

ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 5154

(13) U

(46) 2009.04.30

(51) МПК (2006)

A 61B 5/05

G 09B 23/00

(54)

УСТРОЙСТВО ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ И ОЦЕНКИ ТРИБОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СМАЗОЧНЫХ ЖИДКОСТЕЙ ДЛЯ СУСТАВОВ

(21) Номер заявки: u 20080695

(22) 2008.09.09

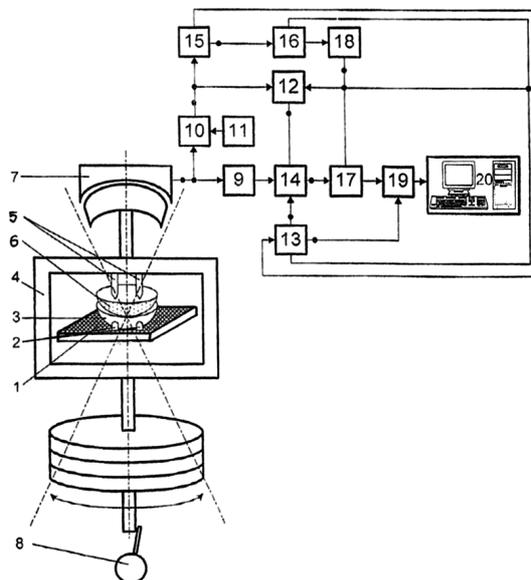
(71) Заявители: Государственное учреждение "Республиканский научно-практический центр радиационной медицины и экологии человека"; Учреждение образования "Гомельский государственный медицинский университет" (ВУ)

(72) Авторы: Николаев Владимир Иванович; Белецкий Александр Валентинович; Ермаков Сергей Федорович; Чарнаштан Денис Владимирович; Надыров Эльдар Аркадьевич (ВУ)

(73) Патентообладатели: Государственное учреждение "Республиканский научно-практический центр радиационной медицины и экологии человека"; Учреждение образования "Гомельский государственный медицинский университет" (ВУ)

(57)

Устройство для моделирования и оценки трибологических свойств смазочных жидкостей для суставов содержит основание маятникового механизма с элементами крепления неподвижной части сустава, маятник, взаимодействующий с датчиком, с элементами крепления подвижной части сустава и механизм взвода маятника, последовательно соединенные преобразователь напряжение-частота, элемент И, первый счетчик импульсов и блок регистрации, последовательно соединенные компаратор, инвертор, второй счетчик импульсов и дешифратор, источник опорного напряжения, выход которого подключен ко



ВУ 5154 U 2009.04.30

BY 5154 U 2009.04.30

второму входу компаратора, первый RS-триггер, S-вход которого соединен с выходом компаратора, а выход подключен ко второму входу элемента И, второй RS-триггер, S-вход которого соединен с выходом инвертора, инверсный выход - с третьим входом элемента И, а прямой выход - с входом управления блока регистрации, при этом выход датчика соединен с первым входом компаратора и входом преобразователя напряжение-частота, а выход дешифратора подключен к входам первого и второго RS-триггеров, первого и второго счетчиков импульсов, **отличающееся** тем, что основание маятникового механизма и элементы крепления подвижной части сустава выполнены с возможностью ориентироваться во всех плоскостях, датчик представляет собой датчик инфракрасного излучения, блок регистрации дополнительно содержит компьютерный блок.

(56)

1. Патент BY 9059, 2005.
2. А.с. СССР 1630033, 1988.

Полезная модель относится к области исследования биологических жидкостей с целью определения их химических и физических свойств, а также измерения параметров трения в подвижных соединениях, смазываемых этими жидкостями.

Известно устройство для оценки смазочной способности синовиальной жидкости, представляющее собой маятниковый трибометр. Его пара трения состоит из опоры, выполненной из сертифицированного для ортопедии сверхвысокомолекулярного полиэтилена, и несущей маятник треугольной призмы (сталь марки 12Х18Н9), грань которой, контактирующая с опорой, закруглена с радиусом $r = 2,5$ мм. Испытания проводили при массе маятника $m = 2,0$ кг и скорости скольжения $v = 1,0$ м/с, что соответствует средней физиологической нагрузке на коленный сустав человека.

Опора трибометра окружена катушкой соленоида (количество витков $n = 600 \pm 2$, диаметр проволоки $d = 0,07$ мм, диаметр катушки $D = 21$ мм). Напряженность магнитного поля в опоре трибометра регулировали с помощью источника тока, соединенного с соленоидом [1].

Пробу синовиальной жидкости из шприца помещали в цилиндрическую канавку опоры маятника и приводили в движение. С помощью оптической системы регистрации колебаний маятника, соединенной с компьютерным блоком программного обеспечения трибометра, регистрировали коэффициент трения f в исследуемой паре. Затем включали соленоид и определяли значения f спустя некоторое время t с момента включения с периодичностью 5-10 мин.

Недостатками известного устройства являются значительные расхождения как в оценке характера и механизмов процессов трения и смазки в естественных суставах, так и в определении величины коэффициента трения в них. Эти расхождения являются следствием, в первую очередь, низкой точности и чувствительности метода и устройств, применяющихся для определения параметров затухающего колебательного процесса, а также трудностей методического характера, вносящих дополнительные погрешности в процесс изучения трения в суставе. Сюда относятся, в первую очередь, условия работы маятника, точность совмещения осей и плоскостей колебания маятника с осями и плоскостями движения сустава.

Наиболее близким является устройство для исследования смазочных жидкостей для суставов, содержащее основание маятникового механизма с элементами крепления неподвижной части сустава, маятник, взаимодействующий с датчиком, с элементами крепления подвижной части сустава и механизм взвода маятника, последовательно соединенные преобразователь напряжение-частота, элемент И, первый счетчик импульсов и блок регистрации, последовательно соединенные компаратор, инвертор, второй счетчик импульсов

BY 5154 U 2009.04.30

и дешифратор, источник опорного напряжения, выход которого подключен ко второму входу компаратора, первый RS-триггер, S-вход которого соединен с выходом компаратора, а выход подключен ко второму входу элемента И, второй RS-триггер, S-вход которого соединен с выходом инвертора, инверсный выход - с третьим входом элемента И, а прямой выход - с входом управления блока регистрации, при этом выход датчика соединен с первым входом компаратора и входом преобразователя напряжение-частота, а выход дешифратора подключен к входам первого и второго RS-триггеров, первого и второго счетчиков импульсов [2] (прототип).

Предварительно подобранный сустав расчленяется, затем головка сустава (подвижная часть) скрепляется элементами крепления с маятником и устанавливается в суставную впадину (неподвижная часть) с предварительно введенной в нее исследуемой смазочной средой, закрепленную с помощью элементов крепления на жестком основании маятникового механизма. С помощью механизма взвода маятник отклоняется от своего положения равновесия на некоторый угол, затем освобождается и начинает совершать колебательные движения относительно положения равновесия. Датчик преобразует механические колебания маятникового механизма в синусоидальный сигнал с помощью преобразователя напряжение-частота, компаратора, источника опорного напряжения, триггеров, элемента И, инвертора, счетчиков импульсов и дешифратора. В цифровом виде вычисляются площади полувольт колебаний маятника, по которым судят о скорости его затухания, связанной с трением в суставе, которые регистрируются блоком регистрации.

Недостатком прототипа является то, что устройство обеспечивает низкую достоверность экспериментальных данных, с его помощью нельзя воспроизвести механизмы смазки, свойственные естественным суставам, которые реализуются в биофизическом поле живого организма.

Задача, на решение которой направлена предлагаемая полезная модель, заключается в разработке устройства для исследования трения в суставе, позволяющего с высокой точностью регулировать условия работы маятника, что обеспечило бы правильную пространственную ориентацию исследуемого сустава относительно фронтальной и сагиттальной плоскостей и конгруэнтность трущихся поверхностей в процессе эксперимента.

Задача решается за счет того, что устройство для моделирования и оценки трибологических свойств смазочных жидкостей для суставов содержит основание маятникового механизма с элементами крепления неподвижной части сустава, маятник, взаимодействующий с датчиком, с элементами крепления подвижной части сустава и механизм взвода маятника, последовательно соединенные преобразователь напряжение-частота, элемент И, первый счетчик импульсов и блок регистрации, последовательно соединенные компаратор, инвертор, второй счетчик импульсов и дешифратор, источник опорного напряжения, выход которого подключен ко второму входу компаратора, первый RS-триггер, S-вход которого соединен с выходом компаратора, а выход подключен ко второму входу элемента И, второй RS-триггер, S-вход которого соединен с выходом инвертора, инверсный выход - с третьим входом элемента И, а прямой выход - с входом управления блока регистрации, при этом выход датчика соединен с первым входом компаратора и входом преобразователя напряжение-частота, а выход дешифратора подключен к входам первого и второго RS-триггеров, первого и второго счетчиков импульсов, причем основание маятникового механизма и элементы крепления подвижной части сустава выполнены с возможностью ориентироваться во всех плоскостях, датчик представляет собой датчик инфракрасного излучения, блок регистрации дополнительно содержит компьютерный блок.

На фигуре приведена функциональная схема устройства для моделирования и оценки трибологических свойств смазочных жидкостей для суставов.

Устройство содержит основание 1 маятникового механизма с элементами крепления 2 неподвижной части (суставной впадины) 3 сустава с возможностью ориентироваться во

BY 5154 U 2009.04.30

всех плоскостях, маятник 4, включающий элементы крепления 5 подвижной части (головки) 6 сустава с возможностью ориентироваться во всех плоскостях и взаимодействующий с датчиком 7 инфракрасного излучения, исключающий влияние естественной освещенности на точность экспериментальных данных, и механизмом взвода 8 маятника, преобразователь напряжение-частота (ПНЧ) 9, компаратор 10, источник 11, триггеры 12 и 13, элемент И 14, инвертор 15, счетчики импульсов 16 и 17, дешифратор 18, блок регистрации 19, компьютерный блок 20. Электронная часть устройства выполнена на прецизионных аналоговых и цифровых интегральных микросхемах.

Устройство работает следующим образом: предварительно подобранный сустав расчленяется, затем головка 6 сустава скрепляется элементами крепления 5 с маятником 4 и устанавливается в суставную впадину 3 с предварительно введенной в нее исследуемой смазочной средой и закрепленную на основании 1 маятникового механизма с возможностью ориентироваться во всех плоскостях. С помощью механизма взвода 8 маятник 4 отклоняется от своего положения равновесия на некоторый угол. В следующий момент маятник освобождается и начинает совершать колебательные движения относительно положения равновесия. Датчик 7 инфракрасного излучения преобразует механические колебания маятникового механизма в синусоидальный аналоговый сигнал, который поступает на вход ПНЧ 9 и первый вход компаратора 10. На второй вход компаратора 10 с источника 11 поступает опорное напряжение, которое в компараторе 10 сравнивается с исследуемым аналоговым сигналом, в результате чего на его выходе формируются импульсы, синхронные с механическими колебаниями. Далее, эти импульсы подаются на S-вход триггера 12 и через инвертор 15 - на S-вход триггера 13 и счетный вход счетчика импульсов 16. При первом же проходе маятника через положение равновесия на прямом выходе триггера 12 переход логического нуля в логическую единицу, соответствующий началу первой полуволны колебания, через элемент И 14 подключает ПНЧ 9 к счетному входу счетчика импульсов 17.

Следующий переход маятника через положение равновесия, соответствующий окончанию первой полуволны колебания, переключает триггер 13, на инверсном выходе которого логическая единица сменяется логическим нулем, и через элемент И 14 прерывает связь ПНЧ 9 со счетчиком импульсов 17. В результате синусоидальный электрический сигнал с выхода датчика 7 поступает на вход ПНЧ 9, на выходе которого формируется пачка импульсов, количество которых пропорционально площади первой полуволны колебания. Эти импульсы через элемент И 14 поступают на вход счетчика импульсов 17, где суммируются и преобразуются в параллельный цифровой код, также соответствующий площади первой полуволны колебания. При этом переход логического нуля в логическую единицу на прямом выходе триггера формирует импульс записи, по приходу которого происходит параллельная загрузка результата счета с выхода счетчика 17 в блок регистрации 19 с целью его сохранения и последующей передачи на компьютерный блок 20. Одновременно инвертированный инвертором 15 сигнал переходом логического нуля в логическую единицу запускает счетчик импульсов 16, выход которого подключен к входу дешифратора 18. В блоке регистрации 19 принимаются результаты счета, выполняемые счетчиком импульсов 17 и соответствующие площадям четных или нечетных полуволн колебаний. После этого полученные данные передаются на компьютерный блок 20 и по соответствующим формулам определяются амплитуды колебаний и их отклонения за период. Экспериментальные данные сохраняются на жесткий диск в текстовом файле для последующего анализа.

Предлагаемое устройство для моделирования и оценки трибологических свойств смазочных жидкостей для суставов является точным и чувствительным аппаратом измерения параметров колебательного процесса, использующим наиболее оптимальные методы преобразования и цифровой обработки исследуемых сигналов, и позволяет с высокой точностью регулировать условия работы маятника, что обеспечивает правиль-

ВУ 5154 U 2009.04.30

ную пространственную ориентацию исследуемого сустава относительно фронтальной и сагиттальной плоскостей и конгруэнтность трущихся поверхностей в процессе эксперимента.

Полезная модель обеспечивает высокую точность и достоверность результатов исследования и может быть эффективно использована для изучения процессов трения в суставах живых организмов, оптимизации составов и создания на этой основе новых лекарственных препаратов для коррекции трибологии пораженных заболеваниями суставов.