



РЕСПУБЛИКА КАЗАХСТАН

(19) **KZ** (13) **B** (11) **36897**

(51) **F03B 7/00** (2006.01)

F03B 3/12 (2006.01)

F03D 3/00 (2006.01)

МИНИСТЕРСТВО ЮСТИЦИИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21) 2023/0469.1

(22) 10.07.2023

(45) 23.08.2024, бюл. №34

(72) Елемесов Касым Коптлеуевич; Басканбаева Динара Джумабаевна; Бортебаев Сайн Абильханович; Сарсенбаев Ерлан Алиаскарович; Аубакирова Назира Курмангажыкызы

(73) Некоммерческое акционерное общество «Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева»

(56) RU 2526604 C2, 27.08.2014

RU 2562337 C1, 10.09.2015

WO 2007009155 A1, 25.01.2007

(54) **ГИДРОЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ
ЭНЕРГОСИСТЕМА
ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ
ВЫРАБОТКИ**

(57) Изобретение относится к области гидроэнергетики, в частности к мини ГЭС, которая может использоваться на предприятиях атомной промышленности за счёт выработки электроэнергии при движении попадающих в пескоотстойник технологических растворов.

Наиболее полное использование энергии гидродинамического потока раствора для выработки электрической энергии осуществляется за счёт расширения функциональных возможностей гидроэлектрической энергосистемы за счёт возможности дополнительного управляемого подналадочного воздействия на детали (узлы) турбины для изменения расстояния между несущими поверхностями ступиц и (или) изменения их взаимного относительного (углового) положения друг относительно друга, в результате чего изменяется поперечное сечение аэродинамического профиля турбины, улучшаются её гидродинамические характеристики (в том числе, производительность при гидродинамической выработке электроэнергии).

Технический результат, достигаемый при решении поставленной технической задачи, заключается в повышении эффективности работы гидроэлектрической энергосистемы, в том числе, её энергоотдачи.

(19) KZ (13) B (11) 36897

Изобретение относится к области гидроэнергетики, в частности к мини ГЭС, которая может использоваться на предприятиях атомной промышленности за счёт выработки электроэнергии при движении попадающих в пескоотстойник технологических растворов.

Известна гидротурбина [Пат. RU №2059103, опубл. 27.04.1996 г., МПК F03B 7/00.], сущность изобретения: содержащая вал, рабочее колесо с плавучим корпусом и лопастями, при этом плавучий корпус выполнен протяжённым вдоль оси вала и его продольная ось превышает поперечную, а каждая лопасть выполнена превышающей по крайней мере половину длины плавучего корпуса.

К недостаткам известной гидротурбины относится низкая устойчивость устройства в потоке, большое количество отказов в работе и низкая эффективность энергообмена между потоком и лопастями.

Известна гидротурбинная установка по [Пат. RU №2216644, опубл. в БИ №32,2003 г. МПК F03B 7/00, 13/00.], сущностью изобретения является содержащая, по меньшей мере, две турбины, горизонтально-соосно установленные в водоводе, и один генератор. При этом турбины выполнены ортогональными поперечно-струйными, их валы ориентированы поперек водовода установки, который разделён, по меньшей мере одним бычком на турбинные водоводы, и соединены блоком кинематической связи, который размещён в герметичной полости, образованной в теле бычка.

Недостатками известной гидротурбинной установки являются низкая эффективность использования водного потока, что снижает энергоотдачу установки в целом. Выполнение же известной установки в виде обладающего собственной плавучестью блок-модуля снижает ледостойкость возводимого гидросооружения.

Известен ветряной электрогенератор [Пат. США №US4012163, от 15.03.1977 г., МПК F03D 3/04, 3/06.], сущность изобретения: в котором под действием набегающего на лопасти ортогональной турбины потока среды, например, потока воды, лопасти начинают вращаться. В результате вращения лопастей ортогональной турбины, её вращение передаётся валу или полувалу и по крайней мере от одного из полувалов к валу электрогенератора, в результате чего последний начинает вырабатывать электрическую энергию, которая по кабелю (не показан) передаётся от электрогенератора потребителю.

Недостатком ветряного электрогенератора является сложность конструкции и не технологичность изготовления отдельных её элементов.

Известен вентилятор турбинного типа [Пат. США №US5183435, от 02.02.1993 г., МПК F24 F 7/02, 3/06.], сущность изобретения: связанный с ним воздухопровод для обработки воздуха, благодаря чему вращение вентилятора прекращается, а воздухопровод закрывается в периоды холодной погоды. Остановка вращения вентилятора достигается с помощью удлинённого стопорного штифта, который проходит

через выровненные отверстия в кольцевом нижнем ободе вентилятора и в подшипниковом кольце, расположенном поверх воздуховода и обычно взаимодействующем с кольцевым нижним ободом с возможностью скольжения. Закрытие воздуховодом достигается круглой заслонкой-бабочкой, расположенной внутри воздуховода.

Недостатком известного вентилятора являются низкая эффективность функционирования за счёт частой остановки его вращения в периоды изменения температуры окружающего воздуха.

Известна однонаправленная винтовая реактивная турбина [Пат.СШ №US5451137, от 19.09.1995 г., МПК F03B 7/02, 3/00, 3/04, 3/06.], сущность изобретения: способная обеспечивать высокоскоростное однонаправленное вращение при обратимом сверхнизком напоре и/или высокоскоростном потоке жидкости. Турбина содержит рабочее колесо с множеством лопастей в форме профиля, установленных поперечно направлению потока жидкости для вращения в плоскости, параллельной потоку жидкости. Лопасти расположены в спиральной конфигурации, модификации дельта-турбины, которая гарантирует, что часть лопастей всегда расположена перпендикулярно давлению жидкости создавая тем самым максимальную тягу для вращения турбины и обеспечивая непрерывную скорость вращения без ускорений и замедлений. Скошенные передние кромки дополнительно снижают сопротивление вращению турбины. Для направления потока жидкости к лопаткам может быть предусмотрен канал прямоугольного сечения. Канал может иметь изогнутую конфигурацию имеющую противоположные изменения высоты или выпуклости, направленные к центру турбины в плоскости, параллельной потоку жидкости, для оптимизации угла атаки жидкости на лопасти. При сверхнизком напоре жидкости турбина способна достигать высоких скоростей, которые для газовых турбин являются скоростями, на которых обычно работают электрические генераторы.

Недостатками винтовой реактивной турбины являются ограниченные технические характеристики при сверхнизком давлении жидкости напора турбины, что ограничивает область её использования.

Известна спиральная турбина в сборе [Пат.США №US5642984, от 01.07.1997 г., МПК F03B 13/22, 17/06.], способная обеспечить высокоскоростное однонаправленное вращение при разнонаправленном потоке жидкости со сверхнизким напором. Известная турбина включает ряд винтовых турбинных блоков или модулей, расположенных вертикально или горизонтально для использования, например, энергии воды или ветра. При этом каждый турбоагрегат или модуль содержит множество винтовых лопаток, имеющих аэродинамический профиль.

Недостатком известной спиральной турбины являются ограниченные функциональные возможности, в частности, неспособность обеспечить высокоскоростное однонаправленное

вращение при разнонаправленном потоке жидкости со сверхнизким напором.

Известен ветродвигатель с вертикальной осью по [Пат.США №US5405246 от 11.04.1995 г. МПК F03D 3/06, 3/061], состоящий из двух или более удлиненных лопастей, связанных с роторной башней. При этом башня определяет ось вращения и связана предпочтительно через редуктор или другое устройство преобразования крутящего момента с валом генератора.

Недостатком известного ветродвигателя является низкая устойчивость установки и трудность в достижении требуемого соотношения размеров её элементов, в частности, между длиной хорды лопасти и её толщиной.

Наиболее близкой по технической сущности к предлагаемой является гидроэлектрическая энергосистема и турбина в трубе по [Пат. RU №2526604 опубл. в БИ №14, 2013 г., МПК F03B 7/00, 3/12, F03D 3/00], данное решение принято за прототип к предлагаемой.

Известная энергосистема содержит расположенную в трубе Т-образного профиля сборную сферическую турбину, к вертикальной цилиндрической тройниковой секции которой прикреплен вырабатывающий электроэнергию генератор, вращающийся вал которого соединен с валом вращающейся под воздействием потока рабочего вещества турбины, при этом сборная сферическая турбина включает в себя между параллельно расположенными верхней и нижней несущими поверхностями ступиц криволинейно изогнутые равномерно по окружности расположенные лопатки.

К недостаткам известной энергосистемы относятся ограниченные функциональные возможности. Так, в известной энергосистеме лопатки сферической турбины жестко закрепляются монтажными кронштейнами к несущим поверхностям ступиц, не обеспечивая возможность в автоматическом режиме изменения (варьирования) угла пересечения каждой лопатки с осью вала, а также изменения динамического зазора вращающейся сферической турбины в сборе между стенками (внутренним диаметром) трубы. Уменьшенные размеры динамического зазора внутри трубы создают нежелательное сжатие рабочего вещества на границах вращения турбины. Скорость движения и состав протекающего через трубу рабочего вещества могут меняться в широких пределах. Поперечное сечение аэродинамического профиля, определяющее гидродинамические характеристики работы турбины (в том числе и производительность при гидроэлектрической выработке энергии) зависят от формы (кривизны), количества и угла пересечения каждой лопатки с осью вала. При этом, при изменении скорости движения рабочего вещества через трубу либо при изменении состава рабочего вещества необходимо оперативно подстраивать (подналадивать) поперечное сечение аэродинамического профиля турбины под изменившиеся условия её эксплуатации. При одном и том же исходном количестве лопаток такое

изменение (подналадочное воздействие) возможно при принудительном изменении расстояния между несущими поверхностями ступиц и при изменении их относительного положения (друг относительно друга).

В известной энергосистеме нет возможности автоматического осуществления таких подналадочных воздействий.

Технической задачей предлагаемого изобретения является наиболее полное использование энергии гидродинамического потока раствора для выработки электрической энергии.

Технический результат, достигаемый при решении поставленной технической задачи, заключается в повышении эффективности работы гидроэлектрической энергосистемы, в том числе, её энергоотдачи.

Технический результат от использования предлагаемого изобретения заключается также в расширении функциональных возможностей гидроэлектрической энергосистемы за счёт возможности дополнительного управляемого подналадочного воздействия на детали (узлы) турбины для изменения расстояния между несущими поверхностями ступиц и (или изменения их взаимного относительного (углового) положения друг относительно друга, в результате чего изменяется поперечное сечение аэродинамического профиля турбины, улучшаются её гидродинамические характеристики (в том числе, производительность при гидродинамической выработке электроэнергии).

Указанный технический результат достигнут за счёт того, что в гидроэлектрической энергосистеме выработки электроэнергии, содержащей расположенную в трубе Т-образного профиля сборную сферическую турбину, к вертикальной цилиндрической тройниковой секции которой прикреплен вырабатывающий электроэнергию генератор, вращающийся вал которого соединен с валом вращающейся под воздействием потока рабочего вещества турбины, при этом сборная сферическая турбина включает в себя между параллельно расположенными верхней и нижней несущими поверхностями ступиц криволинейно изогнутые равномерно по окружности расположенные лопатки, несущая поверхность верхней ступицы выполнена сборной и состоящей из дополнительно введённой в состав двуступенчатой односторонне открытой цилиндрической втулки, на нижней большего диаметра ступени, а также на верхней меньшего диаметра ступени которой изготовлены, соответственно внутренний и наружный зубчатые венцы с треугольными поперечного профиля зубьями, взаимодействующими, соответственно, с идентичными по профилю наружным зубчатым венцом прикрепленного к валу турбины диска и к внутреннему зубчатому венцу промежуточной шестерни, последняя кинематически связана с приводной шестерней, в состав несущей поверхности верхней ступицы дополнительно введены привод подналадочного вращения

приводной шестерни, привод подналадочного вертикального перемещения двуступенчатой цилиндрической втулки и микропроцессорное устройство управления, привод подналадочного вертикального перемещения связан с двуступенчатой цилиндрической втулкой П-образно изогнутым сборным нажимным рычагом, в состав которого входит горизонтально ориентированный диск и равномерно по окружности расположенные вертикально ориентированными нажимными рычаги, взаимодействующие с торцовой поверхностью двуступенчатой цилиндрической втулки, одновременно по расположенному на периферии диска отверстию базируется корпус привода подналадочного вращения приводной шестерни с возможностью независимого вертикального перемещения П-образного нажимного рычага относительно неподвижного в вертикальном направлении привода подналадочного вращения к периферийной поверхности которой прикреплены верхние консольные концы лопаток посредством криволинейно изогнутых в вертикальной плоскости выступов, при этом выполненные по числу мест креплений профили криволинейно изогнутых выступов выполнены по спирали Архимеда, лопатки турбины изготовлены прямоугольной формы тонкостенными из материала со стабильными упругими характеристиками, например, из пружинно-рессорной стали 65Г, выход микропроцессорного устройства управления через преобразовательное устройство связан со входами привода подналадочного вращения приводной шестерни и привода подналадочного вертикального перемещения двуступенчатой цилиндрической втулки, а в состав обоих приводов входят высокомоментные низкооборотные управляемые двигатели постоянного тока.

Изобретение дополнительно иллюстрировано, где на фиг.1 дано изометрическое изображение трубы Т-образного профиля и сборной сферической турбины (а) и вид по А (б); на фиг.2 схема - взаимодействия сборной несущей поверхности верхней ступицы с прикреплённой к ней лопатками; на фиг.3 — схема взаимодействия микропроцессорного устройства управления с функциональными элементами энергосистемы.

Гидроэлектрическая энергосистема выработки электроэнергии содержит расположенную в трубе 1 Т-образного профиля сборную сферическую турбину, к вертикальной цилиндрической тройниковой секции 2 которой прикреплён вырабатывающий электроэнергию генератор 3. Вращающийся вал 4 генератора соединён с валом 5 вращающейся под воздействием потока рабочего вещества турбины.

Сборная сферическая турбина включает в себя между параллельно расположенными верхней 6 и нижней 7 несущими поверхностями ступиц криволинейно изогнутые равномерно окружности расположенные лопатки 8.

В соответствии с предлагаемым изобретением верхняя несущая поверхность 6 ступицы выполнена сборной и состоящей из дополнительно введённой в

состав двуступенчатой односторонне открытой цилиндрической втулки, на нижней, большего диаметра ступени 9, а также на верхней, меньшего диаметра ступени 10 которой изготовлены, соответственно, внутренний 11 и наружный 12 зубчатые венцы с треугольными поперечного профиля зубьями, взаимодействующими, соответственно, с идентичными по профилю наружным зубчатым венцом 13 прикреплённого к валу 5 турбины диска 14 и к внутреннему зубчатому венцу 15 промежуточной шестерни 16. Шестерня 16 кинематически (через треугольные зубья) связана с приводной шестерней 17.

В состав несущей поверхности верхней ступицы дополнительно введены привод 18 подналадочного вращения приводной шестерни 17, привод 19 подналадочного вертикального перемещения двуступенчатой (со ступенями 9 и 10) цилиндрической втулки и микропроцессорное устройство управления 20.

Привод 19 подналадочного вертикального перемещения связан двуступенчатой цилиндрической втулкой П-образно изогнутым сборным нажимным рычагом 21, в состав которого входит горизонтально ориентированный диск 22 и равномерно по окружности расположенные вертикально ориентированные нажимные рычаги 23, взаимодействующие с торцовой поверхностью двуступенчатой цилиндрической втулки.

Одновременно, по расположенному на периферии диска 22 отверстию 24 базируется корпус привода 18 подналадочного вращения (по стрелке Б) приводной шестерни 17 с возможностью независимого вертикального перемещения (по стрелке В) П-образного нажимного рычага 21 относительно неподвижного в вертикальном направлении привода 18 подналадочного вращения.

К периферийной поверхности верхней 6 несущей поверхности ступицы прикреплены верхние консольные концы лопаток 8. При этом профиль периферийной поверхности выступов выполнен криволинейно изогнутым в вертикальной плоскости, а именно по спирали Архимеда 25. Количество таких вертикально ориентированных выступов соответствует числу мест креплений концов лопаток.

Лопатки 8 турбины изготовлены прямоугольной формы тонкостенными из материала со стабильными упругими характеристиками, например, из пружинно-рессорной стали 65Г.

Выход микропроцессорного устройства управления 20 через преобразовательное устройство 26 связан со входом привода 18 подналадочного вращения приводной шестерни 17 и входом привода 19 подналадочного вертикального перемещения двуступенчатой цилиндрической втулки.

Ко входу устройства 20 (при необходимости) через усилительно-преобразовательное устройство 28 могут подключаться измерительные преобразователи: например, датчик 26 плотности движущейся по трубе рабочей жидкости, датчик 27 скорости потока рабочей жидкости и другие.

Предлагаемая гидроэлектрическая энергосистема выработки электроэнергии функционирует следующим образом.

Рабочая жидкость поступает через трубу 1 к цилиндрической тройниковой секции, в которой расположены основные элементы энергосистемы сферическая турбина и вырабатывающий электроэнергию генератор 3. Воздействуя на лопатки 8 турбины рабочая жидкость приводит во вращение сферическую турбину и далее вал генератора, в результате чего вырабатывается электроэнергия. При этом, не зависимо от характеристик проходящей через трубу рабочей жидкости (плотности, скорости потока) предложенная энергосистема за счёт подналадочного изменения конфигурации лопаток 8 турбины (дополнительного подналадочного углового разворота несущей поверхности верхней ступицы вместе с верхними консольными концами лопаток 8, а также за счёт дополнительного вертикального перемещения её смещением двуступенчатой цилиндрической втулки вместе со смещением в вертикальном направлении несущей поверхности верхней ступицы) создаётся такой в поперечном сечении аэродинамический профиль лопаток сферической турбины, при котором движение по трубе гидродинамического потока осуществляться с минимальной кавитацией и при котором достигается максимальное преобразование аксиальной энергии в энергию вращения вала турбины и генератора.

Подналадочная трансформация кривизны лопаток 8 осуществляется в автоматическом режиме приводами 18 и 19 по принятым алгоритмам выработки управляющих воздействий на приводы управляющими командами микропроцессорного устройства управления 20.

В состав обоих приводов 18 и 19 входят высокомоментные низкооборотные управляемые двигатели постоянного тока.

Предложенная энергосистема может быть размещена, например, между пескоотстойником и магистральной линией, а в качестве рабочей жидкости использованы попадающие в пескоотстойник технологические растворы. Выработанная энергосистемой электроэнергия может быть использована для запитывания собственного оборудования (например, закачивающих насосов насосов для продуктивного раствора, погружных скважинных насосов внутрицевых насосов и другого энергоёмкого оборудования), а также для подачи электроэнергии в общую сеть.

Применение предложенной энергосистемы решает проблемы с декарбонизацией производства. Происходит это из-за снижения выбросов CO₂ по SCOPE2. Так, например, для используемого рабочей жидкости в 0,69 м³/с, рабочем напоре и планируемой мощности в 16,0 кВт по SCOPE2 будет предотвращён 87 тонн выбросов CO₂ в атмосферу (расчёты приведены применительно к действующему руднику «Центральный мынкудук» в Туркестанской области Казахстана).

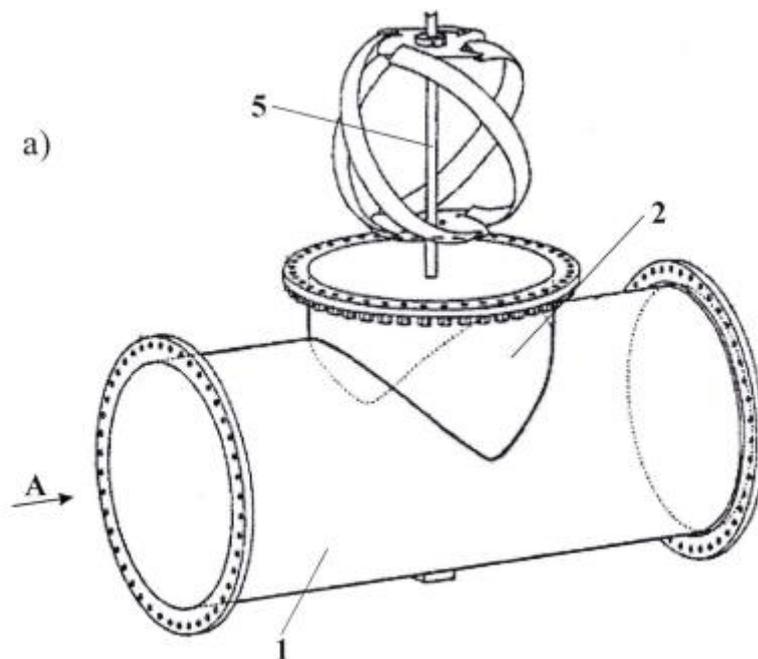
Выработка электроэнергии от технологических растворов на пескоотстойнике решает проблемы энергообеспечения и снижение выбросов CO₂ (парниковых газов) в рамках SCOPE2.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

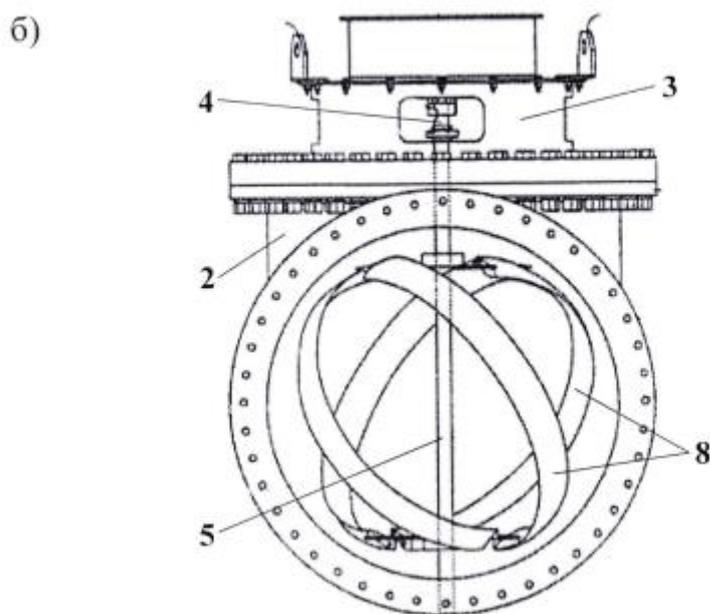
Гидроэлектрическая энергосистема выработки электроэнергии, содержащая расположенную в трубе Т-образного профиля сборную сферическую турбину, к вертикальной цилиндрической тройниковой секции которой прикреплён вырабатывающий электроэнергию генератор, вращающийся вал которого соединён с валом вращающейся под воздействием потока рабочего вещества турбины, при этом сборная сферическая турбина включает в себя между параллельно расположенными верхней и нижней несущими поверхностями ступиц криволинейно изогнутые равномерно по окружности расположенные лопатки, отличающаяся тем, что несущая поверхность верхней ступицы выполнена сборной и состоящей из дополнительно введённой в состав двуступенчатой односторонне открытой цилиндрической втулки, на нижней большего диаметра ступени, а также на верхней меньшего диаметра ступени которой изготовлены, соответственно, внутренний и наружный зубчатые венцы с треугольными поперечного профиля зубьями, взаимодействующими соответственно, с идентичными по профилю наружным зубчатым венцом прикреплённого к валу турбины диска и к внутреннему зубчатому венцу промежуточной шестерни, последняя кинематически связана с приводной шестерней, в состав несущей поверхности верхней ступицы дополнительно введены привод подналадочного вращения приводной шестерни, привод подналадочного вертикального перемещения двуступенчатой цилиндрической втулки и микропроцессорное устройство управления, привод подналадочного вертикального перемещения связан с двуступенчатой цилиндрической втулкой П-образно изогнутым сборным нажимным рычагом, в состав которого входит горизонтально ориентированный диск и равномерно по окружности расположенные вертикально ориентированными нажимные рычаги взаимодействующие с торцевой поверхностью двуступенчатой цилиндрической втулки, одновременно по расположенному на периферии диска отверстию базируется корпус привода подналадочного вращения приводной шестерни с возможностью независимого вертикального перемещения П-образного нажимного рычага относительно неподвижного в вертикальном направлении привода подналадочного вращения, к периферийной поверхности которой прикреплены верхние консольные концы лопаток посредством криволинейно изогнутых в вертикальной плоскости выступов, при этом выполненные по числу мест креплений профили криволинейно изогнутых выступов выполнены по спирали Архимеда, лопатки турбины изготовлены прямоугольной формы

тонкостенными из материала со стабильными упругими характеристиками например, из пружинно-рессорной стали 65Г, выход микропроцессорного устройства управления через преобразовательное устройство связан со входами привода подналадочного вращения приводной

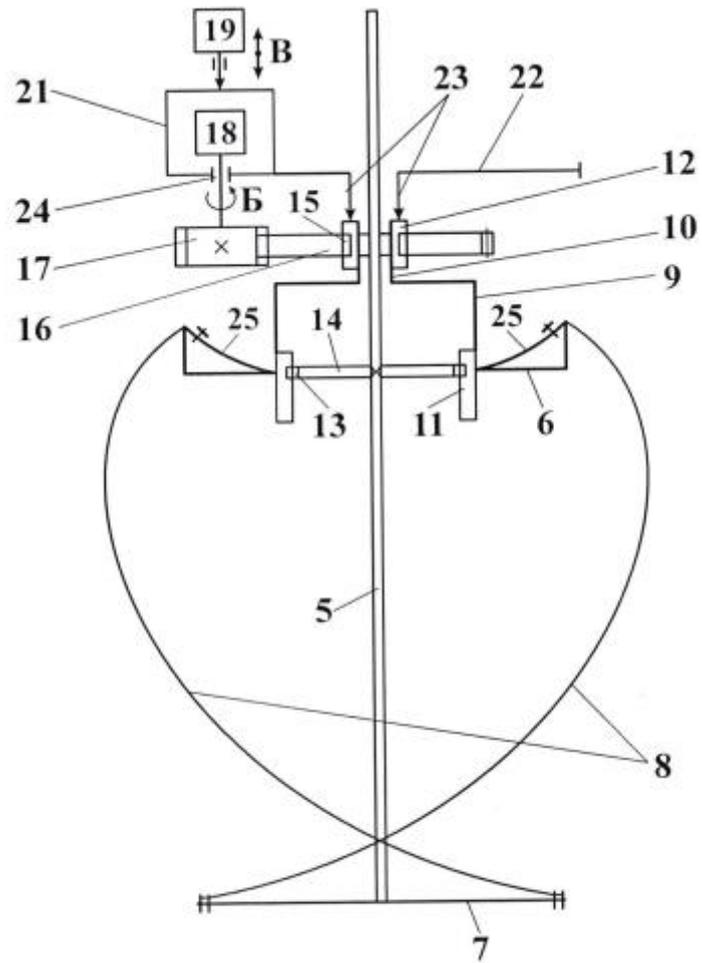
шестерни и привода подналадочного вертикального перемещения двуступенчатой цилиндрической втулки, а в состав обоих приводов входят высокомоментные низкооборотные управляемые двигатели постоянного тока.



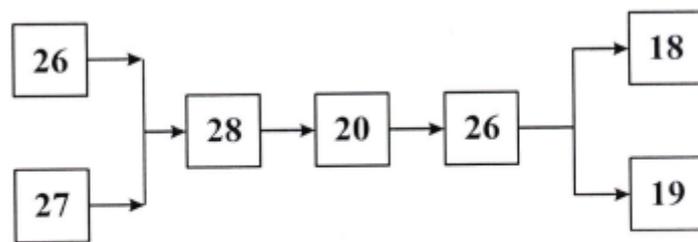
Вид А



Фиг.1



Фиг.2



Фиг.3