе устройства установлен вал 3 с двумя испытываемыми 4 и двумя вспомогательными 5 подшипниками. Причем испытываемые подшипники контактируют с опорной рамой устройства через

пружины 6, установленные снизу от опорных корпусов подшипников, а ведущий вал снабжен виброгасящей муфтой 7. Нагружающий рычаг 8 шарнирно соединен с корпусом устройства. На валу напрессован якорь 9, а в корпусе установлена обмотка статора асинхронного электродвигателя 10. Передающий рычаг 11 при помощи болта и гайки жестко связан с винтовым регулировочным механизмом 12. Последний жестко связан с телескопической стойкой 13, имеющей на конце сферический наконечник, шарнирно соединенный с нагрузочной вилкой. Нагрузочная вилка 14 установлена на наружном кольце вспомогательного подшипника. На конце нагружающего рычага подвешены грузы 15.

Проушина 16 установлена на регулировочном винте 17 с контргайками 18 и фиксируется в осевом направлении с одной стороны упорным буртом регулировочного винта 17, а с другой гайкой 19 (рисунок 2).

Устройство работает следующим образом.

Нагрузку на подшипники изменяют при помощи съемных грузов 15. Для перемещения в горизонтальной плоскости телескопической стойки 13, шарнирно соединенной с нагрузочной вилкой 14 служит регулировочный винт 17. Положение регулировочного винта 17 и телескопической стойки фиксируют контргайками 18 и гайкой 19.

Нагрузка, создаваемая грузами 15, передается на нагрузочные вилки 14, вспомогательных подшипников 5, передается на вал 3, и затем на внутренние кольца испытываемых подшипников 4.

Под виброгашением понимают уменьшение уровня вибрации защищаемого объекта путем введения в систему дополнительных реактивных импедансов, т.е. сопротивлений упругого типа.

Расчет виброгасящих элементов (пружин) ведут в следующей последовательности. Например, ставится задача рассчитать пружины для эффективной виброизоляции устройства для испытания подшипников, имеющих следующие рабочие характеристики: вес установки  $P=1300$  кгс, частота вращения вала электродвигателя  $n=850$  об/мин количество виброизоляторов (с одной пружиной)  $N=4$  шт.

Расчет проводится по ГОСТ 12.1.029-80 ССБТ Средства и методы защиты от шума; Средства защиты в машиностроении: Расчет и проектирование: справочник / под. ред. Белов С.В. и др - М., «Машиностроение», 1989; ГОСТ 4.209-79. Материалы и изделия звукопоглощающие и звукоизоляционные; Трунова И.Г., Елькин А.Б., Смирнова В.М. Т 787 Выбор и расчет средств защиты от шума и вибрации: учеб. Пособие по выполнению дипломных, курсовых и практических работ для студентов / И.Г. Трунова, А.Б. Елькин, В.М. Смирнова; НГТУ им. Р.Е. Алексеева. - Нижний Новгород, 2012. - 116 с.

Порядок расчета

1. Принимаются: соотношение вынужденных и собственных колебаний равно 4, допустимое напряжение на кручение  $[\tau]=4,2 \times 10^3$  кгс/см<sup>2</sup>, модуль сдвига  $a=8 \times 10^5$  кгс/см<sup>2</sup>; индекс пружины  $c=4$ , коэффициент  $k_p=1,4$ . Определяем допустимую амплитуду смещения  $a_z=0,12$  мм.)

2. Определяется частота вынужденных колебаний:

$$f=n/60 \text{ Гц};$$

$$f=850/60=14,2 \text{ Гц}$$

3. Частота собственных колебаний определяется исходя из принятого условия, что  $f/f_0=4$

$$f_0=f/4, \text{ Гц};$$

$$f_0=14,2/4=3,6 \text{ Гц}.$$

4. Суммарная жесткость виброизоляторов определяется по формуле:

$$K_z = mf_0^2, \text{ Н/см},$$

где  $m$  - масса фундамента с установкой определяется по формуле:

$m = P/g, \text{ Н};$   
 $m = 1300/9,8 = 1327 \text{ Н};$   
 $K_z = 1327 \cdot 3,6^2 = 17\,198 \text{ Н/см}.$

5. Определяется жесткость одной пружины:

$$K_z^1 = K_z/4, \text{ Н/см};$$
$$K_z^1 = 17198/4 = 4299,5 \text{ Н/см}.$$

6. Определяется динамическая нагрузка на одну пружину в рабочем режиме изолируемого устройства:

$$P_{\text{дин}}^1 = a_z K_z^1, \text{ Н}$$
$$P_{\text{дин}}^1 = 0,012 \cdot 4299,5 = 51,6 \text{ Н}$$

7. Расчетная нагрузка на одну пружину определяется по формуле:

$$P_z^1 = P/n + 1,5 \cdot K_z^1 \cdot (V_0 + V), \text{ Н}$$

где  $V_0$  - среднеквадратичная виброскорость вала ( $V_0 = 0,002 \text{ м/с}$ );  $V$  - среднеквадратичная виброскорость основания подшипников ( $V = 0,09 \text{ м/с}$ );

$$P_z^1 = 13000/4 + 1,5 \cdot 4299,5(0,002 + 0,09) = 3843 \text{ Н}.$$

8. Диаметр проволоки цилиндрических винтовых пружин определяется

$$d = 1,6 \sqrt{\frac{k_p \cdot P_z^1 \cdot C}{[\tau]}}, \text{ см}$$
$$d = 1,6 \sqrt{\frac{1,4 \cdot 3843 \cdot 4}{4,2 \cdot 10^3}} = 3,5 \text{ см}$$

9. Определяется число витков пружины:

$$i = \frac{\sigma \cdot d}{8 \cdot c^3 \cdot K_z^1}$$
$$i = \frac{\sigma \cdot d}{8 \cdot 4^3 \cdot 4299,5} = 13$$

10. Определяется полное число витков пружин:

- при  $i < 7 i_n = i + 1,5$ ;

- при  $i > 7 i_n = i + 2,5$

$$i_n = 13 + 2,5 = 15,5.$$

11. Определяется высота пружины:

$$H = (i_n - 0,4) \cdot d, \text{ см}$$

$$H = (15,5 - 0,4) \cdot 3,5 = 53 \text{ см}$$

12. Рассчитывается коэффициент передачи виброизоляции по формуле

$$\mu = \frac{1}{\left[ \left( \frac{f}{f_0} \right)^2 - 1 \right]}$$
$$\mu = \frac{1}{\left[ \left( \frac{14,2}{3,6} \right)^2 - 1 \right]} = \frac{1}{14}$$

Вывод. Согласно Средства защиты в машиностроении: Расчет и проектирование: справочник / под. ред. Белов С.В. и др - М., «Машиностроение», 1989 и Трунова И.Г., Елькин А.Б., Смирнова В.М. Т 787 Выбор и расчет средств защиты от шума и вибрации: учеб. Пособие по выполнению дипломных, курсовых и практических работ для студентов / И.Г. Трунова, А.Б. Елькин, В.М. Смирнова; НГТУ им. Р.Е. Алексеева.

- Нижний Новгород, 2012. - 116 с, виброизоляция считается эффективной, если  $f/f_0=3\div 4$ . а  $\mu=1/8\div 1/15$ . В нашем случае получаем  $f/f_0=3,94$ , а  $\mu=1/14$ . Таким образом, доказана эффективность установки пружин спроектированного размера в качестве виброгасителя.

Наличие указанных признаков в предлагаемом устройстве позволяет устранить вибрацию в процессе испытаний подшипников и тем самым значительно повысить точность результатов испытаний.