

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **043401**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента  
**2023.05.23**

(21) Номер заявки  
**202193290**

(22) Дата подачи заявки  
**2019.08.07**

(51) Int. Cl. **H02K 33/12** (2006.01)  
**H02K 35/06** (2006.01)  
**H02K 19/00** (2006.01)

---

(54) **УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ГЕНЕРАТОР-ДВИГАТЕЛЬ**

---

(43) **2022.06.02**

(86) **РСТ/KZ2019/000014**

(87) **WO 2021/025547 2021.02.11**

(71)(72)(73) Заявитель, изобретатель и  
патентовладелец:

**БАЯЛИЕВ ОМИР КАРИМОВИЧ  
(KZ)**

(74) Представитель:  
**Салинник Е.А. (KZ)**

(56) JPS-A-60106356  
RU-C2-2435285  
RU-C1-2274944  
JPS-A-5246413

(57) Изобретение относится к электрическим машинам, в частности к генераторам-двигателям, как линейным, так и вращающимся. Задачей заявляемого изобретения является повышение генерируемой ЭДС, минимизация количества используемых магнитов и обмоток и их максимальное использование во время всего цикла генерации. Универсальный генератор-двигатель, содержащий неподвижный магнитопровод (статор), подвижный магнитопровод (ротор), магнит и обмотки, причем неподвижный магнитопровод содержит по меньшей мере один базовый элемент, который собирается в виде магнита с расположенными с двух сторон от него генерирующими обмотками таким образом, что обеспечивается противоположное изменение магнитных потоков в обмотках при движении подвижного магнитопровода. Для усиления магнитного потока в зоне расположения магнита установлена обмотка подмагничивания, которая питается от генерирующих обмоток через выпрямитель. В двигательном режиме для управления перемещением на генерирующие и подмагничивающую обмотки подается переменное напряжение с генератора с блоком управления.

**B1**

**043401**

**043401**

**B1**

Изобретение относится к электрическим машинам, в частности к генераторам-двигателям как линейным, так и вращающимся.

Линейные генераторы-двигатели, повторяют по принципу своего действия соответствующие двигатели вращательного движения.

Принципы действия этих устройств аналогичны как показано на фиг. 1. Данные устройства являются обратимыми машинами и могут работать как в генераторном, так и в двигательном режимах.

Универсальный генератор-двигатель может быть как линейными, так и вращающимися, и отличается друг от друга только видом траектории движения подвижного магнитопровода.

Возвратно-поступательное движение подвижного магнитопровода (ротора).

Представление об устройстве линейного генератора-двигателя можно получить, если мысленно разрезать, как показано на фиг. 1, статор (1) и ротор (4) с обмотками (2) и (3) обычного асинхронного двигателя вдоль оси по образующей и развернуть в плоскость.

Образовавшаяся "плоская" конструкция представляет собой принципиальную схему линейного двигателя. Если теперь обмотки 2 статора такого двигателя подключить к сети переменного тока, то образуется магнитное поле, ось которого будет перемещаться вдоль воздушного зазора со скоростью  $V$ , пропорциональной частоте питающего напряжения  $f$ .

Известные линейные генераторы-двигатели в основном имеют два типа взаимного расположения магнитов и катушек.

На фиг. 2а, показано устройство, состоящее из неподвижного корпуса (5) (ядро) в котором закреплены постоянные магниты (6). Внутри корпуса размещается подвижный шток, на котором закреплены катушки (7) с электрическими обмотками. Шток установлен в корпусе в подшипниках скольжения (на фигуре не показан) и имеет возможность возвратно-поступательного движения слева на право и наоборот.

При перемещении штока в обмотках наводится ЭДС, пропорциональная скорости изменения амплитуды его перемещения  $V \Delta X$ . Перемещение приводит к изменению магнитного потока  $\Phi$  на величину  $\Delta \Phi$ .

Так как обмотки будут поочередно (т.е. не одновременно) входить в области действия магнитов разной направленности, то в данной конструкции функция изменения магнитного потока  $\Phi$  от величины перемещения будет выглядеть следующим образом.

$$\Delta \Phi = f(\Delta X)$$

Очевидным недостатком конструкции является необходимость использования скользящих контактов (на фигуре не показаны) для съема электроэнергии с катушек, расположенных на движущемся штоке.

На фиг. 2б показано аналогичное устройство, но с обратным расположением магнитов и катушек. Функция изменения магнитного поля будет аналогичной.

Для катушки, находящейся в переменном магнитном поле, закон Фарадея можно записать следующим образом:

$$E = - \Delta \Phi / \Delta t ,$$

где

$E$  - электродвижущая сила действующая вдоль произвольно выбранного контура,

$\Phi$  - магнитный поток через поверхность, ограниченную этим контуром,

$t$  - время изменения магнитного потока.

Поочередное изменение магнитного потока в традиционных конструкциях означает, что сначала в обмотке изменяется (возрастает или уменьшается) магнитное поле одной направленности, а потом противоположной направленности. Это приводит к медленному изменению магнитного потока внутри обмотки и является основным недостатком используемых в настоящее время конструкций. Вторым недостатком является большое количество магнитов и обмоток, что приводит к удорожанию действующих конструкций. Третьим недостатком является то, что не все магниты и обмотки работают одновременно в течении всего цикла возвратнопоступательного движения. На фиг. 2 видно, что часть магнитов (2 штуки) или обмоток (2 штуки) не всегда взаимодействуют друг с другом.

Задачей заявляемого изобретения является повышение генерируемой ЭДС, минимизация количества используемых магнитов и обмоток и их максимальное использование во время всего цикла генерации.

Для этих целей используем такое конструктивное расположение магнита и обмоток в отдельном базовом элементе на неподвижном магнитопроводе, чтобы создать в обмотках противоположное изменение магнитных потоков. Базовый элемент состоит из одного магнита и двух обмоток, как будет показано ниже по описанию.

На фиг. 3а показана конструкция, лишенная вышеуказанных недостатков традиционных линейных генераторов.

В конструкции используется базовый элемент (14), включающий в себя неподвижный магнитопровод (8), имеющий среднюю точку (9) с установленным на ней магнитом (10). По краям неподвижного магнитопровода расположены 2 обмотки (11). Подвижный магнитопровод (12) имеет возможность возвратно-поступательного движения (направление движения поз.13) на подшипниках качения (на фигуре не показаны). Направление магнитных полей проходящих через левую и правую обмотку показано синими стрелками.

Как показано на фиг.3а, при расположении середины подвижного магнитопровода (12) против

средней точки (9), линии магнитного поля, проходящие через среднюю точку (9), в которой установлен магнит (10), равномерно распределены по двум обмоткам (11), противоположны и равны по величине.

При смещении подвижного магнитопровода (12) влево или вправо на  $\Delta X$  как показано на фиг. 3б и 3в, происходит изменение величины магнитного сопротивления в зазорах между обмотками (11) и подвижным магнитопроводом (12). Изменение магнитного сопротивления в зазорах приводит к противоположному изменению величин магнитных потоков в правой и левой обмотке на величину

$$\Delta \Phi = f(\Delta X)$$

Обмотки соединены последовательно и в результате образуют единую обмотку.

Совокупное изменение магнитного потока в единой обмотке составит

$$\Delta \Phi = f(\Delta X) - (-f(\Delta X)) = 2f(\Delta X),$$

т.е. вырастет в 2 раза по сравнению с имеющимися аналогами.

В отличие от имеющихся аналогов подвижный магнитопровод (ротор) не генерирует никакого магнитного поля, а является пассивным элементом как ферромагнитный сердечник в соленоиде. Он переключает магнитные линии, проходящие через магнит и обмотки, уменьшая магнитное сопротивление между магнитом и правой обмоткой или магнитом и левой обмоткой

На фиг. 4 показано изменение магнитных потоков в двух обмотках соединенных последовательно в устройстве, изображенном на фиг. 3. Пунктирными стрелками показано направление магнитного поля индуцируемого возникающей при этом ЭДС, которое всегда направлено против изменения магнитного потока.

Фиг. 4а - подвижный магнитопровод находится в нейтральном положении. Фиг. 4б - подвижный магнитопровод движется вправо. Фиг. 4в - подвижный магнитопровод движется влево.

При больших величинах смещения, используется подвижный магнитопровод с выступами (зубцами), позволяющий обеспечить изменение магнитных потоков при любой величине смещения. Эта конструкция изображена на фиг. 5а, б и в.

В случае использования кольцевого магнита и двух обмоток надо учесть, что его магнитные линии расположены, как изображено на фиг. 6.

Базовый элемент будет выглядеть как на фиг. 7а и включает в себя кольцевой магнит (15), помещенный в середину неподвижного магнитопровода (16) который изготовлен в виде двух колец, помещенных в разрезанный цилиндр с технологическим зазором  $\Delta Y$ , подвижный магнитопровод (17), наружную обмотку (18) и внутреннюю обмотку (19). Наружная обмотка размещена с наружной части кольцевого магнита. Внутренняя обмотка находится между внутренней поверхностью магнита и подвижным магнитопроводом (17).

Принцип действия данной конструкции аналогичен устройству, изображенному на фиг. 5. Перемещение подвижного магнитопровода изменяет величину магнитных зазоров  $\Delta X$  и соответственно плотность линий магнитного поля снаружи и внутри кольцевого магнита. При этом часть линий магнитного поля переходит снаружи кольцевого магнита внутрь и обратно. Технологический зазор  $\Delta Y$  предназначен для регулирования равномерности плотности линий магнитного поля снаружи и внутри кольцевого магнита и выставляется заводом изготовителем. При уменьшении зазора линии перераспределяются внутрь кольцевого магнита, при увеличении наружу. Регулирование равномерности плотности линий магнитного поля можно осуществлять и за счет изменения толщины стенки цилиндра неподвижного магнитопровода  $\Delta h$  в процессе изготовления, изменяя его магнитную проводимость как показано на фиг. 7б. При увеличении толщины стенки  $\Delta h$  линии магнитного поля перераспределяются наружу кольцевого магнита, при уменьшении внутрь. Наружная и внутренняя обмотки соединены последовательно. На фиг. 7в и 7г показано изменение плотности линий магнитных потоков при перемещении подвижного магнитопровода.

Для усиления возбуждающего магнитного поля в зоне расположения постоянного магнита можно поместить обмотку возбуждения (20) как показано на фиг. 8а и 8б. Обмотка возбуждения (20) выделена красным цветом и запитывается с единой генерирующей обмотки через выпрямитель. Например, через управляемый выпрямитель на тиристорах, стандартная схема которого изображена на фиг. 9.

При использовании обмотки подмагничивания можно вообще отказаться от применения постоянного магнита, если в зоне его размещения использовать магнитотвердый материал из углеродистой стали (21), сохраняющей остаточную намагниченность как показано на фиг. 10. Это позволит начать генерацию электроэнергии на начальном этапе движения с дальнейшим усилением возбуждающего магнитного поля за счет обмоток подмагничивания. С помощью блока системы управления (СУ) можно изменять угол управления и время начала работы каждого тиристора, а следовательно и среднее выпрямленное напряжение и ток. Описание работы управляемого выпрямителя на тиристорах изложено на сайте: [https://studref.com/311612/tehnika/upravlyaemye\\_vypryamiteli\\_tiristorah](https://studref.com/311612/tehnika/upravlyaemye_vypryamiteli_tiristorah).

Универсальный генератор-двигатель является обратной машиной и, так же как и его аналоги, может работать в двигательном режиме. В двигательном режиме на генерирующие и подмагничивающие обмотки надо подать переменное напряжение через генератор с блоком управления, изображенный на фиг. 11а. Диаграммы переменного питающего трехфазного напряжения показаны на фиг. 11б. Перемен-

ное магнитное поле создает усилие, которое приводит в движение подвижный магнитопровод. Направление движения будет зависеть от сдвига фаз подаваемого напряжения. Скорость движения от частоты напряжения. Описание работы линейных двигателей подробно изложено на сайте: <http://leg.co.ua/info/elektricheskie-mashiny/lineynye-elektrodvigateli.html>.

Для увеличения мощности универсального генератора-двигателя как в генераторном, так и в двигательном режиме можно использовать не один, а несколько (два и более) базовых элемента при одном и том же подвижном магнитопроводе, как это показано на фиг. 12. Базовые элементы можно располагать как с одной так и с двух сторон подвижного магнитопровода если разместить дополнительные зубцы на его обратной стороне.

Вращающееся движение подвижного магнитопровода (ротора).

На фиг. 13 показана функциональная схема традиционно используемого двухполюсного трехфазного синхронного генератора. Частота тока  $f$  выражается следующим соотношением:

$$f = N/60,$$

где  $N$  - число оборотов ротора в минуту.

Для машин, имеющих  $p$  пар полюсов, частота тока при  $n/60$  об/сек будет в  $p$  раз больше, чем для двухполюсной машины, т.е.

$$f = pN/60$$

Отсюда формула для определения частоты вращения ротора будет иметь следующий вид:

$$N = 60f/p$$

Для снижения частоты вращения генератора, при неизменной частоте тока  $f$ , например в ветроустановках, приходится использовать многополюсные машины, что приводит к их удорожанию, так как приходится использовать от 15 до 90 пар полюсов.

В этой конструкции, так же как и в традиционных линейных генераторах обмотки будут поочередно (т.е. не одновременно) входить в области действия магнитов разной направленности и функция изменения магнитного потока  $\Phi$  от величины перемещения будет выглядеть следующим образом:

$$\Delta \Phi = f (\Delta \beta),$$

где  $\beta$  - угол поворота ротора.

На фиг. 14 показан многополюсный генератор используемый в современных ветроустановках. На кольцевом роторе расположены обмотки независимого возбуждения, формирующие магнитные полюсы, а на статоре (справа) - обмотка статора.

Задачей заявляемого изобретения является повышение генерируемой ЭДС, снижение частоты вращения генератора, минимизация количества используемых магнитов и обмоток и их максимальное использование во время всего цикла генерации.

На фиг. 15а показано устройство с использованием базового элемента в виде двух обмоток и одного магнита. От универсального генератора-двигателя изображенного на фиг. 5 оно отличается только тем, что подвижный магнитопровод (ротор) изготовлен в виде кольца и имеет возможность вращения вокруг базового элемента на подшипниках. Принцип действия универсального генератора-двигателя с вращающимся подвижным магнитопроводом аналогичен для всех примеров описанных в разделе универсальный генератор-двигатель с возвратно-поступательным движением подвижного магнитопровода, за исключением траектории движения подвижного магнитопровода. Функция изменения магнитного потока  $\Phi$  от угла поворота будет выглядеть следующим образом:

$$\Delta \Phi = 2 f (\Delta \beta),$$

Скорость изменения магнитного потока будет в два раза больше чем у имеющихся в настоящее время аналогов.

Для увеличения мощности и более равномерного распределения нагрузки можно также использовать два и более базовых элемента при одном и том же подвижном магнитопроводе (роторе) как показано на фиг. 15б. Количество фаз напряжения будет зависеть от количества базовых элементов. Базовые элементы также могут быть расположены как внутри, так и снаружи подвижного магнитопровода при соответствующем расположении зубцов.

Частота генерации будет зависеть от количества выступов (зубцов) на подвижном элементе по формуле:

$$f = N * N_{зуб} / 60,$$

где

$N$  - число оборотов ротора в минуту;

$N_{зуб}$  - количество зубцов на роторе.

Из формулы видно, что для увеличения частоты генерации достаточно увеличить количество зубцов в подвижном магнитопроводе, а значит на такую же величину можно снизить скорость вращения ротора, что очень важно для тихоходных генераторов, используемых в ветровых и гидро электростанциях. В частности, частота вращения вала устройства изображенного на фиг. 15б при частоте генерации 50 Гц будет равна:

$$N = 60f/N_{зуб} = 60 * 50/20 = 3000/20 = 150 \text{ оборотов в минуту}$$

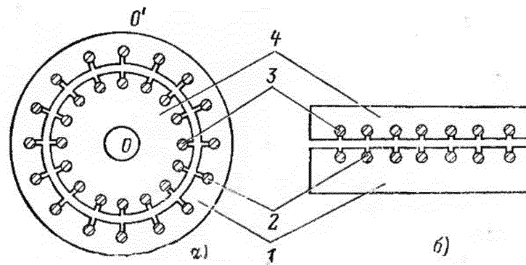
Универсальный генератор-двигатель с вращательным движением подвижного магнитопровода является обратимой машиной и, так же как и его аналоги, может работать в двигательном режиме. При использовании трех базовых элементов получим трехфазный синхронный двигатель, в котором можно использовать стандартный набор управления вращением.

#### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

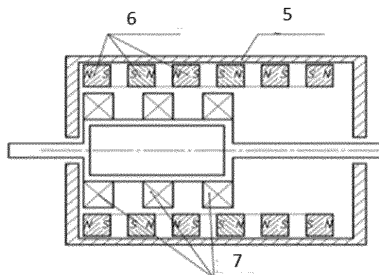
1. Генератор-двигатель, содержащий неподвижный магнитопровод статор, подвижный магнитопровод ротор, магнит и обмотки, отличающийся тем, что неподвижный магнитопровод содержит по меньшей мере один базовый элемент, который состоит из магнита с обмоткой подмагничивания и расположенными с двух сторон от него генерирующими обмотками таким образом, что обеспечивается противоположное изменение магнитных потоков в обмотках при движении подвижного магнитопровода, причем обмотка подмагничивания питается от генерирующих обмоток через выпрямитель.

2. Генератор-двигатель по п.1, отличающийся тем, что вместо магнита используется магнитотвердый материал.

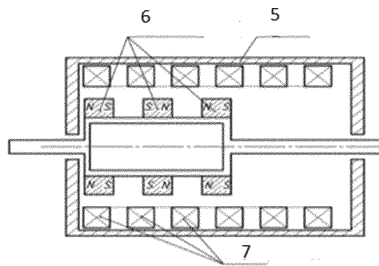
3. Генератор-двигатель по пп.1, 2, отличающийся тем, что в двигательном режиме для управления перемещением на генерирующие и подмагничивающую обмотки подается переменное напряжение от генератора с блоком управления.



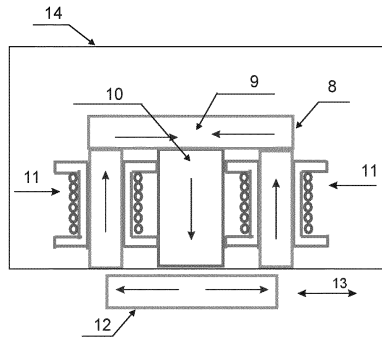
Фиг. 1



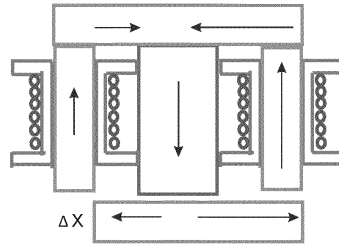
Фиг. 2а



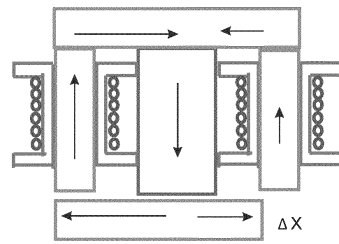
Фиг. 2б



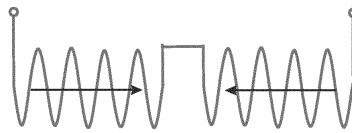
Фиг. 3а



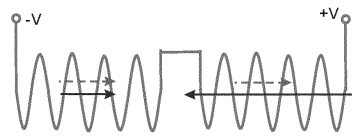
Фиг. 3б



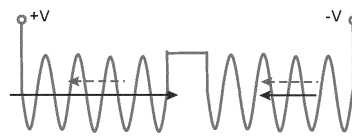
Фиг. 3в



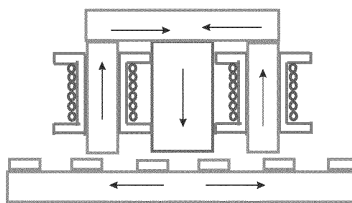
Фиг. 4а



Фиг. 4б

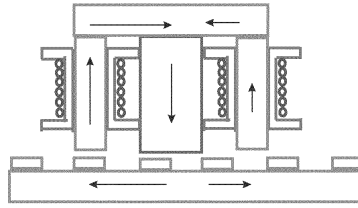


Фиг. 4в

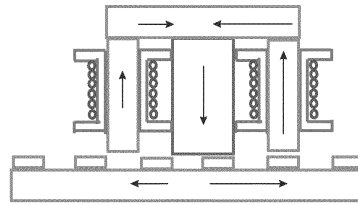


Фиг. 5а

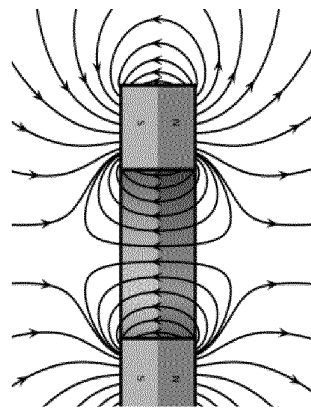
043401



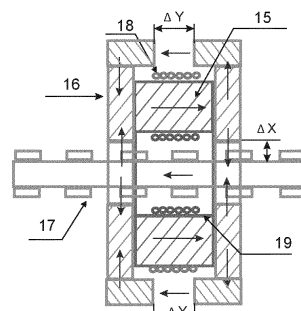
Фиг. 5б



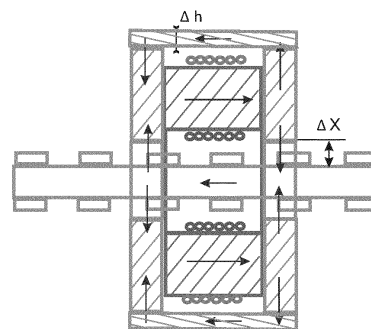
Фиг. 5в



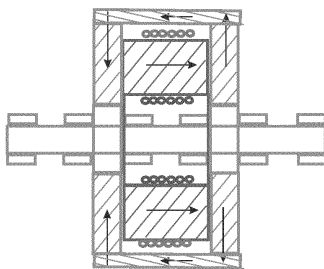
Фиг. 6



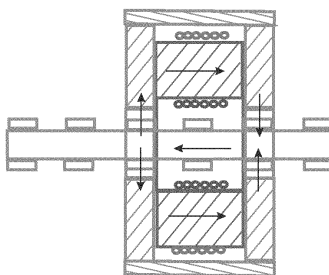
Фиг. 7а



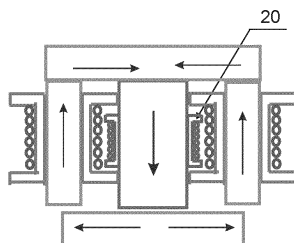
Фиг. 7б



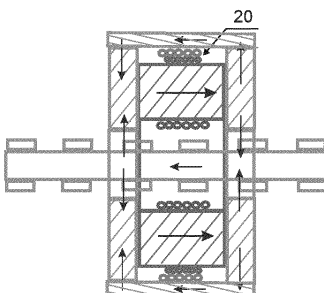
Фиг. 7в



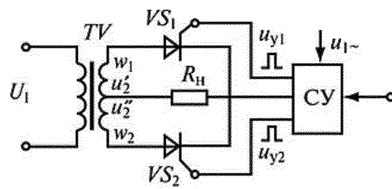
Фиг. 7г



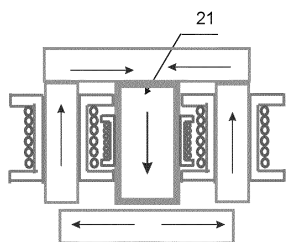
Фиг. 8а



Фиг. 8б

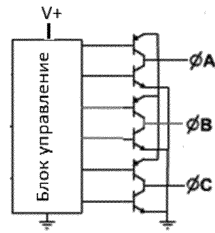


Фиг. 9

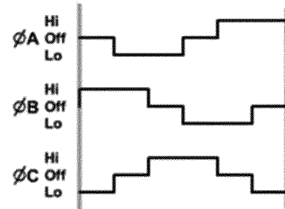


Фиг. 10

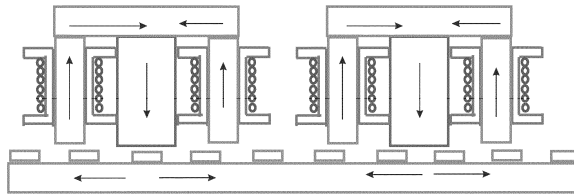




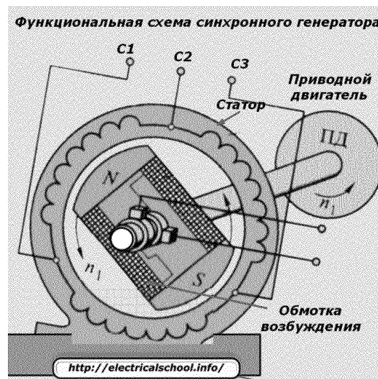
Фиг. 11а



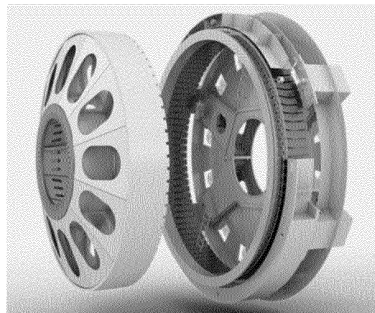
Фиг. 11б



Фиг. 12

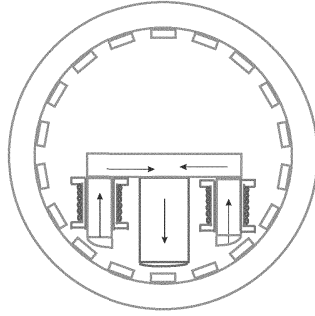


Фиг. 13

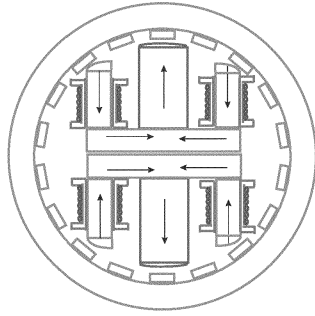


Фиг. 14

043401



Фиг. 15а



Фиг. 15б



Евразийская патентная организация, ЕАПВ  
Россия, 109012, Москва, Малый Черкасский пер., 2

---