

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **034265**(13) **B1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2020.01.23

(21) Номер заявки
201700564

(22) Дата подачи заявки
2017.08.23

(51) Int. Cl. **F16H 1/46 (2006.01)**
F16H 57/023 (2012.01)
F16H 57/08 (2006.01)

(54) ЧЕТЫРЕХСТУПЕНЧАТЫЙ МУЛЬТИПЛИКАТОР ДЛЯ ВЕТРОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО АГРЕГАТА

(43) **2019.02.28**

(96) **2017/032 (AZ) 2017.08.23**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**ИНСТИТУТ РАДИАЦИОННЫХ
ПРОБЛЕМ НАЦИОНАЛЬНОЙ
АКАДЕМИИ НАУК
АЗЕРБАЙДЖАНА; САЛАМОВ
ОКТАЙ МУСТАФА ОГЛЫ;
САЛАМОВ АЛИСКЕНДЕР АКИФ
ОГЛЫ (AZ)**

(72) Изобретатель:
**Саламов Октай Мустафа оглы,
Саламов Алискендер Акиф оглы,
Рамазанов Назир Карим оглы (AZ)**

(56) **US-B1-8790213
RU-C1-2472993
RU-C2-2452883
EP-A1-2669546**

(57) Изобретение относится к области машиностроения и может быть применено в ветроэлектрических агрегатах большой мощности. Задачей изобретения является за счет улучшения конструкции и усовершенствования системы смазки повышение надежности работы и КПД мультипликатора, уменьшение потерь на трение, а также снижение металлоемкости, габаритных размеров и себестоимости. Поставленная задача решается тем, что корпус мультипликатора для ветроэлектрического агрегата состоит из четырех секций, причем третья секция с верхней, а четвертая с задней стороны снабжены окнами для осмотра, выполненными в виде маленьких крышек. Первая и четвертая секции корпуса выполнены соответственно в виде крышек круглой и прямоугольной формы. Вал солнечной шестерни посредством двух подшипников, концентрически расположенных один внутри другого, с определенным промежуточным расстоянием прикреплен к левой стенке третьей секции корпуса. Внутренний подшипник непосредственно посажен на валу солнечной шестерни, а в промежуточное пространство, между внутренним и наружным подшипником, вставлен цилиндрический выступ, выполненный на правой части водила, который одновременно находится в контакте как с наружной поверхностью внутреннего, так и внутренней поверхностью наружного подшипника. Верхняя часть места упора стенки водила наружному кольцу внутреннего подшипника выполнена с уклоном в направлении слева направо, а верхняя часть места упора стенки третьей секции корпуса мультипликатора к наружному кольцу наружного подшипника - с уклоном в направлении справа налево, в виде конических поверхностей. Ведомое зубчатое колесо второй ступени с ведущим зубчатым колесом третьей ступени и ведомое зубчатое колесо третьей ступени с ведущим зубчатым колесом четвертой ступени выполнены как единое целое, т.е. в виде первого и второго блоков зубчатых колес. В центральной части вала солнечной шестерни по всей длине выполнен цилиндрический проходной канал и в этом канале установлена металлическая труба с промежуточным расстоянием по всей окружности 5-40 мм. Зубчатые колеса второй, третьей и четвертой ступеней установлены на двух валах, один из которых расположен в центральной, а другой - в боковой части третьей секции корпуса мультипликатора. Вал, расположенный в центральной части, посредством шлицевого соединения связан с солнечной шестерней и ведущим зубчатым колесом второй ступени, на этих частях его выполнены зубья, и этот вал играет роль вала для солнечной шестерни, а вал, расположенный на боковой стороне - роль выходного вала. Мультипликатор снабжен системой для принудительной смазки, состоящей из механического масляного насоса, маслоохладяющего устройства, маслопередающих труб и маслораспределительных каналов. Для приведения вала механического масляного насоса во вращательное движение мультипликатор снабжен дополнительной одноступенчатой цилиндрической зубчатой передачей. Вал солнечной шестерни, выходной вал мультипликатора и выходной вал дополнительной одноступенчатой цилиндрической зубчатой передачи выполнены в ступенчатой форме, с переменными диаметрами. Маслоохладяющее устройство системы принудительной смазки состоит из вентилятора, теплообменника, выполненного в виде змеевика и радиатора, и установлено на выходной линии механического масляного насоса. Входная линия механического масляного насоса посредством

034265 B1

034265

B1

маслопередающих труб связана с нижней частью корпуса мультипликатора, играющей роль корыта для масла. Другая часть маслопередающих труб подключена на выход. Механический масляный насос имеет четыре основных и одну дополнительную, с меньшим диаметром, маслораспределительные трубки, снабженные маслораспылительным соплом. Дополнительная маслораспределительная трубка с нижней стороны разделена на две части. В предложенном четырехступенчатом мультипликаторе для ветроэлектрического агрегата за счет улучшения конструкции количество используемых деталей намного уменьшается, что приводит к уменьшению металлоемкости и габаритных размеров, повышению КПД и надежности работы, а также существенному снижению его себестоимости. Уменьшение габаритных размеров и веса мультипликатора приводит также к значительному облегчению транспортировки и снижению расходов на транспортировку. Использование в предложенном мультипликаторе более совершенной системы принудительной смазки приводит к значительному повышению срока службы его рабочих частей и позволяет потери на трение свести до минимума.

Изобретение относится к области машиностроения и может быть применено в ветроэлектрических агрегатах большой мощности, в качестве мультипликатора, а также в некоторых машинах и механизмах, в том числе грузоподъемных устройствах с выходными валами, работающими под большой нагрузкой при малых скоростях в качестве редуктора.

Известен четырехступенчатый планетарный редуктор, состоящий из электрического двигателя, а также быстроходного, промежуточного и тихоходного ступеней цилиндрических зубчатых колес. Каждая ступень состоит из соответствующих спаренных зубчатых колес, вала и подшипников. Быстроходный входной вал (второй вал в ряду) изготовлен с зубчатым колесом как единое целое, а тихоходный выходной - как отдельный вал. Кроме того, зубчатые колеса первой ступени установлены на середине быстроходного входного вала. Для подкрепления ведущих зубчатых колес второй ступени на левой и правой сторонах вала выполнены ячейки для шпонки. Быстроходный вал второй ступени (третий вал в ряду) с левой и правой сторон, изготовлены с соответствующими зубчатыми колесами как единое целое. Для прикрепления ведущего зубчатого колеса третьей ступени на вал, на средней части этого вала выполнена ячейка для шпонки. На средней части быстроходного вала третьей ступени (четвертый вал в ряду) зубчатое колесо выполнено как единое целое с ним. С другой стороны, для прикрепления ведущего зубчатого колеса, с муфтой сцепления, с левой и правой стороны на этом валу выполнены ячейки для шпонки которые на рисунке не показаны. Быстроходный входной вал четвертой ступени (в ряду пятый вал) также выполнен с зубчатым колесом, как единое целое. Для обеспечения двух проточности, на правой стороне редуктора, симметрично на одной и той же горизонтальной оси выполнен второй такой вал. Каждый вал, в отдельности, установлен на подшипники. Для ограничения возможности скольжения подшипников и зубчатых колес, прикрепленных посредством шпонок вдоль валов, используются подшипниковые крышки, а также боковые крепежные крышки. Все детали редуктора установлены внутри корпуса с крышкой. В этом редукторе вал электрического генератора посредством муфты связан с быстроходным валом и составляет четвертую ступень редуктора. Зубчатое колесо, выполненное на быстроходном валу, находится в сцеплении с ведущим зубчатым колесом с муфтой сцепления, установленным на быстроходном валу третьей ступени. Зубчатое колесо, выполненное на средней части быстроходного вала третьей ступени находится в сцеплении с зубчатым колесом, выполненным на средней части быстроходного вала и связанным с ним посредством шпонки. Зубчатые колеса, выполненные как единое целое на левой и правой сторонах быстроходного вала второй ступени, находятся в сцеплении с, выполненными на левой и правой сторонах быстроходного вала первой ступени и связанными с ним посредством шпонок, зубчатыми колесами. А зубчатое колесо, выполненное на средней части этого вала, находится в сцеплении с зубчатым колесом, связанным с средней частью тихоходного выходного вала четырехступенчатого редуктора, посредством шпонки [1].

В этом редукторе все четыре ступени выполнены по классическому принципу, в виде зубчатой передачи, что является одним из его недостатков. Как известно из литературы, при этом требуется использовать намного большее количество деталей. Так, для выполнения всех четырех ступеней необходимо использовать пять валов и если учитывать, что для каждого вала требуется по два подшипника, то общее количество подшипников составляет 10 штук. Если редуктор является двухпроточной, как в рассматриваемом случае, то количество необходимых подшипников удваивается. Таким образом, наличие большого количества деталей приводит к увеличению металлоемкости редуктора, что отрицательно влияет на его себестоимость и намного затрудняет процесс изготовления. С другой стороны, несмотря на то, что в таких редукторах, выполненных по классическому принципу, можно получить большое передаточное число, однако их габаритные размеры намного растут, что приводит к усложнению установке их во многих машинах и механизмах в оптимальной форме. Кроме того, наличие большого количества деталей приводит к большому нагреву вращающихся и находящихся, между собой в сцеплении деталей, что, в свою очередь приводит к снижению общего КПД редуктора.

Наиболее близким к предлагаемому изобретению техническим решением является мультипликатор и генератор ветроагрегата, у которого первая ступень выполнена планетарной передачей, а другие две ступени - в виде классическим образом последовательно соединенных между собой цилиндрической зубчатой передачи, у которой планетарная передача состоит из входного вала и выполненного как единое целое с ним водила, сателлита и подшипника скольжения, установленного на его оси, центрального кольца, солнечной шестерни, выходного вала планетарной передачи и подшипников. При этом выходной вал планетарной передачи одновременно является и валом солнечной шестерни. Ось сателлита посажена на ячейки водила и на себе придерживает подшипник скольжения и сателлит. Сателлит с центральным кольцом имеет внутреннее, а с солнечной шестерней - наружное зацепление зубьев, а водило расположено на подшипнике. Вторая ступень состоит из ведущего кольца с зацеплением зубьев с ведомым кольцом, жестко прикрепленным на тихоходный вал цилиндрической зубчатой передачи и выполненным как единое целое с промежуточным валом, причем вал солнечной шестерни первой ступени посредством зубчатой муфты имеет жесткую связь с тихоходным валом цилиндрической зубчатой передачи второй ступени. Третья ступень состоит из промежуточного вала, прикрепленного на него ведущего кольца третьей ступени и ведомого кольца третьей ступени, с зацеплением зубьев с этим кольцом, и выполненным как единое целое с выходным валом. Валы цилиндрической зубчатой передачи этой ступени установле-

ны на соответствующие подшипниковые пары. Все детали мультипликатора установлены внутри общего корпуса [2].

Основным недостатком этого мультипликатора является использование у цилиндрической зубчатой передачи второй и третьей ступеней, трех валов и большого количества подшипников, поскольку это приводит к усложнению его конструкции и увеличению металлоемкости. А это, в свою очередь, оказывает отрицательное влияние на его себестоимость, надежность работы и экономические показатели. Наличие большого количества подшипников приводит также к уменьшению КПД мультипликатора. Для каждого вала необходимо выполнение на корпусе дополнительного подшипникового гнезда, обеспечение их подшипниковыми крышками, а также уплотнительными и соединительными элементами. Другим недостатком этого мультипликатора является установление сателлита на подшипник скольжения, так как за счет возникновения дополнительного трения между этим подшипником и осью сателлита это приводит к нагреву каждого из них и для уменьшения этого трения необходимо применение специального способа принудительной смазки подшипника. Однако, как видно из приведенной схемы, в прототипном мультипликаторе смазочный процесс осуществляется свободным методом, т.е. путем свободного течения масла, проходя через каналы, выполненные внутри осей водила и сателлитов, что не может обеспечить устойчивой смазки подшипника скольжения, работающего под большим грузом и с низкой скоростью вращения. В результате, между подшипником скольжения и валом создается режим полужидкостного трения, что в свою очередь приводит к интенсивному съеданию и нагреву трущихся поверхностей. Для исключения таких недостатков и обеспечения жидкостного режима трения у подшипников скольжения, возникает необходимость использования способа принудительной смазки с применением масляных насосов высокого давления, что в этом устройстве не учтено. Кроме того, в прототипном устройстве не приведены механизмы смазки ведущих и ведомых зубчатых колес цилиндрической зубчатой передачи, а также валов и подшипников, на которые они посажены, а это намного усложняет изготовление реально работающего мультипликатора на основе приведенной схемы. Другим недостатком этого мультипликатора является отсутствие в нем специального канала для прохождения электрических кабелей, необходимых для питания системы автоматического управления электрическим током, служащей для автоматического изменения углов атаки лопастей ветроколеса, в соответствии с изменением скорости ветра. С другой стороны, возможности применения мультипликаторов с количеством ступеней меньше четырех, в том числе трехступенчатых, в ветроэлектрических агрегатах большой мощности ограничено, что также является недостатком таких мультипликаторов. Это обусловлено тем, что общее передаточное число мультипликаторов, применяемых у мощных ветроэлектрических агрегатов, меняются в пределах $I_{\text{общ}} = 90-420$, и чем меньше будет количество их ступеней, тем больше должно быть передаточное число каждой его ступени, для возможности обеспечения общего передаточного числа, что, как правило, обеспечивается за счет увеличения отношения диаметров ведущего и ведомого зубчатых колес. В таком случае, естественно габаритные размеры и общая металлоемкость мультипликатора тоже растут. Кроме того, при меньшем количестве ступеней и большом суммарном передаточном числе отдельные ступени вынужденно работают под большой нагрузкой, что приводит как к увеличению потери на трение между зубчатыми колесами, находящимися в зацеплении, так и уменьшению КПД мультипликатора и его срока службы - в целом.

Задачей изобретения является за счет улучшения конструкции и усовершенствования системы смазки повышение надежности работы и КПД мультипликатора, уменьшение потерь на трение, а также снижение металлоемкости, габаритных размеров и себестоимости.

Для положительного решения этой задачи в четырехступенчатом мультипликаторе для ветроэлектрического агрегата, состоящего из корпуса, установленной внутри него первой ступени с планетарной передачей, содержащей выполненное как единое целое с входным валом и посаженное на подшипник водило, с осями, расположенными на одинаковых угловых расстояниях друг от друга и снабженными маслораспределительными каналами, сателлиты, посаженные на эти оси посредством подшипника и центрального колеса с внутренним зацеплением зубьев с ними, солнечную шестерню с наружным зацеплением зубьев с сателлитами и его вала, а другие ступени с цилиндрической зубчатой передачей содержат ведущие и ведомые колеса и их валы, подшипники, на которые посажены эти валы и соответствующие подшипниковые крышки, по изобретению корпус состоит из четырех секций, которые прикреплены друг к другу посредством уплотнительных прокладок и болтов, при этом третья секция с верхней, а четвертая с задней стороны снабжены окнами для осмотра, выполненными в виде маленьких крышек, сателлиты первой ступени с планетарной передачей установлены на подшипниковые пары, а оси водила выполнены в виде цилиндра и посажены к этим подшипниковым парам, причем левые торцовые части осей водила посажены на ячейки, выполненные в левой стенке его корпуса, а правые торцовые части - в отверстия, выполненные в правой стенке того же корпуса и посредством кольцевых ограничителей смещения устраняющие возможность их горизонтального перемещения, и болты прикреплены к ним, кроме того, левые подшипники подшипниковых пар, на которые посажены оси водила, с левой, а правый - с правой стороны снабжены кольцевыми ограничителями смещения, зубчатые колеса второй, третьей и четвертой ступеней установлены на двух валах, один из которых расположен в центральной, а другой - в боковой частях третьей секции корпуса мультипликатора и вал, расположенный в центральной части

посредством шлицевого соединения, связан с солнечной шестерней и ведущим зубчатым колесом второй ступени, на этих частях его выполнены зубья, и этот вал играет роль вала для солнечной шестерни, а вал, расположенный на боковой стороне, - роль выходного вала, причем ведомое колесо четвертой ступени к выходному валу прикреплено шпонкой, мультипликатор снабжен также системой для принудительной смазки, состоящей из механического масляного насоса, маслоохлаждающего устройства, маслоснабжающих трубок и маслораспределительных каналов, кроме того, для приведения насоса для перекачки масла во вращательное движение мультипликатор снабжен также дополнительной одноступенчатой цилиндрической зубчатой передачей, которая расположена внутри ячейки, выполненной в нижней правой стороне четвертой секции корпуса и снабженной двумя-одной большой и одной маленькой подшипниковыми крышками, причем внутренняя часть большой подшипниковой крышки выполнена в виде усеченного конуса и края этой части посажены на герметизированный с обеих сторон маленький подшипник, который с левой стороны снабжен кольцевым пружинным ограничителем смещения, ведущее зубчатое колесо дополнительной одноступенчатой цилиндрической зубчатой передачи непосредственно посажено на правой торцевой части вала солнечной шестерни и прикреплено к ним, а ведомое колесо её, находящееся в сцеплении с этим зубчатым колесом, посажено и посредством шпонки прикреплено на вал, с одним концом, выведенным наружу, для связи с механическим масляным насосом и с торцовыми частями посаженным на левый и правый подшипники, установленные, соответственно в ячейках, выполненных на левой стенке большой и во внутренней части маленькой подшипниковых крышек, причем на части вала между ведомым зубчатым колесом и левым подшипником выполнена ограничительная часть в виде кольцевого выступа, а в промежуточной части между ведомым зубчатым колесом и правым подшипником он снабжен кольцевым ограничителем смещения. Первая и четвертая секции корпуса выполнены соответственно в виде крышек круглой и прямоугольной формы. В центральной части вала солнечной шестерни, по всей длине, выполнен цилиндрический проходной канал и в этот канал установлена металлическая труба, с промежуточным расстоянием по всей окружности на 5-10 мм, левая торцовая часть которой выполнена в виде фланца и посредством болтов жестко прикреплена к водилу, а правая торцовая часть её одновременно посажена как на установленный в ячейке, выполненной внутри правой торцевой части вала солнечной шестерни, с левой стороны герметизированный, а с правой стороны снабженный кольцевым ограничителем смещения большой подшипник, а также на прикрепленный к левой крайней части в виде усеченного конуса большой подшипниковой крышки маленький подшипник. В средней части большой подшипниковой крышки ячейки, с размещением внутри зубчатых колес дополнительной одноступенчатой цилиндрической зубчатой передачи выполнено отверстие, в которое посажена втулка с правой стороной, выполненной в виде фланца, с внутренним диаметром, равным внутреннему диаметру металлической трубы и посредством болтов жестко прикрепленной на стенку крышки, а между левым краем втулки и правой торцевой части металлической трубы имеется промежуточное расстояние менее 1 мм. На левой стороне солнечной шестерни установлен кольцевой ограничитель смещения, посредством болтов по всей окружности прикрепленным к поверхности левого конца вала солнечной шестерни, а на внутренней стенке вала солнечной шестерни, со стороны левой торцевой части выполнено круговое углубление, где установлено эластичное кольцо. Вал солнечной шестерни к левой стенке третьей секции корпуса прикреплен посредством двух подшипников, концентрически расположенных один внутри другого, с определенным промежуточным расстоянием, причем внутренний подшипник непосредственно посажен на валу солнечной шестерни, а в промежуточное пространство, между внутренним и наружным подшипниками вставлена правая сторона водила в виде цилиндрического выступа, которая находится одновременно в контакте как с наружной поверхностью внутреннего, так и внутренней поверхностью наружного подшипников, кроме того, с правой стороны внутреннего подшипника, на валу солнечной шестерни и с правой стороны наружного подшипника на стенке третьей секции корпуса мультипликатора выполнены ограничительные части в виде круглого выступа, а на правой стороне водила в виде цилиндрического выступа - ступенчатая часть, правая торцовая часть вала солнечной шестерни посажена на подшипниковые пары, установленные на стенке четвертой секции корпуса и герметизированных левого подшипника, с левой, а правого - с правой стороны, причем левый и правый подшипники с боковых и промежуточной частей снабжены кольцевыми ограничителями смещения. Верхняя часть места упора стенки водила наружному кольцу внутреннего подшипника выполнена с уклоном в направлении слева направо, а верхняя часть места упора стенки третьей секции корпуса мультипликатора к наружному кольцу наружного подшипника - с уклоном в направлении справа налево, в виде конических поверхностей. Ведомое зубчатое колесо второй ступени с ведущим колесом третьей ступени и ведомое зубчатое колесо третьей ступени с ведущим зубчатым колесом четвертой ступени выполнены как единое целое, т.е. в виде первого и второго блоков зубчатых колес, причем первый блок зубчатых колес посредством обычных подшипниковых пар посажен на выходной вал, а второй блок зубчатых колес, посредством подшипниковой пары, с левым подшипником герметизированным с левой, а правым с правой стороны - на валу солнечной шестерни мультипликатора, кроме того, на тех частях этих блочных зубчатых колес, с которыми они посажены на подшипниковые пары, выполнены кольцевые ограничительные части, в виде кругового выступа, подшипниковая пара с подсаживанием первого блока зубчатых колес только с правой, а подшипниковая пара - с подсаживанием второго блока зубчатых колес - с обеих

сторон снабжены кольцевыми ограничителями смещения. Вал солнечной шестерни, выходной вал мультипликатора и выходной вал дополнительной одноступенчатой цилиндрической передачи выполнены в ступенчатой форме, с переменными диаметрами. Маслоохлаждающее устройство системы принудительной смазки состоит из вентилятора, теплообменника, выполненного в виде змеевика и радиатора, и установлено на выходной линии механического масляного насоса, входная линия масляного насоса посредством маслопередающей трубы связана с нижней частью корпуса, цилиндрической формы, играющей также роль корыта для масла, другая часть маслопередающей трубы, подключенной на выход масляного насоса, имеет четыре основных и одну дополнительную - с относительно меньшим диаметром маслораспределительные трубки, снабженные маслораспылительным соплом, причем дополнительная маслораспределительная трубка с нижней стороны разделена на две части, свободный конец первой основной маслораспределительной трубки, через стенки подшипниковой крышки, установленной в левой торцевой части выходного вала и прикрепленной к третьей секции корпуса мультипликатора, введен внутрь, а её маслораспылительное сопло установлено в начале масляного канала, выполненного в центре этого вала, свободные концы второй, третьей и четвертой основных маслораспределительных трубок через соответствующие части третьей секции корпуса введены внутрь, а маслораспылительные сопла их установлены в непосредственной близости места сцепления зубьев ведущего и ведомого зубчатых колес второй, третьей и четвертой ступеней мультипликатора с цилиндрической зубчатой передачей, соответственно свободный конец первой части дополнительной маслораспределительной трубки через стенки четвертой секции корпуса введен внутрь, а маслораспылительное сопло её установлено в непосредственной близости промежутка, между левым и правым подшипниками подшипниковой пары, посаживаемых к правой торцевой части вала солнечной шестерни и служащих для поддержания его на стенке четвертой секции корпуса, свободный конец второй части этой трубки введен через отверстие, выполненное на верхней стенке большой подшипниковой крышки ячейки с размещенной внутри дополнительной одноступенчатой цилиндрической передачей, а маслораспылительное сопло её установлено вблизи места сцепления зубьев ведущего и ведомого зубчатых колес этой ступени, кроме того, на стенках вала солнечной шестерни и выходного вала выполнены масляные каналы, с левой стороны, на стенке вала солнечной шестерни маслосливной канал, на нижней и верхней частях левой стенки третьей секции корпуса отверстия, в нижней части корпуса, играющего роль корыта для масла, выходная линия с вентилем для слива масла, а нижняя часть ячейки с размещенной внутри дополнительной одноступенчатой цилиндрической передачей, посредством маслосливной трубки, связана с котлованом для масла.

Предложенное изобретение от наиболее близкого к ним технического решения отличается по некоторым признакам, благодаря которым находит свое положительное решение задача изобретения. Эти отличительные признаки заключаются в следующем. В предложенном изобретении корпус состоит из четырех секций, которые прикреплены друг к другу посредством уплотнительных прокладок и болтов, при этом третья секция с верхней, а четвертая с задней стороны снабжены окнами для осмотра, выполненными в виде маленьких крышек. Изготовление корпуса мультипликатора в виде четырех секций, прикрепленных друг к другу посредством болтов, необходимо для облегчения процессов его разборки и сборки. Снабжение третьей секции с верхней, а четвертой - с задней стороны окнами для осмотра, выполненными в виде маленьких крышек, необходимо для контроля состояния ступеней мультипликатора в рабочем режиме, их защиты от пыли и других видов загрязнений, а также, при необходимости, для проведения ремонтно-наладочных работ. Кроме того, в предложенном мультипликаторе сателлиты первой ступени с планетарной передачей установлены на подшипниковые пары, а оси водила выполнены в виде цилиндра и посажены к этим подшипниковым парам. Эти отличительные признаки служат для снижения тепловых потерь, связанных с трением, улучшения конструкции, а также повышения срока службы подшипников и КПД мультипликатора. В предложенном мультипликаторе левые торцевые части осей водила посажены на ячейки, выполненные в левой стенке его корпуса, а правые торцевые части в отверстия, выполненные в правой стенке того же корпуса и посредством кольцевых ограничителей смещения, устраняющие возможность их горизонтального перемещения, и болты прикреплены к ним, кроме того, левые подшипники подшипниковых пар, на которые посажены оси водила, с левой, а правый с правой стороны снабжены кольцевыми ограничителями смещения. Эти признаки служат для надежного прикрепления осей водила на его корпусе, обеспечения легкого вращения их и исключения возможности смещения в горизонтальном направлении по обе стороны как осей водила, так и подшипниковых пар, на которых они посажены. Другим отличительным признаком предлагаемого мультипликатора от прототипа является установление зубчатых колес второй, третьей и четвертой ступеней на двух валах, один из которых расположен в центральной, а другой в боковой частях третьей секции корпуса мультипликатора. Благодаря этому отличительному признаку, во-первых, конструкция мультипликатора упрощается, поскольку количество используемых деталей сокращается на один вал и на одну подшипниковую пару, что приводит к уменьшению его металлоемкости, габаритных размеров и себестоимости, во-вторых, за счет снижения дополнительных потерь на трение общий КПД мультипликатора растет. Кроме того, вал, расположенный в центральной части, посредством шлицевого соединения связан с солнечной шестерней и ведущим зубчатым колесом второй ступени, на этих частях его выполнены зубья, и этот вал играет роль вала для солнечной шестерни, а вал, расположенный на боковой стороне - роль выходного вала, причем

ведомое колесо четвертой ступени к выходному валу прикреплено шпонкой. Именно за счет этих отличительных признаков каждый из этих валов могут иметь более жесткую и надежную связи, с указанными зубчатыми колесами и по этой же причине вал солнечной шестерни (вал, расположенный в центральной части) сможет играть роль ведущего, а вал, расположенный в боковой части, роль ведомого валов для ступеней мультипликатора с цилиндрической зубчатой передачей. С этой точки зрения, вал солнечной шестерни выполняет две функции. Так, для первой ступени с планетарной передачей он выполняет функцию ведомого вала, а для второй ступени, с цилиндрической зубчатой передачей - функцию ведущего вала. За счет шлицевого соединения вала, расположенного в центральной части с солнечной шестерней, вращательное движение, получаемое солнечной шестерней от оси ветроколеса, проходя через сателлиты и центральное зубчатое колесо, а также водила и входного вала, к соответствующим зубчатым колесам, ступеней с цилиндрической зубчатой передачей, сможет передаваться непосредственно, т.е. без потери. Аналогичным образом, за счет жесткого связывания вала солнечной шестерни посредством шлицевого соединения с ведущим колесом второй ступени и выполнения на этой части вала зубца, становится возможной непосредственная передача первичного вращательного движения с вала солнечной шестерни к ведущему зубчатому колесу второй ступени с цилиндрической зубчатой передачей, а это приводит как к упрощению конструкции, так и повышению надежности передачи. Мультипликатор снабжен также системой для принудительной смазки, состоящей из механического масляного насоса, маслоохладяющего устройства, маслопередающих трубок и маслораспределительных каналов, что служит надежному смазыванию всех деталей конструкции, находящихся во вращательном движении и, в конечном итоге, повышению их срока службы путем снижения потерь на трение до минимума. Благодаря использованию в этой системе механического масляного насоса достигается возможность действия этого насоса от самого мультипликатора, что дает возможность автоматической регулировки количества подаваемого масла, в зависимости от изменения вращения оси ветроколеса и вала солнечной шестерни, что в свою очередь обеспечивает надежную смазку всех частей, находящихся во вращательном движении. Кроме того, за счет использования механического масляного насоса необходимость использования дополнительного источника тока исключается. Благодаря использованию маслоохладяющего устройства, обеспечивается подача масла, выкачиваемого из нижней части корпуса мультипликатора, играющего роль котлована для масла в горячем виде, на его подвижные части, после охлаждения, что считается самым необходимым условием для обеспечения надежной смазки машин и механизмов. Для приведения механического масляного насоса во вращательное движение мультипликатор снабжен дополнительной одноступенчатой цилиндрической зубчатой передачей, которая расположена внутри ячейки, выполненной в нижней правой стороне четвертой секции корпуса снабженной двумя-одной большой и одной маленькой подшипниковыми крышками. За счет этих признаков становится возможно обеспечение приведения в действие механического масляного насоса от этой одноступенчатой цилиндрической зубчатой передачи мультипликатора. А установление дополнительной одноступенчатой цилиндрической зубчатой передачи на ячейке с двумя подшипниковыми крышками, служит для оптимального размещения всех конструктивных деталей, относящихся к этой передаче, а также защиты их от посторонних механических воздействий и загрязнений. В предложенном мультипликаторе внутренняя часть большой подшипниковой крышки выполнена в виде усеченного конуса и края этой части посажены на герметизированный с обеих сторон маленький подшипник, который с левой стороны снабжен кольцевым пружинным ограничителем смещения, ведущее зубчатое колесо дополнительной одноступенчатой цилиндрической зубчатой передачи непосредственно посажено на правой торцевой части вала солнечной шестерни и прикреплено к ним, а ведомое колесо её, находящееся в сцеплении с этим зубчатым колесом, посажено и посредством шпонки прикреплено на вал, с одним концом, выведенным наружу, для связи с механическим масляным насосом и с торцовыми частями, посаженным на левый и правый подшипники, установленные, соответственно в ячейках, выполненных на левой стенке большой и во внутренней части маленькой подшипниковых крышек, причем на части вала, между ведомым зубчатым колесом и левым подшипником выполнена ограничительная часть в виде кольцевого выступа, а в промежуточной части между ведомым зубчатым колесом и правым подшипником он снабжен кольцевым ограничителем смещения. Выполнение внутренней части большой подшипниковой крышки в виде усеченного конуса необходимо для исключения возможности свободного стока масла через отверстие, выполненное в центре ведущего зубчатого колеса этой ступени и накопления его в пространстве, имеющемся на левой стороне маленького подшипника, герметизированного с обеих сторон. При этом использование герметизированного с обеих сторон подшипника служит для исключения возможности утечки смазочного масла в сторону, заполненного в него при изготовлении, а также для защиты масла от высыхания при критических давлениях и температурных режимах и, в конечном итоге, повышению срока службы подшипника. Этот маленький подшипник служит также для надежного связывания неподвижной внутренней части большой подшипниковой крышки с конической конфигурацией с металлической трубой, находящейся во вращательном движении, а также облегчения вращения металлической трубы. Снабжение с левой стороны маленького подшипника кольцевым пружинным ограничителем смещения необходимо для предотвращения возможности его перемещения в моменты вращательного движения. За счет использования пружинного ограничителя смещения облегчается процессы разборки и сборки маленького подшипника. Благодаря непо-

средственной посадке ведущего зубчатого колеса дополнительной одноступенчатой цилиндрической зубчатой передачи на правой торцевой части вала солнечной шестерни и крепления к ним становится возможным приведение в действие ведущего зубчатого колеса этой передачи непосредственно от вала солнечной шестерни, что устраняет потери на трение и упрощает конструкцию. Отличительный признак, связанный с посадкой ведомого зубчатого колеса этой ступени с зубчатой передачей, находящегося в сцеплении с ведущим зубчатым колесом на валу, с одним концом, выведенным наружу для связи с механическим масляным насосом и посредством шпонки, прикрепленным к нему, необходим для связывания этого вала с механическим масляным насосом посредством муфты и обеспечения его работы. За счет посадки вала с торцовыми частями на левый и правый подшипники, установленные в ячейках, выполненных на левой стенке большой подшипниковой крышки и во внутренней части маленькой подшипниковой крышки, соответственно достигается крепкое крепление вала как к левой стенке большой, так и к внутренней части маленькой подшипниковых крышек, а также легкое вращение его, без дополнительных потерь на трение. Кроме того, за счет выполнения на той части вала, между ведомым зубчатым колесом и левым подшипником, ограничительной части в виде кольцевого выступа, а с промежуточной части, между ведомым зубчатым колесом и правым подшипником, снабжения его кольцевым ограничителем смещения исключаются возможности перемещения как ведомого зубчатого колеса, так и левого и правого подшипников в горизонтальном направлении. В предложенном мультипликаторе выполнение первой и четвертой секции корпуса соответственно в виде крышек круглой и прямоугольной формы связано именно с тем, что вторая секция корпуса с размещением внутри первой ступени с планетарной передачей имеет цилиндрическую, а третья секция с размещением внутри второй, третьей и четвертой ступеней с цилиндрической зубчатой передачей - прямоугольную конфигурацию. Кроме того, в предложенном мультипликаторе в центральной части вала солнечной шестерни по всей длине выполнен цилиндрический проходной канал и в этот канал установлена металлическая труба с промежуточным расстоянием по всей окружности на 5-10 мм. Этот отличительный признак необходим для обеспечения надежного и беспрепятственного пропускания кабеля служащего для питания электрическим током механизма для автоматического изменения углов атаки лопастей ветроколеса, электромеханическим путем, в зависимости от изменения скорости ветра, через металлическую трубу, расположенную в этом проходном канале. Сохранение промежуточного расстояния на 5-10 мм по всей окружности между металлической трубой и проходным каналом, необходимо для обеспечения возможности легкого, надежного и свободного вращения двух подвижных частей, вращающихся с различными скоростями, т.е. металлической трубы, прикрепленной к входному валу и валу солнечной шестерни (соотношение скорости вращения их равно на передаточное число первой ступени мультипликатора с планетарной передачей) и получению возможности смазки соответствующих подшипников, проходом масла через этот промежуток, и свободному стеканию излишка масла в нижнюю часть корпуса, играющего роль котлована для масла. Другими отличительными признаками предложенного мультипликатора является то, что левая торцевая часть металлической трубы выполнена в виде фланца и посредством болтов жестко прикреплена к водилу, а правая торцевая часть её одновременно посажена как на, установленный в ячейке, выполненной внутри правой торцевой части вала солнечной шестерни, с левой стороны герметизированный, а с правой стороны снабженный кольцевым ограничителем смещения большой подшипник, а также на прикрепленный к левой крайней части, в виде усеченного конуса, большой подшипниковой крышки, маленький подшипник. Эти отличительные признаки необходимы для обеспечения надежного крепления металлической трубы к водилу и легкое вращение её, с наименьшими потерями на трение, а также предотвращение возможности смещения большого подшипника в правую, а маленького - в левую стороны, на которые посажена её правая торцевая часть. В предложенном мультипликаторе в средней части большой подшипниковой крышки ячейке, с размещением внутри зубчатых колес дополнительной одноступенчатой цилиндрической зубчатой передачи, выполнено отверстие, в которое посажена втулка с правой стороны, выполненная в виде фланца, с внутренним диаметром, равным внутреннему диаметру металлической трубы и посредством болтов жестко прикрепленной на стенку крышки, а между левым краем втулки и правой торцевой части металлической трубы имеется промежуточное расстояние менее 1 мм. Использование этой втулки служит облегчению подвода кабеля, для питания электрическим током механизма для автоматического изменения угла атаки лопастей ветроколеса, в соответствии с реальным изменением скорости ветра, электромеханическим путем, внутри металлической трубы. Выполнение правой части втулки, в виде фланца, необходимо для надежного крепления ее на стенке большой подшипниковой крышки и именно, благодаря этому признаку становится возможным крепление ее по окружности отверстия, выполненного на большой подшипниковой крышке. Выбор равных диаметров втулки и металлической трубы служит для защиты поверхности кабеля из возможных притираний. Сохранение промежуточного расстояния менее 1 мм, между левым краем втулки и правой торцевой части металлической трубы, служит для предотвращения возможности трения конечных частей неподвижной втулки и вращающейся металлической трубы, а также проникновения пыли, грязи, влажности и т.д., во внутреннюю часть большой подшипниковой крышки, в виде усеченного конуса. Кроме того, в предложенном мультипликаторе за счет установления, в левой стороне солнечной шестерни, кольцевого ограничителя смещения, посредством болтов по всей окружности прикрепленного к поверхности левого конца вала солнечной шестерни

устраняется возможности смещения этого зубчатого колеса, при нахождении во вращательном движении. Благодаря выполнению, с левой торцевой части, на внутренней стенке вала солнечной шестерни, кругового углубления и, установлению на этом месте эластичного кольца, устраняется возможность стока масла свободным стоком, в котлован для масла, проходя через левую часть пространства, имеющегося вокруг металлической трубы. В мультипликаторе вал солнечной шестерни к левой стенке третьей секции корпуса прикреплен посредством двух подшипников, концентрически расположенных один внутри другого, с определенным промежуточным расстоянием, причем внутренний подшипник непосредственно посажен на валу солнечной шестерни, а в промежуточное пространство, между внутренним и наружным подшипниками, вставлена правая сторона водила в виде цилиндрического выступа, которая находится одновременно в контакте как с наружной поверхностью внутреннего, так и внутренней поверхностью наружного подшипников, кроме того, с правой стороны внутреннего подшипника на валу солнечной шестерни и с правой стороны наружного подшипника на стенке третьей секции корпуса мультипликатора выполнены ограничительные части в виде круглого выступа, а на правой стороне водила в виде цилиндрического выступа - ступенчатая часть, правая торцевая часть вала солнечной шестерни посажена на подшипниковые пары, установленные на стенке четвертой секции корпуса и герметизированных левого подшипника, с левой, а правого - с правой стороны, причем левый и правый подшипники с боковых и промежуточной частей снабжены кольцевыми ограничителями смещения. Эти признаки, в первую очередь, необходимы для надежного крепления правой стороны водила в виде цилиндрического выступа, выполненного как единое целое с входным валом и посредством подшипника, прикрепленного к стенке первой секции корпуса мультипликатора, одновременно играющей роль крышки с цилиндрической конфигурацией и вала солнечной шестерни, через посредство внутреннего подшипника, связанного с этой стороной водила, к стенке третьей секции корпуса мультипликатора. Кроме того, за счет подсаживания внутреннего подшипника на валу солнечной шестерни, а правой стороны водила в виде цилиндрического выступа на промежуточное пространство между этих подшипников, с условием одновременного контакта как с наружной поверхностью внутреннего, так и с внутренней поверхностью наружного подшипников, достигается легкое, с минимальной потерей на трение, вращение водила и вала солнечной шестерни, находящихся во вращательных движениях с различными скоростями вращения относительно друг друга. За счет выполнения с правой стороны внутреннего подшипника на валу солнечной шестерни и с правой стороны наружного подшипника на стенке третьей секции корпуса мультипликатора ограничительных частей в виде круглого выступа, а на правой стороне водила в виде цилиндрического выступа ступенчатой части исключаются возможности смещения внутреннего и наружного подшипников соответственно в правую и левую стороны. Благодаря посадке правой торцевой части вала солнечной шестерни на подшипниковые пары, установленные на стенке четвертой секции корпуса, обеспечивается надежное крепление этого вала на корпус, а также легкое вращение его с минимальными потерями на трение. За счет герметизации левого подшипника с левой, а правого - с правой сторон, исключается возможность стока излишка масла в котлован для масла, проходя через эти подшипники, в моменты их смазки, масло, вынужденно проходя через масляный канал, выполненный на стенке вала солнечной шестерни, с промежуточной части, между этими подшипниками, обеспечивает смазку подшипниковой пары, с подсаживанием на поверхностей ведомого и ведущего зубчатых колес второго блока зубчатых колес, а также концентрически расположенных один внутри другого подшипников. За счет снабжения, левого и правого подшипников подшипниковой пары, на которых посажена правая торцевая часть вала солнечной шестерни, с боковых и промежуточных частей кольцевыми ограничителями смещения, исключается возможность как, взаимного смещения этих подшипников друг к другу, так и в левую и правую стороны в случае нахождения их во вращательном движении. Кроме того, в предложенном мультипликаторе верхняя часть места упора стенки водила к наружному кольцу внутреннего подшипника, выполнена с уклоном в направлении слева на право, а верхняя часть места упора стенки третьей секции корпуса мультипликатора к наружному кольцу наружного подшипника - с уклоном в направлении справа на лево, в виде конических поверхностей. Благодаря этим отличительным признакам, достигается надежное смазывание, свободно стекающим маслом, по масляному каналу, выполненному на левой части стенки вала солнечной шестерни, сперва, проходя через коническую поверхность с уклоном слева направо внутреннего подшипника, а затем, проходя через этот подшипник и конической поверхности, с уклоном справа налево - наружного подшипника. Кроме того, в этом мультипликаторе ведомое зубчатое колесо второй ступени с ведущим колесом третьей ступени и ведомое зубчатое колесо третьей ступени с ведущим зубчатым колесом четвертой ступени выполнены как единое целое, т.е. в виде блочных зубчатых колес, причем первый блок зубчатых колес посредством обычной подшипниковой пары посажены на выходной вал, а второй блок зубчатых колес, посредством подшипниковые пары, с левым подшипником, герметизированным с левой, а правым с правой стороны - на вал солнечной шестерни мультипликатора. Эти отличительные признаки необходимы для надежного связывания зубчатых колес этих блочных зубчатых колес, а также для снабжения их легкого вращения, минимальных потерей на трение. Благодаря этим признакам конструкция мультипликатора упрощается, габаритные размеры становятся компактными, а его металлоемкость и себестоимость снижаются. За счет посадки второго блока зубчатых колес на валу солнечной шестерни посредством использования подшипниковой пары, с левым подшипником, герметизированным

с левой и правым - герметизированным с правой стороны, устраняются возможности свободного стока масла в котлован для масла, проходя через эти подшипники, масло, вынужденно проходя через масляной канал, выполненный с правой стороны, на стенке вала солнечной шестерни поступает в промежуточное пространство между внутренней поверхностью проходного канала, выполненного внутри этого вала и металлической трубой. Далее масло, проходя через масляные каналы, выполненные в средней и левой сторонах стенки вала солнечной шестерни, обеспечивает надежное смазывание подшипниковых пар, с посаженным на поверхности зубчатые колеса первого блока зубчатых колес, а также концентрически расположенных один внутри другого подшипников. В предложенном мультипликаторе на тех частях первого и второго блочных зубчатых колес, которыми они посажены на подшипниковые пары, выполнены кольцевые ограничительные части, в виде кругового выступа, подшипниковая пара с подсаживанием первого блока зубчатых колес только с правой, а подшипниковая пара - с подсаживанием второго блока зубчатых колес с обеих сторон снабжены кольцевыми ограничителями смещения. Благодаря этим отличительным признакам устраняются возможности смещения этих блочных зубчатых колес, а также левого и правого подшипников обеих подшипниковых пар, на которые они посажены в левую и в правую стороны, а также встречно в направлении друг к другу. В предложенном мультипликаторе выполнение вала солнечной шестерни, выходного вала и вала дополнительной одноступенчатой цилиндрической передачи в ступенчатой форме с переменными диаметрами необходимо для облегчения его разборочно-сборочных процессов, а также исключения возможности смещения солнечной шестерни и внутреннего подшипника из концентрически расположенных один внутри другого двух подшипников - в правую, ведущего зубчатого колеса второй ступени с цилиндрической зубчатой передачей и левого подшипника подшипниковой пары, с подсаживанием правой торцевой части солнечного шестерня в левую, левого подшипника из подшипников с подсаживанием выходного вала в правую, а правого в левую и подшипника с подсаживанием правой торцевой части выходного вала дополнительной одноступенчатой цилиндрической зубчатой передачи - в левую стороны. Другие отличительные признаки предложенного мультипликатора заключаются в том, что маслоохлаждающее устройство системы принудительной смазки состоит из вентилятора, теплообменника, выполненного в виде змеевика и радиатора, которое установлено на выходной линии механического масляного насоса. Все эти отличительные признаки необходимы для хорошего охлаждения масла, поскольку вентилятор непосредственно охлаждает змеевик, по которому циркулирует масло. За счет выполнения трубы в виде змеевика и использования радиатора происходит конвективный теплообмен между маслом и окружающей средой, что обеспечивает достаточно хорошее охлаждение масла. Установление маслоохлаждающего устройства на выходе механического масляного насоса также служит распылению масла на нужные места после его охлаждения на выходе. Связывание входной линии масляного насоса посредством маслопередающей трубы с нижней частью корпуса цилиндрической формы, играющей также роль корыта для масла, служит для откачки масла именно с того места корпуса, расположенного на самой нижней части его по уровню и циркуляции. Другая часть маслопередающей трубы, подключенная на выход масляного насоса, имеет четыре основных и одну дополнительную, с относительно меньшим диаметром маслораспределительные трубки, снабженные маслораспылительным соплом, причем дополнительная маслораспределительная трубка с нижней стороны разделена на две части. Все эти отличительные признаки необходимы для обеспечения надежной смазки подвижных частей мультипликатора. В этом мультипликаторе за счет введения свободного конца первой основной маслораспределительной трубки через стенки подшипниковой крышки, установленной в левой торцевой части выходного вала и прикрепленной к третьей секции корпуса мультипликатора, внутрь, и установление её маслораспылительного сопла в начале масляного канала, выполненного в центре этого вала, достигается надежная смазка подшипниковых пар, на которых посажен первый блок зубчатых колес мультипликатора с цилиндрической зубчатой передачей. Таким же образом, за счет введения свободных концов второй, третьей и четвертой основных маслораспределительных трубок через соответствующие части третьей секции корпуса внутрь и установления их маслораспылительных сопел в непосредственной близости места сцепления зубьями ведущего и ведомого зубчатых колес второй, третьей и четвертой ступеней мультипликатора с цилиндрической зубчатой передачей соответственно достигается надежная принудительная смазка каждого из этих зубчатых колес. Кроме того, свободный конец первой части дополнительной маслораспределительной трубки через стенки четвертой секции корпуса введен внутрь, а маслораспылительное сопло её установлено в непосредственной близости промежутка, между левым и правым подшипниками подшипниковой пары посаженных на правую торцевую часть вала солнечной шестерни и служащих для поддержания его на стенке четвертой секции корпуса, свободный конец второй части этой трубки введен через отверстие, выполненного на верхней стенке большой подшипниковой крышки ячейки с размещенной внутри, дополнительной одноступенчатой цилиндрической передачи, а маслораспылительное сопло её установлено вблизи места сцепления зубьями ведущего и ведомого зубчатых колес этой ступени. За счет этих отличительных признаков обеспечивается надежная смазка подшипниковых пар, с левым подшипником, герметизированным с левой, а правым - с правой стороны, при помощи которых вал солнечной шестерни посажен к стенке четвертой секции корпуса, а также расположенного на ячейке, выполненного с правой торцевой части, внутри вала солнечной шестерни и с правой стороны герметизированного большого подшипника. Благодаря этим признакам обеспечивается также

надежная смазка ведущего и ведомого зубчатых колес дополнительной одноступенчатой цилиндрической зубчатой передачей. За счет выполнения, на стенках вала солнечной шестерни и выходного вала, масляных каналов, обеспечивается надежная смазка подшипников, на поверхности которых посажены ведущие и ведомые зубчатые колеса второй, третьей и четвертой ступеней мультипликатора с цилиндрической зубчатой передачей, а внутри вал солнечной шестерни и выходной вал. За счет выполнения с левой стороны, на стенке вала солнечной шестерни маслосливного канала, сперва проходя через коническую поверхность с уклоном слева на право, в затем - справа на лево, происходит смазка концентрически расположенных один внутри другого подшипников, к внутреннему подшипнику которых посажен вал солнечной шестерни. Отверстия, выполненные в верхней части стенки третьего сектора корпуса мультипликатора служат для поддержания давления и температуры во всех ступенях его в равнестве, а отверстия, выполненные в нижней части - для обеспечения возможности стока масла, со свободным стоком, с части третьей секции корпуса, с размещением внутри ступеней с цилиндрической передачей, в котлаван для масла. Выполнение в нижней части корпуса, играющего роль корыта для масла, выходной линии с вентилем необходимо для слива использованного масла при текущем ремонте или же вынужденной замене масла, а связывания нижней части ячейки с размещенной внутри дополнительной одноступенчатой цилиндрической передачи с котлованом для масла, посредством маслосливной трубки - для свободного стока горячего масла из этой ячейки в котлован для масла.

На фиг. 1 и 2 представлены виды сверху и с боковой стороны, в разрезе соответственно, на фиг. 3 и 4 - общие виды сверху и с боковой стороны соответственно, на фиг. 5 - вид с задней стороны в установленном состоянии на башне ветроэлектрического агрегата, а на фиг. 6 - кинематическая схема четырехступенчатого мультипликатора для ветроэлектрического агрегата.

Ступени мультипликатора установлены внутри четырехсекционного корпуса, состоящего из первой 1, второй 2, третьей 3 и четвертой 4 секций. Первая ступень с планетарной передачей состоит из входного вала 5, выполненного с ним как единое целое водила 6, его неподвижных осей 7, расположенных на угловых расстояниях 120° , относительно друг друга и подшипниковых пар 8, на которые посажены эти оси 7, сателлитов 9, посаженных на поверхности подшипниковых пар 8 (для простоты на фиг. 1 указана только одна из осей 7 водила 6, одна подшипниковая пара 8 и один сателлит 9), неподвижного центрального зубчатого колеса 10, находящегося во внутреннем сцеплении с сателлитами 9, солнечной шестерни 11, находящийся в наружном сцеплении с сателлитами 9 и его вала 12, одновременно играющего роль ведущего вала для ступеней мультипликатора с цилиндрической зубчатой передачей, выходного вала 13, ведущего 14 и ведомого 15 зубчатых колес второй, ведущего 16 и ведомого 17 зубчатых колес третьей, ведущего 18 и ведомого 19 зубчатых колес четвертой ступеней с цилиндрической зубчатой передачей, подшипников 20 и 21, на которые посажены, соответственно левая и правая торцовые части выходного вала 13, механического масляного насоса 22, маслопередающих труб 23 и 24, подключенных к его 22 входным и выходным линиям, маслоохлаждающего устройства 25 и подшипниковых крышек 26 и 27, через которые проходят соответственно входной 5 и выходной 13 валы. Входной вал 5 посажен на подшипник 28, усановленный в ячейке, выполненной на стенке первой секции 1 корпуса. Третья секция 3 корпуса с верхней, а четвертая 4 - с тыльной стороны снабжены окнами для осмотра 29 и 30 соответственно. Оси 7 водила 6 выполнены в цилиндрической форме и левые стороны их 7 посажены на ячейки, выполненные на левой стенке 31 корпуса водила 6, а правые стороны - на отверстия, выполненные на правой стенке 32 его корпуса и посредством кольцевых ограничителей смещения 33, устраняющие смещения их 7 в правую сторону, прикреплены к ней 32. Для предотвращения возможности смещения подшипниковой пары 8, внутри которых посажены оси 7 водила 6, левый подшипник с левой 34, а правый с правой 35 стороны снабжены кольцевыми ограничителями смещения. А для предотвращения возможности смещения левого и правого подшипников этой подшипниковой пары 8 друг к другу, на стенках сателлитов 9, на месте подсаживания их к этой подшипниковой паре 8 выполнены ограничительные части 36 в виде кругового выступа. Первая 1 и четвертая 4 секции корпуса мультипликатора выполнены в виде крышек с круглыми и прямоугольными конфигурациями соответственно. Вал 12 солнечной шестерни 11 установлен на центральной части второй 2 и третьей 3 секциях корпуса мультипликатора, а выходной вал 13 - на боковой части третьей секции 3. Левая торцовая часть вала 12 солнечной шестерни 11 посажена на подшипниковую пару 37, установленные на стенке четвертой секции 4 корпуса, левый подшипник из которых герметизирован с левой, а правый - с правой стороны. Кроме того, для предотвращения возможности смещения правого подшипника этой подшипниковой пары 37 на правую сторону этот подшипник с правой стороны снабжен кольцевым ограничителем смещения 38. Для исключения возможности встречного смещения левого и правого подшипников друг к другу в промежуточной части их установлено ограничительное кольцо 39. Вал 12 солнечной шестерни 11 с солнечной шестерней 11 и ведущим зубчатым колесом 14 второй ступени связан посредством шлицовых соединений 40 и 41 соответственно и на этих частях его выполнены зубья. Ведомое зубчатое колесо 19 четвертой ступени на выходной вал 13 прикреплено постерством шпонки 42. Для приведения в действие вала масляного насоса 22 мультипликатор снабжен дополнительной одноступенчатой цилиндрической зубчатой передачей, которая установлена внутри ячейки, выполненной на нижней правой стороне четвертой секции 4 корпуса и снабженной одной большой и одной маленькой подшипниковыми крышками 43 и 44 соответственно,

причем внутренняя часть большой подшипниковой крышки 43 выполнена в виде усеченного конуса 45 и края этой части 45 посажены на маленький подшипник 46, герметизированный с обеих сторон, который для предотвращения смещения в левую сторону с этой стороны снабжен кольцевым ограничителем смещения 47. Ведущее зубчатое колесо 48 дополнительной одноступенчатой цилиндрической зубчатой передачи посажено на правой торцевой части вала 12 солнечной шестерни 11 и прикреплено к нему, а ведомое зубчатое колесо 49 его, находящееся в сцеплении с этим зубчатым колесом 48, посажено на вал 50, с одним концом, выведенным наружу, через отверстие, выполненное на маленькой крышке 44, и связанным с механическим масляным насосом 22, и посредством шпонки 51 прикреплено к этому валу 50, который своими торцовыми частями посажен на подшипники 52 и 53, расположенные соответственно в ячейке, выполненной на левой стенке большой подшипниковой крышки 43 и во внутренней части маленькой подшипниковой крышки 44. Для исключения возможности встречного смещения ведомого зубчатого колеса 49 этой цилиндрической зубчатой передачи и подшипника 52, расположенного левее от него, друг к другу, на той части вала 50 между этим зубчатым колесом 49 и левым подшипником 52 выполнена ограничительная часть 54 в виде кругового выступа. А для исключения возможности смещения ведомого зубчатого колеса 49 в правую сторону между этим колесом 49 и правым подшипником 53 установлен кольцевой ограничитель смещения 55. В центральной части вала 11 солнечной шестерни 11, по всей длине, выполнен цилиндрический проходной канал 56 и в этот канал 56 установлена металлическая труба 57, с промежуточным расстоянием, по всей окружности на 5-10 мм, левая торцовая часть 57 выполненной в виде фланца 58, которой посредством болтов жестко прикреплена к водилу 6. А правая торцовая часть металлической трубы 57 одновременно посажена как на установленный в гнезде, выполненный в правой торцевой части вала 12 солнечной шестерни 11 и с левой стороны герметизированный, а с правой стороны снабженный кольцевым ограничителем смещения 59 большой подшипник 60, а также на прикрепленный к левой крайней части в виде усеченного конуса 45 большой подшипниковой крышки 43 маленький подшипник 46. В середине большой подшипниковой крышки 43 выполнено отверстие, на которое посажен, с правой стороны 61, выполненный в виде фланца и жестким образом прикрепленной к стенке этой крышки 43, втулка 62, с равным внутренним диаметром с металлической трубой 57, а между левой частью втулки 62 и правой торцевой частью металлической трубы 57 установлено промежуточное расстояние менее 1 мм. На левой стороне солнечной шестерни 11 установлен кольцевой ограничитель смещения 63, который посредством болтов по всей окружности прикреплен к поверхности левого конца вала 12 солнечной шестерни 11. Для исключения возможности свободного стока масла в котлован для масла 64 через промежуточное пространство между цилиндрическим проходным каналом 56 и металлической трубой 57, с левой торцевой части, на внутренней стенке вала 12 солнечной шестерни 11 выполнена круговая углубленная часть и в этом месте установлено эластичное кольцо 65. Вал 12 солнечной шестерни 11 посредством двух, концентрически расположенных один внутри другого с определенным промежуточным расстоянием двух подшипников 66 и 67, прикреплен к левой стенке третьей секции 3 корпуса, причем внутренний подшипник 66 непосредственно посажен на валу 12 солнечной шестерни 11 и для предотвращения возможности смещения его в правую сторону, с этой стороны на валу 12 солнечной шестерни 11 выполнена ступенчатая часть 68. А для исключения возможности смещения внутреннего 66 и наружного 67 подшипников в левую сторону правая сторона 69 водила 6 в виде цилиндрического выступа выполнена в ступенчатой форме. Для исключения возможности смещения наружного подшипника 67 в правую сторону на стенке третьей секции 3 мультипликатора выполнена ограничительная часть 70 в виде кругового выступа. Правая часть водила 6 в виде цилиндрического выступа 69 посажена на промежуточное пространство между внутренним 66 и наружным 67 подшипниками, которая находится в контакте одновременно с наружной поверхностью внутреннего 66 и внутренней поверхностью наружного 67 подшипников. Верхняя часть места упора правой стороны 69 водила 6 в виде цилиндрического выступа к наружному кольцу внутреннего подшипника 66 выполнена с уклоном в направлении слева направо, а верхняя часть места упора стенки третьей секции 3 корпуса мультипликатора к наружному кольцу наружного подшипника 67 - с уклоном в направлении справа налево, в виде конических поверхностей 71 и 72 соответственно. Ведомое зубчатое колесо 15 второй ступени с ведущим зубчатым колесом 16 третьей ступени и ведомое зубчатое колесо 17 третьей ступени с ведущим зубчатым колесом 18 четвертой ступени выполнены как единое целое, т.е. в виде первого и второго блоков зубчатых колес. Ведомое 15 и ведущее 16 зубчатые колеса первого блока зубчатых колес, посредством обычной подшипниковой пары 73 посажены на выходной вал 13 мультипликатора, а ведомое 17 и ведущее 18 зубчатые колеса второго блока зубчатых колес посредством подшипниковой пары 74 с левым подшипником, герметизированным с левой, а правым - с правой стороны, на валу 12 солнечной шестерни 11. Для предотвращения возможности смещения первого и второго блоков зубчатых колес 15, 16 и 17, 18 соответственно в левую и правую стороны, а подшипниковые пары 73 и 74, на которые они посажены, встречно друг к другу, на месте посадки этих блоков зубчатых колес 15, 16 и 17, 18 на соответствующие подшипниковые пары 73 и 74, выполнены ограничительные элементы 75 и 76 в виде кругового выступа. Для исключения возможности смещения первой подшипниковой пары 73 в левую сторону с этой стороны на стенке выходного вала 13 выполнена ступенчатая часть 77. Кроме того, первая подшипниковая пара 73 с правой стороны снабжена кольцевым ограничителем смещения 78, которая одновременно выполняет также

функцию предотвращения возможности смещения ведомого зубчатого колеса 19 четвертой ступени мультипликатора с цилиндрической передачей в левую сторону. Для предотвращения возможности смещения ведомого колеса 19 четвертой ступени в правую сторону на промежутке между подшипником 21, с подсаживанием правой торцевой части выходного вала 13, и этим зубчатым колесом 19 установлен кольцевой ограничитель смещения 78. А вторая подшипниковая пара 74 как с левой, так и с правой стороны снабжена кольцевым ограничителем смещения, соответственно 80 и 81. Подшипник 20 с посадкой левой торцевой части выходного вала 13 с правой, а подшипник 21 с посадкой правой торцевой части выходного вала 13 с левой стороны герметизированы. Причем для предотвращения возможности смещения левого подшипника 20 в левую сторону на стенке третьей секции 3 корпуса выполнена ограничительная часть в виде круглого выступа 82. Для подключения на валу электрического генератора (на фигурах не показан) правая торцевая часть выходного вала 13 через отверстие, выполненное в центральной части подшипниковой крышки 27, прикрепленной на правую боковую сторону четвертой секции 4 корпуса, выведена наружу. Для облегчения разборочно-сборочных процессов мультипликатора, а также исключения возможности смещения солнечной шестерни 11 в правую ведущего зубчатого колеса 14 второй ступени с цилиндрической зубчатой передачей и левого подшипника подшипниковой пары 37, с подсаживанием правой торцевой части вала 12 солнечной шестерни 11 в левую, левого подшипника 20 из подшипников с подсаживанием выходного вала 13 в правую, а правого 21 в левую стороны и подшипника 53 с подсаживанием правой торцевой части выходного вала 50 дополнительной одноступенчатой цилиндрической передачи в левую сторону вал 12 солнечной шестерни 11, выходной вал 13 мультипликатора и вал 50 дополнительной одноступенчатой цилиндрической передачи выполнены в ступенчатой форме, с переменными диаметрами. Маслоохлаждающее устройство 26 системы принудительной смазки, состоящее из вентилатора 83, теплообменника 84, выполненного в виде змеевика и радиатора 85, связано с маслопередающей трубой 24, подключенной на выходной линии масляного насоса 22. А маслопередающая труба 23, подключенная к входной линии масляного насоса 22, связана с нижней частью корпуса с цилиндрической конфигурацией 64, играющей роли котлавана для масла. Другая часть маслопередающей трубы 24, подключенной на выход масляного насоса 22, имеет четыре основных 86, 87, 88 и 89 и одна дополнительной 90 - с относительно меньшим диаметром, маслораспределительные трубки. Дополнительная маслораспределительная трубка 90 с нижней стороны разделена на две части 91 и 92. Как основные 86, 87, 88 и 89, так и оба части 91 и 92 дополнительной трубки 90, снабжены маслораспылительными соплами 93, 94, 95, 96, 97 и 98 соответственно. Свободный конец первой основной маслораспределительной трубки 86, через стенки подшипниковой крышки 99, установленной в левой торцевой части выходного вала 13 и прикрепленной к третьей секции 3 корпуса мультипликатора, введен внутрь, а её маслораспылительное сопло 93 установлено в начале масляного канала 100, выполненного в центральной части этого вала 13. Свободные концы второй 87, третьей 88 и четвертой 89 основных маслораспределительных трубок через соответствующие части третьей секции 3 корпуса введены внутрь, а маслораспылительные сопла 94, 95, 96 их установлены в непосредственной близости места сцепления зубьями ведущего 14, 16, 18 и ведомого 15, 17, 19 зубчатых колес второй, третьей и четвертой ступеней мультипликатора с цилиндрической зубчатой передачей соответственно. Свободный конец первой части 91 дополнительной маслораспределительной трубки 90 через стенки четвертой секции 4 корпуса введен внутрь, а маслораспылительное сопло 97 её установлено в непосредственной близости от промежутка между левым и правым подшипниками подшипниковой пары 37, подсаживаемых к правой торцевой части вала 12 солнечной шестерни и служащих для поддержания его 12 на стенке четвертой секции 4 корпуса. Свободный конец второй части 92 этой трубки 90 введен через отверстие, выполненного на верхней стенке большой подшипниковой крышки 43 ячейки с размещенной внутри дополнительной одноступенчатой цилиндрической передачи, а маслораспылительное сопло 98 её установлено вблизи места сцепления зубьями ведущего 48 и ведомого 49 зубчатых колес этой ступени. Кроме того, на стенках вала 12 солнечной шестерни 11 и выходного вала 13, выполнены масляные каналы, соответственно 101, 102 и 103, с левой стороны, на стенке вала 12 солнечной шестерни 11 маслосливной канал 104, на нижней и верхней части левой стенки третьей секции 3 корпуса отверстия, соответственно 105 и 106, а в нижней части корпуса, играющего роль корыта для масла 64, выходная линия 107, с вентилем для слива масла. Нижняя часть ячейки с размещенной, внутри, дополнительной одноступенчатой цилиндрической передачи, посредством маслосливной трубки 108, связана с котлованом для масла.

Четырехступенчатый мультипликатор для ветроэлектрического агрегата работает следующим образом.

При отсутствии ветра, или же при значениях скорости ветра ниже рабочей скорости, от оси ветроколеса (на фигурах не показана) на входной вал 5 мультипликатора и на водило 6, выполненного с ним как единое целое не передается вращательное движение. Поэтому, оси 7 водила 6 и сателлиты 9, посаженные на них посредством подшипниковой пары 8 (из-за расположения на угловых расстояниях 120°, относительно друг друга, на фигурах видна только одна из осей 7 водила 6 и сателлитов 9), находящаяся в наружном сцеплении с ними 9 солнечная шестерня 11 и вал 12, связанный с ним 11, посредством шлицевого соединения 40, (вал 12 солнечной шестерни 11), опять же связанное с ним 12, посредством шлицевого соединения 41, ведущее колесо 14 второй ступени с цилиндрической зубчатой передачей, ведо-

мые и ведущие зубчатые колеса первого и второго блоков зубчатых колес 15, 16 и 17, 18 соответственно, ведомое зубчатое колесо 19 четвертой ступени и прикрепленный на его поверхности посредством шпонки 42 выходной вал 13, ведущее 48 и ведомое 49 зубчатые колеса дополнительной одноступенчатой зубчатой передачи и выходной вал 50, прикрепленным к ведомому колесу 49, посредством шпонки 51, и одним концом, связанным с механическим масляным насосом 22, находятся в неподвижных состояниях. В результате этого работа электрического генератора (на фигурах не показан) и механического масляного насоса 22 принудительной системы смазки останавливаются. Как только скорость ветра достигает минимальной рабочей скорости, необходимой для работы ветроэлектрического агрегата, он включается в работу и от оси ветроколеса к входному валу 5 мультипликатора и к водилу 6, выполненному с ним как единое целое, передается вращательное движение. Благодаря посадке левых торцовых частей осей 7 водила 6 в ячейки, выполненные на левой стенке 31 его корпуса, а правых торцовых частей - в отверстия, выполненные на правой стенке 32 корпуса и, посредством кольцевых ограничителей смещения 33, жесткого прикрепления их к правой стенке, при вступлении водила 6, во вращательное движение, оси 7 тоже вместе с ним начинают вращение. При этом, поскольку сателлиты 9, подсаживаемые на поверхностях осей 7 водила 6, посредством подшипниковой пары 8, находятся во внутреннем сцеплении зубьями с неподвижным центральным зубчатым колесом 10, то они начинают вынужденное вращение и это вращательное движение передают к солнечной шестерне 11, с которой находятся в наружном сцеплении зубьями. Далее вращательное движение от солнечной шестерни 11 передается на вал 12, жестко связанный с ним посредством шлицевого соединения 40 и одновременно выполняющий функции ведущего вала для ступеней мультипликатора с цилиндрической зубчатой передачей (вал 12 солнечной шестерни 11) и оттуда, последовательно на ведущее зубчатое колесо 14 второй ступени мультипликатора с цилиндрической зубчатой передачей, опять же, посредством шлицевого соединения 41, жестко связанное с валом 12 солнечной шестерни 11, оттуда к ведомому 15 и ведущему 16 зубчатым колесам первого блока зубчатых колес, ведомому 17 и ведущему 18 зубчатым колесам второго блока зубчатых колес и, наконец, к ведомому зубчатому колесу 19 четвертой ступени мультипликатора с цилиндрической зубчатой передачей, а из этого зубчатого колеса 19 на, жестко связанный с ним, посредством шпонки 42, выходной вал 13, который связан с валом электрического генератора (на фигурах не показан). Таким образом, вращательное движение с выходного вала 13 передается на вал электрического генератора, и генератор включается в работу. Во всех случаях, когда скорость ветра бывает выше минимальной рабочей скорости, при вращении ветроколеса вращательное движение с вала 12 солнечной шестерни 11 передается также последовательно на ведущее зубчатое колесо 48 дополнительной одноступенчатой зубчатой передачи, с правой стороны непосредственно прикрепленное к наружной поверхности этого вала 12, с этого зубчатого колеса 48 на ведомое зубчатое колесо 49, находящегося в сцеплении зубьями с ним 48, а с этого зубчатого колеса 49 на вал 50, посредством шпонки 51, жестко прикрепленным к нему, а далее из этого вала 50 на вал механического масляного насоса 22 (на фигурах не показан). Таким образом, обеспечивается работа механического масляного насоса 22. Вращательное движение входного вала 5 мультипликатора и выполненного с ним как единое целое водила 6 обеспечивается посредством подшипника 28 и двух подшипников 66 и 67, концентрически расположенных один 66 внутри другого 67, вращательное движение сателлитов 9 - посредством подшипниковой пары 8, вращательное движение вала 12 солнечной шестерни 11 - посредством внутреннего подшипника 66 из концентрически расположенных один 66 внутри другого 67 подшипников и подшипниковой пары 37, вращательное движение металлической трубы 57, посредством большого и маленького подшипников, соответственно 60 и 46, вращательное движение ведомого зубчатого колеса 15 второй и ведущего зубчатого колеса 16 третьей ступеней, с цилиндрической зубчатой передачей, (первый блок зубчатых колес) посредством подшипниковой пары 73, вращательное движение ведомого зубчатого колеса 17 третьей и ведущего зубчатого колеса 18 четвертой ступеней (второй блок зубчатых колес), посредством подшипниковой пары 74, вращательное движение выходного вала 13 посредством подшипников 20 и 21, а вращательное движение вала 50 дополнительной одноступенчатой цилиндрической передачи посредством подшипников 52 и 53. Система принудительной смазки предложенного мультипликатора работает следующим образом. В случае включения в работу механического масляного насоса 22, от дополнительной одноступенчатой цилиндрической передачи при скоростях ветра выше минимальной рабочей скорости, посредством маслопередающей трубы 23, подключенной к входной линии этого насоса 22, масло от нижней части 64 корпуса мультипликатора с цилиндрической конфигурацией, играющей роль котлована для масла, отсасывается и, проходя через маслоохлаждающее устройство 25, состоящее из маслопередающей трубы 24, подключенной на выходной линии масляного насоса 22, вентилятора 83, теплообменника 84, выполненного в виде змеевика и радиатора 85, а также основных 86, 87, 88, 89, и с нижней стороны разделенной на две части 91 и 92, дополнительной 90 маслораспределительных трубок и их маслораспылительные сопла, соответственно 93, 94, 95, 96, 97 и 98, вынужденно циркулирует. Так как маслораспылительное сопло 93 первой основной маслораспределительной трубки 86, установлено в начале масляного канала 100, выполненного с левой стороны, в центре выходного вала 13, за счет этого обеспечивается надежная смазка обоих подшипников подшипниковой пары 73, на которых установлены ведомое зубчатое колесо 15 второй и, выполненного с ним как единое целое, ведущее зубчатое колесо 16 третьей ступеней (первый блок зубчатых колес) мультипликатора.

Таким же образом, благодаря расположению маслораспылительных сопел 94, 95 и 96 второй 87, третьей 88 и четвертой 89 основных малораспределяющих трубок соответственно, в непосредственной близости с местами сцепления ведущего 14 и ведомого 15 зубчатых колес второй, ведущего 16 и ведомого 17 зубчатых колес третьей и ведущего 18 и ведомого 19 зубчатых колес четвертой ступеней, с цилиндрической зубчатой передачей, достигается надежная принудительная смазка каждого из этих зубчатых колес. Кроме того, за счет установления маслораспылительного сопла 97 первой части 91 дополнительной маслораспределяющей трубки 90 в непосредственной близости от промежутка между левым и правым подшипниками подшипниковой пары 37, с левым подшипником, герметизированным с левой, а правым - с правой стороны, на которые посажена правая торцовая часть вала 12 солнечной шестерни 11, достигается надежная смазка обеих подшипников этой подшипниковой пары 37, а также подшипника 60, герметизированного только с правой стороны и расположенного в ячейке, выполненной, с правой стороны, внутри вала 12 солнечной шестерни 11, на который посажена металлическая труба 57. За счет герметизации левого подшипника этой подшипниковой пары 37 с левой, а правого - с правой стороны, на которых посажен вал 12 солнечной шестерни 11, при смазке подшипников этой подшипниковой пары 37 исключается возможность свободного стока масла, проходя через них, в котлован для масла 64, и излишки масла, вынужденно проходя через масляный канал 101, выполненный на стенке вала 12 солнечной шестерни 11, с промежуточной части левого и правого подшипников подшипниковой пары 37, поступают в промежуточное пространство между внутренней поверхностью этого вала 12 и наружной поверхностью металлической трубы 57. Благодаря герметичности только правой стороны большого подшипника 60, на которую посажена правая часть металлической трубы 57, исключается возможность поступления масла, через этот подшипник 60, в промежуточное пространство, с правой крайней стороны, между внутренней поверхностью вала 12 солнечной шестерни 11 и наружной поверхностью металлической трубы 57. В конечном итоге, масло только по той части, расположенной левее от подшипника 60, через промежуточное пространство, между внутренней поверхностью вала 12 солнечной шестерни 11 и наружной поверхностью металлической трубы 57, вынужденно движется в левую сторону. Далее смазочное масло, проходя через масляный канал 102, выполненный на стенке вала 12 солнечной шестерни 11, с промежуточной части левого и правого подшипников подшипниковой пары 74, с левым подшипником, герметизированным с левой, а правым - с правой стороны, на которые посажены ведомое зубчатое колесо 17 второй и ведущее зубчатое колесо 18 третьей ступеней мультипликатора с цилиндрической зубчатой передачей (второй блок зубчатых колес), обеспечивает надежную смазку обоих подшипников этой подшипниковой пары 74. Помимо того, принудительно движущееся по этому промежуточному пространству масло, далее последовательно проходя через масляный канал 104, выполненный, с левой стороны, на стенке вала 12 солнечной шестерни 11, конической поверхности, с уклоном в направлении слева направо 71 и конической поверхности, с уклоном в направлении справа налево 72 обеспечивает надежную смазку концентрически расположенных один 66 внутри другого 67 подшипников. За счет установления маслораспылительного сопла 98 второй части 92 дополнительной маслораспределительной трубки 90, вблизи места сцепления зубьями ведущего 48 и ведомого 49 зубчатых колес дополнительной одноступенчатой цилиндрической передачи, обеспечивается надежная смазка каждого из этих зубчатых колес 48 и 49. А подшипники 52 и 53, на которые посажены левая и правая торцовые части вала 50 ведомого колеса 49 этой ступени, за счет распыления масла, при нахождении ведущего 48 и ведомого 49 зубчатых колес во вращательном движении, с высокой надежностью смазываются. С нижней части ячейки, с размещением внутри ведущего 48 и ведомого 49 зубчатых колес этой ступени, использованная горячая масла посредством маслосливной трубки 108 свободным стоком стекает в котлован для масла 64. Смазка подшипников подшипниковых пар 8, внутри которых посажены оси 7 водила 6, а наружи сателлиты 9, происходит за счет свободного стока масла на них, которую, при нахождении во вращательном движении, сателлиты 9, в моменты прохождения по нижней части корпуса мультипликатора 64, играющего роль котлована для масла, механически берут с собой, и благодаря этому процессу обеспечивается смазка подшипников этих подшипниковых пар 8, с достаточно высокой надежностью. Подшипник 28, на который посажен входной вал 5, является подшипником, типа заполненным густым смазочным маслом и односторонне герметизированным (в данном случае на фиг. 1 и 2 правая сторона герметизирована) в производственном процессе посредством завода-изготовителя. Поэтому нет необходимости на смазку этого подшипника 28 в рабочем процессе, с использованием системы принудительной смазки. По этой причине в предложенном мультипликаторе принудительная смазка этого подшипника 28 не предусмотрена. Только, через определенное время, открывая подшипниковую крышку 26, установленной на стенке первой секции 1 корпуса по которой проходит входной вал 5 следует произвести смазку этого подшипника 28. Из подшипников 20 и 21, на которые посажены торцовые части выходного вала 13, левый подшипник 20 с правой, а правый 21 - с левой стороны герметизированы. Так как правый подшипник 21 также выпускается, посредством завода-изготовителя, в заполненном виде с густым смазочным маслом, то, в данном случае нет необходимости на его 21 принудительную смазку, и через определенные время, открывая подшипниковую крышку 27, установленную на стенке четвертой секции 4 корпуса, по которой проходит выходной вал 13 мультипликатора, может быть произведена смазка этого подшипника 21. А левый подшипник 20 за счет сбрызгивания масла под давлением из маслораспылительного сопла 93 первой основной маслораспределительной

трубки 86, установленной в начале масляного канала 100, выполненного в центральной части выходного вала 13, надежно смазывается. За счет выполнения правой стороны этого подшипника 20 в герметическом виде, исключается возможность свободного стока масла, через этот подшипник 20 в котлован 64, и масло, вынужденно проходить только через масляные каналы, выполненные в центре 100 и на стенке 103 выходного вала 13, с необходимым давлением брызгается в промежуток между левым и правым подшипниками подшипниковой пары 73, внутри которых посажен выходной вал 13, а по окружностям - ведомое зубчатое колесо 15 второй и выполненное с ним как единое целое ведущее зубчатое колесо 16 третьей ступеней мультипликатора с цилиндрической зубчатой передачей (первый блок зубчатых колес). Таким образом, предложенный четырехступенчатый мультипликатор для ветроэлектрического агрегата, с общим передаточным числом 90-120 и передаточными числами, каждой из ступеней с цилиндрической зубчатой передачей - не более 3, при изменении рабочей скорости ветра в широком интервале, может повысить минимальную скорость вращения, получаемого от ветроколеса (20-30 об/мин), на выходном валу 13, до необходимого предела для работы электрического генератора в нормальном рабочем режиме (до предела 1500-1800 об/мин). При работе с такими передаточными числами зубчатые колеса как первой ступени с планетарной передачей, так и второй, третьей и четвертой ступеней с цилиндрической зубчатой передачей работают под небольшими нагрузками, за счет чего их срок службы существенно повышается.

В целом, за счет усовершенствования конструкции в предложенном четырехступенчатом мультипликаторе для ветроэлектрического агрегата количество используемых деталей уменьшается, что в свою очередь, приводит к снижению потерь на трение, металлоемкости и габаритных размеров, к превышению КПД и надежности работы, а также существенному снижению себестоимости. В сравнении с выполненными классическим методом обычными четырехступенчатыми мультипликаторами в предложенном четырехступенчатом мультипликаторе время безотказной работы значительно больше. Благодаря установлению выходного вала 13 в крайней части корпуса мультипликатора становится возможной беспрепятственное пропускание питающего кабеля или же гидравлического трубопровода, системы для автоматического изменения углов атаки лопастей ветроагрегата, в соответствии с изменением скорости ветра по трубе 57, установленной во внутреннем пространстве, вала 12 солнечной шестерни 11. Использование в предложенном мультипликаторе наиболее совершенной системы принудительной смазки приводит к значительному повышению срока службы его рабочих частей и дает возможность потери на трение свести до минимума. В связи с удачным конструктивным решением габаритные размеры мультипликатора получается компактными. Уменьшения габаритных размеров и веса значительно облегчает его транспортировку и приводит к снижению расходов на транспортировку.

С учетом указанных преимуществ можно прийти к такому выводу, что предложенный четырехступенчатый мультипликатор для ветроэлектрического агрегата, может найти широкое применение в ветроэлектрических агрегатах большой мощности, предназначенных для выработки электрической энергии.

Литература

1. United States Patent Office. Frederick H. Hoge, Duplex drive gear speed reducers, and the like. Oak Park, Ill., assignor, by mesne assignments, to Hewitt-Robins Incorporated, Stamford, Conn., a corporation of New York. Patented Mar. 11, 1958. Patent № 2 826 096. Application June 1, 1955, Serial No. 512 417.

2. Shuichi Isayama, Tokyo (JP); Hideaki Nishida, Tokyo (JP). PLANETARY GEAR UNIT AND WIND TURBINE GENERATOR. United States Patent № US 8,790,213 B1. Int.Cl. F16H 57/08; U.S.Cl. 475/346, 475/331. Date of Patent: Jul. 29, 2014. - прототип.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Четырехступенчатый мультипликатор для ветроэлектрического агрегата, состоящий из корпуса, установленной внутри него первой ступени с планетарной передачей, содержащей выполненное как единое целое с входным валом и посаженное на подшипник водило с осями, расположенными на одинаковых угловых расстояниях относительно друг друга и снабженными маслораспределительными каналами, сателлиты, посаженные на эти оси посредством подшипника и центрального колеса с внутренним зацеплением зубьев с ними, солнечную шестерню с наружным зацеплением зубьев с сателлитами, и его вала, а другие ступени с цилиндрической зубчатой передачей содержат ведущие и ведомые колеса и их валы, подшипники, на которые посажены эти валы, и соответствующие подшипниковые крышки, отличающийся тем, что корпус состоит из четырех секций, которые прикреплены друг к другу посредством уплотнительных прокладок и болтов, при этом третья секция с верхней, а четвертая с задней стороны снабжены окнами для осмотра, выполненными в виде маленьких крышек, сателлиты первой ступени с планетарной передачей установлены на подшипниковые пары, а оси водила выполнены в виде цилиндра и посажены к этим подшипниковым парам, причем левые торцовые части осей водила посажены на ячейки, выполненные в левой стенке его корпуса, а правые торцовые части - в отверстия, выполненные в правой стенке того же корпуса и посредством кольцевых ограничителей смещения устраняющие воз-

возможность их горизонтального перемещения, и болты прикреплены к ним, кроме того, левые подшипники подшипниковых пар, на которые посажены оси водила, с левой, а правый - с правой стороны снабжены кольцевыми ограничителями смещения, зубчатые колеса второй, третьей и четвертой ступеней установлены на двух валах, один из которых расположен в центральной, а другой - в боковой части третьей секции корпуса мультипликатора, и вал, расположенный в центральной части посредством шлицевого соединения, связан с солнечной шестерней и ведущим зубчатым колесом второй ступени, на этих частях его выполнены зубья, и этот вал играет роль вала для солнечной шестерни, а вал, расположенный на боковой стороне - роль выходного вала, причем ведомое колесо четвертой ступени к выходному валу прикреплено шпонкой, мультипликатор снабжен также системой для принудительной смазки, состоящей из механического масляного насоса, маслоохладяющего устройства, маслопередающих труб и маслораспределительных каналов, кроме того, для приведения насоса для перекачки масла во вращательное движение мультипликатор снабжен также дополнительной одноступенчатой цилиндрической зубчатой передачей, которая расположена внутри ячейки, выполненной в нижней правой стороне четвертой секции корпуса и снабженной двумя-одной большой и одной маленькой подшипниковыми крышками, причем внутренняя часть большой подшипниковой крышки выполнена в виде усеченного конуса и края этой части посажены на герметизированный с обеих сторон маленький подшипник, который с левой стороны снабжен кольцевым пружинным ограничителем смещения, ведущее зубчатое колесо дополнительной одноступенчатой цилиндрической зубчатой передачи непосредственно посажено на правой торцевой части вала солнечной шестерни и прикреплено к ним, а ведомое колесо её, находящееся в сцеплении с этим зубчатым колесом, посажено и посредством шпонки прикреплено на вал с одним концом, выведенным наружу для связи с механическим масляным насосом и с торцовыми частями, посаженным на левый и правый подшипники, установленные соответственно в ячейках, выполненных на левой стенке большой и во внутренней части маленькой подшипниковой крышек, причем на части вала между ведомым зубчатым колесом и левым подшипником выполнена ограничительная часть в виде кольцевого выступа, а в промежуточной части между ведомым зубчатым колесом и правым подшипником он снабжен кольцевым ограничителем смещения.

2. Мультипликатор по п.1, отличающийся тем, что первая и четвертая секции корпуса выполнены соответственно в виде крышек круглой и прямоугольной формы.

3. Мультипликатор по п.1, отличающийся тем, что в центральной части вала солнечной шестерни, по всей длине, выполнен цилиндрический проходной канал и в этот канал установлена металлическая труба с промежуточным расстоянием по всей окружности на 5-40 мм, левая торцовая часть которой выполнена в виде фланца и посредством болтов жестко прикреплена к водилу, а правая торцовая часть её одновременно посажена как на установленный в гнезде, выполненном в правой торцевой части вала солнечной шестерни, с левой стороны герметизированный, а с правой стороны снабженный кольцевым ограничителем смещения большой подшипник, а также на прикрепленный к левой крайней части в виде усеченного конуса большой подшипниковой крышки маленький подшипник.

4. Мультипликатор по пп.1 и 3, отличающийся тем, что в средней части большой подшипниковой крышки ячейки с размещением внутри зубчатых колес дополнительной одноступенчатой цилиндрической зубчатой передачи выполнено отверстие, в которое посажена втулка с правой стороны, выполненной в виде фланца, с внутренним диаметром, равным внутреннему диаметру металлической трубы, и посредством болтов жестко прикрепленной на стенку крышки, а между левым краем втулки и правой торцевой части металлической трубы имеется промежуточное расстояние менее 1 мм.

5. Мультипликатор по пп.1 и 3, отличающийся тем, что на левой стороне солнечной шестерни установлен кольцевой ограничитель смещения, посредством болтов по всей окружности прикрепленный к поверхности левого конца вала солнечной шестерни, а на внутренней стенке вала солнечной шестерни со стороны левой торцевой части выполнено круговое углубление, где установлено эластичное кольцо.

6. Мультипликатор по пп.1, 3 и 5, отличающийся тем, что вал солнечной шестерни к левой стенке третьей секции корпуса прикреплен посредством двух подшипников, концентрически расположенных один внутри другого, с определенным промежуточным расстоянием, причем внутренний подшипник непосредственно посажен на валу солнечной шестерни, а в промежуточное пространство между внутренним и наружным подшипниками вставлена правая сторона водила в виде цилиндрического выступа, которая находится одновременно в контакте как с наружной поверхностью внутреннего, так и внутренней поверхностью наружного подшипников, кроме того, с правой стороны внутреннего подшипника, на валу солнечной шестерни и с правой стороны наружного подшипника на стенке третьей секции корпуса мультипликатора выполнены ограничительные части в виде круглого выступа, а на правой стороне водила в виде цилиндрического выступа - ступенчатая часть, правая торцовая часть вала солнечной шестерни посажена на подшипниковые пары, установленные на стенке четвертой секции корпуса и герметизированных левого подшипника, с левой, а правого - с правой стороны, причем левый и правый подшипники с боковых и промежуточной частей снабжены кольцевыми ограничителями смещения.

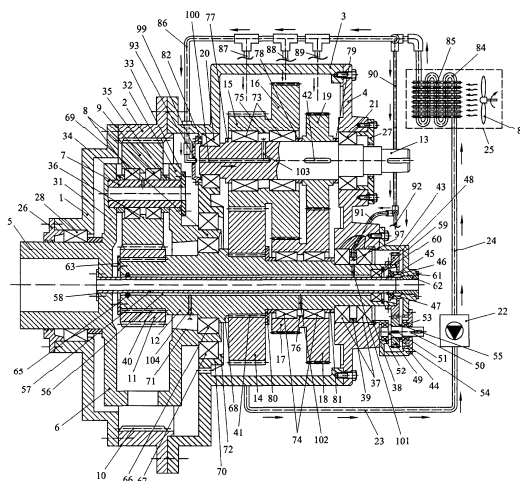
7. Мультипликатор по пп.4 и 6, отличающийся тем, что верхняя часть места упора стенки водила наружному кольцу внутреннего подшипника выполнена с уклоном в направлении слева направо, а верхняя часть места упора стенки третьей секции корпуса мультипликатора к наружному кольцу наружного

подшипника - с уклоном в направлении справа налево, в виде конических поверхностей.

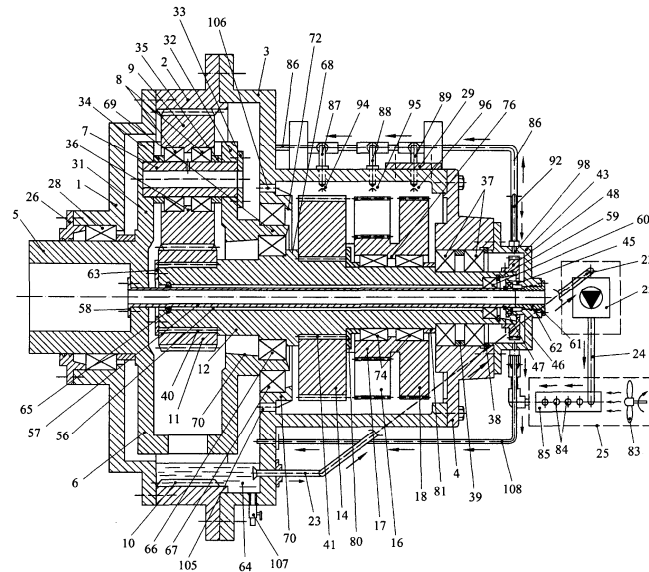
8. Мультипликатор по п.1, отличающийся тем, что ведомое зубчатое колесо второй ступени с ведущим колесом третьей ступени и ведомое зубчатое колесо третьей ступени с ведущим зубчатым колесом четвертой ступени выполнены как единое целое, т.е. в виде первого и второго блоков зубчатых колес, причем первый блок зубчатых колес посредством обычных подшипниковых пар посажен на выходной вал, а второй блок зубчатых колес посредством подшипниковой пары с левым подшипником, герметизированным с левой, а правым с правой стороны - на валу солнечной шестерни мультипликатора, кроме того, на тех частях этих блочных зубчатых колес, с которыми они посажены на подшипниковые пары, выполнены кольцевые ограничительные части, в виде кругового выступа, подшипниковая пара с подсаживанием первого блока зубчатых колес только с правой, а подшипниковая пара с подсаживанием второго блока зубчатых колес с обеих сторон снабжены кольцевыми ограничителями смещения.

9. Мультипликатор по пп.1, 3, 5, 6 и 8, отличающийся тем, что вал солнечной шестерни, выходной вал мультипликатора и выходной вал дополнительной одноступенчатой цилиндрической передачи выполнены в ступенчатой форме, с переменными диаметрами.

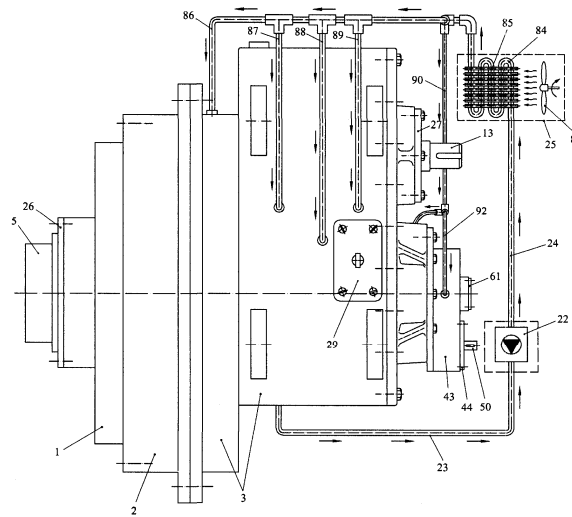
10. Мультипликатор по п.1, отличающийся тем, что маслоохладяющее устройство системы принудительной смазки состоит из вентилятора, теплообменника, выполненного в виде змеевика и радиатора, и установлено на выходной линии механического масляного насоса, входная линия масляного насоса посредством маслопередающей трубы связана с нижней частью корпуса цилиндрической формы, играющей также роль корыта для масла, другая часть маслопередающей трубы, подключенной на выход масляного насоса, имеет четыре основных и одну дополнительную - с относительно меньшим диаметром маслораспределительные трубки, снабженные маслораспылительным соплом, причем дополнительная маслораспределительная трубка с нижней стороны разделена на две части, свободный конец первой основной маслораспределительной трубки через стенки подшипниковой крышки, установленной в левой торцевой части выходного вала и прикрепленной к третьей секции корпуса мультипликатора, введен вовнутрь, а её маслораспылительное сопло установлено в начале масляного канала, выполненного в центре этого вала, свободные концы второй, третьей и четвертой основных маслораспределительных трубок через соответствующие части третьей секции корпуса введены внутрь, а маслораспылительные сопла их установлены в непосредственной близости места сцепления зубьями ведущего и ведомого зубчатых колес второй, третьей и четвертой ступеней мультипликатора с цилиндрической зубчатой передачей соответственно, свободный конец первой части дополнительной маслораспределительной трубки через стенки четвертой секции корпуса введен внутрь, а маслораспылительное сопло её установлено в непосредственной близости промежутка между левым и правым подшипниками подшипниковой пары, подсаживаемыми к правой торцевой части вала солнечной шестерни и служащими для поддержания его на стенке четвертой секции корпуса, свободный конец второй части этой трубки введен через отверстие, выполненное на верхней стенке большой подшипниковой крышки ячейки с размещенной внутри дополнительной одноступенчатой цилиндрической передачи, а маслораспылительное сопло её установлено вблизи места сцепления зубьями ведущего и ведомого зубчатых колес этой ступени, кроме того, на стенках вала солнечной шестерни выполнены масляные каналы, с левой стороны, на стенке вала солнечной шестерни маслосливной канал, на нижней и верхней частях левой стенки третьей секции корпуса отверстия, в нижней части корпуса, играющего роль корыта для масла, выходная линия с вентилем для слива масла, а нижняя часть ячейки с размещенной внутри дополнительной одноступенчатой цилиндрической передачей посредством маслосливной трубки связана с котлованом для масла.



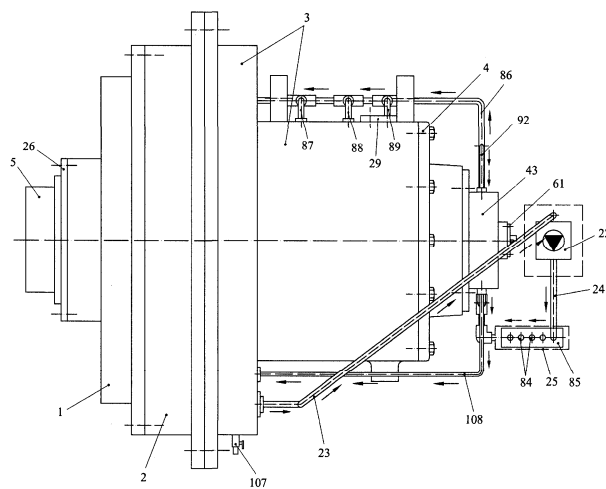
Фиг. 1

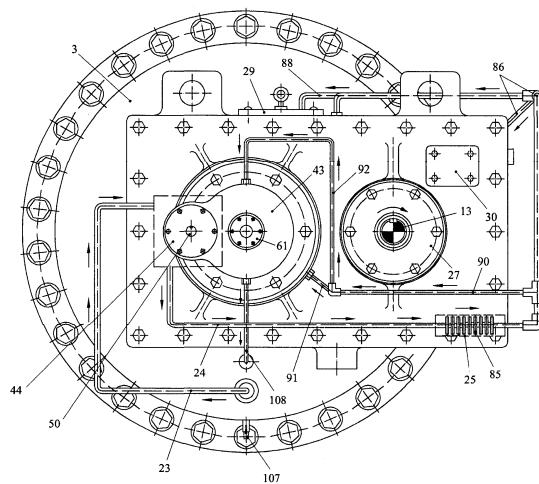


Фиг. 2

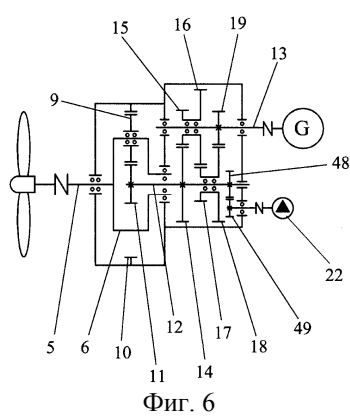


Фиг. 3





Фиг. 5



Фиг. 6

