РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

ПАТЕНТ

НА ПОЛЕЗНУЮ МОДЕЛЬ

№ 176398

УСТАНОВКА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС

Патентообладатель: ***федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики" (Университет ИТМО) (RU)***

Авторы: ***Акопян Мисак Геворкович (RU), Резников Станислав Сергеевич (RU), Кузнецова Ольга Валерьевна (RU), Федотова Виктория Николаевна (RU)***

Заявка № **2017114461**
Приоритет полезной модели **25 апреля 2017 г.**
Дата государственной регистрации в
Государственном реестре полезных
моделей Российской Федерации **17 января 2018 г.**
Срок действия исключительного права
на полезную модель истекает **25 апреля 2027 г.**

Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

Г.П. Ивлиев

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) RU (11) 176 398 (13) U1

(51) МПК
G01M 13/02 (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
G01M 13/02 (2017.08)

(21)(22) Заявка: **2017114461, 25.04.2017**

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
25.04.2017

Дата регистрации:
17.01.2018

Приоритет(ы):
(22) Дата подачи заявки: **25.04.2017**

(45) Опубликовано: **17.01.2018** Бюл. № **2**

Адрес для переписки:
197101, Санкт-Петербург, Кронверкский пр., 49, Университет ИТМО, ОИС и НТИ

(72) Автор(ы):
Акопян Мисак Геворкович (RU),
Резников Станислав Сергеевич (RU),
Кузнецова Ольга Валерьевна (RU),
Федотова Виктория Николаевна (RU)

(73) Патентообладатель(и):
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики" (Университет ИТМО) (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **RU 155823 U1, 20.10.2015. CN 104280225 A, 14.01.2015. RU 2296969 C2, 10.04.2007. JP 2001215174 A, 10.08.2001. RU 118433 U1, 20.07.2012.**

RU 176398 U1

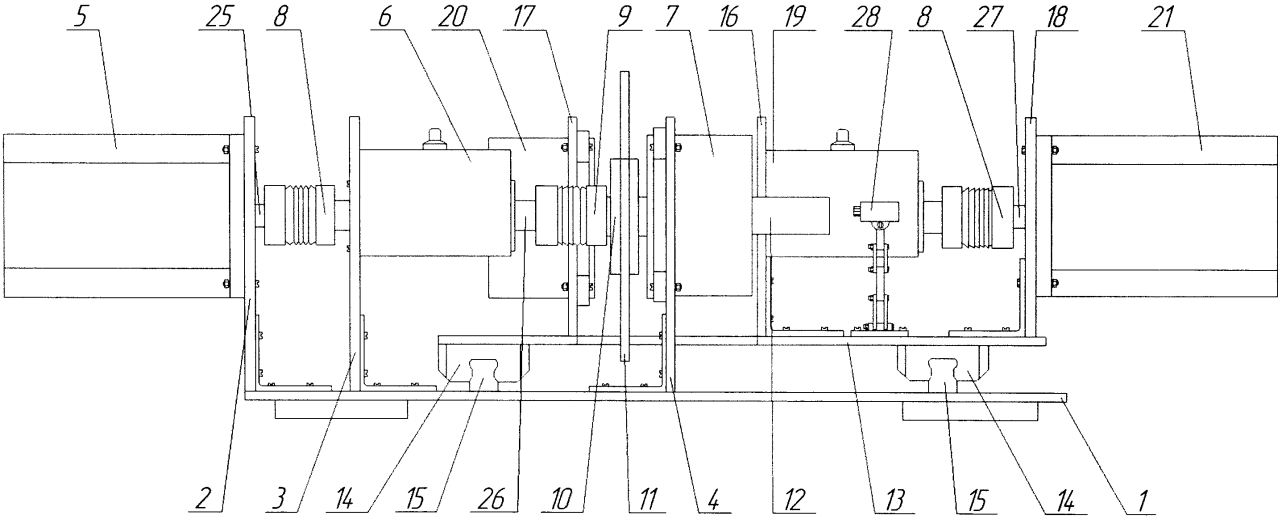
(54) УСТАНОВКА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС

(57) Реферат:

Полезная модель относится к области машиностроения, в частности к определению параметров износостойкости, ресурса и предельных параметров выхода из строя зубчатых колес. Заявленная установка для исследования зубчатых колес состоит из статического модуля, закрепленного на основании, включающего опорные элементы, датчики регистрации углового перемещения и крутящего момента, устройство регистрации измерительного сигнала, привод вращения, и подвижного модуля, установленного с возможностью перемещения по направляющим, закрепленным на основании, содержащего опорные элементы, датчики регистрации углового перемещения и крутящего момента, устройство регистрации измерительного сигнала, привод вращения, эталонное зубчатое колесо, установленное на валу и входящее в цепь последовательно соединенных валов, находящихся на одной оси с валом двигателя. Статический и подвижный модули снабжены дополнительными датчиками регистрации крутящего момента и углового перемещении. При этом на подвижном модуле закреплена с возможностью перемещения по горизонтали и вертикали, а также изменения угла наклона камера видеосъемки процесса взаимодействия эталонного и исследуемого зубчатых колес в инфракрасном диапазоне оптического спектра с высоким разрешением и большой частотой смены кадров, позволяющая определять температуры взаимодействующих элементов. Технический результат - увеличение числа измеряемых параметров с целью получения наиболее полной картины процессов взаимодействия зубчатых

RU 176398 U1

колес с возможностью прогнозирования поведения и последующего детального анализа полученных статистических данных и видеоматериалов. 2 ил.



Фиг. 1

RU 176398 U1

RU 176398 U1

Предлагаемая полезная модель относится к области машиностроения, а именно к испытательной технике, и может использоваться для исследования процесса износа и прочности зубчатой передачи, а также определения их кинематических параметров.

Известно устройство для испытания на прочность зубчатых колес и их элементов (Патент РФ на изобретение №2139512, МПК G01M 13/02, дата приоритета 06.05.1998, опубликовано 10.10.1999), содержащее корпус с установленным в нем испытуемым зубчатым колесом, нагружатель, с которым взаимодействуют переходник, нагружающий элемент и антифрикционные втулки для установки испытуемого зубчатого колеса вместе с валом, имеющим шлицы. Недостатки устройства заключаются в необходимости серьезного вмешательства при смене зубчатого колеса, необходимости изготовления дополнительных валов при изменении посадочного диаметра, а также невозможности испытания колес на трение и износ.

Наиболее близкий из выявленных и принятый за прототип стенд для исследования зубчатых колес (Патент РФ на полезную модель №155823, МПК G01M 13/00, дата приоритета 17.03.2015, опубликовано 20.10.2015). Устройство состоит из основания со статическим модулем, содержащим опорные элементы, датчики регистрации крутящего момента и углового перемещения, привод вращения и устройство регистрации измерительного сигнала, и подвижного модуля, установленного на направляющие и содержащего опорные элементы, датчики регистрации крутящего момента и углового перемещения, привод вращения, устройство регистрации измерительного сигнала и эталонное зубчатое колесо, установленное на валу и входящее в цепь последовательно соединенных валов, находящихся на одной оси с валом двигателя. При этом статический и подвижный модули снабжены дополнительными датчиками регистрации крутящего момента и углового перемещения. Недостатками ближайшего аналога являются его ограниченные функциональные возможности, заключающиеся в следующем:

- невозможность получения температур эталонного зубчатого колеса и исследуемого, важных при исследовании процессов трения;

- отсутствие возможности видеосъемки процесса испытаний с его последующим воспроизведением в замедленном режиме, а также определения момента начала разрушения исследуемого зубчатого колеса, позволяющего выявить точные данные предела прочности.

Решается задача расширения функциональных возможностей с одновременным увеличением количества измеряемых параметров и получением наиболее полной картины процесса взаимодействия зубчатых колес, с возможностью прогнозирования поведения и последующего детального анализа полученных статистических данных и видеоматериалов.

Сущность заключается в том, что установка для исследования зубчатых колес, состоящая из основания со статическим и подвижным модулями, содержащими опорные элементы, датчики регистрации крутящего момента и углового перемещения, приводы вращения и устройства регистрации измерительного сигнала, эталонное зубчатое колесо, установленное на валу и входящее в цепь последовательно соединенных валов, находящихся на одной оси с валом двигателя, снабжена закрепленной на подвижном модуле с возможностью перемещения по горизонтали и вертикали и изменения угла наклона камерой видеосъемки процесса взаимодействия эталонного и исследуемого зубчатых колес в инфракрасном диапазоне оптического спектра с высоким разрешением и большой частотой смены кадров, позволяющей определять температуры взаимодействующих элементов.

Используемая видеокамера производит видеосъемку с высокой четкостью и большой

частотой смены кадров, что позволяет получить подробную картину процесса взаимодействия зубчатых колес и температурные параметры области контакта и его окружения. Камера закреплена с возможностью перемещения по вертикали и горизонтали, а также изменения угла наклона и позволяет производить видеосъемку зубчатых колес с разным межосевым расстоянием, с разных ракурсов, а также разные их фрагменты.

Проведя анализ характеристик прототипа и заявляемого устройства, видим, что предложенная конструкция оснащена камерой видеосъемки в инфракрасном диапазоне с высокой четкостью и большой частотой смены кадров, что позволяет получить наиболее полную картину взаимодействия зубчатых колес, получить температурные характеристики и нализировать проведенные испытания в режиме замедленного воспроизведения видеоматериалов.

Сущность заявляемой полезной модели поясняют фиг. 1 и 2, где:

на фиг. 1 представлена установка для исследования зубчатых колес, вид спереди;

на фиг. 2 - взаимодействие установки для исследования зубчатых колес с ЭВМ.

Установка содержит основание 1 с расположенными на нем подвижным и статичным модулями. Статичный модуль состоит из пластин 2, 3 и 4. Двигатель 5 крепится к пластине 2, датчик крутящего момента 6 крепится к пластине 3, а датчик углового перемещения 7 крепится к пластине 4. Компенсационная муфта 8 соединяет двигатель 5 с датчиком крутящего момента 6, который при помощи компенсационной муфты 9 соединен с валом 10, на противоположно конце, которого находится место установки исследуемого зубчатого колеса 11. Между валами 10 и 12 зажимается зубчатое колесо 11. Вал 12 соединен с датчиком угловых перемещений 7. Подвижный модуль состоит из платформы 13, закрепленной на двух каретках 14, двигающихся по направляющим 15. Пластины 16, 17 и 18 прикреплены к платформе 13. Датчик крутящего момента 19 крепится к пластине 16, датчик углового перемещения 20 крепится к пластине 17, а двигатель 21 крепится к пластине 18. Компенсационная муфта 8 соединяет двигатель 21 с датчиком крутящего момента 19, который при помощи компенсационной муфты 9 соединен с валом 22. Вал 23 соединен с датчиком угловых перемещений 20. Эталонное зубчатое колесо 24 фиксируется между валами 22 и 23.

На фиг. 2 представлена схема взаимодействия установки с ЭВМ. Исследуемое зубчатое колесо 11 зажимается между валами 22 и 23. На двигатель 5 с ЭВМ подается управляющий сигнал, задающий момент вращения на валу двигателя 25, с которого датчиком крутящего момента 6 измеряется реальное значение крутящего момента и передается на ЭВМ. Вал 26 датчика 6 передает вращательное движение на вал 10 с закрепленным на нем исследуемым зубчатым колесом 11. Вал 12 с креплением также начинает вращаться, с которого датчиком угловых перемещений 7 формируется сигнал об угловых перемещениях и передается на ЭВМ. На двигателе 21 с ЭВМ задается тормозной момент. Эталонное зубчатое колесо 24, закрепленное между валами 22 и 23, приводится в движение. Датчик угловых перемещений 20 регистрирует сигнал с вала 23, датчик крутящего момента 19 - с вала 27. Эти сигналы передаются на ЭВМ. Видеокамера 28 производит съемку процесса взаимодействия в инфракрасном диапазоне оптического спектра и передает на ЭВМ, где производится считывание данных о температуре, а также накопление и хранение видеоматериала. На ЭВМ вычисляются значения КПД передачи, мертвого хода и кинематической ошибки, оценивается возможность дополнительного нагружения и долговечность передачи, а также определяются моменты повреждения зубчатых колес и причины их возникновения. На основе полученных данных составляется общее заключение об износе зубчатой пары.

Положение подвижной платформы 13 задается с ЭВМ, передачей координат кареток 14 подвижного модуля.

Пример конкретной реализации.

Исследуемое зубчатое колесо с модулем m=0.5 и числом зубьев z=36 устанавливают между валами 10 и 12. Эталонное зубчатое колесо с модулем m=0.5 и числом зубьев z=42 устанавливают между валами 22 и 23. При включении на двигатель статического модуля подается сигнал, создающий момент вращения на валу двигателя 25, равный M=3.5 кг·см, с этого вала датчиком момента снимается заданный момент для проверки. Вращательное движение подается на исследуемое зубчатое колесо. Датчик угловых перемещений снимает сигнал через постоянные промежутки времени и передает их на компьютер. На второй двигатель подается тормозной момент M_2=3.5 кг·см. Со второго вала также снимается задающий момент. Данные с датчиков передаются на компьютер, где производится анализ. Был задан один момент, а с датчиков получен реальный. При идеальных условиях эти моменты будут равны, и КПД будет 100%. В реальных условиях будет получен реальный КПД. Также снимаются угловые перемещения и передаются на компьютер. Тем самым межосевое расстояние, определяемое по формуле $\frac{m(z_1+z_2)}{2cos\beta} = 19.5$ мм, при прямозубой передаче можно регулировать подвижным модулем на направляющих. Анализируя данные угловых перемещений, определяются кинематическая погрешность и мертвый ход по формуле

$$j_\varphi = f_2(\varphi_2) - f_1(\varphi_2).$$

Период функции $\Delta\varphi_2 = f(\varphi_2)$ равен $T = \frac{2\pi z_1}{x}$, где x - общий множитель чисел зубьев z_1 и z_2 шестерни и колеса. При $i_{12} = \frac{z_2}{z_1}$ и целом $x=z_1$, $T=2\pi$. Если z_1 и z_2 не имеют общих множителей, то $T=2\pi z_1$, следовательно, пределы изменения периода $2\pi<T<2\pi z_1$.

Например, при z_1=36 и z_2=42 (x=6) $T = 2\pi * \frac{36}{6} = 12\pi$, т.е. для оценки кинематической погрешности передачи необходимо в этом случае колесо повернуть на шесть оборотов, шестерня при этом сделает семь оборотов. Тем самым, используя определенные формулы и данные с датчиков вычисляем характеристики зубчатого колеса.

Оценка возможности дополнительного нагружения передачи и определение моментов и причин возникновения повреждения зубчатой пары производится по полученному видеоматериалу с видеокамеры 28, установленной на высоте зоны контакта под прямым углом к зубчатым колесам. Благодаря съемке в инфракрасном диапазоне оптического спектра получаются достоверные данные о температуре в зоне контакта, что позволяет наблюдать динамику изменения температур зубчатых колес в зависимости от нагрузки и частоты вращения. Съемка с большой частотой кадров дает возможность наблюдать момент разрушения зубчатого колеса в замедленном режиме и определить как причину возникновения дефекта, так и ее последствия.

Таким образом, установка для исследования зубчатых колес обеспечивает получение большего количества данных о процессе взаимодействия, расширяет возможности анализа и обработки полученных данных, позволяет получить наиболее полную картину зубчатого зацепления и дает возможность накапливать статистические данные для

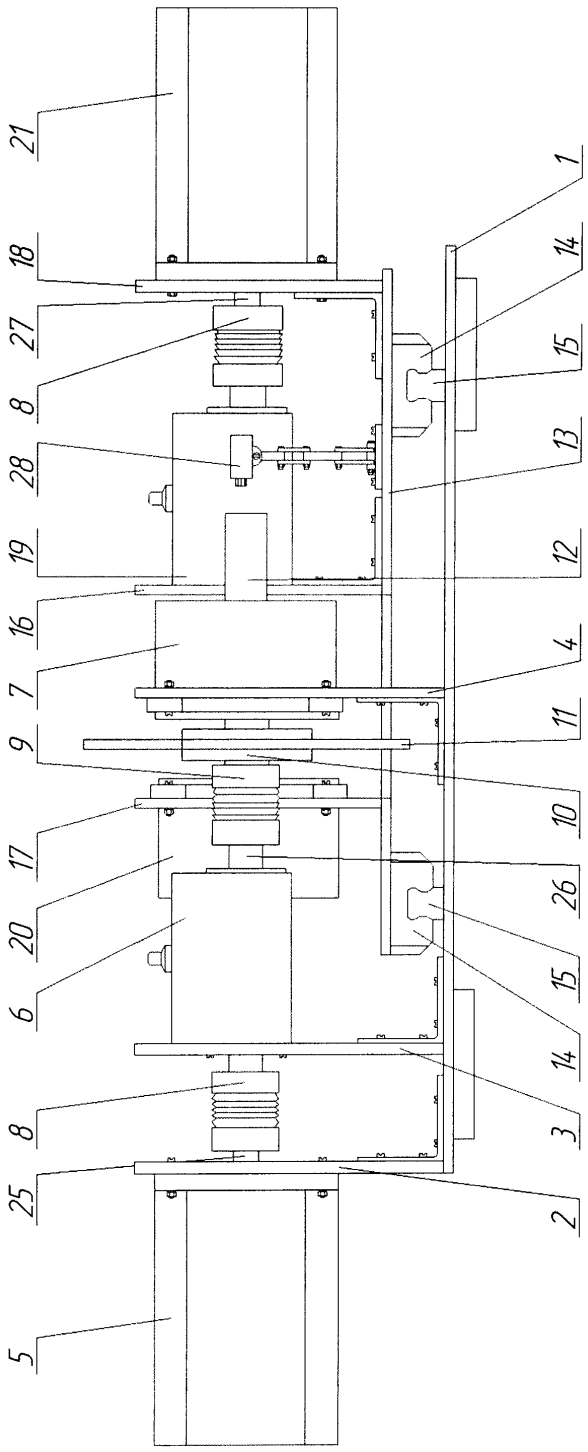
улучшения характеристик исследуемых деталей без усложнения конструкции, превосходит ранее известные аналоги и прототип.

(57) Формула полезной модели

Установка для исследования зубчатых колес, состоящая из статического модуля, закрепленного на основании, включающего опорные элементы, датчики регистрации углового перемещения и крутящего момента, устройство регистрации измерительного сигнала, привода вращения, и подвижного модуля, имеющего возможность перемещения по направляющим, закрепленным на основании, содержащего опорные элементы, датчики регистрации углового перемещения и крутящего момента, устройство регистрации измерительного сигнала, привод вращения, эталонное зубчатое колесо, установленное на валу и входящее в цепь последовательно соединённых валов, находящихся на одной оси с валом двигателя, при этом статический и имеющий возможность перемещения модули снабжены дополнительными датчиками регистрации крутящего момента и углового перемещения, отличающаяся тем, что снабжена закрепленной на подвижном модуле, с возможностью перемещения по горизонтали и вертикали и изменения угла наклона камерой видеосъемки процесса взаимодействия эталонного и исследуемого зубчатых колес в инфракрасном диапазоне оптического спектра с высоким разрешением и большой частотой смены кадров, позволяющей определять температуры взаимодействующих элементов.

1

Установка для исследования зубчатых колес

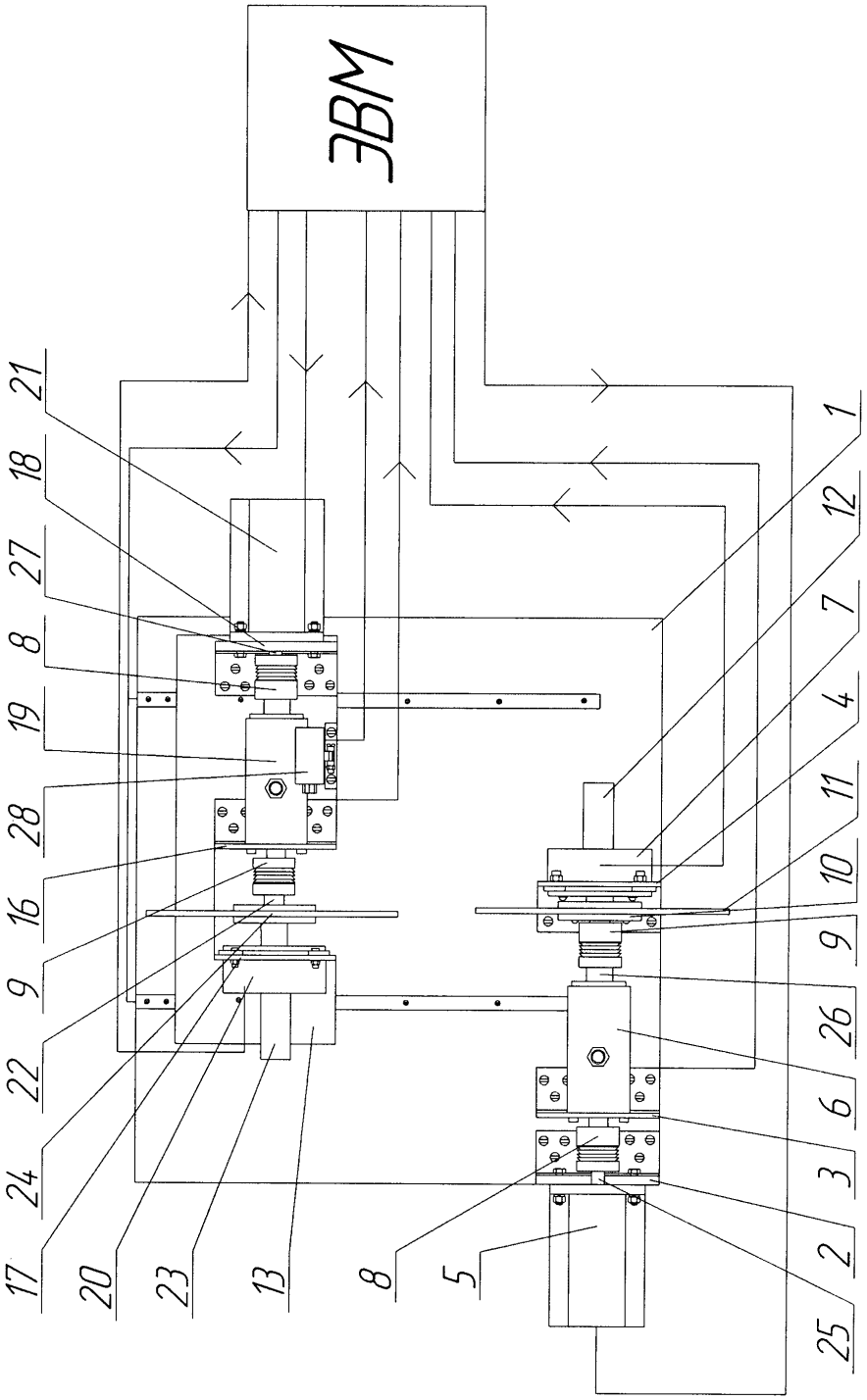


Фиг. 1

1

2

Установка для исследования зубчатых колес



Фиг. 2