

Изобретение относится к области электропривода и может быть применено в асинхронных электродвигателях с фазным ротором.

Известна электрическая машина, которая представляет собой генератор с неподвижной обмоткой возбуждения, намотанной вокруг ротора concentрично ему. Витки этой обмотки лежат в плоскости перпендикулярной оси вращения ротора, а сам ротор представляет собой сплошное цилиндрическое тело из стали, один конец которого разветвлен на несколько ответвлений в виде зубьев трапецевидного сечения. Напротив указанных зубьев в статоре генератора установлен пакет из листовой электротехнической стали и снабжен зубьями, направленными навстречу зубьям на роторе. Вокруг зубьев этого пакета намотаны обмотки переменного тока, которые последовательно соединены между собой и выведены на выводные клеммы [Родичев В.А., Родичев Г.И. Тракторы и автомобили. - М: Высшая школа, - 1982, с. 274, рис. 183].

При таком выполнении ротора наводимое катушкой возбуждения его магнитное поле разделяется по числу зубьев на несколько отдельных полюсов. При вращении ротора их силовые линии попеременно пересекают обмотки на зубьях пакета статора, в результате чего в них индуцируется электродвижущая сила высокой частоты.

Благодаря предложенному расположению катушки возбуждения ротора резко упрощается конструкция данного генератора и его эксплуатация.

Однако у него имеются и существенные недостатки. Во-первых, при его использовании: в качестве электродвигателя он нуждается в пусковом двигателе, задающем ему начальное вращение в заданном направлении. Во-вторых, для изменения оборотов такого двигателя необходимо изменять частоту подводимого напряжения, что требует сравнительно сложных систем преобразования частоты тока и систем управления двигателем. В-третьих, при применении такого двигателя большой мощности в сетях трехфазного тока может иметь место большой перекося напряжения в фазах трехфазной сети, что нежелательно.

Известен двигатель, который лишен вышеотмеченных недостатков. Он представляет собой асинхронный электродвигатель с фазным ротором и включает в себе статор, на котором закреплены намотанные вокруг ферромагнитных сердечников обмотки статора, число которых кратно трем и ротор, содержащий три сердечника из ферромагнитного материала, каждый из которых охвачен своей обмоткой ротора, причем, одним своим концом каждый сердечник обмоток статора замкнут на корпус статора, а другие концы этих сердечников равномерно размещены вокруг оси вращения ротора напротив рабочих концов сердечников ротора, которые также равномерно распределены вокруг оси его вращения и установлены с зазором относительно сердечников статора. Причем обмотки ротора намотаны непосредственно на его сердечники, соединены между собой в звезду, а их концы выведены через контактные кольца и щетки на выводные клеммы обмоток ротора. Последние, как правило, подсоединяются к пусковому реостату [Костенко М.П., Пиотровский Л.М. Электрические машины. - Часть II - Л., Энергия. - 1973, с. 26, рис. 1-18а].

Благодаря этому изменение оборотов двигателя достигается здесь простым увеличением активного сопротивления цепи обмоток ротора с помощью пускового реостата. Плавный пуск этого двигателя осуществляется в нем без привлечения других устройств, а необходимое направление вращения его ротора устанавливается соответствующим подсоединением обмоток статора к питающей сети трехфазного тока. Одинаковое сопротивление обмоток статора позволяет равномерно загрузить все три фазы такой сети при любой мощности двигателя.

Однако в него имеются и существенные недостатки. Наличие контактных колец и щеток усложняет конструкцию двигателя, а также его эксплуатацию, а возможное искрение между поверхностью контактных колец и щетками снижает его применимость в угледобывающей, мукомольной, комбикормовой промышленности, при производстве взрывчатых веществ и т.д. по причине взрывоопасности. Кроме того, возникновение сравнительно больших центробежных сил, действующих на обмотки ротора в высокооборотных двигателях такого типа, ведет к дополнительному конструктивному усложнению их ротора, а, следовательно, и двигателя в целом.

Целью данного изобретения является такое усовершенствованное известное асинхронное трехфазное двигателя, при котором, путем изменения конструкции магнитопроводящей системы ротора, в частности, сердечников его обмоток, их расположения на роторе в комбинации с новым расположением обмоток ротора и их конструкцией, достигалась возможность создания в роторе управляемого магнитного поля трехфазного тока без привлечения контактных колец и щеток и исключалось воздействие центробежных сил на обмотки ротора, и тем самым упрощалась конструкция двигателя и его эксплуатация включая и высокооборотные двигатели такого типа, а также расширялась сфера применимости этих двигателей за счет уменьшения их взрывоопасности от искрения между токопроводящими элементами их конструкции.

Указанная цель достигается тем, что в этом двигателе, согласно изобретению, вторые концы всех сердечников ротора ориентированы вдоль оси вращения ротора и имеют различную длину, в результате чего каждый из них проходит и располагается внутри одной из трех неподвижно закрепленных на корпусе статора обмоток ротора, которые расставлены по оси его вращения рядом друг за другом в плоскостях перпендикулярных этой оси и намотаны вокруг ротора с зазором к нему, причем, к этим концам сердечников ротора с зазором подведены перемычки из ферромагнитного материала, вторые концы которых замкнуты на корпус ротора.

Кроме того, согласно изобретению, каждая из обмоток ротора и ее сердечник изолированы от других обмоток ротора и их сердечников стенками из материала, например, являющимся диамагнетиком, то есть непроводящего магнитное поле.

Согласно изобретению, для каждой из обмоток ротора на роторе установлено несколько одинаковых равномерно расположенных вокруг оси вращения ротора сердечников, ориентированных вдоль этой оси концы которых объединены в отдельную цилиндрическую втулку, самая короткая из которых имеет наибольший диаметр, а самая длинная - наименьший, а сами они размещены телескопически одна в другой и разделены между собой и между валом втулками, выполненными из диамагнетика, причем, каждый рабочий

конец сердечника ротора, относящийся к одной его обмотке, располагается между рабочими концами сердечников, относящихся к двум другим его обмоткам.

При этом, согласно изобретению, обмотки ротора имеют различный внутренний диаметр, соответственно с диаметрами расположенных в них указанных втулок сердечников ротора.

Благодаря такому выполнению ротора, удается обеспечить управляемость вращающегося магнитного поля ротора и магнитное замыкание всех его сердечников через корпус на сердечники статора при неподвижных всех трех обмотках ротора. Указанная магнитная изоляция каждой обмотки ротора и ее сердечника обеспечивает максимальную концентрацию магнитного поля каждой обмотки на рабочем конце ее сердечника. Тем самым обеспечивается наличие вращающегося магнитного поля на рабочих концах этих сердечников, а с ним и нормальная работа двигателя.

Установка на роторе нескольких одинаковых равномерно расположенных вокруг оси вращения ротора сердечников, указанное объединение их концов с помощью общих для них втулок, их изоляции и расположение их рабочих концов позволяет наиболее просто механически уравновесить сам ротор, существенно упростив изготовление такого ротора при сохранении бегущего магнитного поля на его указанных рабочих концах.

Указанное выполнение его обмоток позволяет наиболее просто создать и передать магнитное поле с обмоток ротора на его сердечники.

При этом отпадает необходимость в наличии контактных колец и щеток, исключается воздействие центробежных сил на обмотки ротора, обеспечивается равномерность загрузки каждой фазы сети трехфазного тока при подключении этого двигателя в такую сеть, что упрощает конструкцию асинхронного трехфазного двигателя с фазным ротором, и его эксплуатацию, исключает возможное искрение между его токонесущими элементами, что расширяет его применимость в условиях взрывоопасности, позволяет создание высокооборотных двигателей такого типа, например, двигателей с двойным питанием, то есть с подачей напряжения от трехфазной сети как на статор так и ротор двигателя.

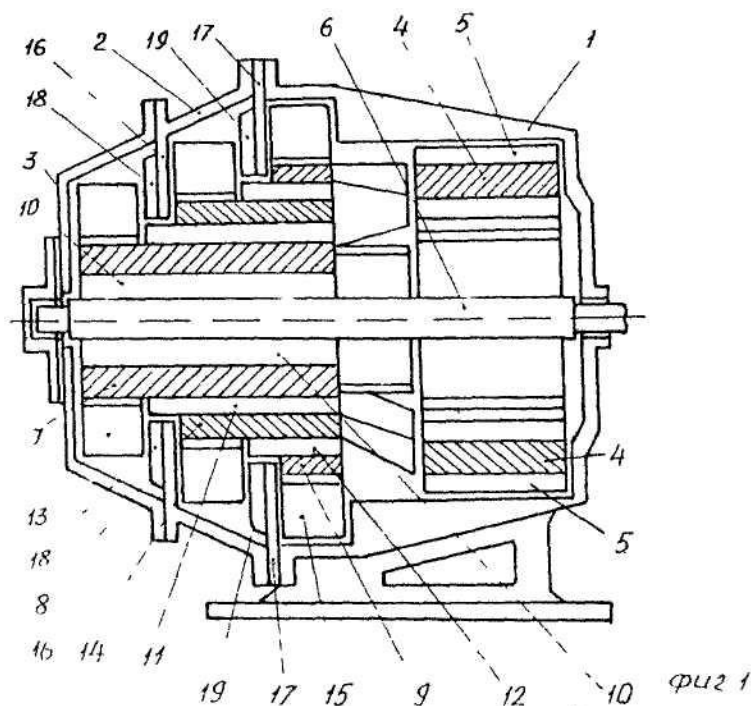
На фиг.1 схематически показан электродвигатель, вид сбоку, вертикальное осевое сечение; на фиг.2 - ротор двигателя, вид сбоку, вертикальное осевое сечение; на фиг.3 - ротор двигателя, вид со стороны рабочих концов его сердечников; на фиг.4 - аксонометрическое изображение в прямоугольной диметрии ротора двигателя; на фиг.5 - обмотки статора и сердечники, вид с торца; на фиг.6 - обмотки ротора, вертикальное сечение осевой плоскостью.

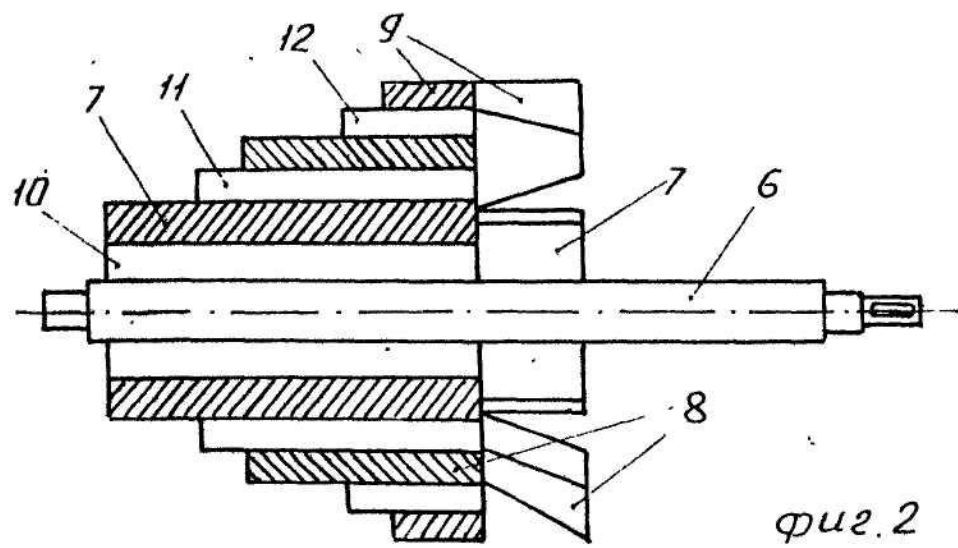
Двигатель состоит из корпуса 1, на котором закреплены обечайка 2 и задняя крышка 3, изготовленные из ферромагнитного материала, например, электротехнической стали (фиг.1). У передней стенки корпуса 1 в нем установлены намотанные вокруг сердечников 4 обмотки 5 статора, число которых кратно трем. Сердечники 4 одним своим концом замкнуты на корпус 1 и равномерно распределены вокруг вала 6 ротора электродвигателя параллельно ему. Ротор двигателя состоит из установленных на валу 6 сердечников 7, 8, 9 ротора, изготовленных из ферромагнитного материала, например, электротехнической стали. Ориентированные вдоль вала 6 ротора концы сердечников 7, 8, 9 выполнены в виде втулок различной длины, самая длинная (на сердечнике 7) имеет самый меньший диаметр, а самая короткая (на сердечнике 9) - наибольший диаметр. Они располагаются концентрично друг другу и валу 6 телескопически входя одна в другую. Со стороны расположения сердечников 4 обмоток 5 статора от каждого сердечника 7, 8, 9 ротора ответвляется одно или несколько (равное для каждого сердечника число) ответвлений, являющихся рабочими концами этих сердечников. Они равномерно распределены вокруг оси вращения ротора, ориентированы навстречу сердечникам 4 обмоток 5 статора и установлены с зазором напротив них (фиг.1). Причем, каждое такое ответвление одного сердечника ротора всегда располагается между двумя ответвлениями двух других сердечников, а суммарное их число равно числу сердечников 4 и обмоток 5 статора (фиг. 1-4). Сердечники 7, 8, 9 ротора разъединены и изолированы друг от друга и от вала 6 втулками 10, 11, 12, изготовленными из материала непроводящего магнитное поле, например, из диамagnetика (фиг. 1-3). Каждый из выполненных в виде цилиндрических втулок конец сердечников 7, 8, 9 ротора проходит и располагается внутри одной из трех неподвижно закрепленных в корпусе 1 обмоток 13, 14, 15 ротора, которые расставлены по оси его вращения рядом друг за другом в плоскостях, перпендикулярных этой оси и намотаны вокруг ротора с зазором к нему (фиг.1). К этим концам сердечников 7, 8, 9 с зазором к ним подведены перемычки 16 и 17 из ферромагнитного материала, вторые концы которых замкнуты на корпус 1. Для сердечника 7 такой перемычкой является сама задняя крышка 3 корпуса 1 (фиг.1). Обмотки 13, 14, 15 изолируются друг от друга стенками 18 и 19, изготовленными из материала непроводящего магнитное поле и закрепленные на перемычках 16 и 17. Как показано на фиг.1, фиг.2, для лучшей изоляции магнитных полей сердечников 7, 8, 9 ротора, втулки 11, 12 выполнены несколько длинных втулок на конце сердечников 8 и 9, в результате его втулки 11 и 12 доходят до стенок 18 и 19 надежно изолируя эти поля. При разветвлении каждого сердечника ротора на два рабочих конца, эти концы располагаются на них диаметрально противоположно друг другу (см. фиг.3, фиг.4). В этом случае их общее количество равно шести, соответственно количеству сердечников 4 обмоток 5 статора (фиг.5). Все шесть обмоток 5 статора наматываются в этом случае в одинаковом для них направлении вокруг своих сердечников 4, а их концы $a_1, b_1; a_2, b_2; a_3, b_3; a_4, b_4; a_5, b_5; a_6, b_6$ выводятся на панель обмоток статора (фиг.5). Обмотки 13, 14, 15 ротора выполняются различным внутренним диаметром соответственно диаметрам расположенных в них выполненных в виде втулок концов сердечников 7, 8, 9 ротора (фиг. 1, фиг.6) Они также наматываются вокруг этих сердечников в одинаковом для них направлении, а их концы $c_1, d_1; c_2, d_2; c_3, d_3$ выводятся на панель обмоток ротора двигателя (фиг.6).

Работает этот двигатель следующим образом. При подготовке двигателя к его подключению к сети трехфазного тока, в соответствии с установленными правилами соединения обмоток статора трехфазного асинхронного двигателя, эти обмотки объединяют в три группы обмоток с параллельным или последовательным их соединением в каждой группе. В дальнейшем эти группы обмоток соединяют треугольником или звездой и через систему для запуска такого двигателя присоединяют к трехфазной сети.

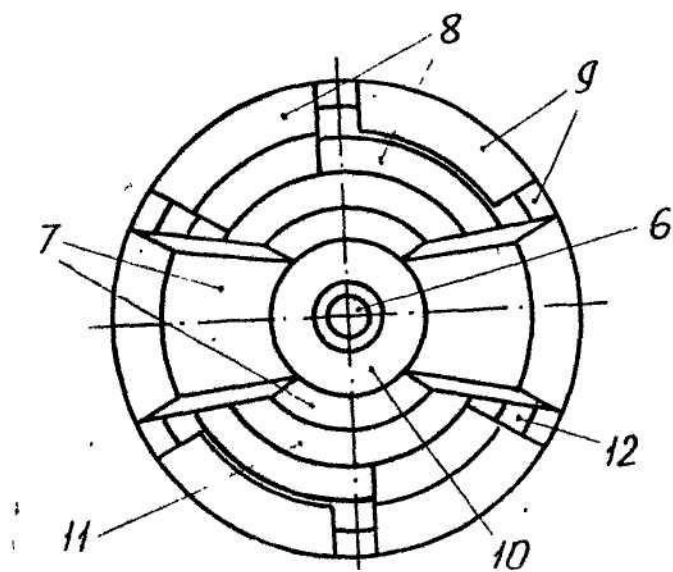
Например, для взятого случая, при последовательном соединении обмоток в группах с последующим соединением полученных трех групп обмоток звездой, соединяют между собой конец b_1 первой обмотки с началом a_4 четвертой обмотки; конец второй обмотки b_2 с началом a_5 пятой обмотки; конец b_3 третьей обмотки с началом a_6 шестой обмотки; после чего концы b_4, b_5, b_6 четвертой, пятой и шестой обмоток соединяют друг с другом, а начало a_1, a_2, a_3 , то есть концы на входе первой, второй и третьей обмоток, через систему пуска подсоединяют к трем фазам трехфазной сети. Что касается обмоток ротора, то они, как правило, соединяются звездой путем соединения между собой концов d_1, d_2, d_3 первой, второй и третьей обмоток ротора с последующим присоединением концов c_1, c_2, c_3 на входе в эти обмотки с пусковым реостатом. При пуске двигателя пусковой реостат выводят в положение его максимального сопротивления.

С подачей напряжения на обмотки 5 статора от сети трехфазного тока в сердечниках 4 этих обмоток будет индуцироваться переменное магнитное поле. Благодаря выбранному объединению обмоток 5 в группы а также конструкции ротора двигателя, сердечники 4 обмоток 5 каждой из этих групп, имеющих благодаря объединению в группу одинаковую полярность в взятой группе, всегда частично или полностью будут располагаться напротив рабочих концов одного из трех сердечников ротора, т.е. сердечников 7, 8, 9 (см. фиг. 1-5). Поскольку сердечники 7, 8, 9 ротора выполнены из ферромагнитного материала, индуцируемое в сердечниках 4 статора переменное магнитное поле будет наводить в сердечниках ротора переменное магнитное поле, которое через эти сердечники и переключки 16, 17, а также заднюю крышку 3 будет замыкаться на корпус 1 (фиг.1) При увеличении и уменьшении магнитного поля в том или ином сердечнике ротора магнитные силовые линии этого поля станут пересекать собой витки намотанной вокруг него обмотки ротора и индуцировать в ней электродвижущую силу, а, следовательно, и электрический ток. Порождаемое этим током магнитное поле будет направлено против причин, породивших изменение магнитного поля в сердечнике этой обмотки. Поскольку изменения магнитного поля в системе обмоток 5 с сердечниками 4 статора носят характер вращающегося магнитного поля, главной среди такого рода причин будет вращение этого поля относительно ротора двигателя, то есть скольжения магнитного поля статора относительно ротора. Следовательно, магнитное поле электрического тока в обмотках ротора будет направлено в сторону уменьшения этого скольжения. Поскольку магнитное поле сердечников 7, 8, 9 ротора концентрируется в рабочих концах этих сердечников, имеющих определенное плечо с осью вращения ротора, силы магнитного взаимодействия между полюсами сердечников ротора и статора двигателя станут разгонять ротор с определенным вращающим моментом в сторону уменьшения скольжения между угловыми скоростями магнитного поля статора и угловой скоростью вращения ротора. При достижении равенства вращающего момента электромагнитных сил приложенных к ротору и момента сил сопротивления его вращению, двигатель достигнет предельных оборотов при данном сопротивлении пускового реостата. Увеличения оборотов ротора можно достичь уменьшением сопротивления пускового реостата. Максимальные обороты ротора достигаются при выведении пускового реостата на его нулевое сопротивление и переключании накоротко концов c_1, c_2, c_3 на входы обмоток 13, 14, 15 ротора. Для получения удвоенного числа оборотов ротора необходимо после набора двигателем максимальных оборотов при замкнутых накоротко концах c_1, c_2, c_3 на входе обмоток 13, 14, 15 ротора провести резкое переключение этих концов из замкнутых накоротко на их подсоединение к фазам трехфазной сети. Причем соединение концов c_1, c_2, c_3 обмоток 13, 14, 15 ротора с фазами трехфазной сети необходимо провести так, чтобы направление вращения магнитного поля на рабочих концах сердечников 7, 8, 9 ротора было направлено навстречу направлению вращения магнитного поля в сердечниках 4 обмоток 5 статора, то есть, по аналогии как 5 это осуществляется с обычным асинхронным трехфазным двигателем с контактными кольцами при одновременном питании ротора и статора.

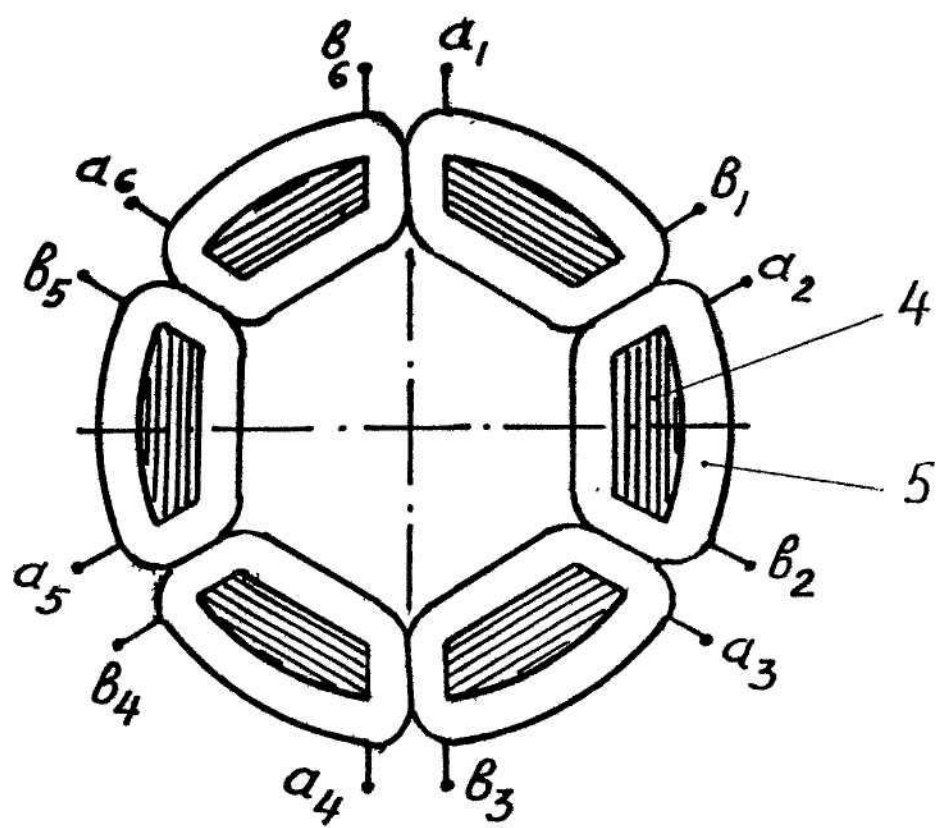
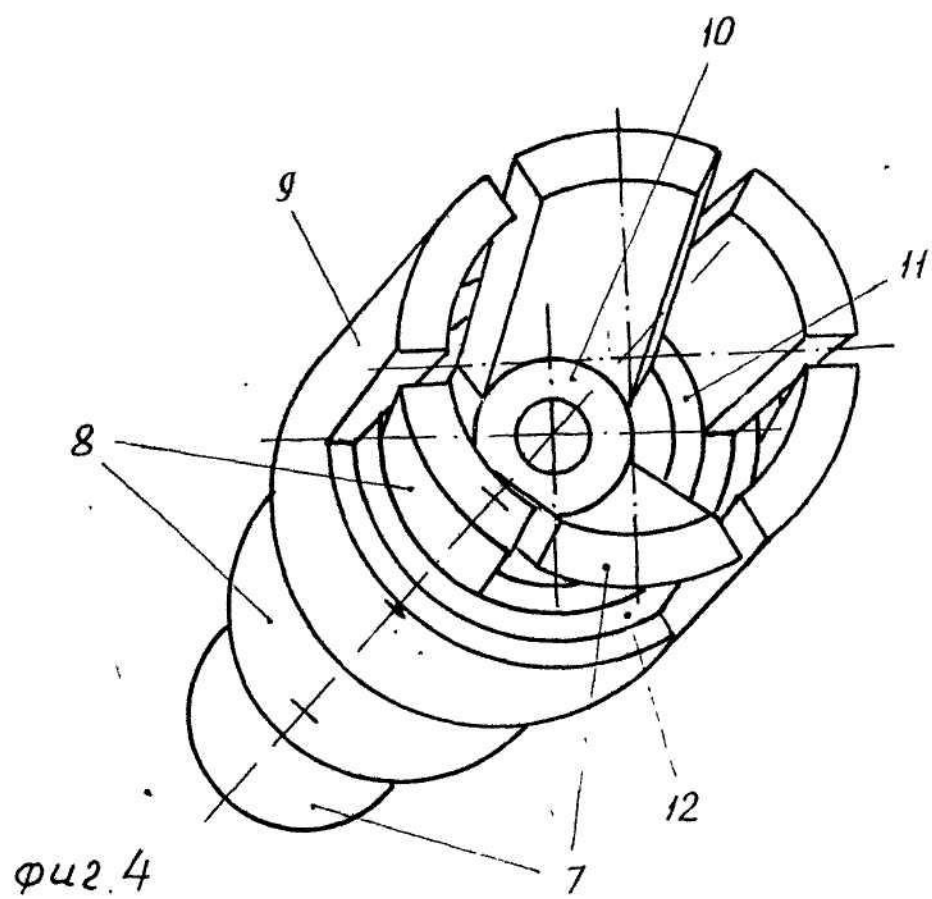




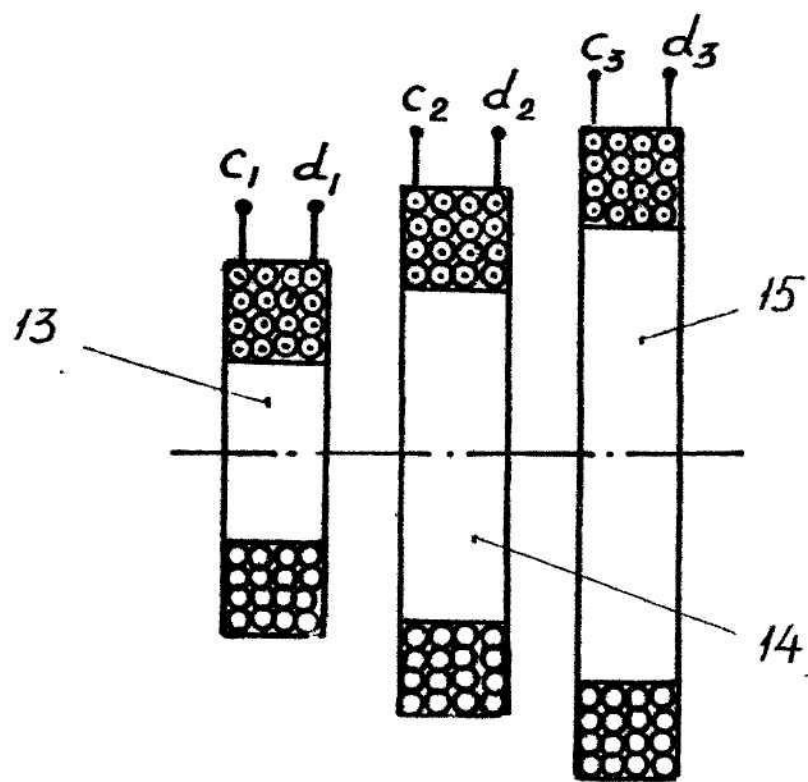
фиг. 2



фиг. 3



фиг. 5



фиг. 6