



СОЮЗ СОВЕТСКИХ  
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ  
РЕСПУБЛИК

(19) SU (11) 1446447 A1

(5D) 4 G 01 B 5/20

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ  
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ  
ПРИ ГИИТ СССР

## ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

### К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(21) 4252060/25-28

(22) 29.05.87

(46) 23.12.88. Бюл. № 47

(71) Белорусский политехнический институт

(72) С. А. Беляев и Н. Т. Минченя

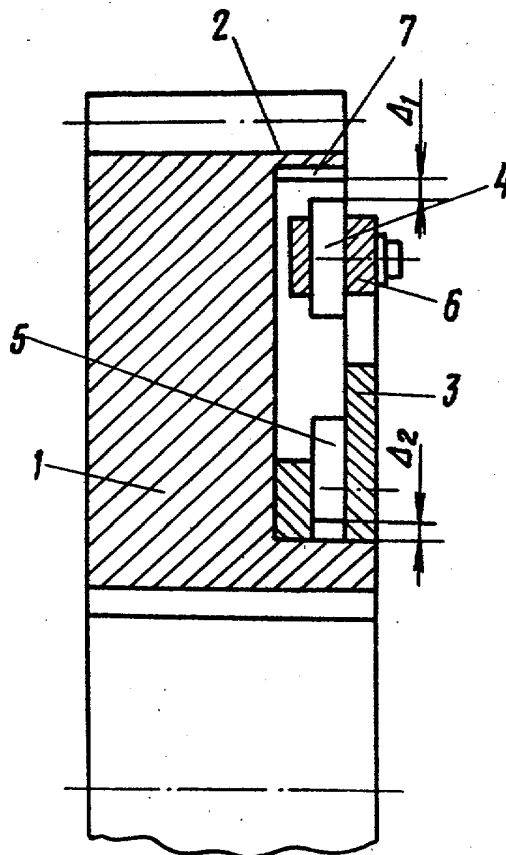
(53) 531.717.2; 621.833(088,8)

(56) Авторское свидетельство СССР  
№ 362218, кл. G 01 M 13/02, 1973.

(54) СПОСОБ ИССЛЕДОВАНИЯ ДЕФОРМАТИВ-  
НОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС

(57) Изобретение относится к машино-  
строению, а именно к средствам и ме-

тодам исследования и контроля зубчатых колес. Цель изобретения - повышение точности измерения. Для этого установленные на диске 3 бесконтактные измерительные преобразователи 4 и 5 компенсируют погрешность сопряжения диска 3 и ступицы колеса 1. На базовой поверхности исследуемого венца 2 выполнены координатные метки 7. При проведении исследований зона измерений может меняться от отдельных участков ступицы до всего периметра зубчатого венца непрерывно. 1 ил.



(19) SU (11) 1446447 A1

Изобретение относится к машиностроению, а именно к средствам и методам исследования и контроля зубчатых колес.

Цель изобретения - повышение точности измерения.

На чертеже изображена конструктивная схема, позволяющая реализовать способ исследования деформативности элементов зубчатых колес.

Конструктивная схема включает в себя зубчатое колесо 1 с исследуемыми венцами 2, которые выполнены с цилиндрической базовой поверхностью, диск 3, установленный на ступице колеса 1 соосно с ним и с возможностью поворота на последней, и закрепленные на диске 3 два бесконтактных индуктивных преобразователя 4 и 5, один из которых взаимодействует с базовой поверхностью исследуемого венца 2, второй - с поверхностью ступицы, сопряженной с диском 3.

Между базовой (внутренней) поверхностью исследуемого зубчатого венца 2 колеса 1 и бесконтактным индуктивным преобразователем 4, закрепленным в диске 3, образован измеряемый зазор  $\Delta_1$ . Диск 3 установлен со стороны торца соосно колесу 1. Преобразователь 4 зафиксирован в подвижном сухаре 6, размещенном в радиальном пазу диска 3. Необходимая величина зазора  $\Delta_1$  подбирается путем перемещения сухаря 6 в радиальном пазу диска 3.

Для повышения точности на базовой поверхности исследуемого зубчатого венца 2 могут быть выполнены координатные метки 7, выполненные, например, в виде рисок глубиной 0,2 - 0,3 мм и шириной также 0,2 - 0,3 мм. Длина рисок должна быть несколько больше размера активной части индуктивного преобразователя, что гарантирует формирование стабильного сигнала.

Для контроля точности сопряжения диска 3 и ступицы зубчатого колеса 1 служит преобразователь 5. Между преобразователем 5 и базовой поверхностью ступицы образован измеряемый зазор  $\Delta_1$ .

Обработка результатов исследования деформативности венца 2, полученных с помощью преобразователя 4, производится с учетом сигналов, полученных от преобразователя 5, фиксирую-

щим неточности движения диска 3 по опорной (базовой) поверхности ступицы. Благодаря этому повышаются точность и достоверность исследований.

Сигналы преобразователей 4 и 5 выводятся посредством токосъемника на регистрирующий прибор (не показаны) и обрабатываются оператором.

Для повышения чувствительности измерительной системы зубчатый венец 2 колеса 1 может быть выполнен на измеряемом участке максимально тонким. Базовой поверхностью в данном случае является поверхность зубчатого венца, находящаяся ниже впадин между зубьями (для колес внешнего зацепления). При использовании предложенного устройства бесконтактный преобразователь 4 закреплен на диске 3 и соответственно направлен на эту поверхность. Нагружение передачи вызывает поворот и осадку основания зацепляющихся зубьев, а следовательно, деформацию примыкающих к ним, а также и других участков зубчатого венца. Вследствие этого изменяется величина измеряемого зазора  $\Delta_1$ , установленного между преобразователем 4 и базовой поверхностью венца 2. При исследовании характера деформаций венца 2 в условиях статического нагружения диску 3 с преобразователем 4 придается вращательное движение и преобразователь 4 при этом обследует базовую поверхность венца 2 по всему его периметру. Реализуется способ следующим образом.

При исследованиях в динамике диск 3, а вместе с ним и преобразователь 4, может быть зафиксирован неподвижно относительно исследуемых венцов 2. При этом зона зацепления по мере поворота колеса 1 вокруг оси перемещается по венцу 2 относительно неподвижно зафиксированного преобразователя 4. Тем самым осуществляется тот же, что и в условиях статики, обход базовой поверхности венца 2 по всему его периметру.

Диск 3 может быть зафиксирован неподвижно относительно корпуса передачи, а преобразователь 4 ориентирован в каком-то одном заданном относительно вращающегося венца 2 положении. Например, он может быть направлен на участок венца 2, примыкающий к зоне зацепления. Это дает возмож-

ность исследовать изменение характера деформаций конкретного участка венца 2, например, в процессе накопления износа зубьев, изменения режимов и условий работы передачи и т.д.

По данным замеров представляется возможным построить круговую диаграмму деформаций зубчатого венца 2 и в соответствии с ней произвести расчет геометрических его параметров, выбрать материал, отработать технологию изготовления и т.д.

С помощью предлагаемого устройства представляется возможным исследовать характер деформаций и колебаний элементов зубчатых колес (зубьев, зубчатых венцов, дисков (спиц) и т.д. практически в любой зоне по окружности колеса 1 как при статическом его нагружении, так и в динамике. Например, нагрузив передачу статическим крутящим моментом, путем вращения диска 3 исследуется величина радиальной податливости венца, (преобразователь 4 в этом случае направлен на базовую поверхность венца под углом  $180^\circ$  от зоны зацепления), осадки нагруженного зуба (преобразователь 4 направлен на зону, примыкающую к нагруженному зубу), разворота венца 2 из плоскости вращения колеса 1 в условиях перекоса в зацеплении (преобразователь 4 направлен на базовую поверхность венца, расположенную под углом  $90^\circ$  от зоны зацепления).

По результатам исследования можно построить кривую деформаций венца 2 и других элементов зубчатого колеса.

Выбрав в качестве базы торцовую поверхность колеса 1, можно исследовать характер деформаций и его диска (спиц).

По величине прогиба зубчатого венца в зоне нагруженного зуба можно судить о состоянии и работоспособности этого зуба. Так, уменьшение толщины зуба вызывает соответствующее уменьшение его жесткости. Жесткость венца при этом остается неизменной. Следовательно, при одной и той же нагрузке зубчатый венец по мере утонения зуба вследствие накопления им износа деформируется в меньшей степени. Аналогичное явление наблюдается в случае возникновения усталостной трещины хотя бы в одном из зубьев исследуемого колеса. Причем изменение характера деформаций происходит

в данном случае более резко, чем при постепенно накапливаемом износе зубьев. Это позволяет с высокой степенью достоверности устанавливать вид и размер повреждения зубьев и тем самым осуществлять диагностику их состояния и работоспособности.

Аналогично выполняются исследования и в динамике в процессе работы зубчатой передачи. При этом диск 3 может быть закреплен неподвижно относительно исследуемого колеса 1. В таком случае зона зацепления перемещается по окружности колеса 1 и преобразователем 4 исследуются деформация всех зон зубчатого венца 2 по его окружности, а также происходящие в нем вибрационные процессы.

Диску 3 может быть придано вращательное движение синхронно или асинхронно с исследуемым колесом 1. При синхронном его движении с колесом 1 может исследоваться один какой-то вполне определенный участок зубчатого венца, например, в условиях накапливаемого зубьями колеса 1 износа. При асинхронном движении диска 3 исследуются попеременно все участки зубчатого венца 2 колеса 1.

При исследовании составных зубчатых колес, в которых зубчатый венец 2 представляет собой отдельную деталь колеса 1, и необходимости замера, например, радиальных перемещений венца 2 в целом диск 3 может быть оснащен дополнительным преобразователем, установленным диаметрально противоположно преобразователю 4. При этом в случае необходимости оба преобразователя могут быть соединены по дифференциальной схеме.

В качестве примера исследовалась зубчатая одноступенчатая передача со следующими основными параметрами: модуль  $m$  3 мм, ширина зубчатого венца  $b$  30 мм, число зубьев  $z$  45, передаточное отношение и 1 мм.

В зубчатом венце исследуемого колеса передача была выполнена с учетом габаритов бесконтактного преобразователя кольцевая расточка. Толщина венца на этом участке по впадине между зубьями равнялась 1 мм.

Цель исследований заключалась в изучении характера деформаций зубчатого венца колеса в зоне зацепления с парным колесом передачи и в зонах,

расположенных от зоны зацепления под углом 10-350°.

**Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я**

Способ исследования деформативности элементов зубчатых колес, заключающийся в том, что устанавливают на ступице колеса диск с возможностью поворота его по последней, закрепляют на диске датчик с возможностью взаимодействия с исследуемым элементом и используют показания датчика для ис-

следования деформативности элементов зубчатых колес, отличающийся тем, что, с целью повышения точности, устанавливают второй датчик на диске на той же линии измерения, что и первый датчик, с возможностью взаимодействия с цилиндрической поверхностью ступицы и используют показания второго датчика для учета влияния характера движения диска по ступице на показатель деформативности элементов зубчатого колеса.

Составитель Б. Афонский

Редактор Л. Гратилло

Техред Л. Сердюкова Корректор О. Кравцова

Заказ 6737/45

Тираж 680

Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета по изобретениям и открытиям при ГКНТ СССР  
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Производственно-полиграфическое предприятие, г. Ужгород, ул. Проектная, 4