

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **044392**

(13) **B1**

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

**(45)** Дата публикации и выдачи патента  
**2023.08.24**

**(21)** Номер заявки  
**202290159**

**(22)** Дата подачи заявки  
**2019.09.06**

**(51)** Int. Cl. *A61H 1/02* (2006.01)  
*A61H 3/04* (2006.01)  
*A63B 23/04* (2006.01)

---

**(54) КУЛАЧОК И ПАРА НЕКРУГЛЫХ ШЕСТЕРНЕЙ ДЛЯ МНОГОШАРНИРНОГО СИНХРОННОГО ТРЕНАЖЕРА БЕЗ СИЛОВОЙ УСТАНОВКИ, СПОСОБ ИХ ИЗГОТОВЛЕНИЯ, ИСПОЛЬЗУЮЩИЙ ИХ ПЕРЕДАТОЧНЫЙ МЕХАНИЗМ И МНОГОШАРНИРНЫЙ СИНХРОННЫЙ ТРЕНАЖЕР БЕЗ СИЛОВОЙ УСТАНОВКИ**

---

**(31)** PCT/CN2019/095130

**(32)** 2019.07.08

**(33)** CN

**(43)** 2022.04.29

**(86)** PCT/CN2019/104720

**(87)** WO 2021/003835 2021.01.14

**(71)(73)** Заявитель и патентовладелец:  
**ПЕКИН АЙ-РОБОТИКС  
ТЕКНОЛОДЖИ КО., ЛТД. (CN)**

**(56)** CN-A-103006416  
CN-Y-2298847  
CN-A-107387710  
CN-Y-2279163  
CN-A-105456002  
CN-U-202659811  
CN-A-108186285  
CN-A-105963107  
CN-A-109758342  
JP-A-2013208345

**(72)** Изобретатель:  
**Шуай Мэй (CN)**

**(74)** Представитель:  
**Ловцов С.В., Вилесов А.С., Гавриков  
К.В., Коптева Т.В., Левчук Д.В.,  
Стукалова В.В., Ясинский С.Я. (RU)**

---

**(57)** В изобретении представлен кулачок для многошарнирного синхронного тренажера без силовой установки, при этом кулачок имеет круглый основной корпус, паз кулачка находится на первой боковой поверхности круглого основного корпуса, а профиль паза кулачка выполнен так, что вращательное движение кулачка вызывает осуществление следящим элементом, расположенным в пазу кулачка, возвратно-поступательного движения с переменной скоростью вдоль заданной горизонтальной оси, при этом для каждого оборота кулачка следящий элемент выполняет однократное возвратно-поступательное движение между первым положением и вторым положением; первым положением и вторым положением, соответственно, являются положения следящего элемента вдоль горизонтальной оси, когда следящий элемент находится в положениях профиля, наиболее близком и наиболее дальнем от центра круглого основного корпуса; и возвратно-поступательное движение вызывает осуществление ведомым объектом, соединенным со следящим элементом, качания с переменной скоростью в диапазоне угла. В изобретении дополнительно представлена пара некруглых шестерней для многошарнирного синхронного тренажера без силовой установки, способ изготовления кулачка и пары некруглых шестерней, передаточный механизм, использующий кулачок и пару некруглых шестерней, и многошарнирный синхронный тренажер без силовой установки, использующий передаточный механизм.

---

**B1**

**044392**

**044392**

**B1**

### **Область техники, к которой относится изобретение**

Изобретение относится к передаточному механизму и реабилитационному тренажеру и, в частности, к конструкциям передаточного механизма для многошарнирного синхронного тренажера без силовой установки и имеющему их многошарнирный синхронный тренажер без силовой установки.

### **Предшествующий уровень техники изобретения**

С увеличением числа людей с ограниченными физическими возможностями большую долю занимают пожилые люди. Как показывают результаты второго национального выборочного обследования инвалидов, в настоящее время в стране насчитывается около 24 млн пациентов с ограниченными физическими возможностями с ежегодным увеличением на миллион. При постоянном усилении степени старения населения в Китае, также растет количество людей с ограниченными физическими возможностями, вызванными нарушением мозгового кровообращения.

Обследование также показывает, что потребность в медицинской помощи, поддержке и реабилитационных услугах для все большего числа людей с ограниченными физическими возможностями становится больше, и в настоящее время методы реабилитации в Китае также представляют собой индивидуальное реабилитационное лечение с помощью традиционных реабилитационных устройств и технических работников по реабилитации, поэтому в нем должны принимать участие большое количество технических работников по реабилитации.

Некоторые семьи упускают оптимальное время реабилитации по экономическим причинам, и клиническое исследование показывает, что большинство пациентов с гемиплегией могут частично или полностью восстановить функцию движения конечностей при выполнении реабилитационной тренировки с помощью реабилитационных тренажеров.

В настоящее время многие научно-исследовательские институты и корпорации в Китае приступили к разработке реабилитационных тренажеров, но стоимость разработки интеллектуальных устройств является высокой, и семьям обычных пациентов трудно нести такие высокие расходы. Между тем, по сравнению с индивидуальной негрупповой тренировкой, в основном зависящей от терапевтов традиционного реабилитационного лечения потери функции конечностей, также нельзя эффективно обеспечить интенсивность, продолжительность и лечебный эффект тренировок.

Следовательно, нужно разработать реабилитационный тренажер для нижних конечностей для использования обычными пациентами, который обеспечивает интенсивность, продолжительность и лечебный эффект реабилитационной тренировки.

### **Краткое раскрытие изобретения**

Целью изобретения является создание реабилитационного тренажера для нижних конечностей согласно рекомендациям, который может обеспечить индивидуальную реабилитационную тренировку пациентов с ограниченными функциями конечностей только за счет простого управления терапевтами или операторами без электрического устройства и соответствующей сложной программы управления.

Для достижения цели согласно одному аспекту в изобретении представлен кулачок для многошарнирного синхронного тренажера без силовой установки, при этом кулачок имеет круглый основной корпус, паз кулачка находится на первой боковой поверхности круглого основного корпуса, а профиль паза кулачка выполнен так, что вращательное движение кулачка вызывает осуществление следящим элементом, расположенным в пазу кулачка, возвратно-поступательного движения с переменной скоростью вдоль заданной горизонтальной оси, при этом

на каждый оборот кулачка следящий элемент выполняет однократное возвратно-поступательное движение между первым положением и вторым положением по заданной горизонтальной оси;

первым положением является положение следящего элемента вдоль горизонтальной оси, когда следящий элемент находится в положении профиля, наиболее близком к центру круглого основного корпуса, а вторым положением является положение следящего элемента вдоль горизонтальной оси, когда следящий элемент находится в положении профиля, самом дальнем от центра круглого основного корпуса;

возвратно-поступательное движение вызывает осуществление ведомым объектом, соединенным со следящим элементом, качания с переменной скоростью в диапазоне угла.

Согласно другому аспекту в изобретении дополнительно представлена пара некруглых шестерней для многошарнирного синхронного тренажера без силовой установки, содержащая ведущую некруглую шестерню и ведомую некруглую шестерню в приводном зацеплении с ведущей некруглой шестерней, при этом

ведущая некруглая шестерня и ведомая некруглая шестерня имеют одинаковое количество зубьев и фиксированное межцентровое расстояние;

делительная линия ведущей некруглой шестерни и ведомой некруглой шестерни выполнена так, что для каждого оборота ведущей некруглой шестерни ведущая некруглая шестерня вызывает однократное выполнение следящим элементом, расположенным на первой боковой поверхности ведомой некруглой шестерни, возвратно-поступательного движения с переменной скоростью между первым положением и вторым положением;

первым положением является положение следящего элемента, наиболее близкое к оси вращения ведущей некруглой шестерни, а вторым положением является положение следящего элемента, самое дальнее от оси вращения ведущей некруглой шестерни; и

возвратно-поступательное движение с переменной скоростью вызывает осуществление ведомым объектом, соединенным со следящим элементом, качания с переменной скоростью в диапазоне угла.

Согласно другому аспекту в изобретении дополнительно представлен способ изготовления кулачка, предусматривающий этапы:

(а) предоставления круглого основного корпуса и размещения следящего элемента на боковой поверхности круглого основного корпуса, причем следящий элемент может двигаться на боковой поверхности только в горизонтальном направлении;

(b) обеспечения выполнения следящим элементом однократного возвратно-поступательного движения с переменной скоростью между первым положением и вторым положением на боковой поверхности пластины диска;

(с) вращения пластины диска с постоянной скоростью при выполнении этапа (b), при этом период, когда следящий элемент выполняет однократное возвратно-поступательное движение с переменной скоростью, такой же как период, когда пластина диска делает один оборот; и

(d) принятия следа движения следящего элемента на боковой поверхности пластины диска в качестве профиля кулачка для образования паза кулачка на боковой поверхности круглого основного корпуса, при этом расстояние между первым положением и центром круглого основного корпуса равно расстоянию между наиболее близким к центру положением профиля кулачка и центром, а расстояние между вторым положением и центром равно расстоянию между самым дальним от центра положением профиля кулачка и центром.

Согласно другому аспекту в изобретении дополнительно представлен способ изготовления пары некруглых шестерней, предусматривающий этапы

предоставления ведущей некруглой шестерни и ведомой некруглой шестерни, сцепленных друг с другом, при этом ведущая некруглая шестерня и ведомая некруглая шестерня имеют одинаковое количество зубьев и фиксированное межцентровое расстояние, и

размещения следящего элемента на боковой поверхности ведомой некруглой шестерни, при этом делительная линия ведущей некруглой шестерни и ведомой некруглой шестерни выполнена так, что для каждого оборота ведущей некруглой шестерни ведущая некруглая шестерня вызывает выполнение следящим элементом однократного возвратно-поступательного движения с переменной скоростью между первым положением и вторым положением, при этом

первым положением является положение следящего элемента, наиболее близкое к оси вращения ведущей некруглой шестерни, а вторым положением является положение следящего элемента, самое дальнее от оси вращения ведущей некруглой шестерни; и

возвратно-поступательное движение с переменной скоростью вызывает осуществление ведомым объектом, соединенным со следящим элементом, качания с переменной скоростью в диапазоне угла.

Согласно другому аспекту в изобретении дополнительно представлен передаточный механизм для многошарнирного синхронного тренажера без силовой установки, содержащий колесный узел;

передаточный узел в приводном соединении с колесным узлом;

приводной узел в приводном соединении с передаточным узлом, имеющий кулачок, как описано ранее; и

ножной тяговый узел, соединенный с приводным узлом через соединительную тягу, так что ножной тяговый узел качается под действием передаточного узла.

Согласно другому аспекту в изобретении дополнительно представлен многошарнирный синхронный тренажер без силовой установки, содержащий

раму корпуса и

первый передаточный механизм и второй передаточный механизм, установленные на обеих сторонах рамы корпуса и представляющие собой передаточный механизм, описанный ранее; при этом

приводной узел первого передаточного механизма и приводной узел второго передаточного механизма соединены рычагом вала и имеют разность направлений  $180^\circ$ .

#### **Краткое описание чертежей**

На фиг. 1 представлен вид в перспективе многошарнирного синхронного тренажера без силовой установки согласно одному варианту осуществления изобретения.

На фиг. 2 представлен вид в разрезе колесного узла многошарнирного синхронного тренажера без силовой установки на фиг. 1.

На фиг. 3 представлено изображение в разобранном виде передаточного узла многошарнирного синхронного тренажера без силовой установки на фиг. 1.

На фиг. 4 представлено изображение в разобранном виде кулачкового узла и опоры кулачка многошарнирного синхронного тренажера без силовой установки на фиг. 1.

На фиг. 5А представлено изображение в разобранном виде ножного тягового узла многошарнирного синхронного тренажера без силовой установки на фиг. 1.

На фиг. 5В представлен вид в перспективе ножного тягового узла многошарнирного синхронного тренажера без силовой установки на фиг. 1.

На фиг. 6 представлен вид сбоку передаточного механизма многошарнирного синхронного тренажера без силовой установки на фиг. 1.

На фиг. 7 представлена блок-схема способа проектирования профиля паза кулачка кулачкового узла многошарнирного синхронного тренажера без силовой установки на фиг. 1.

На фиг. 8 представлен вид в перспективе поясного фиксатора многошарнирного синхронного тренажера без силовой установки на фиг. 1.

На фиг. 9 представлен вид в перспективе опоры поясного фиксатора многошарнирного синхронного тренажера без силовой установки на фиг. 1.

На фиг. 10А-10D представлены краткие схематичные изображения кулачка, приводящего в движение следящий ролик согласно одному варианту осуществления изобретения.

На фиг. 11А-11D представлены краткие схематичные изображения пары некруглых шестерней, приводящей в движение следящий элемент согласно другому варианту осуществления изобретения.

#### **Подробное раскрытие изобретения**

Чтобы сделать признаки и преимущества изобретения более понятными, далее изобретение дополнительно пояснено со ссылкой на прилагаемые чертежи. Следует отметить, что варианты осуществления, проиллюстрированные на чертежах, предназначены для пояснения изобретения и не должны рассматриваться как ограничение изобретения.

Как показано на фиг. 1, на фиг. 1 представлен многошарнирный синхронный тренажер без силовой установки 10 согласно одному варианту осуществления изобретения. Как показано на фиг. 1, тренажер 10 образован рамой 100 корпуса, парой передаточных механизмов 200, прикрепленных к раме 100 корпуса, поясным фиксатором 300, парой универсальных колес 400 и поручнем 500. При использовании тренажера для реабилитационной тренировки ходьбы пациента фиксируют на передней части тренажера 10 (то есть с левой стороны на фиг. 1), а другой медицинский работник или другой оператор, помогающий в реабилитационной тренировке, находится в задней части тренажера 10 (то есть с правой стороны на фиг. 1). Медицинский работник или другой оператор крепко держит поручень и медленно толкает тренажер 10 вперед. Под действием передаточных механизмов 200 движущая сила толкания тренажера 10 вперед преобразуется в действующую силу, прикладываемую к ноге (например, к бедренной части и/или к части голени) пациента, и действующая сила обеспечивает качание ноги пациента по заданному правилу с тазобедренным суставом пациента в качестве оси, так что пациент может шагать вперед вместе с тренажером 10 походкой нормального человека, тем самым реализуя цель реабилитационной тренировки ходьбы.

В некоторых вариантах осуществления изобретения на задней стороне нижней части рамы 100 корпуса находится пара универсальных колес 400. Предпочтительно, парой универсальных колес 400 является пара 4-дюймовых универсальных бесшумных роликов с тормозами, которая обеспечивает эффективность баланса и устойчивости тренажера при ходьбе и в состоянии покоя. Конечно, это зависит от размера рамы корпуса, а также можно использовать другие размеры универсальных колес. Кроме того, тип универсальных колес конкретно не ограничен, только чтобы можно было реализовать эффективность баланса и устойчивости.

Далее подробно описаны передаточные механизмы 200 и поясной фиксатор 300.

Что касается передаточных механизмов 200, как дополнительно показано на фиг. 1, тренажер 10 имеет пару передаточных механизмов 200, расположенных с обеих сторон (то есть спереди и сзади на фиг. 1) рамы корпуса, и пара передаточных механизмов 200 имеет одинаковую конструкцию. Как показано на фиг. 1, передаточный механизм 200 содержит колесный узел 210, передаточный узел 220, приводной узел 230 и ножной тяговый узел 240, прикрепленные к раме 100 корпуса в подходящих положениях, соответственно. Например, колесный узел 210 находится на нижней передней стороне рамы 100 корпуса, передаточный узел 220 находится на средней задней стороне рамы 100 корпуса, приводной узел 230 находится на верхней задней стороне рамы 100 корпуса, а ножной тяговый узел 240 находится в передней части рамы 100 корпуса и проходит от верхней части до нижней части рамы 100 корпуса.

Как показано на фиг. 2, на фиг. 2 представлен вид в разрезе колесного узла 210 передаточного узла 220. Как показано на фиг. 2, колесный узел 210 содержит колесный диск 211, звездочку 212, установочный вал 213 и подшипниковый узел 214. Предпочтительно, колесный диск 211 представляет собой интегрированное колесо 700С, так что нижняя часть колесного диска 211 и нижняя часть универсальных колес 400 находятся на одной и той же горизонтальной плоскости, а тренажер 10 может устойчиво контактировать с землей. Звездочка 212 и колесный диск 211 имеют единую ось и соединены друг с другом с помощью установочного вала 213 и подшипникового узла 214, так что звездочка 212 и колесный диск 211 могут синхронно вращаться. Установочный вал 213 зафиксирован на раме 100 корпуса. В этом варианте осуществления колесный узел 210 находится в приводном соединении с передаточным узлом 220, подробно описанным ниже, через звездочку 212. Например, как показано на фиг. 1, звездочка 212 колесного узла 210 находится в приводном соединении с передаточным узлом 220 посредством приводного ремня 215. Когда колесный диск 211 вращается, движущая сила (или крутящая сила) для вращения колесного диска 211 передается в передаточный узел 220 посредством приводного ремня 215, так что передаточный узел 220 может вращаться вместе с вращением колесного узла 210. Приводной ремень 215 может представлять собой приводную цепь, а также может быть приводным ремнем.

Как показано на фиг. 3, на фиг. 3 представлено изображение в разобранном виде передаточного узла 220 передаточного механизма 200. Передаточный узел 220 содержит звездочки 221 и 222, подшипники 223 и 224 и установочный вал 225. Звездочки 221 и 222 соединены друг с другом с помощью подшипникового узла, состоящего из подшипников 223 и 224 и установочного вала 225, так что звездочки 221 и 222 могут синхронно вращаться. В передаточном узле 220 звездочка 221 получает движущую силу (или крутящую силу), обеспечиваемую колесным узлом 210 посредством приводного ремня 215, описанного выше, и звездочка 222 находится в приводном соединении с приводным узлом 230 передаточного механизма 200 посредством другого приводного ремня 228, тем самым дополнительно передавая движущую силу (крутящую силу) в приводной узел 230. Аналогично приводному ремню 215 приводной ремень 228 может представлять собой приводную цепь, а также может быть приводным ремнем. В некоторых вариантах осуществления установочный вал 225 предпочтительно представляет собой шлицевой вал.

Возвращаясь к фиг. 1, рама 100 корпуса, показанного на фиг. 1, соединена с парой передаточных механизмов 200. Соответственно, тренажер 10, показанный на фиг. 1, имеет пару передаточных механизмов 200. В вариантах осуществления изобретения пара передаточных механизмов 200 соединены друг с другом через рычаг 226 вала. Как показано на фиг. 2, один конец рычага 226 вала соединен с установочным валом 225 одного передаточного узла 200, а другой конец рычага 226 вала также соединен с установочным валом другого передаточного узла (не показано). Соответственно, движущие силы двух передаточных узлов могут быть комплементарными. В других вариантах осуществления, комбинируемых с некоторыми вариантами осуществления изобретения, передаточный узел 220 содержит дифференциальный механизм 227. Как показано на фиг. 2, радиальная внешняя сторона дифференциального механизма 227 приварена к звездочке 222. Конечно, дифференциальный механизм 227 также может быть установлен в других положениях передаточного узла 220. Что касается пары передаточных узлов в тренажере 10, дифференциальный механизм должен быть установлен только на одном передаточном узле. Например, дифференциальный механизм 227 установлен на передаточном узле 220, показанном на фиг. 2, но также может быть установлен на другом передаточном узле, не показанном на фиг. 2. Использование дифференциального механизма позволяет избежать явления самоуправления, вызванного неровностями покрытия пола или несогласованными скоростями вращения пары колесных узлов 210 при выполнении поворота, не увеличивая при этом дополнительного сопротивления управлению колесами.

Как показано на фиг. 4, в части А фиг. 4 представлено изображение в разобранном виде кулачкового механизма 230 передаточного механизма 200, а в части В на фиг. 4 представлено схематичное изображение опоры 250 кулачка.

Как показано на фиг. 4, приводной узел 230 содержит кулачок 231, соединительную тягу 232, звездочку 233, подшипник 234, следящий ролик 235, качающуюся тягу 236 и рычаг 237 вала. Рычаг 237 вала соединяет звездочку 233 и кулачок 231 друг с другом через отверстие 2312, образованное в центре кулачка 231 благодаря подшипнику 234. Звездочка 233 получает движущую силу (крутящую силу), обеспечиваемую передаточным узлом 220 посредством приводного ремня 228, описанного выше, так что кулачок 231 вращается вместе с вращением передаточного узла 220.

Паз 2311 кулачка, описанный ниже, образован на одной стороне кулачка 231. Один конец соединительной тяги 232 соединен с кулачком 231, а другой конец соединен с ножным тяговым узлом 240, подробно описанным ниже, так что когда кулачок 231 вращается, один конец соединительной тяги 232, соединенный с кулачком 231, выполняет возвратно-поступательное движение по существу в горизонтальном направлении вместе с вращением кулачка 231, а другой конец соединительной тяги 232, соединенный с ножным тяговым узлом 240, качается назад и вперед под действием кулачка 231. Таким образом, ножной тяговый узел 240 заставляет ногу пациента пассивно качаться назад и вперед походкой нормального человека, так что пациент пассивно идет вперед, тем самым реализуя цель реабилитационной тренировки ходьбы.

В частности, следящий ролик 235 находится в пазу 2311 кулачка, и профиль паза 2311 кулачка выполнен так, что вращательное движение кулачка 231 преобразуется в заданное возвратно-поступательное движение по существу в горизонтальном направлении следящего ролика 235, находящегося в пазу 2311 кулачка. Предпочтительно, следящий ролик 235 представляет собой роликовый подшипник. В частности, следящий ролик имеет участок 2351 качения и штырь 2352, соединенный с участком качения, и участок 2351 качения находится в пазу 2311 кулачка и имеет боковую стенку, контактирующую с боковой стенкой паза 2311 кулачка, так что когда кулачок 231 вращается, участок 2351 качения следящего ролика 235 может катиться в пазу 2311 кулачка по боковой стенке паза.

Как показано на фиг. 10А-10D, представлены краткие схематичные изображения кулачка 700, приводящего в движение следящий ролик 750 согласно одному варианту осуществления изобретения. Кулачок 700 аналогичен кулачку 231 на фиг. 4, а следящий ролик 750 аналогичен следящему ролику 235 на фиг. 4.

Как показано на фиг. 10А, кулачок 700 имеет круглый основной корпус 710 и может вращаться с центром 720 в качестве оси под действием передаточного узла 220, предпочтительно вращаясь с постоянной скоростью. Паз 740 кулачка образован на боковой поверхности 730 круглого основного корпуса 710. Например, в некоторых вариантах осуществления паз 740 кулачка расположен эксцентрично отно-

сительно центра 720. Профиль паза 740 кулачка представляет собой некруглую замкнутую кривую, а положение А профиля кулачка находится ближе всего к центру, поэтому его можно назвать проксимальным положением А, а положение В профиля кулачка находится дальше всего от центра, поэтому его можно назвать дистальным положением В. Следящий ролик 750 находится в пазу 740 кулачка, и следящий ролик 750 по существу может двигаться только на горизонтальной оси 760 из-за ограничения качающейся тяги 236 и опоры 250 кулачка, описанной ниже на фиг. 4.

Например, положение следящего ролика 750 вдоль горизонтальной оси 760 на фиг. 10А служит первоначальным положением С1 в момент времени Т0. Как показано на фиг. 10А, в положении С1 кулачок 700 вращается так, что проксимальное положение А паза 740 кулачка в нем находится точно вдоль горизонтальной оси 760, так что следящий ролик 750 в пазу 740 кулачка находится в проксимальном положении А профиля кулачка.

Далее кулачок 700 вращается против часовой стрелки в направлении стрелки, показанной на фиг. 10А, так что кулачок 700 поворачивается в состояние на фиг. 10В. Как показано на фиг. 10В, в момент времени Т1, когда кулачок 700 вращается, одно положение между проксимальным положением А и дистальным положением В профиля кулачка повернуто, совпадая с горизонтальной осью 760. В это время боковая стенка паза 740 кулачка вызывает перемещение следящего ролика 750 из положения С1 на фиг. 10А в положение С2 вдоль горизонтальной оси 760 на фиг. 10В в горизонтальном направлении горизонтальной оси 760 (например, горизонтально влево).

Далее кулачок 700 продолжает поворачиваться против часовой стрелки в направлении стрелки, показанной на фиг. 10В, так что кулачок 700 поворачивается в состояние на фиг. 10С. Как показано на фиг. 10С, в момент времени Т2, когда кулачок 700 вращается, дистальное положение В профиля кулачка повернуто, совпадая с горизонтальной осью 760. В это время боковая стенка паза 740 кулачка вызывает перемещение следящего ролика 750 из положения С2 на фиг. 10В в положение С3 на фиг. 10С в горизонтальном направлении горизонтальной оси 760 (например, горизонтально влево). В положении С3 следящий ролик 750 находится точно в дистальном положении В профиля кулачка.

Далее кулачок 700 продолжает поворачиваться против часовой стрелки в направлении стрелки, показанной на фиг. 10С, так что кулачок 700 поворачивается в состояние на фиг. 10D. Как показано на фиг. 10D, в момент времени Т3, когда кулачок 700 вращается, одно положение между проксимальным положением А и дистальным положением В профиля кулачка повернуто, совпадая с горизонтальной осью 760. В это время боковая стенка паза 740 кулачка вызывает перемещение следящего ролика 750 обратно из положения С3 на фиг. 10С в положение С4 вдоль горизонтальной оси 760 на фиг. 10D в направлении (например, горизонтально вправо), противоположном направлению на фиг. 10А и 10В в горизонтальном направлении горизонтальной оси 760.

Далее, если кулачок 700 продолжает поворачиваться против часовой стрелки в направлении стрелки, показанной на фиг. 10D, он возвращается в состояние, показанное на фиг. 10А. То есть проксимальное положение А паза 740 кулачка находится точно вдоль горизонтальной оси 760. В это время боковая стенка паза 740 кулачка вызывает перемещение следящего ролика 750 из положения С4 на фиг. 10D с возвратом в положение С1 на фиг. 10А в противоположном направлении (например, горизонтально вправо) в горизонтальном направлении горизонтальной оси 760.

Как можно видеть, в процессе одного оборота кулачка 700 следящий ролик 750 выполняет возвратно-поступательное движение вдоль горизонтальной оси 760. Как показано на фиг. 10А-10D, в процессе одного оборота кулачка 700 следящий ролик двигается горизонтально влево из первоначального положения С1 в момент времени Т0 в положение С2 в момент времени Т1, затем продолжает движение горизонтально влево в положение С3 в момент времени Т2, далее двигается горизонтально вправо в противоположном направлении в положение С4 и наконец продолжает возвращаться горизонтально вправо в противоположном направлении в положение С1. Соответственно, в процессе одного оборота кулачка 700 следящий ролик 750 производит возвратно-поступательное движение из положения С1 в положение С2, положение С3, положение С4 и положение С1. Положения С1 и С3 соответствуют точкам поворота возвратно-поступательного движения, положение С1 соответствует положению, когда проксимальное положение А профиля кулачка повернуто, совпадая с горизонтальной осью 760, а положение С3 соответствует положению, когда дистальное положение В профиля кулачка повернуто, совпадая с горизонтальной осью 760. Следовательно, в процессе одного оборота кулачка 700 следящий ролик 750 выполняет однократное возвратно-поступательное движение между положениями С1 и С3. Между тем, профиль кулачка некруглой замкнутой кривой также обеспечивает, что мгновенная скорость движения следящего ролика 750 вдоль горизонтальной оси 760 изменяется по мере изменения профиля кулачка в процессе вращения кулачка 700. Другими словами, в процессе вращения кулачка 700 следящий ролик 750 выполняет возвратно-поступательное движение между положениями С1 и С3 с переменной скоростью. Возвратно-поступательное движение между положениями С1 и С3 с переменной скоростью дополнительно вызывает качание с переменной скоростью ведомого объекта (не показано), приводимого в движение следящим роликом 750 в пределах заданного углового диапазона.

Использование кулачка в качестве приводного узла 230 описано выше таким образом, что вращательное движение кулачка вызывает выполнение следящим роликом, находящимся в пазу кулачка, воз-

вратно-поступательного движения, и тогда также можно использовать другие формы привода. На фиг. 11А-11D представлена замена кулачка 700, имеющего паз 740 кулачка, парой 800 некруглых шестерней. В случае использования пары 800 некруглых шестерней звездочка 233 приводного узла 230 соединена с ведущей некруглой шестерней 810 в паре 800 некруглых шестерней, не соединяя звездочку 233 с кулачком 700.

На фиг. 11А-11D представлены краткие схематичные изображения использования пары 800 некруглых шестерней для приведения в движение следящего элемента 850 на нем.

Как показано на фиг. 11А-11D, пара 800 некруглых шестерней имеет ведущую некруглую шестерню 810 и сцепленную с ней ведомую некруглую шестерню 820. Ведущая некруглая шестерня 810 вызывает вращение ведомой некруглой шестерни 820. Ведущая некруглая шестерня 810 и ведомая некруглая шестерня 820 образуют зубья на периферии и имеют одинаковое количество зубьев, так что для каждого оборота ведущей некруглой шестерни 810 ведомая некруглая шестерня 820 также делает один оборот. В этом варианте осуществления оси 830 и 840 вращения ведущей некруглой шестерни 810 и ведомой некруглой шестерни 820 отклоняются от геометрических центров и выполнены так, что межцентровое расстояние между ведущей некруглой шестерней 810 и ведомой некруглой шестерней 820 является одинаковым. Межцентровое расстояние относится к сумме радиуса поворота от оси 830 вращения ведущей некруглой шестерни 810 в положение зацепления и радиуса поворота от оси вращения 840 ведомой некруглой шестерни 820 в положение зацепления. Соответственно, пара 800 некруглых шестерней, имеющих одинаковое межцентровое расстояние, обеспечивает, что ведущая некруглая шестерня 810 и ведомая некруглая шестерня 820 могут быть сцеплены вместе, когда ведущая некруглая шестерня 810 и ведомая некруглая шестерня 820 поворачиваются в любое положение без отделения или выдавливания друг из друга. Следящий элемент 850 образован на боковой поверхности ведомой некруглой шестерни 820.

Далее движение следящего элемента 850 на паре 800 некруглых шестерней описано со ссылкой на фиг. 11А-11D.

Как показано на фиг. 11А, положение следящего элемента 850 на фиг. 11А служит первоначальным положением D1 в момент времени T0. Как показано на фиг. 11А, в положении D1 расстояние E1 между следящим элементом 850 и осью 830 вращения ведущей некруглой шестерни 810 является наименьшим, то есть в положении D1 следящий элемент находится ближе всего к оси 830 вращения ведущей некруглой шестерни 810.

Далее ведущая некруглая шестерня 810 вращается по часовой стрелке в направлении стрелки, показанной на фиг. 11А, так что ведомая некруглая шестерня 820 вращается против часовой стрелки под действием ведущей некруглой шестерни 810, и пара 800 некруглых шестерней поворачивается в состояние на фиг. 11В. Как показано на фиг. 11В, в момент времени T1, когда пара 800 некруглых шестерней вращается, следящий элемент 850 в положении D1, наиболее близком к оси 830 вращения ведущей некруглой шестерни 810, двигается в положение D2. В положении D2 расстояние E2 между следящим элементом 850 и осью 830 вращения ведущей некруглой шестерни 810 больше E1, так что когда пара 800 некруглых шестерней вращается из состояния на фиг. 11А в состояние на фиг. 11В, следящий элемент 850 постепенно отходит от оси 830 вращения ведущей некруглой шестерни 810.

Далее ведущая некруглая шестерня 810 продолжает вращаться по часовой стрелке в направлении стрелки, показанной на фиг. 11В, так что ведомая некруглая шестерня 820 вращается против часовой стрелки под действием ведущей некруглой шестерни 810, и пара 800 некруглых шестерней поворачивается в состояние на фиг. 11С. Как показано на фиг. 11С, в момент времени T2, когда пара 800 некруглых шестерней вращается, следящий элемент 850 в положении D2 двигается в положение D3. В положении D3 расстояние E3 между следящим элементом 850 и осью 830 вращения ведущей некруглой шестерни 810 еще больше E2, так что когда пара 800 некруглых шестерней двигается из состояния на фиг. 11В в состояние на фиг. 11С, следящий элемент 850 продолжает постепенно отходить от оси 830 вращения ведущей некруглой шестерни 810.

Далее ведущая некруглая шестерня 810 продолжает вращаться по часовой стрелке в направлении стрелки, показанной на фиг. 11С, так что ведомая некруглая шестерня 820 вращается против часовой стрелки под действием ведущей некруглой шестерни 810, и пара 800 некруглых шестерней поворачивается в состояние на фиг. 11D. Как показано на фиг. 11D, в момент времени T3, когда пара 800 некруглых шестерней вращается, следящий элемент 850 в положении D3 двигается в положение D4. В положении D4 расстояние E4 между следящим элементом 850 и осью 830 вращения ведущей некруглой шестерни 810 меньше E3 и больше E1, так что когда пара 800 некруглых шестерней двигается из состояния на фиг. 11С в состояние на фиг. 11D, следящий элемент 850 начинает постепенно приближаться к оси 830 вращения ведущей некруглой шестерни 810.

Далее, если ведущая некруглая шестерня 810 продолжает вращаться по часовой стрелке в направлении стрелки, показанной на фиг. 11D, ведомая некруглая шестерня 820 вращается против часовой стрелки под действием ведущей некруглой шестерни 810 и возвращается в состояние на фиг. 11А. То есть когда пара 800 некруглых шестерней двигается из состояния на фиг. 11D в состояние на фиг. 11А, следящий элемент 850 продолжает постепенно приближаться к оси 830 вращения ведущей некруглой

шестерни 810 и наконец возвращается в положение D1, наиболее близкое к оси 830 вращения ведущей некруглой шестерни 810. В это время кулачок 700 делает ровно один оборот.

Как можно видеть, в процессе одного оборота пары 800 некруглых шестерней следящий элемент 850 выполняет возвратно-поступательное движение между положениями D1 и D3. Как показано на фиг. 11A-11D, в процессе одного оборота пары 800 некруглых шестерней следящий элемент 850 двигается из первоначального положения D1, наиболее близкого к оси 830 вращения ведущей некруглой шестерни 810 в момент времени T0, в положение D2, удаленное от оси 830 вращения ведущей некруглой шестерни 810, затем дальше отходит от оси 830 вращения ведущей некруглой шестерни 810 в момент времени T2 и двигается в положение D3, самое дальнее от оси 830 вращения, далее постепенно подходит к оси 830 вращения и двигается в положение D3 и наконец дополнительно подходит к оси 830 вращения и возвращается в положение D1, наиболее близкое к оси 830 вращения. Соответственно, в процессе одного оборота пары 800 некруглых шестерней следящий элемент 850 производит возвратно-поступательное движение из положения D1, в положение D2, положение D3, положение D4 и положение D1. Положения D1 и D3 соответствуют точкам поворота возвратно-поступательного движения, положение D1 соответствует положению, наиболее близкому к оси 830 вращения ведущей некруглой шестерни 810, а положение D3 соответствует положению, самому дальнему от оси 830 вращения ведущей некруглой шестерни 810. Следовательно, в процессе одного оборота пары 800 некруглых шестерней следящий элемент 850 выполняет однократное возвратно-поступательное движение между положениями D1 и D3. Между тем, профиль некруглой шестерни также обеспечивает изменение мгновенной скорости следящего элемента 850 в каждом положении по мере изменения делительной линии некруглой шестерни в процессе вращения пары 800 некруглых шестерней. Другими словами, в процессе вращения пары 800 некруглых шестерней, следящий элемент 850 выполняет возвратно-поступательное движение с переменной скоростью между положениями D1 и D3. Возвратно-поступательное движение с переменной скоростью между положениями D1 и D3 дополнительно вызывает качание с переменной скоростью ведомого объекта (не показано), приводимого в движение следящим элементом 850 в пределах заданного углового диапазона.

Возвращаясь к фиг. 4, в одном предпочтительном варианте осуществления возвратно-поступательное движение с переменной скоростью, обусловленное конструкцией профиля паза 2311 кулачка, вызывает качание с переменной скоростью одной точки ноги с тазобедренным суставом в качестве оси при ходьбе нормального человека. Соответственно, когда следящий ролик 235 катится в пазу 2311 кулачка, положение следящего ролика 235 в плоскости X-Z изменяется на основании профиля паза 2311 кулачка, то есть выполняет регулярное возвратно-поступательное движение между положениями C1 и C3 с переменной скоростью на фиг. 10A-10D в плоскости X-Z согласно профилю паза 2311 кулачка. Два пограничных положения C1 и C3 возвратно-поступательного движения следящего ролика 235 соответствуют двум пограничным углам одной точки ноги с тазобедренным суставом в качестве оси при ходьбе нормального человека. Штырь 2352 следящего ролика 235 соединен с одним концом соединительной тяги 232, а другой конец соединительной тяги 232 соединен с ножным тяговым узлом 240, описанным ниже, так что когда следящий ролик 235 выполняет регулярное возвратно-поступательное движение с переменной скоростью в плоскости X-Z вместе с вращением кулачка 231, ножной тяговый узел 240 осуществляет регулярное качание с переменной скоростью в плоскости X-Z, когда его толкает или тянет соединительная тяга 232. Когда профиль паза 2311 кулачка 231 делает один оборот, следящий ролик 235 в пазу 2311 кулачка выполняет однократное возвратно-поступательное движение на расстояние, определяемое положениями C1 и C3, например, на фиг. 10A-10D. Поскольку следящий ролик 235 вызывает качание ножного тягового узла 240, ножной тяговый узел 240 также качается, соответственно, под действием возвратно-поступательного движения. Угол качания ножного тягового узла 240, приводимого в движение за счет возвратно-поступательного движения, соответствует качанию одной точки ноги, делающей один шаг относительно тазобедренного сустава при ходьбе нормального человека, и качание с переменной скоростью ножного тягового узла 240, приводимого в движение одним возвратно-поступательным движением следящего ролика 235, соответствует качанию с переменной скоростью одной точки ноги, делающей один шаг относительно тазобедренного сустава при ходьбе нормального человека, так что пациент, зафиксированный на ножном тяговом узле 240, пассивно делает один шаг, и угол качания и путь качания ноги, когда пациент делает один шаг, такие же, как у нормального человека, осуществляя таким образом тренировку ходьбы пациента. В вариантах осуществления изобретения, в частности, соединительная тяга 232 соединяет следящий ролик 235 с положением ножного тягового узла 240, соответствующем бедру и близком к тазобедренному суставу, поэтому возвратно-поступательное движение, соответствующее конструкции профиля паза 2311 кулачка, вызывает качание бедра относительно тазобедренного сустава при ходьбе нормального человека, а угол качания, вызываемый возвратно-поступательным движением, соответствует углу качания бедра относительно тазобедренного сустава при ходьбе нормального человека.

Что касается походки нормального человека, положение бедра близко к тазобедренному суставу нормального человека существенно качается назад и вперед в направлении X, показанном на фиг. 4, и слегка качается или не качается в направлении Z. С учетом этого тренажер дополнительно снабжен опо-



рой 250 кулачка. Опора 250 кулачка имеет первый рычаг 251, а нижняя часть и верхняя часть первого рычага 251 имеют фиксирующие втулки 252 для поддержки и фиксации в них подшипника 234 приводного узла 230 и подшипника 223 передаточного узла 220. Направляющий паз 253 дополнительно образован в верхней части первого рычага 251 и образован в виде вытянутого отверстия, проходящего в направлении X. Штырь 2352 следящего ролика 235 находится в направляющем пазу 253, так что когда следящий ролик 235 осуществляет регулярное качание в плоскости X-Z, смещение в направлении Z (то есть в вертикальном направлении) ограничено направляющим пазом 253, и следящий ролик 235 осуществляет регулярное качание назад и вперед по существу только в направлении X (то есть в горизонтальном направлении). Кроме того, приводной узел 240 дополнительно имеет качающуюся тягу 236, один конец которой соединен со штырем 2352, а другой конец соединен с опорой 250 кулачка, так что смещение следящего ролика 235 в направлении Z также может быть ограничено качающейся тягой 236. Другой конец качающейся тяги 236 также может быть прямо соединен с рамой 100 корпуса.

В других вариантах осуществления, комбинируемых с вариантами осуществления изобретения, второй паз кулачка (не показано) дополнительно образован с другой стороны кулачка 231, противоположной первой стороне с образованным пазом 2311 кулачка, и аналогичный пазу 2311 кулачка. Возвратно-поступательное движение с переменной скоростью, соответствующее конструкции профиля второго паза кулачка, представляет собой другое возвратно-поступательное движение с переменной скоростью, отличное от возвратно-поступательного движения с переменной скоростью, соответствующего профилю паза 2311 кулачка. Соответственно, приводной узел 230 дополнительно имеет второй подшипник 234', вторую соединительную тягу 232', второй следящий ролик 235' и вторую качающуюся тягу 236'. Второй подшипник 234' выполнен с возможностью соединения кулачка 231 и рычага 234 вала. Способ сопряжения второго паза кулачка, второй соединительной тяги 232', второго следящего ролика 235' и второй качающейся тяги 236' по существу такой же, как у паза 2311 кулачка, соединительной тяги 232, следящего ролика 235 и качающейся тяги 236, поэтому подробности не описаны. Соответственно, опора 250 кулачка может дополнительно иметь второй рычаг 254, параллельный первому рычагу 251. Нижняя часть и верхняя часть второго рычага 254 также имеют фиксирующие втулки 252 для поддержки и фиксации в них второго подшипника 234' приводного узла 230 и подшипника 224 передаточного узла 220. Кроме того, второй направляющий паз 255 также образован в верхней части второго рычага 254 для ограничения смещения второго следящего ролика 235' в направлении Z, так что второй паз кулачка выполнен с возможностью преобразования вращательного движения кулачка 231 в возвратно-поступательное движение второго следящего ролика 235', расположенного во втором пазу кулачка, по существу в направлении X (в горизонтальном направлении).

В варианте осуществления, когда кулачок 231 имеет второй паз кулачка, один конец второй соединительной тяги 232' соединен со вторым следящим роликом 235', а другой конец прямо или непрямо соединен с положением ножного тягового узла 240, соответствующим колену. Следовательно, возвратно-поступательное движение с переменной скоростью, соответствующее конструкции профиля второго паза кулачка соответствует качанию с переменной скоростью голени относительно тазобедренного сустава при ходьбе нормального человека, а два пограничных положения возвратно-поступательного движения соответствуют двум пограничным углам качания с переменной скоростью голени относительно тазобедренного сустава при ходьбе нормального человека. Соответственно, для каждого оборота кулачка 231 возвратно-поступательное движение с переменной скоростью второго следящего ролика 235' во втором пазу кулачка соответствует качанию с переменной скоростью голени относительно тазобедренного сустава при ходьбе нормального человека, тем самым обеспечивая также выполнение частью голени ножного тягового узла 240 однократного качания в виде качания голени относительно тазобедренного сустава при ходьбе нормального человека. Следовательно, голень пациента также выполняет однократное качание в виде соответствующего качания голени при ходьбе нормального человека, осуществляя таким образом тренировку ходьбы пациента.

В других вариантах осуществления, комбинируемых с вариантами осуществления изобретения, приводной узел 230 может иметь фрикционные пластины 239 и 239' (при наличии) между опорой 250 кулачка и соединительной тягой. Предпочтительно, фрикционные пластины 239 и 239' представляют собой фрикционные пластины на основе PTFE, которые могут уменьшать фрикционное сопротивление соединительной тяги в процессе качания.

Нужно заметить, что хотя выше описана тренировка ходьбы пациента на основе приводного узла 230, имеющего кулачок, для осуществления тренировки ходьбы пациента также можно использовать другую форму приводного узла, имеющего пару 800 некруглых шестерней, показанных на фиг. 11A-11D. В этом случае соединительную тягу 232, соединяющую положение бедра ножного тягового узла 240 и следящий ролик 235, можно модифицировать с соединением положения бедра ножного тягового узла 240 и следящего элемента 850, так что возвратно-поступательное движение с переменной скоростью следящего элемента 850 между положениями D1 и D3 также может вызывать осуществление качания бедра пациента с переменной скоростью в виде качания бедра относительно тазобедренного сустава при ходьбе нормального человека. Кроме того, приводной узел, имеющий пару 800 некруглых шестерней, может дополнительно иметь еще одну дополнительную пару некруглых шестерней, которая отличается

от пары 800 некруглых шестерней и выполнена таким образом, что возвратно-поступательное движение с переменной скоростью следящего элемента соответствует качанию с переменной скоростью голени нормального человека относительно тазобедренного сустава. Следовательно, в этом случае вторую соединительную тягу 232', соединяющую положение голени ножного тягового узла 240 и второй следящий ролик 235', можно модифицировать с соединением положения голени ножного тягового узла 240 и следящего элемента дополнительной пары некруглых шестерней, так что возвратно-поступательное движение с переменной скоростью следящего элемента дополнительной пары некруглых шестерней может вызывать осуществление качания голени пациента с переменной скоростью в виде качания голени относительно тазобедренного сустава при ходьбе нормального человека.

Поскольку рама 100 корпуса соединена с парой передаточных механизмов 200, тренажер 10 имеет пару ведущих узлов 230. Как показано на фиг. 4, один конец рычага 237 вала соединен с одним приводным узлом 230, и, хотя не показано, другой конец рычага 237 вала соединен с другим приводным узлом, который выполнен так же, как приводной узел 230. В походке нормального человека фазы качания двух ног всегда имеют сдвиг 180°, поэтому пара ведущих узлов, соединенных с рычагом 237 вала, также установлена со сдвигом фаз 180°.

В других вариантах осуществления, комбинируемых с вариантами осуществления изобретения, рычаг 237 вала образован первым рычагом 2371 вала, соединенным с приводным узлом 230, и вторым рычагом 2372 вала, соединенным с другим приводным узлом. Кроме того, первый рычаг 2371 вала и второй рычаг 2372 вала оснащены устройством 238 сцепления. Преимущество использования устройства 238 сцепления состоит в том, что сдвиг фаз между парой ведущих узлов при необходимости можно регулировать. Например, при надевании пациентом тренажера 10 две ноги будут сдвигаться, поэтому устройство 238 сцепления можно открыть, чтобы свободно регулировать фазы ведущих узлов с обеих сторон, а при завершении надевания пациентом фазы ведущих узлов с обеих сторон снова регулируют, делая сдвиг фаз 180°, а затем устройство сцепления снова закрывают с образованием фиксированного соединения между первым рычагом 2371 вала и вторым рычагом 2372 вала. В других вариантах осуществления, комбинируемых с вариантами осуществления изобретения, устройство 238 сцепления содержит скользящее крепежное приспособление 2381 и имеет ограничительные рукоятки с обеих сторон для ограничения ориентации первого рычага 2371 вала и второго рычага 2372 вала. Например, при осуществлении регулировки ориентация любого из первого рычага 2371 вала и второго рычага 2372 вала ограничена, и регулируют другой из первого рычага 2371 вала и второго рычага 2372 вала. После регулировки до указанной фазы ограничительную рукоятку другого зажимают, затем устройство 238 сцепления закрывают, и ограничительные рукоятки с обеих сторон, соответственно, высвобождают. Рычаг 237 вала дополнительно снабжен складной ручкой 2373 и пространством 2372 для размещения складной ручки 2373, и при регулировке ориентации первого рычага 2371 вала и второго рычага 2372 вала складную ручку 2373 можно поворачивать наружу из пространства 2372 для размещения для облегчения регулировки ориентации первого рычага 2371 вала и второго рычага 2372 вала, а после регулировки поворачивать складную ручку 2373 в пространство 2372 для размещения. На устройстве 238 сцепления выгравированы маркерные линии на полуосях с обеих сторон, и при регулировании полуосей с обеих сторон для выравнивания маркерных линий, скользящее крепежное приспособление скользит, то есть первый рычаг 2371 вала и второй рычаг 2372 вала с обеих сторон можно зафиксировать в фазах со сдвигом 180°. Устройство сцепления дополнительно содержит упругий накладной валик 2382, обеспечивающий, чтобы скользящее крепежное приспособление 2381 могло оставаться в заданном положении, когда оно не используется.

Как показано на фиг. 5А и 5В, на фиг. 5А представлено изображение в разобранном виде ножного тягового узла 240 передаточного механизма 200, а на фиг. 5В представлен вид в перспективе ножного тягового узла 240 передаточного механизма 200.

Ножной тяговой узел 240 в основном образован из бедренной тяги 241 и тяги 242 для голени. Бедренная тяга 241 и тяга 242 для голени соединены друг с другом в коленном положении через подшипник (не показано). В другом варианте осуществления, комбинируемом с вариантами осуществления изобретения, ножной тяговой узел 240 дополнительно содержит подошвенную часть 243, соединенную с возможностью отсоединения с тягой 242 для голени ножного тягового узла 240 в положении щиколотки ножного тягового узла 240 через гнездо 244 для соединения стопы. Подошвенная часть 243 также может изгибаться вперед от 0 до 15°.

В другом варианте осуществления, комбинируемом с вариантами осуществления изобретения, ножной тяговой узел 240 дополнительно содержит бандажную пластину 245, прикрепленную к бедренной тяге, и бандажное гнездо 246, прикрепленное к тяге 242 для голени. Бандажная пластина 245 и бандажное гнездо 246 оснащены ножными бандажами для фиксации ноги пациента на ножном тяговом узле 240.

Бедренная тяга 241 имеет отверстие 2419 на уровне тазобедренного сустава, а отверстие 2414 образовано в положении, близком к тазобедренному суставу. Один конец соединительной тяги 232, описанной выше, соединен с отверстием 2414 через роликовый подшипник 2413, так что бедренная тяга 241 осуществляет регулярное качание вместе с вращением приводного узла 230, осуществляя таким образом

цель реабилитационной тренировки ходьбы. В варианте осуществления со второй соединительной тягой 232', описанном выше, вторая соединительная тяга 232' соединена с положением голени тяги 242 для голени, близком к колену, так что часть голени ножного тягового узла 240 также может выполнять регулярное качание вместе с вращением приводного узла 230. Как показано на фиг. 1, приводной узел 230 установлен на высоте, по существу совпадающей с положением тазобедренного сустава ножного тягового узла 240, и при походке нормального человека качание голени часто происходит как в направлении X (горизонтальном направлении), так и в направлении Z (вертикальном направлении). Чтобы преобразовать качание колена на высоте, совпадающей с приводным узлом 230, насколько это возможно, в другом варианте осуществления, комбинируемом с вариантами осуществления изобретения, предпочтительно, один конец второй соединительной тяги 232' непрямо соединен с положением тазобедренного сустава тяги 242 для голени, близком к колену. Как показано на фиг. 5, вторая соединительная тяга 232' непрямо соединена с положением голени тяги 242 для голени, близком к колену, посредством тяги качания голени, и тяга качания голени расположена в положении, содержащем бедренную тягу 241 и соответствующем тазобедренному суставу, и образована из первой тяги 247 следящего элемента и второй тяги 248 следящего элемента. В частности, один конец второй соединительной тяги 232' соединен с отверстием на конце 2471 первой тяги 247 следящего элемента (например, через подшипник). Например, он соединен с отверстием на конце 2481 второй тяги 248 следящего элемента с отверстием другого конца 2472 первой тяги 247 следящего элемента через подшипник. Вторая тяга 248 следящего элемента соединена с отверстием 2421, образованным в положении, близком к колену на верхней части тяги 242 для голени через подшипник качения в отверстии другого конца 2482. Первая тяга 247 следящего элемента соединена с отверстием 2419, образованным на уровне тазобедренного сустава бедренной тяги 241, например, посредством подшипника в отверстии в средней части 2473. Положение отверстия 2419 находится рядом с отверстием 2414. Таким образом, когда приводной узел 230 вращается, вторая соединительная тяга 232' осуществляет регулярное качание, и вторая соединительная тяга 232' воздействует на конец 2471 первой тяги 247 следящего элемента, выполняя соответствующее качание. Когда первая тяга 247 следящего элемента принимает среднюю часть 2473 в качестве оси вращения, другой конец 2472 первой тяги 247 следящего элемента качается вместе с концом 2471, и качание другого конца 2472 первой тяги 247 следящего элемента происходит в положении тяги 242 для голени, близком к колену, посредством второй тяги 248 следящего элемента, тем самым вызывая выполнение коленом пациента соответствующего качания. Предпочтительно, первая тяга 247 следящего элемента имеет форму L. Первая тяга 247 следящего элемента и вторая тяга 248 следящего элемента согнуты с заданным положением в направлении Y, так что вторая соединительная тяга 232', первая тяга 247 следящего элемента и вторая тяга 248 следящего элемента смещены друг от друга в направлении Y, тем самым избегая при осуществлении качания помех со стороны второй соединительной тяги 232', первой тяги 247 следящего элемента и второй тяги 248 следящего элемента.

В других вариантах осуществления, комбинируемых с вариантами осуществления изобретения, бедренная тяга 241 содержит внешнюю бедренную тягу 2411 дальше от бедра пациента и внутреннюю бедренную тягу 2412 ближе к бедру пациента. Внешняя бедренная тяга 2411 и внутренняя бедренная тяга 2412 установлены вместе с возможностью отсоединения. Как показано на фиг. 5, внешняя бедренная тяга 2411 и внутренняя бедренная тяга 2412 соединены вместе с тягой 242 для голени в нижних частях через подшипник, так что при отделении друг от друга внешнюю бедренную тягу 2411 и внутреннюю бедренную тягу 2412 можно поворачивать с положением соединения внешней бедренной тяги 2411 (и внутренней бедренной тяги 2412) и тяги 242 для голени в качестве оси вращения в плоскости X-Z. Таким образом, преимущество состоит в том, что когда пациент надевает в сидячем положении, внешнюю бедренную тягу 2411 и внутреннюю бедренную тягу 2412 можно разделить, так что для облегчения надевания внутренняя бедренная тяга 2412 может находиться под углом приблизительно 90° от тяги 242 для голени в плоскости X-Z. После завершения пациентом надевания пациент встает под действием внешней силы, и когда внешняя бедренная тяга 2411 и внутренняя бедренная тяга 2412 стремятся быть параллельными и перекрывают друг друга, внешнюю бедренную тягу 2411 и внутреннюю бедренную тягу 2412 собирают вместе в единый корпус, тем самым завершая надевание. В других вариантах осуществления, комбинируемых с вариантами осуществления изобретения, бедренная тяга 241 имеет механизм 2417 пружинного шплинта, установленный в отверстии 2418 внешней бедренной тяги 2411. Когда внешнюю бедренную тягу 2411 и внутреннюю бедренную тягу 2412 нужно разделить, оператор вручную открывает механизм 2417 пружинного шплинта. Когда внешнюю бедренную тягу 2411 и внутреннюю бедренную тягу 2412 нужно снова собрать, внешнюю бедренную тягу 2411 поворачивают относительно внутренней бедренной тяги 2412, а когда внешнюю бедренную тягу 2411 поворачивают для совпадения с внутренней бедренной тягой 2412, отверстие 2418', образованное на внешней бедренной тяге 2411, перекрывает отверстие 2418. В это время пружинный шплинт в механизме 2417 пружинного шплинта автоматически защелкивается в отверстие 2418', тем самым автоматически блокируя внешнюю бедренную тягу 2411 и внутреннюю бедренную тягу 2412. Бедренная тяга дополнительно имеет два винта 2415 рукоятки, установленных в соответствующих положениях отверстия 2416 внешней бедренной тяги 2411 и отверстия 2416' внутренней бедренной тяги 2412. Когда внешнюю бедренную тягу 2411 и внутреннюю бедренную

тягу 2412 нужно разделить, оператор вручную откручивает винты 2415 рукоятка для отделения внешней бедренной тяги 2411 от внутренней бедренной тяги 2412. Когда внешняя бедренная тяга 2411 и внутренняя бедренная тяга 2412 перекрывают друг друга и автоматически блокируются посредством механизма 2417 пружинного шплинта, винты 2415 рукоятки затягивают для дальнейшей сборки внешней бедренной тяги 2411 и внутренней бедренной тяги 2412 в единый корпус.

Как показано на фиг. 6, на фиг. 6 представлен вид сбоку передаточного механизма 200, при этом некоторые не являющиеся необходимыми элементы исключены, так что конструкция передаточного механизма 200 может быть показана более четко. Как описано выше, когда тренажер толкают вперед, колесный узел 210 движется вперед. Вращение колесного узла 210 передается в передаточный узел 220 посредством приводного ремня 215. Движущая сила передаточного узла 220 передается в приводной узел 230 посредством приводного ремня 228 также для приведения во вращение кулачка в приводном узле 230. При вращении кулачка первая соединительная тяга 232 и вторая соединительная тяга 232' вызывают осуществление регулярного качания ножного тягового узла 240. Первая соединительная тяга 232 прямо соединена с положением бедра ножного тягового узла 240, близким к тазобедренному суставу, вызывая осуществление регулярного качания бедра пациента относительно тазобедренного сустава. Вторая соединительная тяга 232' непрямо соединена с положением голени ножного тягового узла 240, близком к колену, через первую тягу 247 следящего элемента и вторую тягу 248 следящего элемента, вызывая осуществление регулярного качания голени пациента относительно тазобедренного сустава, осуществляя таким образом цель реабилитационной тренировки ходьбы.

Как описано выше, благодаря особой конструкции профиля кулачка ножной тяговой узел 240 осуществляет регулярное качание при ходьбе нормального человека. Профиль кулачка выполнен обратным образом согласно правилу качания ноги при ходьбе нормального человека, в частности, согласно правилу качания положения тазобедренного сустава и положения колена ноги при ходьбе нормального человека. Что касается способа проектирования профиля кулачка, его можно осуществить путем обратного качания ножного тягового узла 240, приводимого в движение приводным узлом 230.

На фиг. 7 представлена блок-схема способа 600 проектирования профиля паза кулачка приводного узла 230. Далее способ 600 описан со ссылкой на фиг. 2-6. В блоке 610 следящий элемент предоставляют на боковой поверхности пластины диска. Как показано на фиг. 4, следящим элементом может быть такой следящий элемент, как следящий ролик 235, и он может катиться по боковой поверхности пластины диска. Поскольку целью способа 600 является конструирование профиля паза кулачка, для замены кулачка 231 на фиг. 4 можно использовать круглый диск, имеющий плоскую боковую поверхность. Следящий элемент выполнен с возможностью движения по существу только в горизонтальном направлении, например, с ограничением смещения следящего элемента в вертикальном направлении благодаря направляющему пазу 253 и качающейся тяге 236 на фиг. 4.

В блоке 620 предоставляют круглый основной корпус, так что следящий элемент находится на боковой поверхности круглого основного корпуса и выполняет заданное возвратно-поступательное движение (например, возвратно-поступательное движение с переменной скоростью) на заданное расстояние по существу в горизонтальном направлении, и заданным расстоянием, например, является расстояние, определяемое положениями С1 и С3, показанными на фиг. 10А-10D.

В блоке 630 пластина диска вращается с постоянной скоростью, когда следящий элемент выполняет возвратно-поступательное движение, так что для каждого оборота пластины диска, следящий элемент выполняет однократное возвратно-поступательное движение на заданное расстояние.

В блоке 640, когда следящий элемент выполняет однократное возвратно-поступательное движение, пластина диска также делает ровно один оборот. Соответственно, следящий элемент образует след качания некруглой замкнутой кривой на боковой поверхности пластины диска в процессе одного возвратно-поступательного движения на это расстояние, а замкнутая кривая представляет собой профиль кулачка, нужный для паза кулачка. Следовательно, кулачок, описанный в изобретении, можно получить путем образования паза кулачка из замкнутой кривой на круглом основном корпусе.

Как описано выше, нужное возвратно-поступательное движение предпочтительно соответствует качанию бедра или голени относительно тазобедренного сустава при ходьбе нормального человека. Две пограничные точки (например, положения С1 и С3, показанные на фиг. 10А-10D) заданного расстояния соответствуют двум пограничным углам качания бедра или голени относительно тазобедренного сустава при ходьбе нормального человека. Когда возвратно-поступательное движение и расстояние движения следящего элемента представляют собой качание и угол качания бедра относительно тазобедренного сустава при ходьбе нормального человека, нужно только соединить следящий элемент с бедренной частью (например, положением отверстия 2414, показанным на фиг. 5) ножной тяги, близкой к тазобедренному суставу, через соединительную тягу. Аналогичным образом, когда возвратно-поступательное движение и расстояние движения следящего элемента представляют собой качание и угол качания голени относительно тазобедренного сустава при ходьбе нормального человека, как показано на фиг. 5-6, нужно только соединить следящий элемент с частью голени ножной тяги, близкой к колену, через соединительную тягу и тягу качания голени. То нужно только соединить следящий элемент с первой тягой следящего элемента (например, первой тягой 247 следящего элемента) и второй тягой следящего элемента (напри-

мер, второй тягой 248 следящего элемента) тазобедренного сустава ножной тяги и непрямо с частью голени (например, положением отверстия 2421, показанным на фиг. 5) ножной тяги, близкой к колену, через соединительную тягу (например, вторую соединительную тягу 232') и среднюю часть. Когда ножную тягу фиксируют на ноге нормального человека, не на ноге пациента, когда нормальный человек выполняет нормальную ходьбу, вызывают выполнение качающего движения следящего элемента, соответствующего ходьбе нормального человека, на угол качания, соответствующий ходьбе нормального человека, поэтому следование влево следящего элемента на боковой поверхности пластины диска соответствует качанию голени или бедра при ходьбе нормального человека, с получением за счет этого соответствующего профиля кулачка.

В других вариантах осуществления, комбинируемых с вариантами осуществления изобретения, профиль кулачка также можно получить с помощью метода программного моделирования. Например, отличительный размер ноги тела человека и основную конструкцию тренажера можно моделировать, используя компьютерное вспомогательное программное обеспечение (например, Solidworks), затем в модель добавляют ограничивающую нагрузку согласно правилу возвратно-поступательного движения ноги (например, тазобедренного сустава и колена) в процессе ходьбы нормального человека для расчета кинематического моделирования, с получением за счет этого кривой сдвига походки при ходьбе нормального человека, и кривую сдвига походки, полученную путем имитации, импортируют в модель основной конструкции тренажера, получая таким образом в ответ профиль кулачка. Преимущество состоит в том, что ногу пациента при реальном использовании можно измерять, чтобы иметь возможность получить наиболее подходящий профиль кулачка для конкретного пациента, тем самым улучшая результат реабилитационной тренировки.

Что касается пары некруглых шестерней, способ изготовления может быть следующим.

Сначала изготавливают ведущую некруглую шестерню и ведомую некруглую шестерню, при этом ведущая некруглая шестерня и ведомая некруглая шестерня имеют одинаковое количество зубьев и фиксированное межцентровое расстояние, так что для каждого оборота ведущей некруглой шестерни 810 ведомая некруглая шестерня 820 также делает один оборот, и это обеспечивает, что ведущая некруглая шестерня 810 и ведомая некруглая шестерня 820 могут быть сцеплены вместе, когда ведущая некруглая шестерня 810 и ведомая некруглая шестерня 820 поворачиваются в любое положение без отделения или выдавливания друг из друга. В некоторых вариантах осуществления оси вращения ведущей некруглой шестерни и ведомой некруглой шестерни выполнены с возможностью отклонения от геометрических центров.

После этого на боковой поверхности ведомой некруглой шестерни образуют следящий элемент, завершая изготовление пары некруглых шестерней.

В процессе изготовления делительную линию ведущей некруглой шестерни и ведомой некруглой шестерни выполняют таким образом, что для каждого оборота ведущей некруглой шестерни ведущая некруглая шестерня может обеспечивать выполнение следящим элементом, расположенным на ведомой некруглой шестерне, однократного возвратно-поступательного движения с переменной скоростью между первым положением и вторым положением. Первым положением является положение следящего элемента, наиболее близкое к оси вращения ведущей некруглой шестерни, а вторым положением является положение следящего элемента, самое дальнее от оси вращения ведущей некруглой шестерни.

Когда следящий элемент соединен с другим элементом (например, ножным тяговым узлом 240), приводимым в движение следящим элементом, возвратно-поступательное движение с переменной скоростью следящего элемента может вызывать выполнение соединенным с ним элементом (например, через соединительную тягу) качания с переменной скоростью в пределах определенного углового диапазона. Например, согласно вариантам осуществления изобретения следящий элемент может быть соединен с ножным тяговым узлом 240 в положении, соответствующем бедру, или в положении, соответствующем голени в ножном тяговом узле 240, через соединительную тягу. Если взять, например, следящий элемент, соединенный с положением, соответствующим бедру в ножном тяговом узле 240, возвратно-поступательное движение с переменной скоростью следящего элемента может вызывать выполнение качания с переменной скоростью положения бедра ножного тягового узла 240 с тазобедренным суставом в качестве оси, следуя пути качания бедра относительно тазобедренного сустава при ходьбе нормального человека. Угол качания, вызываемый возвратно-поступательным движением с переменной скоростью, соответствует углу качания бедра относительно тазобедренного сустава при ходьбе нормального человека. Два пограничных положения (то есть первое положение и второе положение) возвратно-поступательного движения следящего элемента соответствуют двум пограничным углам качания бедра при ходьбе нормального человека. Например, когда следящий элемент соединен с ножной тягой левой ноги, первое положение соответствует нижнему пограничному углу левой ноги относительно тазобедренного сустава после того, как правая нога делает один шаг, с левой ногой в качестве опорной ноги, а второе положение соответствует нижнему пограничному углу левой ноги относительно тазобедренного сустава после того, как левая нога делает один шаг с правой ногой в качестве опорной ноги.

Что касается разработки делительной линии ведущей некруглой шестерни и ведомой некруглой шестерни, ее можно выполнить с помощью обычного способа, то есть путем определения делительной кривой, количества моделей, количества зубьев и межцентрового расстояния.

Делительную кривую получают согласно правилу требуемого заданного качания. Например, в вариантах осуществления изобретения правилом требуемого заданного качания является правило качания с переменной скоростью ноги (бедря или голени) относительно тазобедренного сустава при ходьбе нормального человека. Если в качестве временной привязки использован угол поворота ведущей некруглой шестерни, ножная тяга, приводимая в движение парой некруглых шестерней, выполняет качание согласно временной привязке и заданному правилу. В это время кривой движения ведомой некруглой шестерни не существует, поэтому ведомую некруглую шестерню приводят в движение ножной тягой через соединительную тягу. Поскольку при качании ведущей некруглой шестерни и ножной тяги используют одну и ту же временную привязку, когда ведущая некруглая шестерня делает один оборот, ведомая некруглая шестерня также делает ровно один оборот. В каждый момент скорость вращения ведомой некруглой шестерни, приводимой в движение ножной тягой, не равна постоянной скорости ведущей некруглой шестерни, но в пределах одного периода вращения одной ведущей некруглой шестерни интеграл скорости вращения с течением времени должен быть равен  $360^\circ$ . Однако в реальном инженерном расчете из-за влияния ошибки округления и плотности выборки результат численного интегрирования имеет небольшое отклонение и должен быть пропорционально скорректирован для контроля ошибки численного интегрирования в допустимом диапазоне.

Что касается определения числа моделей, количества зубьев и межцентрового расстояния, предпочтительно, в паре некруглых шестерней использовано стандартное количество моделей для облегчения обработки стандартными режущими инструментами. После определения количества моделей на основании заданного количества зубьев определяют длину делительной линии некруглой шестерни. Мгновенное передаточное отношение пары некруглых шестерней равно обратному отношению радиусов вращения точки зацепления, в которой в этот момент ведущая некруглая шестерня и ведомая некруглая шестерня входят в зацепление друг с другом на паре делительных линий. Кроме того, сумма радиусов каждой пары делительных линий равна межцентровому расстоянию пары некруглых шестерней. Поскольку делительная линия не является круглой, межцентровое расстояние, количество моделей и количество зубьев больше не имеют простой пропорциональной зависимости, как у пары некруглых шестерней. То есть, если использовано стандартное количество моделей, возникает нестандартное межцентровое расстояние, и наоборот. Поскольку до численного интегрирования длины делительной линии сначала нужно определить радиус делительной линии в каждой точке, радиус делительной линии получают в соответствии с межцентровым расстоянием и мгновенным передаточным отношением, во-первых, нужно допустить одно межцентровое расстояние, и, соответственно, рассчитывают длину делительной линии. В итоге, погрешность длины делительной линии меньше допустимого значения за счет регулировки межцентрового расстояния. Сконструированная таким образом пара некруглых шестерней имеет стандартное количество моделей и нестандартное межцентровое расстояние. Ее легко изготовить так, чтобы иметь стандартное количество моделей и нестандартное межцентровое расстояние.

Как показано на фиг. 1, тренажер 10 имеет поясной фиксирующий узел 300, прикрепленный к верхней части рамы 100 корпуса для обеспечения мощной поясной опоры в процессе реабилитационной тренировки пациентов с параличом нижних конечностей и с гемиплегией, чтобы позволить пациенту ходить прямо. Контактная часть между поясным фиксирующим узлом 300 и пациентом может быть снабжена бандажом из высокополимерного материала и заполнена мягкой и удобной вспененной резиной, тем самым повышая комфорт при надевании и опыт использования пациентом.

В других вариантах осуществления, комбинируемых с некоторыми вариантами осуществления изобретения, поясной фиксирующий узел 300 содержит поясной фиксатор 310, контактирующий с пациентом, и опору 320 поясного фиксатора, прикрепляющую поясной фиксатор 310 к раме 100 корпуса. Поясной фиксатор 310 находится выше рамы 100 корпуса и проходит между обеими сторонами рамы 100 корпуса. В процессе ходьбы нормального человека центр тяжести тела человека может отклоняться примерно на 20-30 мм в вертикальном направлении. Опора 320 поясного фиксатора выполнена с возможностью плавания вверх и вниз в вертикальном направлении, чтобы соответствовать плаванию центра тяжести тела человека в вертикальном направлении в процессе ходьбы нормального человека.

На фиг. 8 представлен вид в перспективе поясного фиксатора 310. Как показано на фиг. 8, поясной фиксатор 310 содержит пару кронштейнов 311, прикрепленных к опоре 320 поясного фиксатора, и пару перегородок 312, шарнирно соединенных с соответствующими кронштейнами 311 на одном конце, так что перегородки 312 можно открывать и закрывать, тем самым облегчая пациенту с параличом нижних конечностей трансформацию в пространственных положениях надевания в сидячем положении и ходьбы в стоячем положении. Поясной фиксатор 310 дополнительно содержит болт 313, соединенный с возможностью отсоединения с перегородками 312, обеспечивая тем самым общую жесткость и устойчивость поясного фиксатора 310 после закрывания перегородок 312. Болт 313 может быть изготовлен из углеродного волокна.

Как показано на фиг. 9, на фиг. 9 представлен вид в перспективе опоры 320 поясного фиксатора. Опора 320 фиксатора содержит фиксирующую часть 321, прикрепленную к верхней части рамы 100 корпуса, регулировочную часть 322 и плавающую часть 323, соединенную с поясным фиксатором 310. Фиксирующая часть 321 образована с отверстиями на обоих концах, а оптическая ось 324 проходит через

отверстия фиксирующей части 321 и соединена с фиксирующей частью 321 через линейный подшипник (не показано), так что оптическая ось 324 может двигаться в отверстиях фиксирующей части 321 в вертикальном направлении. Регулировочная часть 322 также образована с отверстиями на обоих концах и прикреплена к оптической оси 324 с отверстием через линейный подшипник (не показано), и регулировочная часть 322 может двигаться вверх и вниз в направлении выдвигания (вертикальном направлении) оптической оси 324. Верхняя часть оптической оси 324 соединена с плавающей частью 323. Регулировочная часть 322 дополнительно соединена с фиксирующей частью 321 через подъемную винтовую тягу 325 (такую как цилиндрическая винтовая тяга) и регулирует расстояние между фиксирующей частью 321 и регулировочной частью 322 в вертикальном направлении посредством механизма 326 регулировки на фиксирующей части 321. Плавающая часть 323 дополнительно соединена с регулировочной частью 322 через упругий элемент 327 (такой как опорная пружина). Расстояние между регулировочной частью 322 и фиксирующей частью 321 в вертикальном направлении можно регулировать с помощью регулировки подъемной винтовой тяги 325. Другими словами, положение регулировочной части 322 относительно рамы 100 корпуса в вертикальном направлении можно регулировать, регулируя тем самым вертикальное положение поясного фиксатора 310, соединенного с опорой 320 поясного фиксатора, поэтому может быть можно обеспечить установочные положения разных поясных фиксаторов 310 для пациентов разного роста. Поскольку плавающая часть 323 соединена с регулировочной частью 322 через упругий элемент 327, когда пациент применяет реабилитационную тренировку, плавающая часть 323 может плавать вверх и вниз вместе с поясным фиксатором 310, соединенным с плавающей частью 323, соответственно, относительно регулировочной части 322 согласно отклонению центра тяжести тела человека в вертикальном направлении при ходьбе пациента.

Подводя итог, тренажер согласно изобретению осуществляет реабилитационную тренировку ходьбы пациента только с помощью простой механической конструкцией без помощи электронных устройств. Следовательно, стоимость изготовления является низкой с экономией при этом на дорогостоящих исследованиях и разработках, необходимых для разработки умной программы управления, согласованной с тренажером, имеющим электронное устройство. Только один медицинский работник или даже обычный оператор может обеспечить пациенту реабилитационную тренировку ходьбы, тем самым улучшая продолжительность и лечебный эффект реабилитационной тренировки.

Конечно, изобретение также может иметь различные другие варианты осуществления, и специалисты в данной области могут осуществить различные соответствующие модификации и варианты без отступления от сути и смысла изобретения, но эти соответствующие модификации и варианты должен относиться к объему защиты приложенной формулы изобретения.

#### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Кулачок для многошарнирного синхронного тренажера без силовой установки, при этом кулачок имеет круглый основной корпус, паз кулачка находится на первой боковой поверхности круглого основного корпуса, а профиль паза кулачка выполнен так, что вращательное движение кулачка вызывает осуществление следящим элементом, расположенным в пазу кулачка, возвратно-поступательного движения с переменной скоростью вдоль заданной горизонтальной оси,

при этом кулачок снабжен опорой кулачка, которая имеет первый рычаг, а нижняя часть и верхняя часть первого рычага имеют фиксирующие втулки для поддержки кулачка, направляющий паз образован в верхней части первого рычага и образован в виде вытянутого отверстия, проходящего в горизонтальном направлении, следящий элемент расположен в направляющем пазу для ограничения движения следящего элемента в вертикальном направлении;

на каждый оборот кулачка следящий элемент направляется направляющим пазом для выполнения однократного возвратно-поступательного движения между первым положением и вторым положением по заданной горизонтальной оси;

первым положением является положение следящего элемента вдоль горизонтальной оси, когда следящий элемент находится в положении профиля, наиболее близком к центру круглого основного корпуса, а вторым положением является положение следящего элемента вдоль горизонтальной оси, когда следящий элемент находится в положении профиля, самом дальнем от центра круглого основного корпуса;

и

возвратно-поступательное движение вызывает осуществление ведомым объектом, соединенным со следящим элементом, качания с переменной скоростью в диапазоне угла.

2. Кулачок по п.1, при этом ведомым объектом является бедро человека, углом является угол качания бедра с тазобедренным суставом в качестве оси при ходьбе нормального человека, а качанием с переменной скоростью является качание бедра при ходьбе нормального человека.

3. Кулачок по п.1 или 2, при этом кулачок дополнительно содержит второй паз кулачка, расположенный на второй боковой поверхности, противоположной первой боковой поверхности круглого основного корпуса, а второй профиль второго паза кулачка выполнен так, что вращательное движение кулачка вызывает осуществление вторым следящим элементом, расположенным во втором пазу кулачка,

другого возвратно-поступательного движения вдоль горизонтальной оси, причем второй профиль отличается от профиля,

при этом на каждый оборот кулачка второй следящий элемент выполняет однократное возвратно-поступательное движение между третьим положением и четвертым положением по заданной горизонтальной оси;

третьим положением является положение второго следящего элемента вдоль горизонтальной оси, когда второй следящий элемент находится в положении второго профиля, наиболее близком к центру круглого основного корпуса, а четвертым положением является положение второго следящего элемента вдоль горизонтальной оси, когда второй следящий элемент находится в положении второго профиля, самом дальнем от центра круглого основного корпуса; а

другое возвратно-поступательное движение вызывает осуществление другим ведомым объектом, соединенным со вторым следящим элементом, качания с переменной скоростью в диапазоне другого угла.

4. Кулачок по п.3, при этом другим ведомым объектом является голень человека, другим углом является угол качания голени с тазобедренным суставом в качестве оси при ходьбе нормального человека, а другим качанием с переменной скоростью является качание голени при ходьбе нормального человека.

5. Пара некруглых шестерней для многошарнирного синхронного тренажера без силовой установки, содержащая ведущую некруглую шестерню и ведомую некруглую шестерню в приводном зацеплении с ведущей некруглой шестерней,

при этом ведущая некруглая шестерня и ведомая некруглая шестерня имеют одинаковое количество зубьев и фиксированное межцентровое расстояние;

делительная линия ведущей некруглой шестерни и ведомой некруглой шестерни выполнена так, что для каждого оборота ведущей некруглой шестерни ведущая некруглая шестерня вызывает однократное выполнение следящим элементом, расположенным на первой боковой поверхности ведомой некруглой шестерни, возвратно-поступательного движения с переменной скоростью между первым положением и вторым положением;

первым положением является положение следящего элемента, наиболее близкое к оси вращения ведущей некруглой шестерни, а вторым положением является положение следящего элемента, самое дальнее от оси вращения ведущей некруглой шестерни; и

возвратно-поступательное движение с переменной скоростью вызывает осуществление ведомым объектом, соединенным со следящим элементом, качания с переменной скоростью в диапазоне угла.

6. Пара некруглых шестерней по п.5, при этом ведомым объектом является бедро или голень человека, углом является угол качания бедра с тазобедренным суставом в качестве оси или угол качания голени с тазобедренным суставом в качестве оси при ходьбе нормального человека, а качанием с переменной скоростью является качание бедра или голени при ходьбе нормального человека.

7. Способ изготовления кулачка, предусматривающий этапы:

(а) предоставления круглого основного корпуса и размещения следящего элемента на боковой поверхности круглого основного корпуса, причем следящий элемент может двигаться на боковой поверхности только в горизонтальном направлении;

(б) предоставления опоры кулачка, которая имеет первый рычаг, а нижняя часть и верхняя часть первого рычага имеют фиксирующие втулки для поддержки кулачка, направляющий паз образован в верхней части первого рычага и образован в виде вытянутого отверстия, проходящего в горизонтальном направлении, следящий элемент расположен в направляющем пазу для ограничения движения следящего элемента в вертикальном направлении, так что следящий элемент подвижен только в горизонтальном направлении;

(с) обеспечения выполнения следящим элементом, направляемым направляющим пазом, однократного возвратно-поступательного движения с переменной скоростью между первым положением и вторым положением на боковой поверхности пластины диска по заданной горизонтальной оси;

(д) вращения пластины диска с постоянной скоростью при выполнении этапа (б), при этом период, когда следящий элемент выполняет однократное возвратно-поступательное движение с переменной скоростью, такой же, как период, когда пластина диска делает один оборот; и

(е) принятия следа движения следящего элемента на боковой поверхности пластины диска в качестве профиля кулачка для образования паза кулачка на боковой поверхности круглого основного корпуса, при этом расстояние между первым положением и центром круглого основного корпуса равно расстоянию между наиболее близким к центру положением профиля кулачка и центром, а расстояние между вторым положением и центром равно расстоянию между самым дальним от центра положением профиля кулачка и центром.

8. Способ по п.7, дополнительно предусматривающий этап предоставления ножной тяги, прикрепленной к ноге человека, причем ножная тяга имеет бедренную часть и часть голени, соединенные друг с другом, соединения следящего элемента с бедренной частью или частью голени через соединительную тягу и приведения следящего элемента в движение для выполнения возвратно-поступательного движения с переменной скоростью, используя качание с переменной скоростью бедренной части с тазобедренным суставом в качестве оси при ходьбе нормального человека, или приведения следящего элемента в



движение для выполнения возвратно-поступательного движения с переменной скоростью, используя качание с переменной скоростью части голени с тазобедренным суставом в качестве оси при ходьбе нормального человека.

9. Способ изготовления пары некруглых шестерней, предусматривающий этапы

предоставления ведущей некруглой шестерни и ведомой некруглой шестерни, сцепленных друг с другом, при этом ведущая некруглая шестерня и ведомая некруглая шестерня имеют одинаковое количество зубьев и фиксированное межцентровое расстояние, и

размещения следящего элемента на боковой поверхности ведомой некруглой шестерни, при этом делительная линия ведущей некруглой шестерни и ведомой некруглой шестерни выполнена так, что для каждого оборота ведущей некруглой шестерни ведущая некруглая шестерня вызывает выполнение следящим элементом однократного возвратно-поступательного движения с переменной скоростью между первым положением и вторым положением,

при этом первым положением является положение следящего элемента, наиболее близкое к оси вращения ведущей некруглой шестерни, а вторым положением является положение следящего элемента, самое дальнее от оси вращения ведущей некруглой шестерни; и

возвратно-поступательное движение с переменной скоростью вызывает осуществление ведомым объектом, соединенным со следящим элементом, качания с переменной скоростью в диапазоне угла.

10. Способ изготовления пары некруглых шестерней по п.9, при этом ведомым объектом является бедро или голень человека, углом является угол качания бедра с тазобедренным суставом в качестве оси или угол качания голени с тазобедренным суставом в качестве оси при ходьбе нормального человека, а качанием с переменной скоростью является качание бедра или голени при ходьбе нормального человека.

11. Передаточный механизм для многошарнирного синхронного тренажера без силовой установки, содержащий

колесный узел;

передаточный узел в приводном соединении с колесным узлом;

приводной узел в приводном соединении с передаточным узлом, имеющий кулачок по п.3; и

ножной тяговый узел, соединенный с приводным узлом через соединительную тягу, так что ножной тяговый узел качается под действием передаточного узла.

12. Передаточный механизм по п.11, при этом приводной узел дополнительно содержит качающуюся тягу, один конец которой соединен со следящим элементом приводного узла, а другой конец неподвижно соединен с опорой кулачка.

13. Передаточный механизм по п.11, при этом ножной тяговый узел содержит

бедренную тягу и

тягу для голени, соединенную с бедренной тягой в коленном положении ножного тягового узла через подшипник,

при этом соединительная тяга соединяет следящий элемент с бедренной тягой так, что бедренная тяга выполняет качание с переменной скоростью в диапазоне угла под действием следящего элемента, углом является угол бедра с тазобедренным суставом в качестве оси при ходьбе нормального человека, а качанием с переменной скоростью является качание бедра при ходьбе нормального человека.

14. Передаточный механизм по п.13, дополнительно содержащий

тягу качания голени;

вторую соединительную тягу, один конец которой соединен с тягой для голени через тягу качания голени, причем тяга качания голени расположена в положении бедренной тяги, соответствующей тазобедренному суставу, а другой конец соединен со вторым следящим элементом приводного узла; и

вторую качающуюся тягу, один конец которой соединен со вторым следящим элементом, а другой конец неподвижно соединен с опорой,

при этом второй следящий элемент вызывает осуществление тягой для голени другого качания с переменной скоростью в диапазоне другого угла, другим углом является угол голени с тазобедренным суставом в качестве оси при ходьбе нормального человека, а другим качанием с переменной скоростью является качание голени при ходьбе нормального человека.

15. Передаточный механизм для многошарнирного синхронного тренажера без силовой установки, содержащий

колесный узел;

передаточный узел в приводном соединении с колесным узлом;

приводной узел в приводном соединении с передаточным узлом, имеющий пару некруглых шестерней по п.5; и

ножной тяговый узел, соединенный с приводным узлом через соединительную тягу, так что ножной тяговый узел качается под действием передаточного узла.

16. Передаточный механизм по п.15, при этом ножной тяговый узел содержит

бедренную тягу и

тягу для голени, соединенную с бедренной тягой в коленном положении ножного тягового узла через подшипник,

при этом соединительная тяга соединяет следящий элемент приводного узла с бедренной тягой, так что бедренная тяга выполняет качание с переменной скоростью в диапазоне угла под действием следящего элемента, углом является угол бедра с тазобедренным суставом в качестве оси при ходьбе нормального человека, а качанием с переменной скоростью является качание бедра при ходьбе нормального человека.

17. Передаточный механизм по п.15, дополнительно содержащий другой приводной узел, при этом другой приводной узел имеет такую же конфигурацию, что и пара некруглых шестерней приводного узла;

тягу качания голени;

вторую соединительную тягу, один конец которой соединен с тягой для голени через тягу качания голени, причем тяга качания голени расположена в положении бедренной тяги, соответствующей тазобедренному суставу, а другой конец соединен со вторым следящим элементом другого приводного узла;

и вторую качающуюся тягу, один конец которой соединен со вторым следящим элементом, а другой конец неподвижно соединен с опорой,

при этом второй следящий элемент вызывает осуществление тягой для голени другого качания с переменной скоростью в диапазоне другого угла, другим углом является угол качания голени с тазобедренным суставом в качестве оси при ходьбе нормального человека, а другим качанием с переменной скоростью является качание голени при ходьбе нормального человека.

18. Многошарнирный синхронный тренажер без силовой установки, содержащий

раму корпуса и

первый передаточный механизм и второй передаточный механизм, установленные с обеих сторон рамы корпуса и представляющие собой передаточный механизм по любому из пп.11-17,

при этом приводной узел первого передаточного механизма и приводной узел второго передаточного механизма соединены рычагом вала и имеют разность направлений  $180^\circ$ .

19. Многошарнирный синхронный тренажер без силовой установки по п.18, при этом рычаг вала содержит первую тяговую часть и вторую тяговую часть, соединенную с первой тяговой частью посредством муфты.

20. Многошарнирный синхронный тренажер без силовой установки по п.18, при этом первый передаточный механизм и второй передаточный механизм дополнительно соединены вторым рычагом вала и имеют дифференциальный механизм, установленный на второй рычаг вала между ними.

21. Многошарнирный синхронный тренажер без силовой установки по п.18, дополнительно имеющий

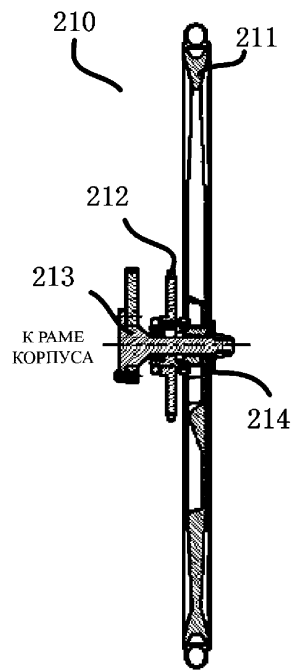
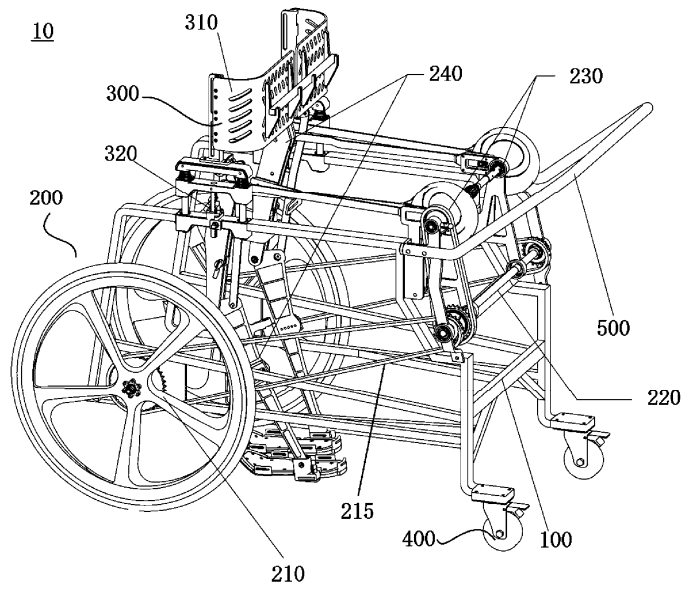
поясной фиксатор, соединенный с верхней частью рамы корпуса и проходящий между обеими сторонами рамы;

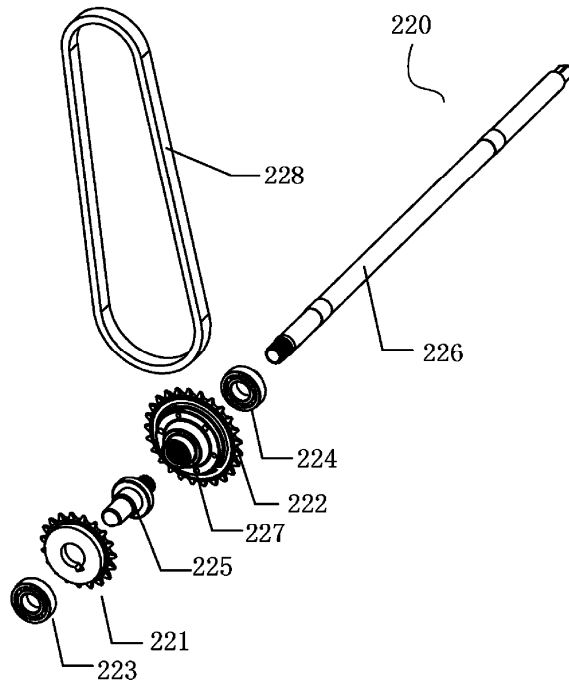
две опоры поясного фиксатора, установленные на верхнюю часть рамы корпуса и расположенные с обеих сторон рамы корпуса, причем опора поясного фиксатора содержит фиксирующую часть, неподвижно соединенную с рамой корпуса;

регулирующую часть, соединенную с фиксирующей частью через подъемный винт; и

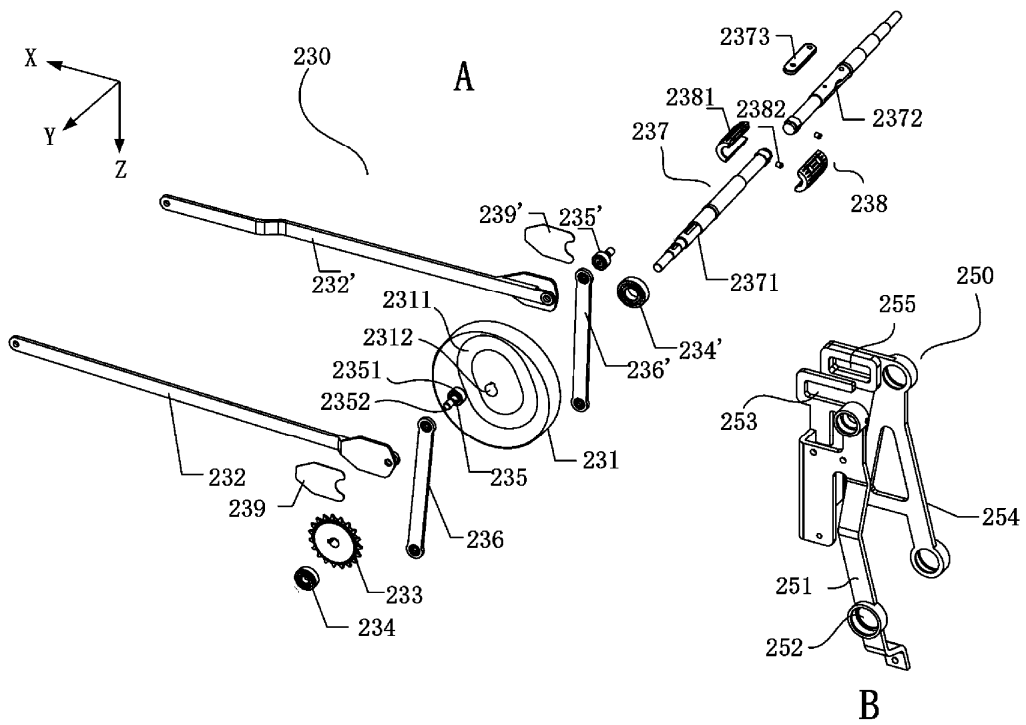
плавающую часть, соединенную с регулирующей частью через упругий элемент,

при этом оба конца поясного фиксатора соединены с плавающей частью соответствующей опоры поясного фиксатора.

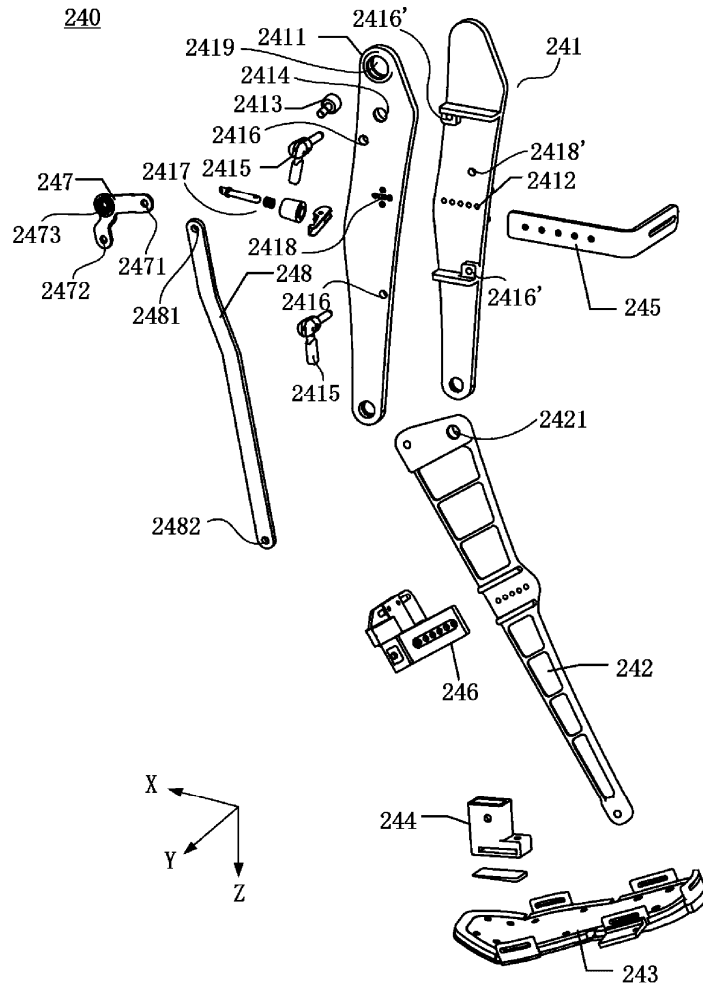




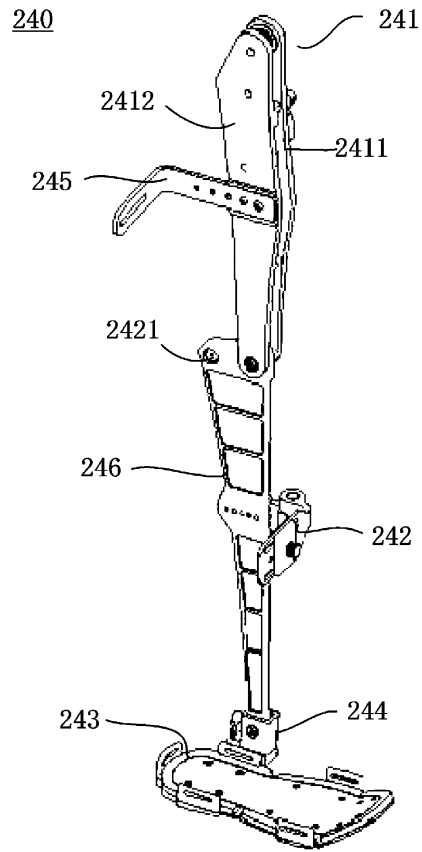
Фиг. 3



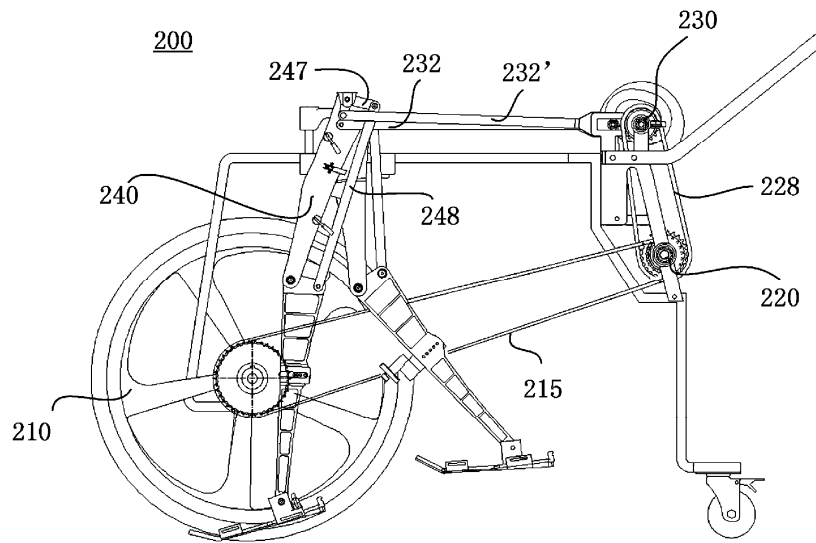
Фиг. 4



Фиг. 5А

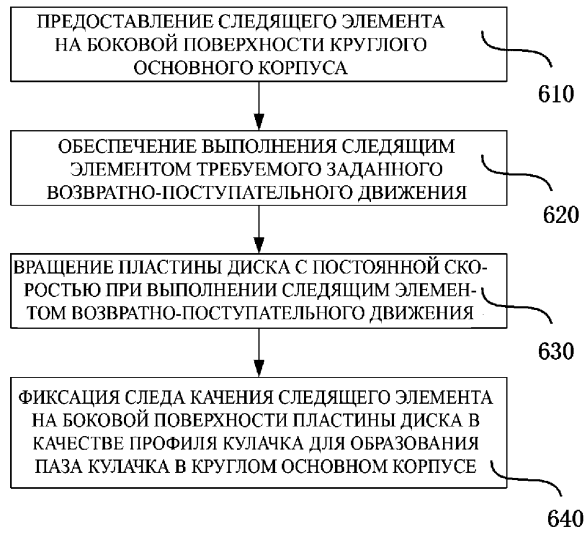


Фиг. 5В

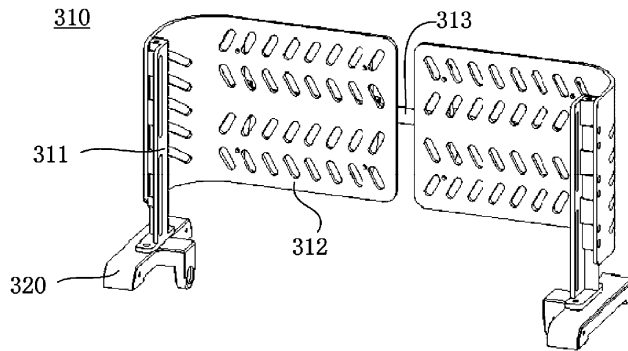


Фиг. 6

600

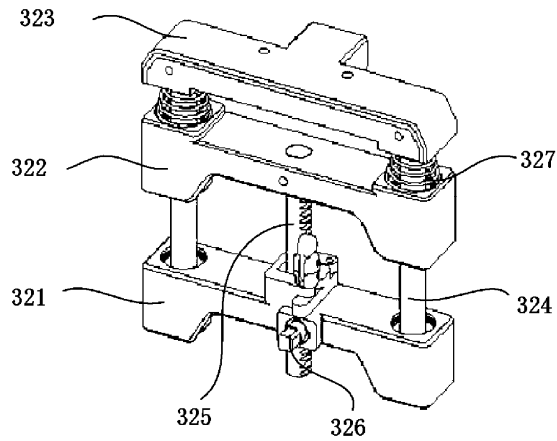


Фиг. 7

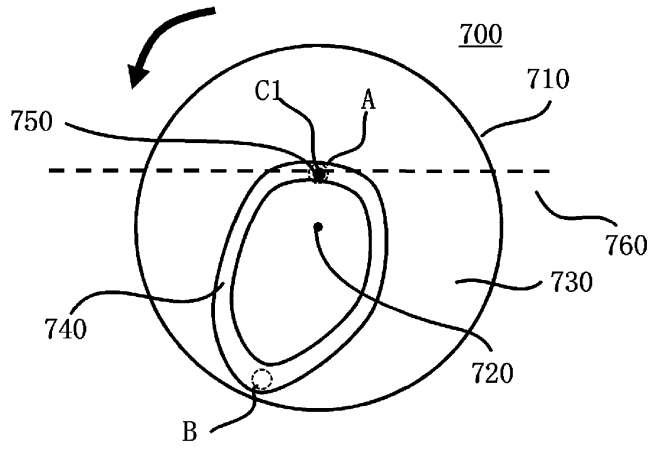


Фиг. 8

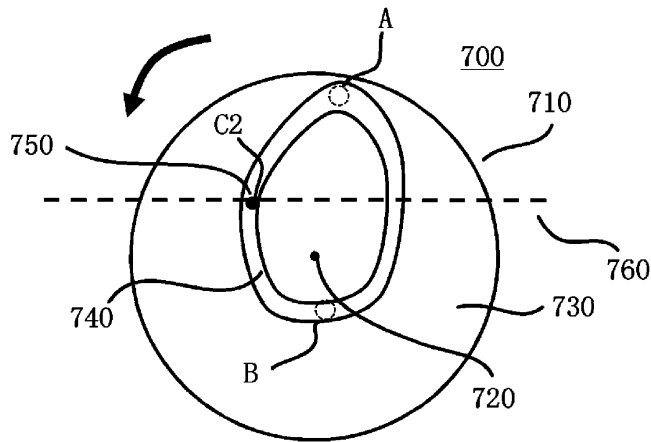
320



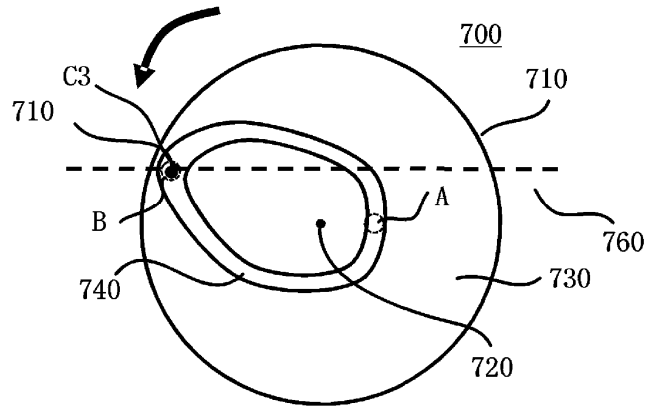
Фиг. 9



Фиг. 10А

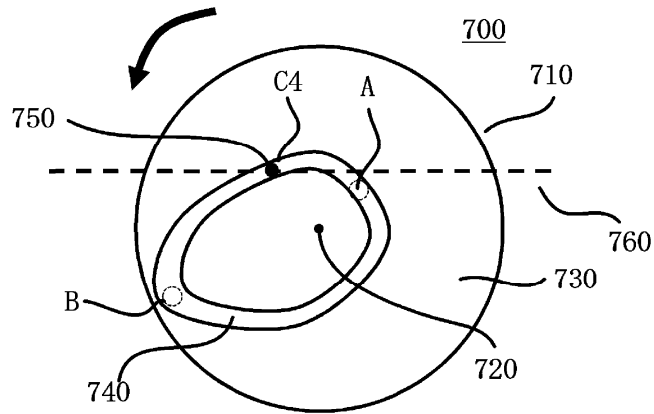


Фиг. 10В

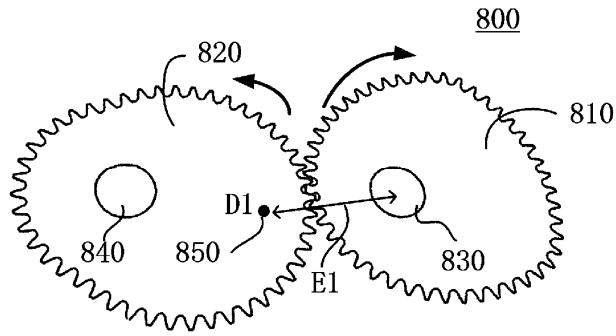


Фиг. 10С

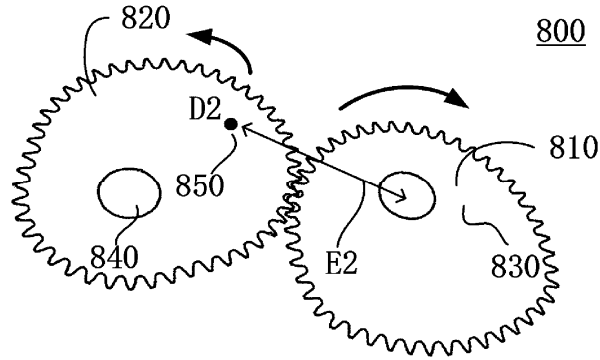




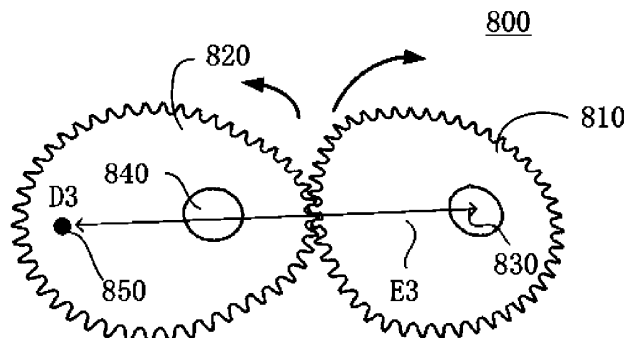
Фиг. 10D



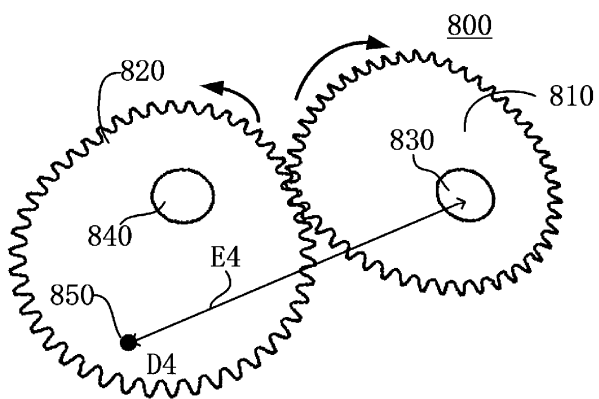
Фиг. 11А



Фиг. 11В



Фиг. 11С



Фиг. 11D

