

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **044288**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента  
**2023.08.11**

(21) Номер заявки  
**202290314**

(22) Дата подачи заявки  
**2020.11.24**

(51) Int. Cl. **E06B 9/13** (2006.01)  
**E06B 9/62** (2006.01)  
**E06B 9/84** (2006.01)  
**F16F 1/04** (2006.01)

---

(54) **ПРУЖИНА С КОНТРОЛЬНЫМ УСТРОЙСТВОМ, СОДЕРЖАЩАЯ ЕЕ СИСТЕМА ПОДЪЕМНЫХ ВОРОТ, А ТАКЖЕ СПОСОБ КОНТРОЛЯ ЕЕ КОЛЕБАТЕЛЬНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ**

---

(31) **10 2020 100 932.1**

(32) **2020.01.16**

(33) **DE**

(43) **2022.09.23**

(86) **PCT/EP2020/083166**

(87) **WO 2021/144056 2021.07.22**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:

**ЭФАФЛЕКС ТОР- УНД  
ЗИХЕРХАЙТСЗЮСТЕМЕ ГМБХ  
УНД КО. КГ (DE)**

(72) Изобретатель:

**Штайнер Андреас (DE)**

(74) Представитель:

**Веселицкий М.Б., Кузенкова Н.В.,  
Каксис Р.А., Белоусов Ю.В., Куликов  
А.В., Кузнецова Е.В., Соколов Р.А.,  
Кузнецова Т.В. (RU)**

(56) **US-A1-2015059989  
US-B2-6612556  
WO-A1-2019036801  
CN-A-110454531  
JP-A-2005299311  
JP-U-H04114995  
US-A1-2010019916**

---

(57) Пружина (20), прежде всего пружина (20) в устройстве (2) для балансировки веса ворот (1), имеет следующее: контрольное устройство (5), которое, в свою очередь, имеет: предусмотренную на колеблющейся части пружины (20) сенсорную плату (51), предусмотренный на сенсорной плате (51) сенсорный блок (52) для регистрации по меньшей мере одной физической величины пружины (20) при колебании пружины (20), и блок (53) анализа данных для анализа регистрируемой физической величины. Блок (53) анализа данных выполнен таким образом, что выявляется или предвосхищается отказ пружины (20).

---

**B1**

**044288**

**044288**

**B1**

Изобретение относится к пружине, снабженной контрольным устройством, к системе подъемных ворот, содержащей приводимые в действие двигателем подъемные ворота и пружину, снабженную контрольным устройством, а также к способу контроля колебательной характеристики такой пружины.

На практике известно большое количество подъемных ворот, и они с давнего времени хорошо зарекомендовали себя. Они служат в качестве затворов для различного вида проемов для ворот в частной и промышленной сфере и содержат перекрывающее проем для ворот полотно ворот, которое выполнено с возможностью перемещения в вертикальном направлении от положения открытия (открытой позиции) в положение закрытия (закрытую позицию) и наоборот.

В качестве примера подъемных ворот известны рулонные ворота, которые обычно имеют: полотно ворот, которое состоит из отгибаемых относительно друг друга ламелей, которые на обеих боковых кромках проема для ворот направляются в положение закрытия с помощью вертикальных направляющих шин, намоточный вал, на котором закреплено полотно ворот и с помощью которого полотно ворот поднимается вверх и наматывается, и электродвигательный привод.

Известно, что в рулонных воротах для балансировки веса полотна ворот следует предусматривать устройства для балансировки веса. Обычно они имеют пружины, которые при закрытых воротах находятся под максимальным предварительным напряжением и поэтому содействуют движению открытия полотна ворот. За счет этого может достигаться снижение необходимых приводных моментов вращения при приведении в действие таких рулонных ворот, и при правильной юстировке этой структуры может предотвращаться внезапное падение полотна ворот в случае неисправности.

Для этого сила предварительного напряжения пружины обычно выбирается таким образом, чтобы она в любом случае вплоть до необходимой точки балансировки превышала текущий вес свободной длины полотна ворот, то есть еще не выдвинутого из проема для ворот участка полотна ворот. За счет этого, если в случае дефекта в приводном механизме или вследствие ручной разблокировки, например в случае прекращения подачи электропитания, вызываемого приводом запирающего действия больше нет, полотно ворот движется самостоятельно вплоть до положения открытия.

Известно, например, о том, что для балансировки веса можно применять пружины кручения. Они располагаются соосно с направляющим устройством и в положении закрытия полотна ворот являются полностью напряженными, а также при открытом полотне ворот нагрузка на них соответственно снижается.

Кроме того, известны устройства для балансировки веса конструктивного типа, какой разъяснен, например, в EP 0531327 B1. Обычно, в качестве пружины оно имеет винтовую пружину, а также закрепленный на ней натяжной элемент, как правило, в форме кабеля, ленты или цепи. При этом нижний конец пружинного элемента прочно соединен с полом, в то время как его верхний конец через натяжной элемент связан с расположенным на рулонных воротах со стороны балки-перемычки ворот намоточным валом. Натяжной элемент в ходе процесса закрытия рулонных ворот наматывается при этом на этот намоточный вал расположенными непосредственно друг на друге слоями, так что пружинный элемент напрягается во все большей мере. С другой стороны, движение открытия полотна ворот связано с процессом разматывания натяжного элемента с намоточного вала, так что при этом получается снижение нагрузки на пружину. При этом намоточный вал связан с приводом рулонных ворот.

Для совершения открытий ворот с большой частотой, прежде всего в промышленной сфере, находят применение быстроходные подъемные ворота. Полотно ворот движется в таковых с большими величинами хода, составляющими по несколько метров. Благодаря часто достигаемой высокой скорости приведения в действие, составляющей больше чем 2 м/с, в большинстве случаев подобные быстроходные ворота можно ставить между двумя, следующими друг за другом проездами для вилочного погрузчика и тому подобного и, таким образом, выполнять защиту от атмосферных факторов и сквозняков или от потери кондиционированной атмосферы в помещении.

Тем не менее, сопутствующая быстрым движениям ворот повышенная механическая нагрузка на компоненты привода ворот приводит к проблеме, состоящей в том, что возрастает вероятность отказа компонентов привода. Так, натяжные элементы, пружины, опорные узлы и держатели могут изнашиваться и в наихудшем случае обрываться или же ломаться, что может приводить к нежелательному падению полотна ворот. Вследствие этого возникает большая угроза безопасности.

Более того, открытие или закрытие ворот или же проход через проезд в воротах является тогда больше не возможным. Вследствие этого для потребителя, как, например, для транспортной организации, могут возникать немалые экономические потери.

Для предотвращения этого воротные механизмы в настоящее время подвергаются регулярному техническому обслуживанию, причем интервалы технического обслуживания назначаются настолько короткими, что полная потеря работоспособности вследствие повреждения за счет воздействий окружающей среды, небольших дефектов или износа может почти полностью исключаться. Такое техническое обслуживание и ручной контроль функционирования ворот, прежде всего важных для безопасности функций, является, однако, затратным в отношении времени и затрат. В дополнение к этому, при техническом обслуживании зачастую должны заменяться подверженные износу компоненты и конструктивные элементы ворот, поэтому при назначенных слишком короткими интервалами технического обслужи-

вания еще не нуждающиеся в замене компоненты и конструктивные элементы заменяются слишком рано в ущерб себе.

С учетом этого, из DE 102015107416 A1 известна система контроля качества направляющих для ворот, которая с помощью нанесенного непосредственно на полотно ворот датчика регистрирует ускорение или же вибрацию полотна ворот при перемещении, то есть во время открытия или же закрытия. За счет этого можно определять коэффициент трения между полотном ворот и направляющей ворот и/или степень износа опорных компонентов воротного механизма и, следовательно, контролировать функциональную пригодность воротного механизма, так что нарушение свободы перемещения полотна ворот может выявляться на ранней стадии и устраняться во избежание последующих повреждений.

Напряженное состояние пружины как существенного компонента устройства для балансировки веса имеет место, конечно, не только при перемещении полотна ворот, но вследствие сильных переходных колебаний пружины при остановке полотна ворот также при достижении соответствующего конечного положения. С этим связан другой риск отказа.

В этом отношении пружина является в воротном механизме критичным компонентом, отказ которого может означать опасность для человека и техники.

Кроме того, пружины с варьирующимися свойствами пружины рассчитываются и изготавливаются с ориентацией на оборудование и индивидуально для каждого ворот на основании типа, веса полотна ворот, скорости открытия и закрытия. Проблему представляют собой также предусмотренные ошибочно, неподходящие или изменяющиеся со временем свойства пружины, так как свойства пружины должны быть подогнаны точно.

Если, помимо этого, применяются пружины, которые не предусмотрены для конкретного воротного оборудования, то из этого может следовать угроза для безопасности.

Другой проблемой принципиально является также энергоснабжение установленных в полотне ворот датчиков. Электроснабжение датчиков в полотне ворот осуществляется, как правило, с помощью спиральных или волоочащихся кабелей или с помощью смонтированных в полотне ворот энергетических цепей. Однако они подвергаются сильному механическому старению или же износу, так как, прежде всего, в быстроходных воротах велика нагрузка при перемещении. В дополнение к этому, для применения кабелей и энергетических цепей необходимы большие конструктивные расходы, что связано с соответствующими затратами.

Задача изобретения состоит в том, чтобы предложить устройство, систему и способ для повышения эксплуатационной безопасности ворот с пружинами.

При этом для того, чтобы предусмотреть устройство, систему и способ для повышения эксплуатационной безопасности ворот с пружинами, которые являются надежными и/или выгодными в отношении затрат, могут быть предусмотрены другие целевые установки.

Эксплуатационная безопасность ворот может включать в себя, прежде всего, аспекты регистрации износа, регистрации критических неисправностей в механической части ворот, регистрации ошибок при техническом обслуживании и/или регистрации долговременных характеристик механической части ворот.

Данная задача решена предметами независимых пунктов формулы изобретения. Другие аспекты и предпочтительные усовершенствования являются предметом зависимых пунктов формулы изобретения.

Согласно одному аспекту изобретения предложена пружина для системы подъемных ворот, снабженная контрольным устройством, имеющим следующее: расположенную на колеблющейся части пружины сенсорную плату, предусмотренный на сенсорной плате сенсорный блок для регистрации по меньшей мере одной физической величины пружины при колебании пружины, блок анализа данных для анализа регистрируемой физической величины, причем блок анализа данных выполнен таким образом, что выявляется или предвосхищается отказ пружины. Сенсорная плата может состоять, например, из известного материала FR4 и иметь токопроводящие дорожки, места паяк и нанесенные на нее с одной или обеих сторон активные и/или пассивные конструктивные элементы.

В общем случае, пружина означает здесь деформируемый упруго конструктивный элемент, который за счет деформирования накапливает механическую энергию и пригоден, преимущественным образом, для образования устройства для балансировки веса. Понятие "пружина" может обозначать как пружинный элемент или отдельную пружину, так и пакет пружин, который содержит несколько отдельных пружин. Пружина может иметь продольную ось, и она может реагировать на растяжение и/или сжатие противодействующей силой. Если часть пружины выводится из положения покоя и отпускается, то среди прочего это приводит за счет противодействующей силы к характерному колебанию пружины. Характерное колебание пружины может означать как колебание всей пружины, так и колебание части пружины. Регистрируемая при колебании пружины физическая величина пружины основывается на свойстве пружины, которое, исходя из обычного определения фундаментальной физики, может содержать коэффициент D жесткости пружины. Таким образом, из регистрируемой таким образом физической величины можно получать информацию о свойстве пружины, например о ее механической стойкости. Пружина может быть, например, винтовой пружины.

Выявление отказа пружины сводится к выявлению излома пружины или к другому отрицательному

изменению свойства пружины. Изменение свойства является отрицательным, если оно негативно влияет на применение пружины по назначению. Предвосхищение отказа относится к выявлению предстоящего отказа прежде, чем он возник фактически. Отказ можно выявлять или же предвосхитить посредством того, что с помощью сенсорного блока при колебании пружины регистрируется по меньшей мере одна физическая величина пружины и с помощью блока анализа данных анализируется таким образом, что потенциальное событие повреждения, например излом пружины, может предвосхищаться с высокой вероятностью до его возникновения. Например, для пружин с предопределенной характеристикой с помощью экспериментов может определяться предел или пороговое значение в отношении по меньшей мере одной физической величины, при котором отказ происходит с некоторой вероятностью, которая не является больше приемлемой для обычной эксплуатации ворот. При этом, прежде всего для (быстроходных) рулонных ворот, действуют обычные правила для систем безопасности.

Кроме того, в соответствии с изобретением блок анализа данных выполнен таким образом, что он выявляет или предвосхищает отказ пружины посредством того, что анализируется переходная колебательная характеристика пружины после напряженного состояния пружины, например после удлинения или сжатия вдоль продольной оси пружины, и блок анализа данных выполнен таким образом, что в случае если предвосхищается или выявляется отказ пружины, он выдает положительный контрольный сигнал.

Переходная колебательная характеристика означает характеристику пружины после ее напряженного состояния, в то время как понятие "колебательная характеристика" относится к ее колебательной характеристике в целом, например также во время ее напряженного состояния.

Положительный контрольный сигнал означает сигнал, который пригоден для того, чтобы уведомлять об отказе или о предстоящем отказе пружины. При этом переходным колебанием может называться, прежде всего, также колебание, которое возникает в конце напряженного состояния пружины при переходе в положение покоя, например, если в процессе закрытия или же открытия полотна ворот достигнуто конечное положение. Конечное положение полотна ворот является зависимым от текущей степени открытия и закрытия ворот. Они могут быть закрыты или же открыты полностью или частично. Переходное колебание ворот может выявляться на основании обычных (физических) характеристик пружины при переходном колебании. Например, может выявляться снижение амплитуды колебания на протяжении по меньшей мере двух периодов (снова, например, с помощью пороговых значений), или может осуществляться корреляционный анализ по меньшей мере одной из регистрируемых величин. Подробнее об этом разъясняется ниже со ссылкой на фигуры.

Согласно усовершенствованию изобретения колеблющаяся часть пружины является средней областью пружины, составляющей от 30% до 70% от общей длины пружины. Общая длина пружины означает расстояние между двумя противоположащими концами пружины вдоль продольной оси пружины. Регистрация по меньшей мере одной физической величины пружины, основывающаяся на колебании в средней части пружины, может быть предпочтительной применительно к выявлению или же предвосхищению отказа пружины.

Согласно усовершенствованию изобретения по меньшей мере одна физическая величина является по меньшей мере одной из следующих величин: местоположение, скорость, ускорение, темп ускорения сенсорного блока и положение сенсорной платы.

Под понятием "местоположение" понимается позиция в пространстве, а под понятием "положение" - ориентация в пространстве. Тело может изменять свое положение посредством вращения, не изменяя своего местоположения, и наоборот.

Взаимосвязь между темпом  $\vec{j}(t)$  ускорения (ср. с понятием "темп ускорения" в классической механике), ускорением  $\vec{a}(t)$ , скоростью  $\vec{v}(t)$  и местоположением  $\vec{x}(t)$  может быть описана математически следующим уравнением:

$$\vec{j}(t) = \frac{d\vec{a}(t)}{dt} = \frac{d^2\vec{v}(t)}{dt^2} = \frac{d^3\vec{x}(t)}{dt^3}$$

(уравнение 1)

Так, например, скорость является первой производной (т. е., изменением) вектора местоположения по времени, ускорение является первой производной вектора скорости по времени, и темп ускорения является первой производной вектора ускорения по времени.

Понятие "ускорение" используется в настоящем случае, в общем, то есть также в значении "торможение" или же "замедление", кроме тех случаев, когда фактические обстоятельства настоятельно заставляют сделать вывод о чем-либо ином.

Если происходит излом пружины и иное изменение свойства пружины, то вследствие этого может изменяться местоположение, скорость, ускорения и/или темп ускорения сенсорного блока и/или положение сенсорной платы по сравнению с пружиной с "нормальным" свойством. За счет этого может выявляться и/или предвосхищаться отказ пружины.

Средством для регистрации физической величины может быть, например, датчик ускорения, который измеряет ускорение сенсорного блока вдоль продольной оси пружины. Датчик ускорения может

быть, например, пьезоэлектрическим датчиком ускорения или MEMS-датчиком ускорения. С помощью подобного датчика ускорение сенсорного блока может измеряться достаточно точно и с высокой частотой опроса (например, более 50 Гц).

Согласно усовершенствованию изобретения блок анализа данных выполнен для того, чтобы, основываясь по меньшей мере на одной регистрируемой физической величине, определять по меньшей мере одно оцениваемое значение, и сравнивать его с соответствующим, заранее заданным пороговым значением отказа или с диапазоном значений отказа, и контрольное устройство выполнено для того, чтобы в том случае, если условие сравнения выполнено, выдавать контрольный сигнал, который указывает на отказ. Оцениваемое значение может содержать также множество рассчитанных отдельных значений, оно может содержать, например, в программном обеспечении упорядоченный массив или же числовую последовательность физических величин.

Такое сравнение может осуществляться, например, с помощью компаратора или цифрового сравнения или может осуществляться также с помощью более сложных методов сравнения (например, с помощью сопоставления образцов или с помощью расчетов с использованием нейронных сетей). Условием сравнения может быть, например, что оцениваемое значение однократно или на протяжении заранее заданного промежутка времени превышает заранее заданное пороговое значение отказа или находится в диапазоне значений отказа. В зависимости от того, как определены пороговое значение отказа или диапазон значений отказа, условие сравнения может, однако, также гласить, что оцениваемое значение однократно или на протяжении заранее заданного промежутка времени находится ниже заранее заданного порогового значения отказа или находится за пределами диапазона значений отказа.

Оцениваемое значение может быть, например, амплитудой колебания и/или частотой или же длительностью периода колебания и/или может быть длительностью переходного колебания. Оцениваемое значение может быть также средним значением амплитуды колебания после по меньшей мере двух подъемов ворот, чтобы ограничивать влияние помех. В дополнение к этому, оцениваемое значение может содержать множество отдельных значений. Возможные формы выполнения изобретения не ограничены, однако, названными здесь в виде примера оцениваемыми значениями. Подходящими оцениваемыми значениями могут быть, например, значения, которые дают выводы о свойстве пружины. Оцениваемое значение может использоваться также для того, чтобы выявлять переходное колебание пружины.

Согласно усовершенствованию изобретения на сенсорной плате предусмотрены, помимо этого, блок обмена данными для беспроводной передачи или передачи посредством проводного соединения по меньшей мере одной физической величины и/или контрольного сигнала, относительно результата анализа, и блок энергоснабжения, преимущественным образом батарея с постоянным напряжением, для энергоснабжения сенсорного блока и блока анализа данных.

Таким образом, прежде всего в блоке обмена данными, для беспроводного обмена данными не требуются кабельные соединения для электропитания контрольного устройства и для передачи контрольного сигнала ко второму, обособленному от контрольного устройства устройству, за счет чего снижаются значительные конструктивные расходы, а также риск обрывов кабеля.

Согласно усовершенствованию изобретения сенсорная плата имеет, помимо этого, запоминающее устройство, которое содержит первый серийный номер, который является однозначно присваиваемым пружине, и блок анализа данных выполнен для того, чтобы сравнивать первый серийный номер со вторым серийным номером для выработки сигнала управления, который указывает на совпадение первого серийного номера со вторым серийным номером и/или на отличие первого серийного номера от второго серийного номера. За счет этого можно, например, обеспечивать, как подробнее описано далее ниже, чтобы в воротное оборудование устанавливались только пригодные для этого пружины. Сравнение может осуществляться, например, как описано выше.

Согласно изобретению также предложена система подъемных ворот, которая имеет: полотно ворот, которое перекрывает проем для ворот и выполнено с возможностью перемещения между открытой позицией и закрытой позицией, приводной механизм для перемещения полотна ворот между открытой позицией (положением открытия) и закрытой позицией (положением закрытия), блок управления воротами для управления приводным механизмом, предлагаемую в изобретении пружину, снабженную контрольным устройством и соединенную с полотном ворот, причем пружина выполнена для того, чтобы создавать силу, которая противодействует силе тяжести полотна ворот, причем создаваемая пружиной сила в закрытой позиции больше, чем в открытой позиции, и причем контрольное устройство выполнено для того, чтобы в случае выявления или предвосхищения отказа пружины передавать на блок управления воротами контрольный сигнал.

Ворота в значении изобретения являются устройством с подвижным полотном ворот, которое перекрывает проем для ворот, прежде всего подъемными воротами. Соответствующие изобретению ворота являются, например, рулонными воротами, в которых полотно ворот, которое содержит большое количество соединенных друг с другом подвижно отдельных элементов (ламелей), направляется в установленных с боковых сторон направляющих.

Такое перемещение полотна ворот вызывается приводным механизмом ворот, который имеет, например, мощный электродвигатель, пневматический подъемный цилиндр или гидравлическую систему.

Помимо этого, приводной механизм может иметь другие механические компоненты, как например: передаточные механизмы, ремни или соединительные звенья.

Блок управления воротами может быть выполнен для полуавтоматического или полностью автоматического управления приводным механизмом. Подобный блок управления воротами имеет микрокомпьютер с управляющими программами (программным обеспечением), которые предусматривают режим открытия и закрытия, а также стандартные программы обслуживания и/или обеспечения безопасности. Альтернативно блок управления воротами может быть выполнен с постоянным проводным монтажом.

Соответствующая изобретению система подъемных ворот создает условия для того, чтобы при выявленном или предвосхищенном отказе пружины блок управления воротами реагировал сообразно выявленному или предвосхищенному отказу пружины.

Соразмерная реакция может заключаться, например, в том, чтобы при выявленном или предвосхищенном отказе пружины прерывать эксплуатацию ворот.

Таким образом, согласно усовершенствованию изобретения блок управления воротами может быть выполнен для того, чтобы в том случае, если контрольный сигнал указывает на отказ пружины, отключать приводной механизм.

Соразмерная реакция может заключаться, например, также в том, чтобы при выявленном изломе пружины и при связанном с этим падением полотна ворот останавливать падение полотна ворот с помощью механизма аварийного останова в пределах predetermined отрезка времени, например посредством того, что блоком управления воротами приводятся в действие устройство для торможения двигателем и/или механические блокировочные болты. За счет этого падение полотна ворот не только регистрируется, но и как можно быстрее стопорится.

Падение полотна ворот - это неумышленное, или же непреднамеренное, перемещение полотна ворот. Обычное направление падения направлено, например вследствие действия гравитации, вниз к полу.

Соразмерная реакция может заключаться, например, также в том, чтобы модифицировать перемещение полотна ворот, например, таким образом, чтобы снижалась нагрузка на пружину. Например, могут снижаться предельные значения ускорения для перемещения полотна ворот.

Таким образом, согласно усовершенствованию изобретения блок управления воротами может быть выполнен для того, чтобы управлять приводным механизмом таким образом, чтобы вызванное перемещением полотна ворот и регистрируемое с помощью контрольного устройства колебание пружины, прежде всего переходное колебание пружины, вследствие ускорения или торможения полотна ворот снижалось.

Согласно усовершенствованию изобретения система подъемных ворот имеет, помимо этого, следующее: первый серийный номер, который является однозначно присваиваемым пружине, и второй серийный номер, который является однозначно присваиваемым воротам. Контрольное устройство выполнено, помимо этого, для того, чтобы сравнивать первый серийный номер со вторым серийным номером, и передавать результат сравнения в блок управления воротами. Блок управления воротами выполнен для того, чтобы в том случае, если в качестве результата сравнения имеет место отличие первого серийного номера от второго серийного номера, выдавать сигнал ошибки и/или отключать приводной механизм.

Благодаря этому можно обеспечивать, чтобы пружины применялись только в выполненных для их применения воротах или же чтобы ворота эксплуатировались только с подходящими для них пружинами.

Кроме того, соответствующая изобретению система подъемных ворот имеет преимущество, состоящее в том, что амплитуда перемещений, которым подвергается контрольное устройство при контроле пружины, существенно меньше, чем в случае, когда сенсор установлен непосредственно на полотне ворот. Следовательно, само энергоснабжение с помощью спиральных или волоочащихся кабелей является менее проблематичным, так как двигательная нагрузка на эти кабели меньше.

Помимо этого, согласно изобретению предложен способ контроля колебательной характеристики пружины в предлагаемой в изобретении системе подъемных ворот, который имеет следующие шаги: регистрация колебательной характеристики пружины контрольным устройством с помощью предусмотренного на сенсорной плате сенсорного блока, причем сенсорная плата расположена на колеблющейся части пружины, регистрация по меньшей мере одной физической величины пружины при колебании пружины, и анализ по меньшей мере одной физической величины таким образом, чтобы выявлялся или предвосхищался отказ пружины.

Кроме того, предлагаемый в изобретении способ имеет: выявление начала переходного колебания пружины после напряженного состояния пружины, прежде всего после сжатия или удлинения, регистрация по меньшей мере одной физической величины пружины при переходном колебании пружины, и выдача положительного контрольного сигнала в случае выявления или предвосхищения отказа пружины с помощью переходной колебательной характеристики пружины после ее удлинения или сжатия.

Согласно форме выполнения способа по меньшей мере одна физическая величина является по меньшей мере одной из следующих величин: местоположение, скорость, ускорение, темп ускорения сенсорного блока и положение сенсорной платы.

Согласно его усовершенствованию способ имеет, помимо этого: определение оцениваемого значе-

ния, основываясь по меньшей мере на одной регистрируемой физической величине, сравнение определенного оцениваемого значения с соответствующим, заранее заданным пороговым значением отказа или диапазоном значений отказа, выдача положительного контрольного сигнала, который указывает на отказ, в случае если условие сравнения выполнено.

Согласно ее усовершенствованию шаг анализа содержит выполнение перекрестной корреляции регистрируемой колебательной характеристики регистрируемой физической величины с предварительно сохраненной в памяти колебательной характеристикой регистрируемой физической величины.

Колебательная характеристика пружины может оцениваться, например, также с помощью распознавания образцов или с помощью функции корреляции, относящейся к регистрируемым величинам. Например, регистрируемая величина может коррелироваться, например с помощью функции перекрестной корреляции или с помощью трансформации волн, с "идеальной", предварительно сохраненной в памяти колебательной характеристикой, причем результатом расчета корреляции является значение, которое отображает величину, или же меру, аналогичности регистрируемой колебательной характеристики и предварительно сохраненной в памяти колебательной характеристики.

Формулируя математически в общем виде, корреляционный интеграл в качестве результата расчетов является базой того, насколько аналогичными являются подлежащие исследованию функции. Теперь для этой меры, или же для корреляционного интеграла, может быть предусмотрено, например, простое пороговое значение, чтобы можно было выявлять, что текущая колебательная характеристика, слишком сильно отклоняется от предварительно сохраненной в памяти колебательной характеристики. Другими словами, может быть рассчитано, насколько текущая регистрируемая колебательная характеристика аналогична некоторой, например, предварительно сохраненной в памяти, "идеальной" колебательной характеристике. Это эффективный метод для оценки колебательной характеристики пружины, так как могут лучше компенсироваться ошибки считывания, шумовые помехи или же кратковременные отклонения при регистрации вследствие внешних возмущающих воздействий.

При этом предварительно сохраненная в памяти колебательная характеристика в качестве входной величины для перекрестной корреляции предпочтительно может регистрироваться, например, с помощью процесса регистрации или с помощью измерений на новой или же правильно функционирующей пружине и затем записываться в память. Другими словами, контрольное устройство с помощью процесса калибровки, например при новой установке ворот, может совершать по меньшей мере один первый процесс регистрации для регистрации начальной колебательной характеристики пружины и сохранять результат регистрации в памяти.

Тогда начальная колебательная характеристика пружины впоследствии может длительно использоваться в контрольном устройстве в качестве входа для функции перекрестной корреляции, в то время как текущие, или же следующие за этим и повторяющиеся, процессы регистрации колебательной характеристики пружины на протяжении срока службы пружины могут использоваться в качестве другого входа для функции корреляции, которая выполняется точно так же с повторением. За счет старения пружины со временем результат расчета корреляции будет давать снижающуюся аналогичность предварительно сохраненной в памяти "идеальной" колебательной характеристики пружины и регистрируемой на текущий момент колебательной характеристики пружины, которая для определения или предвосхищения отказа пружины может сравниваться, например, с пороговым значением. В качестве колебательной характеристики может применяться, например, одна из названных ранее физических величин, например регистрируемые значения ускорения, как функция по времени, который могут служить, например, в качестве (программистских) упорядоченных массивов как входы для функции корреляции.

Такой способ, преимущественным образом для пружины с контрольным устройством согласно одному из предыдущих аспектов, может иметь следующие шаги: регистрация по меньшей мере одной колебательной характеристики пружины при калибровке, сохранение колебательной характеристики в памяти в качестве первого входа для функции корреляции, регистрация по меньшей мере одной колебательной характеристики пружины при эксплуатации пружины или ворот в качестве второго входа для функции корреляции, корреляция первого входа со вторым входом, чтобы определять меру аналогичности обоих входов, факультативно сравнение меры аналогичности с пороговым значением для определения или предвосхищения отказа пружины.

Шаги регистрации по меньшей мере одной колебательной характеристики пружины при эксплуатации пружины или ворот в качестве второго входа для функции корреляции, корреляции первого входа со вторым входом, чтобы определять меру аналогичности обоих входов, и факультативно сравнения меры аналогичности с пороговым значением для определения или предвосхищения отказа пружины, преимущественным образом, могут выполняться с повторением, в то время как калибровка является, преимущественным образом, одноразовым процессом при вводе в эксплуатацию контрольного устройства.

Изложенный выше способ реализует те же преимущества, которые были описаны перед этим со ссылкой на пружину с контрольным устройством и на систему подъемных ворот, и является, кроме того, более надежным.

Соответствующая изобретению пружина с контрольным устройством и соответствующая изобретению система подъемных ворот в последующем разъясняются подробнее в примерах выполнения с по-

мощью фигур чертежа.

Однако формы выполнения и использованные в них понятия не должны служить для ограничения настоящего раскрытия определенными формами выполнения, и они должны истолковываться так, что они включают в себя различные изменения, эквиваленты и/или альтернативы согласно формам выполнения настоящего раскрытия.

Если в описании для представленных в фигурах признаков или элементов используются более общие понятия, то имеется в виду, что для специалиста в этих фигурах раскрыты не только специальный признак или элемент, но и более общее техническое решение.

В отношении описания фигур в отдельных фигурах могут использоваться одинаковые ссылочные обозначения, чтобы сослаться на аналогичные или технически соответствующие элементы. Помимо этого, в отдельных детальном или фрагментарном видах для обзорности может быть изображено больше элементов или признаков со ссылочными обозначениями, чем в обзорных видах. При этом следует исходить из того, что эти элементы или признаки тоже соответственно раскрыты в этих обзорных изображениях, даже если они не приведены там в явной форме.

Следует понимать, что единственная форма существительного, которое соответствует предмету, может включать в себя один или несколько объектов, если только соответствующий контекст не указывает конкретно на нечто иное.

В настоящем раскрытии такое выражение, как "А или В", "по меньшей мере одно из А и/или В" или "одно или несколько из А и/или В" может включать в себя все возможные комбинации приведенных вместе признаков.

Используемое в настоящем раскрытии выражение "выполнен для" в зависимости от технически возможного может заменяться, например, выражением "пригоден для", "пригоден к", "подходит к", "сделан для", "способен к" или "спроектирован для". Альтернативно в определенной ситуации выражение "устройство выполнено для" может означать, что это устройство может работать вместе с другим устройством или компонентом или может выполнять соответствующую функцию.

Помимо этого, для обзорности в фигурах отдельно обозначены не все признаки и элементы, прежде всего, если они повторяются. Каждый из этих элементов и признаков обозначен, скорее, в качестве примера. Тогда аналогичные или одинаковые элементы следует понимать как подобные.

Показано на:

фиг. 1 вид на соответствующую изобретению систему подъемных ворот 1 с приводным механизмом 3, блоком 4 управления воротами, устройством 2 для балансировки веса, пружиной 20 и контрольным устройством 5,

фиг. 2 принципиальная схема соответствующей изобретению системы подъемных ворот 1 с приводным механизмом 3, блоком 4 управления воротами, контрольным устройством 5 и устройством 6 аварийного останова,

фиг. 3 детальный вид на устройство 2 для балансировки веса с тремя пружинами 20 и тремя контрольными устройствами 5 в двух разных положениях полотна ворот (слева: положение открытия, справа: положение закрытия),

фиг. 4 слева, детальный вид на пружину 20 (винтовую пружину) с предусмотренным на ней контрольным устройством 5, справа: эквивалентная схема для моделирования переходной колебательной характеристики пружины 20,

фиг. 5А схематическое изображение исправной пружины 20 с контрольным устройством 5 в конечном положении 27 (состояние равновесия),

фиг. 5Б схематическое изображение исправной пружины 20 с контрольным устройством 5 при переходном колебании (верхняя точка возврата),

фиг. 5В схематическое изображение деформированной пружины 20 с контрольным устройством 5 при переходном колебании,

фиг. 5Г схематическое изображение сломанной пружины 20 с контрольным устройством 5 в первый момент  $t_1$  времени после излома пружины,

фиг. 5Д схематическое изображение сломанной пружины 20 с контрольным устройством 5 во второй момент  $t_2$  времени после излома пружины,  $t_2 > t_1$ ,

фиг. 6А схематическое изображение местоположения  $x(t)$  предусмотренного на пружине 20 контрольного устройства 3 при процессе закрытия для исправной пружины (сплошная линия), для деформированной пружины (пунктирная линия) и для сломанной пружины (штрихпунктирная линия),

фиг. 6Б схематическое изображение скорости  $v(t)$  предусмотренного на пружине 20 контрольного устройства 5 при процессе закрытия для исправной пружины (сплошная линия), для деформированной пружины (пунктирная линия) и для сломанной пружины (штрихпунктирная линия),

фиг. 6В схематическое изображение ускорения  $a(t)$  предусмотренного на пружине 20 контрольного устройства 5 при процессе закрытия для исправной пружины (сплошная линия), для деформированной пружины (пунктирная линия) и для сломанной пружины (штрихпунктирная линия),

Фиг. 7А детальный вид сверху на соответствующее изобретению контрольное устройство 5 для пружины 20,

Фиг. 7Б детальный вид сбоку на соответствующее изобретению контрольное устройство 5 для пружины 20.

Примеры форм выполнения.

На фиг. 1 показан вид на соответствующую изобретению систему подъемных ворот 1 с пружиной 20 и контрольным устройством 5.

Ворота 1 являются, например, быстроходными рулонными воротами, в которых полотно 10 ворот движется с высокими пиковыми скоростями, например больше чем 1 м/с, преимущественным образом больше чем 2 м/с. Полотно 10 ворот 1 держится в боковых направляющих (не показаны) и содержит большое количество связанных друг с другом шарнирно ламелей 11, которые простираются на протяжении проема для ворот перпендикулярно направляющим. Помимо этого, полотно 10 ворот имеет замыкающий элемент 12, который со стороны пола (земли) снабжен резиновым уплотнителем или подобным.

На фиг. 1 показаны ворота 1, например, в полностью закрытом состоянии, в котором полотно 10 ворот полностью перекрывает проем для ворот.

Перемещение полотна 10 ворот между конечными положениями вызывается приводным механизмом 3. Приводной механизм 3 управляется блоком 4 управления воротами. Приводной механизм 3 имеет двигатель 31, например мощный электродвигатель, который с помощью приводного вала 35 известным самим по себе способом передает мощность двигателя на находящийся со стороны балки-перемычки намоточный вал 32. Помимо этого, приводной механизм 3 может иметь другие механические компоненты (не показаны), как например: передаточные механизмы, ремни или соединительные звенья.

Полотно 10 ворот со стороны балки-перемычки соединено известным образом с помощью одного или нескольких соединительных элементов 37, например с помощью полосы, с намоточным валом 32 и за счет вращения намоточного вала 32 в направлении наматывания может наматываться на намоточный вал 32. Точно так же за счет вращения намоточного вала 32 в направлении разматывания полотно 10 ворот может разматываться с намоточного вала 32. Направление наматывания является противоположным направлению разматывания. Соответственно программированию блока 4 управления воротами полотно 10 ворот может принимать любую позицию между полностью закрытой и полностью открытой позицией.

Помимо этого, ворота 1 имеют устройство 2 для балансировки веса. Оно содержит пружину 20, натяжной элемент 21, а также направляющее устройство 36, которое установлено на намоточном валу 32.

Пружина 20 является в настоящем случае винтовой пружиной и выполнена, например, из достаточно толстой, намотанной на винтовую форму проволоки, или же круглой стали. Своим, находящимся со стороны пола концом (вторым концом 24) пружина 20 закреплена в полу. Своим другим концом (первым концом 23) пружина 20 через соединительный элемент 22 прочно соединена с натяжным элементом 21, например с металлической полосой. Находящийся со стороны балки-перемычки конец натяжного элемента 21 отклоняется вокруг отводного ролика 25 (виден на фиг. 3) и закреплен в направляющем устройстве 36 таким образом, что вследствие разматывания полотна 10 ворот с намоточного вала 32 (процесс закрытия) натяжной элемент 21 наматывается ложающимися друг на друга слоями на направляющее устройство 36, так что пружина 20 все больше натягивается и противодействует силе веса размотанной части полотна 10 ворот. С другой стороны, наматывание полотна 10 ворот на намоточный вал 32 (процесс открытия) связано с разматыванием натяжного элемента 21 с направляющего устройства 36, так что при этом получается снижение нагрузки на пружину 20.

Устройство 2 для балансировки веса может быть настроено так, что при закрытых воротах 1 пружина 20 удлинена настолько, что имеет место момент, превышающий момент, созданный за счет силы тяжести полотна 10 ворот. Вследствие этого достигается то, что при приведении в действие закрытых ворот 1 полотно 10 ворот даже без дополнительного привода поднимается вверх примерно до той высоты, на которой сила тяжести свободного участка полотна ворот находится в равновесии с приложенной силой пружинения пружины 20. При дальнейшем открытии полотна 10 ворот необходимый в данном случае приводной момент находится примерно в равновесии с предоставляемым устройством 2 для балансировки веса моментом, так что приводной механизм 3 должен противодействовать по существу только имеющимся силам трения.

Пружина 20 имеет, например, в своей средней области, составляющей от 30% до 70% от ее общей длины, соответствующее изобретению контрольное устройство 5. Детальный вид на контрольное устройство 5 показан на фиг. 7А и 7Б и описывается точнее ниже. Контрольное устройство 5 выполнено для того, чтобы выявлять или предвосхитить отказ пружины 20, и расположено на пружине 20 таким образом, что при колебании пружины 20 оно может колебаться вместе с пружиной 20, например во время переходного колебания пружины 20 после напряженного состояния.

Напряженное состояние наступает, например, во время процесса наматывания или разматывания полотна 10 ворот, прежде всего в начале или в конце процесса наматывания или же разматывания, если происходит ускорение или же замедление перемещения при наматывании или же разматывании. Через натяжной элемент 21 создаваемый двигателем 31 и передаваемый на намоточный вал 32 момент вращения передается на пружину 20, и за счет этого в настоящем примере выполнения при разматывании полотна 10 ворот с намоточного вала 32 (при наматывании натяжного элемента 21 на намоточный вал 32)

может происходить удлинение пружины 20, и в определенных случаях (в зависимости от свойств натяжного элемента 21) при наматывании полотна 10 ворот на намоточный вал 32 (при разматывании натяжного элемента 21 с намоточного вала 32) может происходить сжатие пружины 20. Вследствие такого напряженного состояния пружина 20 колеблется и вместе с ней колеблется контрольное устройство 5.

На фиг. 2 показано принципиальное изображение системы, которая содержит ворота 1, соответствующую изобретению пружины 20 с контрольным устройством 5, блок 4 управления воротами, а также приводной механизм 3. При этом контрольное устройство 5, как показано на фиг. 1, расположено в пружине 20 или на ней, например закреплено на ней. Помимо этого, блок 4 управления воротами соединен по меньшей мере с одним устройством 6 аварийного останова. Устройство 6 аварийного останова служит для остановки полотна 10 ворот в случае падения полотна 10 ворот, например вследствие излома пружины. Как описано точнее ниже, он может регистрироваться с помощью соответствующего изобретению контрольного устройства 5. Например, в направляющих полотна 10 ворот или возле них могут быть расположены стопорные устройства, и при активации через блок 4 управления воротами в случае падения они могут блокировать, или же останавливать, перемещение полотна 10 ворот. Для этого могли бы быть применены конкретные, например, стопорные болты или тормозные колодки. Альтернативно устройство 6 аварийного останова может воздействовать также на приводной механизм 3 ворот 1 и подходящим образом блокировать вращение намоточного вала 32.

Приводной механизм 3, а также блок 4 управления воротами могут быть расположены стационарно и рядом с полотном 10 ворот. Обмен данными между контрольным устройством 5, блоком 4 управления воротами, а также приводным механизмом 3 может осуществляться, как показано на фиг. 1, через кабель 34 или беспроводным образом посредством радиосвязи.

Если обмен данными между контрольным устройством 5 и блоком 4 управления воротами является односторонним, как изображено стрелкой а) на фиг. 2, то контрольное устройство 5 выполнено с передающим модулем, а блок 4 управления воротами - с приемным модулем. Если обмен данными между контрольным устройством 5 и блоком 4 управления воротами осуществляется в обоих направлениях, как изображено стрелками а) и б), то как контрольное устройство 5, так и блок 4 управления воротами выполнены в виде приемопередающего модуля.

Передача сигналов между первым и вторым приемо-передающим модулем, пример беспроводного блока 54 обмена данными, может осуществляться через двустороннюю линию радиосвязи. Передача может осуществляться, например, через блютуз. После идентификации первого или же второго приемопередающего модуля осуществляется передача в пакетах данных через соответствующий 48-битовый адрес.

Передача сигналов может осуществляться, преимущественным образом, через одностороннюю линию радиосвязи. Так, в блоке 4 управления воротами предусмотрен только приемный модуль, в то время как в контрольном устройстве 5 предусмотрен только передающий модуль (пример беспроводного модуля 40 обмена данными). Так, односторонняя передача данных может быть достаточной для определенных вариантов применения. В дополнение к этому, этот вид передачи данных является экономящим энергию по сравнению с двусторонней передачей данных, так как со стороны контрольного устройства 5 энергия для готовности к приему или для передачи данных не расходуется.

Так, вообще для контрольного сигнала, который состоит, например, только из отдельного радиосигнала с кодом идентификации и информационным полем (в котором отказ или предвосхищенный отказ пружины помечен положительным знаком), требуется только односторонняя передача. Для того чтобы обеспечить действительный прием контрольного сигнала, он может, например, также многократно (например, дважды) повторяться.

Соединение между блоком 4 управления воротами и приводным механизмом 3 может осуществляться как через кабель 34, так и без кабеля, например, как представлено выше, через радиосвязь. Приводной механизм 3 приводит в действие полотно 10 ворот в зависимости от принятых команд.

С блоком 4 управления воротами могут быть соединены многие другие устройства, как например: переключатель открытия, блок дистанционного управления или другие датчики, которые регистрируют диапазон открытия ворот. Блок 4 управления воротами учитывает информацию или же значимые для эксплуатации параметры, которые принимаются этими другими устройствами, и управляет приводным механизмом 3 таким образом, что он открывает или закрывает ворота 1 соответственно необходимому режиму работы.

На фиг. 3 показан пример устройства 2 для балансировки веса в положении открытия полотна 10 ворот (слева) и в положении закрытия полотна 10 ворот (справа). Понятия "положение открытия" и "положение закрытия" не обязательно означают здесь положение полного открытия или же полного закрытия ворот 1. Эти понятия используются, скорее, относительно. Положение открытия характеризуется тем, что полотно 10 ворот перекрывает меньшую часть проема для ворот, чем в положении закрытия. Показанное устройство 2 для балансировки веса имеет, например, три пружины 20, и каждая пружина 20 снабжена контрольным устройством 5. Можно, конечно, снабжать устройство 2 для балансировки веса также меньшим или большим количеством пружин 20. Количество и тип пружин 20 определяется по заданным нагрузкам, т. е. прежде всего по типу полотна 10 ворот, его весу и его размерам.

Как описано выше со ссылкой на фиг. 1, в положении закрытия пружина 20 напряжена сильнее, чем

в положении открытия. В положении закрытия пружина 20 является более длинной, чем в положении открытия. За счет этого изменяется местоположение (в дальнейшем обозначается в тексте лишь коротко как  $x$ ), в котором находится контрольное устройство 5. В положении закрытия местоположение  $x$ , в котором находится контрольное устройство 5, удалено, например, от пола на  $\Delta x$  дальше, чем в положении открытия. Таким образом, положение полотна 10 ворот можно определять посредством того, что регистрируется значение местоположения  $x$ , в котором находится контрольное устройство 5.

При переходе полотна 10 ворот между положением закрытия и положением открытия за счет действующих на пружину 20 сил, по меньшей мере, временно изменяются скорость ((в дальнейшем обозначается в тексте лишь коротко как  $v$ ), ускорение и/или темп ускорения (в дальнейшем обозначаются в тексте лишь коротко как  $a$  или же  $j$ ) контрольного устройства 5. Как схематически изображено на фиг. 5А, в отличие от этого, в случае если полотно 10 ворот достигло своего конечного положения 27 или же положения покоя и установилось равновесие, то скорость  $v$ , ускорение  $a$  и темп  $j$  ускорения контрольного устройства 5 равны нулю. Следовательно, информацию о положении полотна ворот можно получать также из кинетических величин: скорости  $v$ , ускорения  $a$  и темпа  $j$  ускорения.

Если полотно 10 ворот останавливается в своем конечном положении 27, то, конечно, за счет собственной массы пружины 20 и собственной массы контрольного устройства 5 кинетическая энергия  $E_0$  еще накоплена в пружине 20, и это приводит, как схематически изображено на фиг. 5Б, к переходному колебанию пружины 20. Переходное колебание, с одной стороны, является для пружины 20 дополнительной нагрузкой и может приводить к износу пружины. С другой стороны, переходное колебание получает информацию о состоянии пружины 20 и, таким образом, может использоваться для контроля пружины.

Для описания колебательной характеристики пружины 20 (и предусмотренного на ней контрольного устройства 5) система, которая показана, например, на фиг. 4 (правая сторона), может рассматриваться как затухающая система пружина-масса-пружина. При этом перемещение контрольного устройства 5 вдоль продольной оси 26 является приблизительно гармонически затухающим колебанием. Для него имеет силу следующее:

$$x(t) = x_0 \cdot e^{-\delta t} \cdot (\cos(\omega \cdot t) + \frac{\delta}{\omega} \cdot \sin(\omega \cdot t))$$

(уравнение 2)

где

$$\delta = \frac{D}{2m}$$

(уравнение 3)

и

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \sqrt{\frac{C_F}{m} - \delta^2}$$

(уравнение 4)

$t$  обозначает время,

$x_0$  - начальное, основывающееся на инерции отклонение от положения равновесия,

$D$  - постоянная затухания системы,

$C_F$  - постоянная пружины системы,

$T$  - длительность периода колебания,

$\delta$  - постоянная затухания при колебании, и

$m$  - колеблющаяся масса системы.

Постоянная затухания при колебании характеризует, как снижается амплитуда колебания в течение времени.

Постоянная  $C_F$  пружины системы рассчитывается из постоянной  $C_{F1}$  пружины первой пружины F1 и постоянной  $C_{F2}$  пружины второй пружины F2 следующим образом:

$$\frac{1}{C_F} = \frac{1}{C_{F1}} + \frac{1}{C_{F2}}$$

(уравнение 5)

В конкретном случае винтовой пружины для постоянной  $C_{SF}$  пружины имеет место следующее:

$$C_{SF} = \frac{G * d_D^4}{8 * d_F^3 * n_F}$$

(уравнение 6)

$G$  обозначает модуль упругости при сдвиге,

$d_D$  обозначает диаметр провода,

$d_F$  обозначает диаметр пружины, и

$n_F$  - число витков.

При рассмотрении массы пружины как точечной массы для колеблющейся массы  $m$  имеет силу следующую:

$$m = \frac{1}{3} m_{F1} + \frac{1}{3} m_{F2} + m_{Sensor}$$

(уравнение 7)

$m_{F1}$  и  $m_{F2}$  обозначают массу пружин  $F1$  и  $F2$ , и

$m_{Sensor}$  обозначает массу контрольного устройства 5.

Темп  $j$  ускорения, ускорение  $a$  и скорость  $v$  могут рассчитываться согласно уравнению 1.

Если постоянная  $C_F$  пружины или постоянная  $D$  затухания изменяется, то это оказывает непосредственное влияние на колебательную характеристику. Следовательно, с помощью анализа колебательной характеристики пружины 20 может выявляться изменение свойства пружины 20, например деформация пружины 20 (как представлено на фиг. 5В), или излом пружины (как представлено на фиг. 5Г и 5Д). Деформация пружины 20 может влиять на изменение свойства пружины, например, в том отношении, что постоянная  $C_F$  пружины системы уменьшается или постоянная  $D$  затухания системы увеличивается, и это имеет следствием уменьшение частоты  $\omega$  колебания и/или амплитуды колебания. Соответственно изменение свойства пружины 20 в том отношении, что постоянная  $C_F$  пружины увеличивается или постоянная  $D$  затухания уменьшается, может приводить к повышению частоты  $\omega$  колебания и/или амплитуды колебания.

Названные выше параметры являются, конечно, не единственными, которые имеют влияние на колебательную характеристику. Например, влияние на колебательную характеристику имеют также предварительное напряжение пружины 20 и кинематика перемещения полотна ворот.

На фиг. 6А показано схематическое изображение местоположения  $x$  контрольного устройства 5 как функции по времени  $t$  при закрытии ворот 1 для исправной пружины (сплошная линия), для деформированной пружины (пунктирная линия) и для сломанной пружины (штрихпунктирная линия). В дополнение к этому, на фиг. 6Б и 6В показаны соответственно скорость  $v(t)$  и ускорение  $a(t)$  контрольного устройства 5. Деформация является, например, такой, что постоянная  $C_F$  пружины уменьшается, а постоянная  $D$  затухания остается одинаковой. Однако другие изменения пружины тоже могут вызывать увеличение постоянной  $C_F$  пружины и/или изменять постоянную  $D$  затухания. Вертикальная штрихпунктирная линия 71 показывает момент времени, когда полотно 10 ворот достигает пола и процесс закрытия заканчивается. Область слева от нее показывает конечную фазу процесса закрытия, в которой полотно 10 ворот, например, по существу с постоянной скоростью движется вниз в направлении пола. При этом пружина 20 удлиняется, и контрольное устройство 5 движется вверх (см. также фиг. 3). Справа от этого иллюстрируется переходное колебание пружины 20.  $T1$  и  $\delta1$  обозначают длительность периода и постоянную затухания при колебании для исправной пружины, а  $T2$  и  $\delta2$  обозначают длительность периода и постоянную затухания при колебании для неисправной пружины.

При неисправной пружине длительность периода повысилась по сравнению с исправной пружиной ( $T2 > T1$ ). Огибающие 75 и 76 амплитуды и постоянные 81 и 82 затухания при колебании для исправной и неисправной пружин являются по существу одинаковыми. Причина состоит в том, что в настоящем примере было принято, что деформация пружины оказывает влияние только на постоянную пружины. Таким образом, для выявления отказа пружины или предстоящего отказа пружины можно определять, например, предельное значение  $T5$  (пороговое значение отказа в понимании изобретения), превышение которого указывает на неисправность пружины. Выражаясь иначе, таким образом, основываясь на регистрируемой физической величине (например,  $x$ ), можно определять оцениваемое значение (например,  $T$ ), и сравнение его с соответствующим, заранее заданным пороговым значением отказа (например,  $TS$ ) или с диапазоном пороговых значений отказа позволяет выявлять или предвосхитить отказ пружины 20. Подобный порядок действий может осуществляться также на основе измеренной скорости  $v$ , измеренного ускорения  $a$ , измеренного темпа  $j$  ускорения или их комбинации. В ином случае может определяться также предельное значение постоянной  $\delta S$  затухания при колебании.

Излом пружины, как показано на фиг. 5Г и 5Д (принято, например, что имеет место излом пружины выше контрольного устройства 5), может приводить к тому, что местоположение контрольного устройства 5 изменяется сильнее, чем при переходном колебании исправной пружины (ср. с фиг. 5 и 6А), так

как за счет недостающего противодействия контрольное устройство 5 тянется в направлении пола. Точно так же, как показано на фиг. 5Д, положение контрольного устройства 5 может изменяться, например, в том случае, если обломок 28 пружины откинут относительно ее продольной оси 26, т. е. его положение изменилось и стало положением под углом к вертикали. Вследствие недостающего противодействия контрольное устройство может быть также дольше подверженным более высокому ускорению в направлении пола, что, в свою очередь, может приводить к более высокой скорости. Таким образом, как показано на фиг. 6А-6В, можно определять также предельное значение  $72$ ,  $x_s$  позиции, предельное значение  $73$ ,  $v_s$  скорости или предельное значение  $a_s$  ускорения, с помощью которых можно отличать сломанную пружину от исправной пружины. Эти предельные значения являются также пороговыми значениями отказа в понимании изобретения.

Кроме того, регистрируемые контрольным устройством 5 физические величины и определенные из них оцениваемые значения можно использовать для того, чтобы оптимизировать управление перемещением полотна 10 ворот, например, таким образом, что переходное колебание минимизируется.

На фиг. 7А показан вид сверху на пример соответствующего изобретению контрольного устройства 5, и на фиг. 7Б показан вид сбоку на него. Контрольное устройство 5 имеет следующее: сенсорную плату 51, на сенсорной плате 51 сенсорный блок 52 для регистрации по меньшей мере одной физической величины и блок 53 анализа данных для анализа этой физической величины. Сенсорный блок 52 имеет по меньшей мере один датчик для регистрации местоположения  $x$ , положения и/или кинетики (например, скорости  $v$ , ускорения  $a$ , темпа  $j$  ускорения) контрольного устройства 5, а также факультативно блок подготовки сигнала (не показан). Датчик может быть, например, датчиком ускорения, например пьезоэлектрическим датчиком ускорения, или MEMS-датчиком ускорения, или основывающимся на магнитной индукции датчиком ускорения.

Блок подготовки сигнала может обрабатывать выданный датчиком электрический сигнал (например, цифровые данные об ускорении), например фильтровать, усиливать или пересчитывать в абсолютные значения измерения (например, в G). В случае нескольких регистрируемых физических кинетических параметров блок подготовки сигнала может также мультиплексировать электрические сигналы.

Помимо этого, контрольное устройство 5 может иметь на сенсорной плате 51 блок 54 обмена данными для беспроводной передачи регистрируемой физической величины и/или контрольного сигнала, относящегося к результату ее анализа. Этот блок 54 обмена данными может быть, например, интегральной схемой для радиосвязи с интегрированной или обособленной антенной. Кроме того, контрольное устройство 5 может иметь, например на нижней стороне сенсорной платы 51, блок 55 энергоснабжения, например батарею с постоянным напряжением, для обеспечения энергией сенсорного блока 52 и блока 53 анализа данных. Кроме того, сенсорная плата 51 может иметь запоминающее устройство 56 для сохранения в памяти серийного номера. Серийный номер может считываться из запоминающего устройства 56 по запросу.

Помимо этого, блок 53 анализа данных может иметь вычислительный модуль. Вычислительный модуль служит в варианте использования для реализации описанных в фиг. 6А-6В процессов. Например, в отношении колебания вычислительный модуль может посредством интегрирования пересчитывать данные датчика ускорения в значение скорости. Затем вычислительный модуль может сравнивать это численное значение скорости (пример оцениваемого значения) с заранее заданным предельным значением скорости или с диапазоном значений скорости. Если заранее заданное предельное значение скорости превышает (или выходит из диапазона значений скорости), то вычислительный модуль инициирует выдачу контрольного сигнала, который тогда непосредственно после превышения предельного значения скорости передается, например с помощью блока 54 обмена данными, в блок 4 управления воротами. В этом случае он может подходящим образом реагировать на отказ или предвосхищенный отказ, например посредством того, что он изменяет параметры перемещения полотна ворот.

Блок 53 анализа данных, помимо этого, может быть выполнен для того, чтобы считывать из запоминающего устройства 56 первый серийный номер, который является однозначно присваиваемым пружине 20, и сравнивать его со вторым серийным номером, который является однозначно присваиваемым воротам 1, и предоставлять результат сравнения (например, в виде сигнала управления), например с помощью блока 54 обмена данными, в блок 4 управления воротами, так что он может реагировать подходящим образом. Подходящая реакция может состоять, например, в том, чтобы в случае если в качестве результата сравнения имеет место отличие первого серийного номера от второго серийного номера, выдавать сигнал об ошибке и/или отключать приводной механизм 3.

В отношении формы и размера контрольное устройство 5, преимущественным образом, подогнано к подлежащей контролю пружине 20. Например, диаметр сенсорной платы 51 может соответствовать по существу среднему диаметру витка пружины 20, и, прежде всего, при винтовой пружине она может быть круглой.

Потребляющие блоки в контрольном устройстве 5 рассчитаны, помимо этого, таким образом, чтобы было обеспечено надежное электропитание. Для этого электронные компоненты в контрольном устройстве 5, преимущественным образом, и/или факультативно рассчитаны таким образом, что они имеют очень низкое потребление энергии (преимущественным образом в диапазоне, измеряемом в микроват-

тах), а также снабжаются током, преимущественным образом, только при необходимости. Подобные электронные компоненты, например преобразователи постоянного напряжения или микропроцессоры, имеются в наличии, например, в виде так называемых компонентов с ультранизким потреблением мощности.

Наряду с разъясненными формами выполнения и аспектами, изобретение допускает другие принципы решения. Так, отдельные признаки разных форм выполнения и аспектов могут также любым образом комбинироваться друг с другом, если это является выполнимым для специалиста.

Ворота в соответствующей изобретению системе подъемных ворот, которые были разъяснены выше как рулонные ворота, могут быть, например, также складывающимися воротами или откидными воротами. Таким образом, согласно изобретению охвачены все ворота, в которых полотно ворот испытывают определенное перемещение или же заранее определенную траекторию движения.

Помимо этого, контрольное устройство 5 может быть размещено на любой части пружины 20.

В принципе, контрольное устройство может иметь также другие узлы, например элементы индикации с малым потреблением энергии.

На фиг. 1 устройства для балансировки веса (или же пружины 20) были предусмотрены с обеих сторон проема для ворот. Прежде всего, для полотен ворот с большой шириной это может быть преимуществом, чтобы снижать односторонние нагрузки в этой структуре. Устройство для балансировки веса может быть предусмотрено, конечно, также только с одной стороны.

В примерах выполнения была описана пружина 20 в виде винтовой пружины. Кроме этого, вместо винтовых пружин можно предусматривать также другие пружинящие элементы, такие как, например, удлиняемые полосы и т. д.

Натяжной элемент 21 не обязательно должен выполняться полосовидным, а может быть также в виде цепи и тому подобного. Для него следует предпочитать стабильный по форме материал, прежде всего такой, как металл.

Направляющие устройства 36 не обязательно должны быть установлены на намоточном валу 32, а могут быть установлены также на отдельном опорном валу. Прежде всего, является возможным также, что двигатель 31 приводит в действие намоточный вал 32 и/или отдельный опорный вал не непосредственно, а опосредованно через зубчатые ремни, цепи, передаточные механизмы и т. д. Тем не менее, для получения как можно более компактной структуры для этих компонентов следует предпочитать непосредственный привод.

В настоящем примере выполнения регистрировались физические величины, основывающиеся на колебании вдоль продольного направления пружины. Конечно, могло бы использоваться также колебание вдоль отклоняющегося от продольного направления пружины направления.

В показанном примере выполнения блок 53 анализа данных предусмотрен на сенсорной плате 51. Конечно, может быть предусмотрен, однако, также обособленный от нее блок и может располагаться, например, в блоке 4 управления воротами.

Представленное на фиг. 1 полотно 10 ворот может передвигаться снизу вверх и наоборот. Однако изобретением охватываются также ворота, в которых полотно ворот могут передвигаться в других направлениях, например в сторону.

Способ согласно изобретению и устройство согласно изобретению были описаны со ссылкой на характеристику переходного колебания пружины при закрытии ворот. Принцип изобретения является применимым, конечно, вообще к колебаниям пружины.

#### **Перечень ссылочных обозначений**

- 1 ворота,
- 10 полотно ворот,
- 11 ламель,
- 12 замыкающий элемент,
- 2 устройство для балансировки веса,
- 20 пружина,
- 21 натяжной элемент,
- 22 крепежный элемент,
- 23 первый конец пружины,
- 24 второй конец пружины,
- 25 отводной ролик,
- 26 продольная ось пружины,
- 27 конечное положение,
- 28 обломок пружины,
- 3 приводной механизм,
- 31 двигатель,
- 32 намоточный вал,
- 34 кабель,
- 35 приводной вал,

36 направляющее устройство,  
 37 соединительный элемент,  
 4 блок управления воротами,  
 5 контрольное устройство,  
 51 сенсорная плата,  
 52 сенсорный блок,  
 53 блок анализа данных,  
 54 блок или же модуль обмена данными,  
 55 блок энергоснабжения,  
 56 запоминающее устройство,  
 6 устройство аварийного останова,  
 71 момент времени, когда полотно ворот достигает пола,  
 72 предельное значение позиции,  
 73 предельное значение скорости,  
 74 предельное значение ускорения,  
 75 огибающая амплитуды для исправной пружины,  
 76 огибающая амплитуды для неисправной пружины.

#### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Пружина (20) для системы подъемных ворот, снабженная контрольным устройством (5), имеющим:

расположенную на колеблющейся части пружины (20) сенсорную плату (51),  
 предусмотренный на сенсорной плате (51) сенсорный блок (52) для регистрации по меньшей мере одной физической величины пружины (20) при колебании пружины (20),  
 блок (53) анализа данных для анализа регистрируемой физической величины,  
 причем блок (53) анализа данных выполнен таким образом, что выявляется или предвосхищается отказ пружины (20),

причем блок (53) анализа данных выполнен таким образом, что он выявляет или предвосхищает отказ пружины (20) с помощью переходной колебательной характеристики пружины (20) после ее удлинения или сжатия, и

причем блок (53) анализа данных выполнен, помимо этого, таким образом, что в случае выявления или предвосхищения отказа пружины (20) он выдает положительный контрольный сигнал.

2. Пружина (20) по п.1, причем колеблющаяся часть пружины (20) является средней областью пружины (20), составляющей от 30% до 70% от общей длины.

3. Пружина (20) по одному из предшествующих пунктов, причем по меньшей мере одна физическая величина пружины (20) является по меньшей мере одной из следующих величин: местоположение, скорость, ускорение, темп ускорения сенсорного блока (52) и/или положение сенсорной платы (51).

4. Пружина (20) по одному из предшествующих пунктов,

причем блок (53) анализа данных выполнен для того, чтобы, основываясь по меньшей мере на одной регистрируемой физической величине, определять оцениваемое значение и сравнивать его с соответствующим заранее заданным пороговым значением отказа или с диапазоном значений отказа, и

причем контрольное устройство (5) выполнено для того, чтобы в случае если условие сравнения выполнено, выдавать контрольный сигнал, который указывает на отказ.

5. Пружина (20) по одному из предшествующих пунктов,

причем сенсорная плата (51) имеет, помимо этого, запоминающее устройство (56), которое содержит первый серийный номер, который является однозначно присваиваемым пружине (20), и

причем блок (53) анализа данных выполнен для того, чтобы сравнивать первый серийный номер со вторым серийным номером для выработки сигнала управления, который указывает на совпадение первого серийного номера со вторым серийным номером и/или на отличие первого серийного номера от второго серийного номера.

6. Пружина (20) по одному из предшествующих пунктов, причем на сенсорной плате (51), помимо этого, предусмотрены:

блок (54) обмена данными для беспроводной передачи или передачи посредством проводного соединения по меньшей мере одной физической величины и/или контрольного сигнала, относительно результата анализа, и

блок (55) энергоснабжения, преимущественным образом батарея с постоянным напряжением, для энергоснабжения сенсорного блока (52) и блока (53) анализа данных.

7. Система подъемных ворот, которая имеет:

полотно (10) ворот, которое перекрывает проем для ворот и выполнено с возможностью перемещения между открытой позицией и закрытой позицией,

приводной механизм (3) для перемещения полотна (10) ворот между открытой позицией и закрытой

позицией,

блок (33) управления воротами для управления приводным механизмом (33), соединенную с полотном (10) ворот пружину (20), снабженную контрольным устройством (5) и выполненную по одному из пп.1-6,

причем пружина (20) выполнена для того, чтобы создавать силу, которая противодействует силе тяжести полотна (10) ворот, причем создаваемая пружиной (20) сила в закрытой позиции больше, чем в открытой позиции, и

причем контрольное устройство (5) выполнено для того, чтобы в случае выявления или предвосхищения отказа пружины передавать на блок (33) управления воротами контрольный сигнал.

8. Система по п.7, причем блок (33) управления воротами выполнен для того, чтобы в случае указания контрольного сигнала на отказ пружины отключать приводной механизм (3).

9. Система по п.8, помимо этого, имеющая:

первый серийный номер, который является однозначно присваиваемым пружине (20), и второй серийный номер, который является однозначно присваиваемым воротам (1) и/или полотну (10) ворот,

причем контрольное устройство (5) выполнено для того, чтобы сравнивать первый серийный номер со вторым серийным номером, и передавать результат сравнения в блок (33) управления воротами, и

причем блок (33) управления воротами выполнен для того, чтобы в случае если в качестве результата сравнения имеет место отличие первого серийного номера от второго серийного номера, выдавать сигнал ошибки и/или отключать приводной механизм (3).

10. Система по п.8 или 9, причем блок (33) управления воротами выполнен для того, чтобы управлять приводным механизмом (3) таким образом, чтобы вызванное перемещением полотна (10) ворот и регистрируемое с помощью контрольного устройства (5) колебание пружины (20), прежде всего переходное колебание пружины (20), вследствие ускорения или торможения полотна (30) ворот снижалось.

11. Способ контроля колебательной характеристики пружины (20) в системе подъемных ворот по одному из пп.7-10, который имеет следующие шаги:

регистрация колебательной характеристики пружины (20) контрольным устройством (5) с помощью предусмотренного на сенсорной плате (51) сенсорного блока (52), причем сенсорная плата (51) расположена на колеблющейся части пружины (20),

регистрация по меньшей мере одной физической величины пружины (20) при колебании пружины (20) и

анализ по меньшей мере одной физической величины таким образом, что выявляется или предвосхищается отказ пружины,

выявление начала переходного колебания пружины (20) после напряженного состояния пружины (20), прежде всего после сжатия или удлинения,

регистрация по меньшей мере одной физической величины пружины (20) при переходном колебании пружины (20) и

выдача положительного контрольного сигнала в случае выявления или предвосхищения отказа пружины (20) с помощью переходной колебательной характеристики пружины (20) после ее удлинения или сжатия.

12. Способ по п.11, причем по меньшей мере одна физическая величина пружины (20) является по меньшей мере одной из следующих величин: место, скорость, ускорение, темп ускорения сенсорного блока (52) и/или положение сенсорной платы (51).

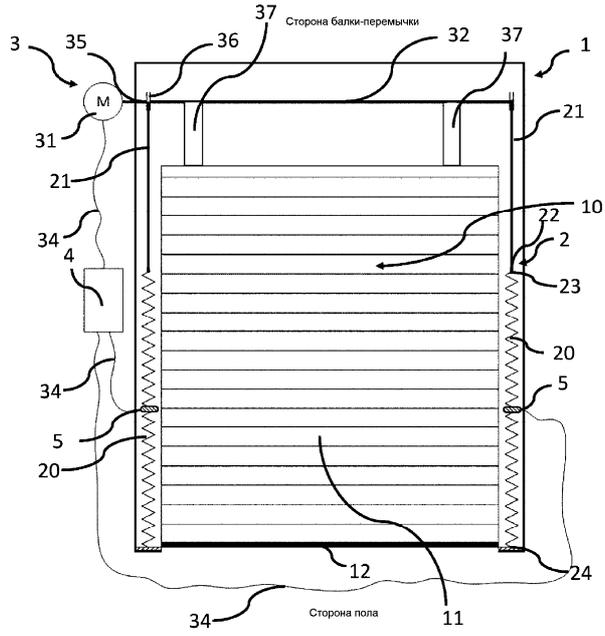
13. Способ по одному из пп.11 или 12, помимо этого, имеющий:

определение оцениваемого значения, основываясь по меньшей мере на одной регистрируемой физической величине,

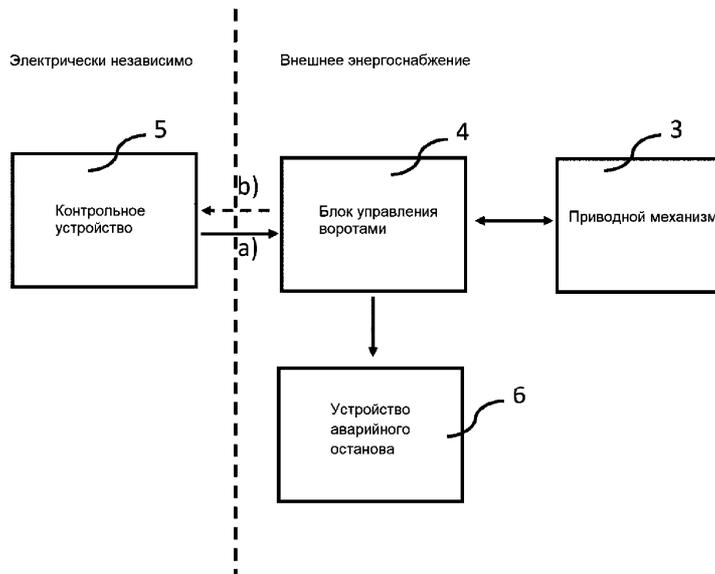
сравнение определенного оцениваемого значения с соответствующим заранее заданным пороговым значением отказа или диапазоном значений отказа и

выдачу положительного контрольного сигнала, который указывает на отказ, в случае если условие сравнения выполнено.

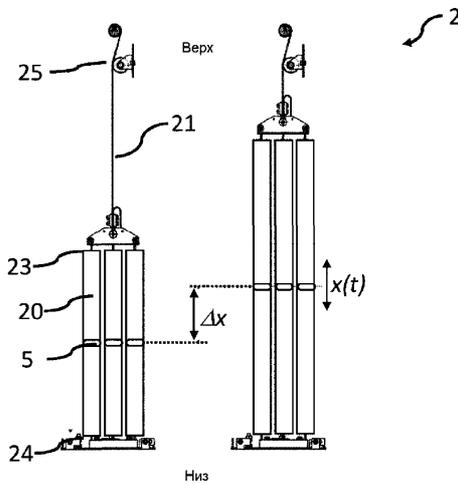
14. Способ по одному из пп.11-13, причем шаг анализа включает в себя выполнение корреляции регистрируемой колебательной характеристики регистрируемой физической величины с предварительно сохраненной в памяти колебательной характеристикой регистрируемой физической величины.



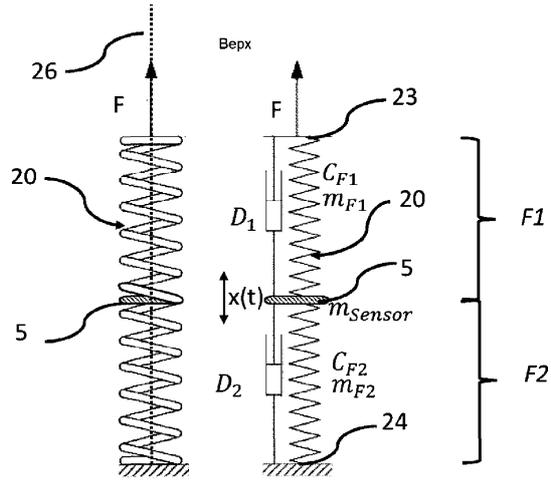
Фиг. 1



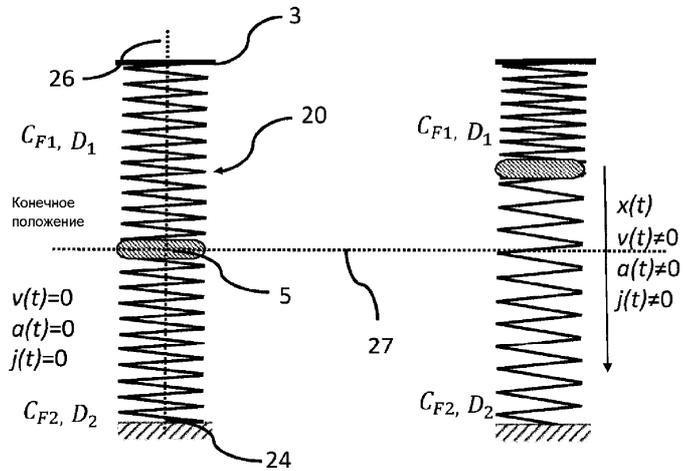
Фиг. 2



Фиг. 3

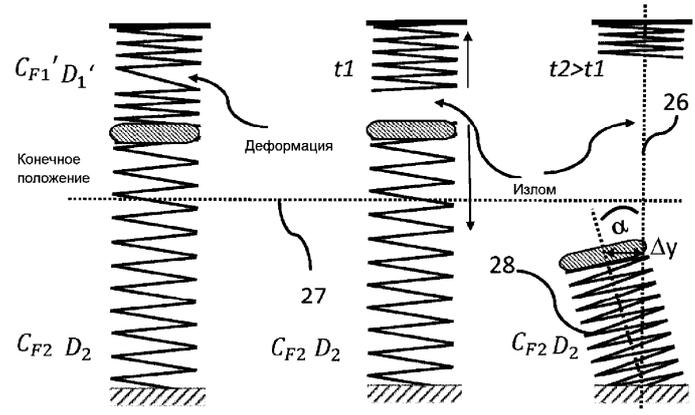


Фиг. 4



Фиг. 5 А

Фиг. 5 Б



Фиг. 5 В

Фиг. 5 Г

Фиг. 5 Д

