



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,  
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2009138308/11, 19.10.2009

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
19.10.2009

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 19.10.2009

(45) Опубликовано: 27.01.2011 Бюл. № 3

(56) Список документов, цитированных в отчете о  
поиске: US 4543040 A, 24.09.1985. US 4652210 A,  
24.03.1987. RU 2146637 C1, 20.03.2000. RU  
48514 U1, 27.10.2005.

Адрес для переписки:

140007, Московская обл., г. Люберцы, ул. 8  
Марта, 8а, ОАО "Камов"

(72) Автор(ы):

Вагин Александр Юрьевич (RU),  
Михеев Сергей Викторович (RU),  
Плущевский Алексей Михайлович (RU),  
Осмоловский Роман Феликсович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Открытое акционерное общество "Камов"  
(RU)(54) НЕСУЩИЙ ВИНТ ВИНТОКРЫЛОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА С СИСТЕМОЙ  
СКЛАДЫВАНИЯ ЛОПАСТЕЙ

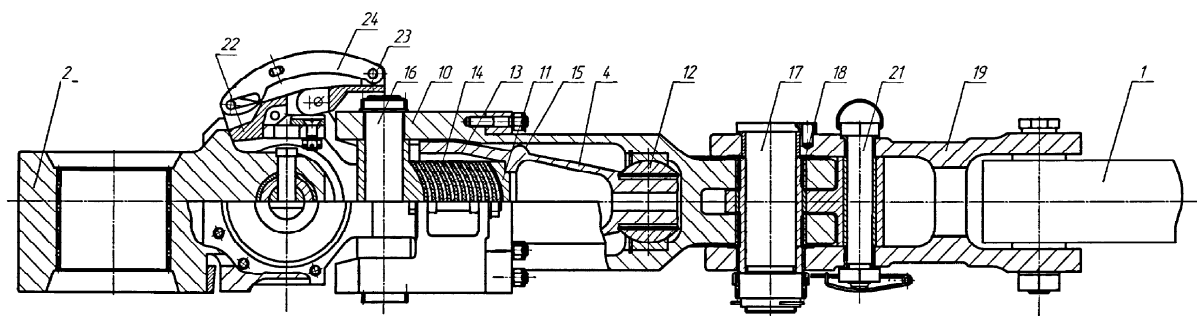
(57) Реферат:

Изобретение относится к авиационной технике, в частности к многолопастному несущему винту винтокрылого летательного аппарата. Несущий винт с системой складывания лопастей включает лопасти, втулку с проушинами и соединение лопастей со втулкой. Соединение содержит горизонтальный шарнир, осевой шарнир и вертикальный шарнир. Количество проушин на втулке равно количеству лопастей. Ось горизонтального шарнира выполнена с отверстием. Горизонтальный шарнир снабжен двумя осевыми эластомерными подшипниками, расположенными в отверстии оси горизонтального шарнира симметрично с обоих концов, и двумя крышками, соединяющими осевые эластомерные подшипники с проушинами вала осевого шарнира. Вал осевого шарнира выполнен с двумя проушинами, в которых смонтированы радиальные эластомерные подшипники горизонтального шарнира, и глухим отверстием, в котором расположен упорный

эластомерный подшипник. Металлические пластины упорного эластомерного подшипника расположены выпуклостью в сторону лопасти. Вал осевого шарнира имеет упор в виде кольцевого выступа сферической формы. Радиальный подшипник является подшипником скольжения. Упорный эластомерный подшипник и радиальный подшипник осевого шарнира расположены по одну сторону от горизонтального шарнира со стороны лопасти. Корпус осевого шарнира выполнен с направляющими снаружи корпуса. Вертикальный шарнир снабжен переходником лопасти, соединенным с комлевой частью лопасти, и упругим силовым элементом, который основанием соединен осью вертикального шарнира с проушинами корпуса осевого шарнира и болтом складывания с переходником лопасти, а своим концом вставлен в направляющие на корпусе осевого шарнира. Соединение втулки с лопастью снабжено фиксатором взмаха и шага лопасти в сложенном состоянии, состоящим из упора взмаха, расположенного между верхней частью

вала осевого шарнира и втулки, фиксатора шага, запирающего корпус осевого шарнира относительно вала осевого шарнира, и ручки,

соединенной с упором взмаха и фиксатором шага. Достигается упрощение конструкции и уменьшение массы несущего винта. 3 ил.



Фиг. 1

RU 2410287 C1

RU 2410287 C1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,  
PATENTS AND TRADEMARKS

(51) Int. Cl.  
**B64C 27/32** (2006.01)  
**B64C 11/00** (2006.01)

**(12) ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: **2009138308/11, 19.10.2009**

(24) Effective date for property rights:  
**19.10.2009**

Priority:

(22) Date of filing: **19.10.2009**

(45) Date of publication: **27.01.2011 Bull. 3**

Mail address:

**140007, Moskovskaja obl., g. Ljubertsy, ul. 8  
Marta, 8a, OAO "Kamov"**

(72) Inventor(s):

**Vagin Aleksandr Jur'evich (RU),  
Mikheev Sergej Viktorovich (RU),  
Plushchevskij Aleksej Mikhajlovich (RU),  
Osmolovskij Roman Feliksovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Otkrytoe aktsionernoe obshchestvo "Kamov" (RU)**

**(54) ROTORCRAFT ROTOR WITH BLADE FOLDING SYSTEM**

(57) Abstract:

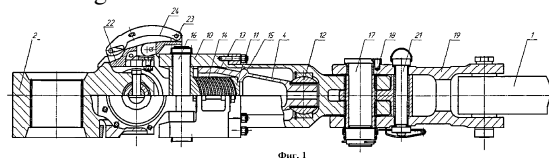
FIELD: transport.

SUBSTANCE: proposed rotor with blade folding system comprises blades, hub with eyes and blade-to-hub linkage. Said linkage comprises horizontal hinge, axial hinge and vertical hinge. The number of hub eyes equals that of blades. Horizontal hinge axle has a bore. Horizontal hinge is provided with two axial elastomer bearings fitted in hinge bore, in symmetry on both ends, and two covers jointing axial elastomer bearings with axial hinge eyes. Axial hinge axle has two eyes accommodating radial elastomer bearings of horizontal hinge, and blunt bore accommodating thrust elastomer bearing. Metal plates of thrust elastomer bearing are arranged with their convexity facing the blade. Axial hinge axle incorporates a stop representing spherical annular ledge. Radial bearing makes plain bearing. Thrust elastomer bearing and radial bearing of axial hinge are arranged on one side of horizontal hinge on blade side. Axial hinge case is furnished with guides

arranged outside said casing. Vertical hinge incorporates blade adapter jointed to blade root section and flexible load-bearing element with its base jointed by vertical hinge axle with axial hinge casing eyes and by folding bolt with blade adapter, and, by its end, with guides on axial hinge casing. Linkage between hub and blade incorporates folded blade flapping and pitch fixation element consisting of flapping thrust arranged between axial hinge shaft top part and hub, pitch retainer locking axial hinge casing relative to axial hinge axle, and handle jointed with flapping thrust and pitch fixation element.

EFFECT: simplified design, reduced weight of rotor.

3 dwg



RU 2 4 1 0 2 8 7 C 1

RU 2 4 1 0 2 8 7 C 1

Изобретение относится к авиационной технике, в частности к многолопастным несущим винтам винтокрылого летательного аппарата.

Известен несущий винт вертолета - патент США №4543040; В64С 27/32, В64С 27/39, В64С 27/48. Несущий винт состоит из втулки, вала осевого шарнира, корпуса осевого шарнира, механизма складывания и демпфера, лопасти. Втулка представляет собой корпусную деталь из композитного материала с множеством (по числу лопастей) пар проушин. Вал осевого шарнира представляет корпусную деталь с отверстием под ось горизонтального шарнира с 2-мя местами крепления эластомерных подшипников. Корпус осевого шарнира представляет собой корпусную деталь из композитного материала с проушинами с каждого конца. Несущий винт имеет в следующей последовательности горизонтальный, осевой и вертикальный шарниры. Горизонтальный шарнир состоит из втулки, вала осевого шарнира, оси горизонтального шарнира, 2-х радиальных эластомерных подшипников. Вал осевого шарнира устанавливается отверстием в головке на ось горизонтального шарнира, который служит осью вращения горизонтального шарнира. Радиальные эластомерные подшипники вставлены в проушины корпуса втулки. Осевой шарнир состоит из вала осевого шарнира, корпуса осевого шарнира, 2-х эластомерных подшипников. Корпус осевого шарнира посредством 2-х эластомерных подшипников монтируется на вал осевого шарнира. Подшипники расположены с двух сторон от пальца горизонтального шарнира. Внутренний подшипник - упорный, который, как известно, выполнен из чередующихся слоев резины и металлических пластин, в том числе и выпуклой формы, наружный - радиальный цилиндрический. Соединение корпуса осевого шарнира с лопастью образует вертикальный шарнир. Его осью является ось вертикального шарнира. Корпус осевого шарнира установлен на ось вертикального шарнира с помощью 2-х эластомерных подшипников. Несущий винт имеет автоматическое складывание лопастей, состоящее из электродвигателя, редуктора, соединенных с лопастью с помощью тяг и качалок.

У прототипа горизонтальный шарнир не имеет специальных средств для восприятия боковой силы, что уменьшает ресурс эластомерного подшипника горизонтального шарнира. Осевой шарнир имеет два эластомерных подшипника, размеры которых ограничены исполнением конструкции, из-за чего осевой шарнир имеет значимую жесткость при изменении шага, что увеличивает нагрузки в системе управления вертолета. Один из эластомерных подшипников осевого шарнира расположен перед осью горизонтального шарнира (со стороны вала несущего винта), что увеличивает разнос горизонтальных шарниров и увеличивает моменты на валу несущего винта. Это отрицательно сказывается на вертолетах с увеличенной управляемостью (например, соосных вертолетах) и увеличивает массу конструкции вертолета. При больших статических изгибающих нагрузках на осевой шарнир возможно разрушение или повреждение упорного эластомерного подшипника. Наличие большого количества эластомерных подшипников на каждое соединение лопасти со втулкой усложняет и удорожает конструкцию. Для демпфирования колебаний в плоскости вращения с целью предотвращения автоколебаний типа «земной резонанс» использован демпфер, что представляет сложную при проектировании, изготовлении и эксплуатации конструкцию с ограниченным ресурсом. На несущем винте употреблен механизм автоматического складывания лопастей, что приводит к увеличению веса несущего винта, а отсутствие механизма фиксации положения корпуса осевого шарнира приводит к увеличению нагрузок в системе управления в сложенном состоянии, и отсутствие ограничителя взмаха

лопасти может привести к опусканию лопасти при складывании на угол больше 90 градусов.

Технической задачей заявляемого технического решения является упрощение конструкции при одновременном уменьшении нагрузок и увеличении ресурса несущего винта и уменьшении нагрузок на вертолет в целом.

Техническая задача обеспечивается тем, что в несущем винте винтокрылого летательного аппарата с системой складывания лопастей, включающем в себя лопасти, втулку с проушинами и соединение лопастей со втулкой, содержащее горизонтальный шарнир, состоящий из вала осевого шарнира, соединенного через проушины со втулкой осью горизонтального шарнира, и двух радиальных эластомерных подшипников, осевой шарнир, состоящий из вала осевого шарнира, соединенного с корпусом осевого шарнира, имеющего проушины, посредством упорного эластомерного подшипника, выполненного в виде чередующихся слоев резины и металлических пластин выпуклой формы, и радиального подшипника, расположенного на конце вала осевого шарнира со стороны лопасти, вертикальный шарнир, состоящий из корпуса осевого шарнира, оси вертикального шарнира, подшипников, количество проушин на втулке равно количеству лопастей, ось горизонтального шарнира выполнена с отверстием, горизонтальный шарнир снабжен дополнительно двумя осевыми эластомерными подшипниками, расположенными в отверстии оси горизонтального шарнира симметрично с обоих концов, и двумя крышками, соединяющими осевые эластомерные подшипники с проушинами вала осевого шарнира, вал осевого шарнира выполнен с двумя проушинами, в которых смонтированы радиальные эластомерные подшипники горизонтального шарнира, и глухим отверстием, в котором расположен упорный эластомерный подшипник, металлические пластины упорного эластомерного подшипника расположены выпуклостью в сторону лопасти, а вал осевого шарнира имеет упор в виде кольцевого выступа сферической формы, радиальный подшипник является подшипником скольжения, при этом упорный эластомерный подшипник и радиальный подшипник осевого шарнира расположены по одну сторону от горизонтального шарнира со стороны лопасти, корпус осевого шарнира выполнен с направляющими снаружи корпуса, вертикальный шарнир снабжен переходником лопасти, соединенным с комлевой частью лопасти, и упругим силовым элементом, который основанием соединен осью вертикального шарнира с проушинами корпуса осевого шарнира и болтом складывания с переходником лопасти, а своим концом вставлен в направляющие на корпусе осевого шарнира, подшипники вертикального шарнира тканевого типа, каждое соединение втулки с лопастью снабжено фиксатором взмаха и шага лопасти в сложенном состоянии, состоящим из упора взмаха, расположенного между верхней частью вала осевого шарнира и втулки, фиксатора шага, запирающего корпус осевого шарнира относительно вала осевого шарнира, и ручки, соединенной с упором взмаха и фиксатором шага.

Изобретение поясняется чертежами, где  
на фиг.1 изображен разрез вдоль оси осевого шарнира несущего винта летательного аппарата,  
на фиг.2 изображен вид сверху на несущий винт,  
на фиг.3 изображен разрез горизонтального шарнира.

Несущий винт винтокрылого летательного аппарата с системой складывания лопастей включает в себя лопасти 1, втулку 2 с проушинами 3, количество которых равно количеству лопастей, и соединение лопастей со втулкой, содержащее в

следующей последовательности горизонтальный, осевой и вертикальный шарниры.

Горизонтальный шарнир состоит из вала осевого шарнира 4, проушин 3 втулки 2, оси 5 горизонтального шарнира, 2-х радиальных эластомерных подшипников 6, 2-х крышек 7 и 2-х осевых эластомерных подшипников 8.

5 В отверстие в проушине 3 втулки 2 установлена ось 5, которая служит осью вращения горизонтального шарнира. Радиальные эластомерные подшипники 6 вставлены в две проушины вала осевого шарнира 4, опираются на ось 5 горизонтального шарнира. На боковой поверхности проушин вала осевого шарнира 4  
10 закреплены крышки 7, которые упираются в осевые эластомерные подшипники 8, находящиеся в отверстиях 9 оси 5 горизонтального шарнира симметрично с обоих концов.

Осевой шарнир состоит из вала осевого шарнира 4, корпуса осевого шарнира 10, имеющего проушины, упорного эластомерного подшипника 11 и радиального  
15 подшипника скольжения 12, расположенного на конце вала осевого шарнира 4 со стороны лопасти 1.

На цилиндрической части вала осевого шарнира 4 монтируется корпус осевого шарнира 10 посредством радиального подшипника скольжения 12 и упорного  
20 эластомерного подшипника 11, установленного в глухом отверстии 13 вала осевого шарнира 4 и опирающегося непосредственно на корпус осевого шарнира 10. Упорный эластомерный подшипник 11 состоит из чередующихся слоев резины и металлических пластин 14 выпуклой формы, установленных выпуклостью в сторону лопасти 1. Вал осевого шарнира 4 выполнен с упором 15 в виде кольцевого выступа сферической  
25 формы.

Корпус осевого шарнира 10 имеет направляющие 16.

Вертикальный шарнир состоит из корпуса осевого шарнира 10, оси 17 вертикального шарнира, тканевых подшипников 18, переходника лопасти 19.

30 Переходник лопасти 19 соединен с комлевой частью лопасти 1 и упругим силовым элементом 20, который основанием соединен осью 17 вертикального шарнира с проушинами корпуса осевого шарнира 10 и болтом складывания 21 с переходником лопасти 19, а своим концом вставлен в направляющие 16 на корпусе осевого шарнира 10.

35 На несущем винте применено ручное складывание лопастей вокруг оси 17 вертикального шарнира, состоящее из болта складывания 21 и фиксатора взмаха и шага. Фиксатор взмаха и шага состоит из упора взмаха 22, расположенного между верхней частью вала осевого шарнира 4 и втулки 2, фиксатора шага 23, запирающего  
40 корпус осевого шарнира 10 относительно вала осевого шарнира 4, и ручки 24, соединенной с упором взмаха 22 и фиксатором шага 23.

При полете винтокрылого летательного аппарата его несущий винт находится в неравномерном потоке воздуха и лопасти 1 несущего винта совершают маховые движения в вертикальной и горизонтальной плоскостях. При действии системы  
45 управления лопасти 1 несущего винта меняют свои углы установки. При маховом движении необходимая подвижность лопастей 1 обеспечивается наличием горизонтального и вертикального шарнира, а изменение шага лопасти - осевого шарнира. Во время работы винта соединение втулки с лопастями воспринимает  
50 нагрузки от лопастей.

Центробежная сила с лопасти 1 передается на переходник лопасти 19, через вертикальный шарнир на корпус осевого шарнира 10, далее на упорный эластомерный подшипник 11 и на вал осевого шарнира 4. Далее через

горизонтальный шарнир замыкается на втулке 2.

Изгибающий момент в плоскости вращения с лопасти 1 проходит на переходник лопасти 19. Далее изгибающий момент воспринимается упругим силовым элементом 20, выбор жесткости которого обеспечивает требуемые уровни нагрузок в плоскости вращения на детали несущего винта и вместе с демпфированием в тканевых подшипниках вертикального шарнира запасы по возникновению колебаний типа «земной резонанс». Пара сил от изгибающего момента в плоскости вращения с упругого силового элемента 20 передается через вертикальный шарнир и направляющие 16 на корпус осевого шарнира 10. Далее через радиальный подшипник скольжения 12 и упорный эластомерный подшипник 11 изгибающий момент проходит по валу осевого шарнира 4 и замыкается на проушине 3 втулки 2. Расположение выпуклостей металлических пластин 14 со стороны лопасти 1 обеспечивает максимальную изгибную жесткость и прочность. При нагружении большой статической нагрузкой (при ударе об ограничитель при падении лопасти на упор свеса или при «жестком» включении при раскрутке или останове несущего винта) в осевом шарнире корпус осевого шарнира 10 встает на упор 15 вала осевого шарнира 4, тем самым предотвращая разрушение от изгибных нагрузок упорного эластомерного подшипника 11.

Боковая перерезывающая сила в плоскости вращения проходит от лопасти 1 через переходник лопасти 19, вертикальный шарнир, корпус осевого шарнира 10, далее через радиальный подшипник скольжения 12 и упорный эластомерный подшипник 11, используя выпуклости металлических пластин 14, по валу осевого шарнира 4. Передача нагрузки на втулку 2 происходит через крышки 7 и осевые эластомерные подшипники 8 горизонтального шарнира.

Складывание лопасти 1 происходит следующим образом: вначале вручную движением к валу осевого шарнира 4 ручкой 24 происходит фиксация вала осевого шарнира 4 упором взмаха 22 относительно маховых движений и фиксатором шага 23 относительно движений изменения шага лопасти. Затем вручную вынимается болт 21, лопасть 1 заводится в положение складывания до упора и болт 21 снова монтируется в новом положении.

Расположение всех подшипников осевого шарнира 11, 12 с одной стороны горизонтального шарнира со стороны лопасти 1 позволяет уменьшить разнос горизонтальных шарниров, что уменьшает нагрузки на конструкцию вертолета.

Введение дополнительных осевых эластомерных подшипников 8 горизонтального шарнира позволяет увеличить ресурс радиальных эластомерных подшипников 6 горизонтального шарнира, а расположение их внутри отверстия 9 оси 5 горизонтального шарнира не увеличивает габариты и массу горизонтального шарнира.

Выполнение вала осевого шарнира 4 с 2-мя проушинами, а втулки 2 с одной на каждую лопасть 1 позволяет выполнить вал осевого шарнира 4 с глухим отверстием 13 и тем самым обеспечить расположение упорного эластомерного подшипника 11 внутри вала осевого шарнира 4 без ограничения размера упорного эластомерного подшипника 11, что позволяет упростить конструкцию осевого шарнира, увеличить ресурс упорного эластомерного подшипника 11, уменьшить его жесткость и, следовательно, уменьшить нагрузки на систему управления вертолетом.

Использование подшипников скольжения 12, 18 в осевом и вертикальном шарнирах позволяет упростить и удешевить конструкцию.

Использование упругого силового элемента 20 позволяет отказаться от

использования демпфера, что уменьшает массу и упрощает конструкцию несущего винта.

Использование для крепления упругого силового элемента 20 оси 17 вертикального шарнира и болта 21 позволяет при вынимании болта 21 складывать лопасти  
5 относительно вертикального шарнира.

Ручное складывание позволяет отказаться от сложного и тяжелого механизма складывания, а фиксаторы 23 уменьшают нагрузки в системе управления вертолета в сложенном положении лопастей.

10 Описанная выше совокупность конструктивных особенностей несущего винта винтокрылого летательного аппарата с системой складывания лопастей позволили упростить и удешевить его конструкцию при одновременном уменьшении нагрузок и увеличении ресурса несущего винта и уменьшении нагрузок на вертолет в целом.

### 15 Формула изобретения

Несущий винт винтокрылого летательного аппарата с системой складывания лопастей, включающий в себя лопасти, втулку с проушинами и соединение лопастей со втулкой, содержащее горизонтальный шарнир, состоящий из вала осевого шарнира,  
20 соединенного через проушины со втулкой осью горизонтального шарнира, и двух радиальных эластомерных подшипников, осевой шарнир, состоящий из вала осевого шарнира, соединенного с корпусом осевого шарнира, имеющего проушины, посредством упорного эластомерного подшипника, выполненного в виде чередующихся слоев резины и металлических пластин выпуклой формы, и  
25 радиального подшипника, расположенного на конце вала осевого шарнира со стороны лопасти, вертикальный шарнир, состоящий из корпуса осевого шарнира, оси вертикального шарнира, подшипников, отличающийся тем, что количество проушин на втулке равно количеству лопастей, ось горизонтального шарнира выполнена с  
30 отверстием, горизонтальный шарнир снабжен дополнительно двумя осевыми эластомерными подшипниками, расположенными в отверстии оси горизонтального шарнира симметрично с обоих концов, и двумя крышками, соединяющими осевые эластомерные подшипники с проушинами вала осевого шарнира, вал осевого шарнира выполнен с двумя проушинами, в которых смонтированы радиальные  
35 эластомерные подшипники горизонтального шарнира, и глухим отверстием, в котором расположен упорный эластомерный подшипник, металлические пластины упорного эластомерного подшипника расположены выпуклостью в сторону лопасти, а вал осевого шарнира имеет упор в виде кольцевого выступа сферической формы, радиальный подшипник является подшипником скольжения, при этом упорный  
40 эластомерный подшипник и радиальный подшипник осевого шарнира расположены по одну сторону от горизонтального шарнира со стороны лопасти, корпус осевого шарнира выполнен с направляющими снаружи корпуса, вертикальный шарнир снабжен переходником лопасти, соединенным с комлевой частью лопасти, и упругим  
45 силовым элементом, который основанием соединен осью вертикального шарнира с проушинами корпуса осевого шарнира и болтом складывания с переходником лопасти, а своим концом вставлен в направляющие на корпусе осевого шарнира, подшипники вертикального шарнира тканевого типа, каждое соединение втулки с  
50 лопастью снабжено фиксатором взмаха и шага лопасти в сложенном состоянии, состоящим из упора взмаха, расположенного между верхней частью вала осевого шарнира и втулки, фиксатора шага, запирающего корпус осевого шарнира относительно вала осевого шарнира, и ручки, соединенной с упором взмаха и



фиксатором шага.

5

10

15

20

25

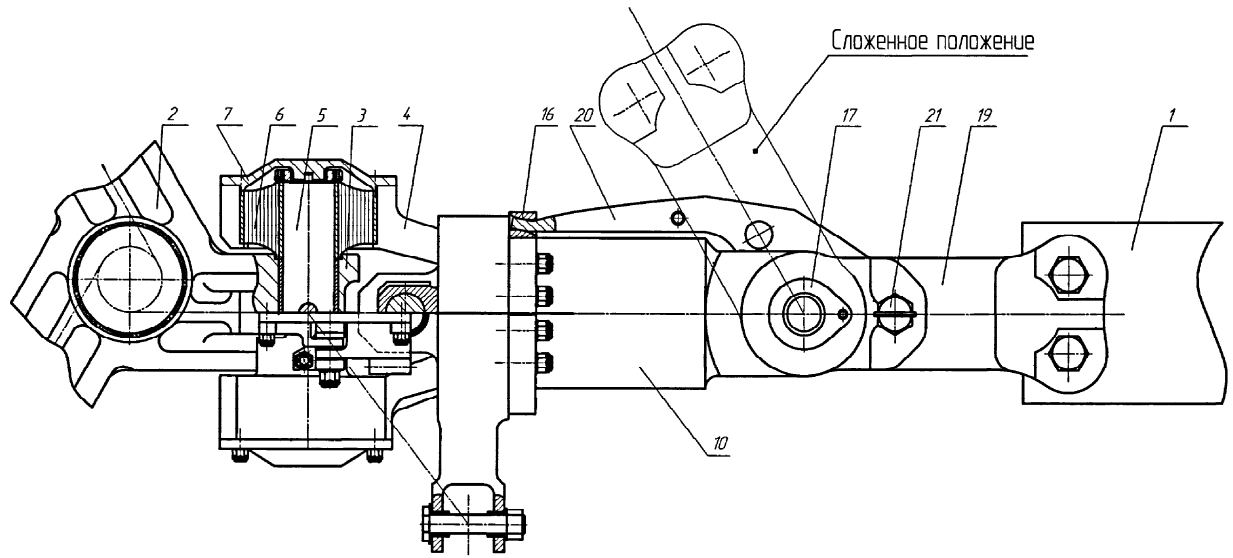
30

35

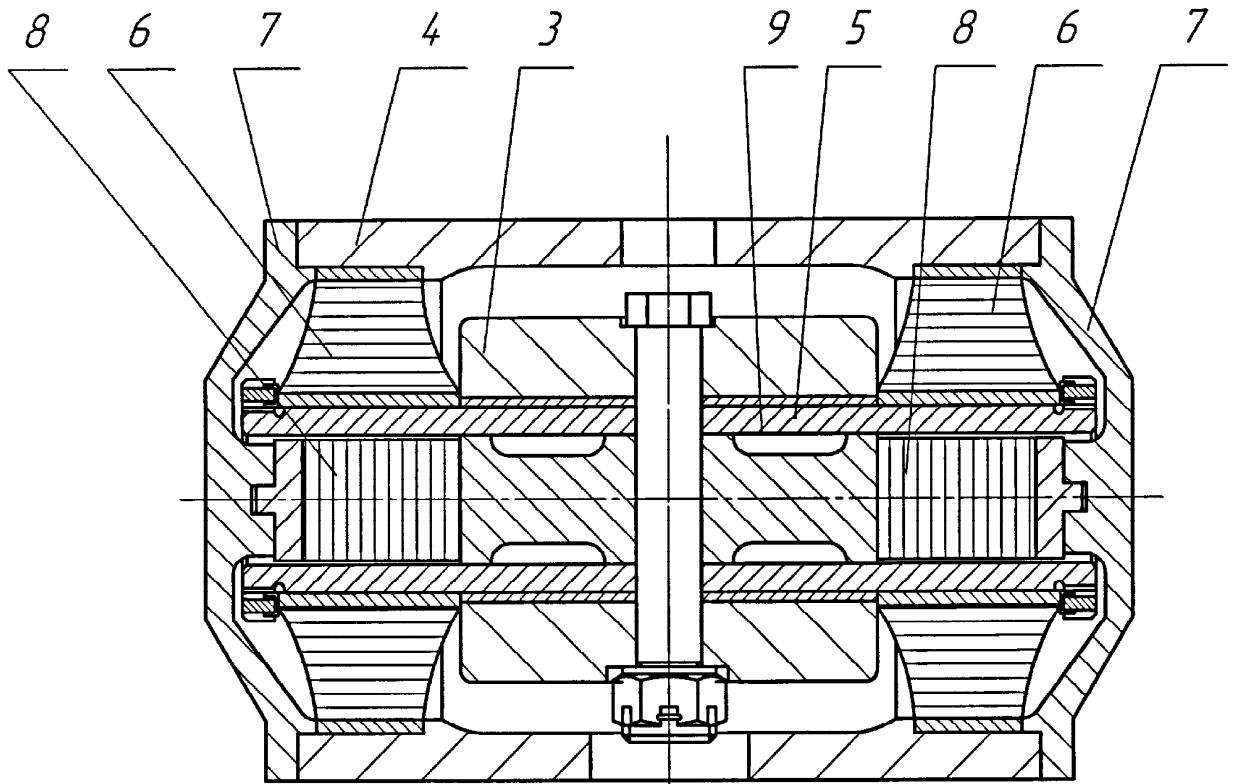
40

45

50



Фиг. 2



Фиг. 3