

2. Композиційні матеріали на основі волокон з гірських порід та неорганічних в'язучих. [Текст]: моногр. / Глуховський В.В., Свідерський В.А., Яценко О.М, та ін. – К. НАН України, Інституту проблем матеріалознавства ім. І.М.Францевича, 2006. 140 с.
3. Свідерський В.А., Дашкова Т.С., Глуховський В.В., Глуховський І.В. Ячеистые бетоны естественного твердения. [Текст] // Будівельні конструкції. – 2009, № 72. – К. НДІБК – С. 328-334.

Проведено аналіз властивостей двигуна з ротором, що котиться, в традиційній класифікації електричних машин і в еволюційній класифікації електромеханічних перетворювачів енергії Шинкаренка В.Ф., намічені подальші шляхи його розвитку

Ключові слова: ротор, що котиться, класифікація, архетип, клас, структури-мутанти

Проведен анализ свойств двигателя с катящимся ротором в традиционной классификации электрических машин и в эволюционной классификации электромеханических преобразователей энергии Шинкаренко В.Ф., намечены дальнейшие пути его развития

Ключевые слова: катящийся ротор, классификация, архетип, класс, структуры-мутанты

The analysis of motor with a rolling rotor properties is dealt with in traditional classification of electric machines and in evolutionary classification of electromechanics energy converters of Shinkarenko V.F., the further ways of its development are set

Keywords: rolling rotor, classification, archetype, class, structures-mutants

УДК 621.313.181

МЕСТО ДВИГАТЕЛЯ С КАТЯЩИМСЯ РОТОРОМ В ОБЩЕЙ ЭВОЛЮЦИИ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ

А. А. Дунев

Аспирант*

Контактный телефон: (097) 6399690

E-mail: lex_from_khar@mail.ru

В. В. Наний

Доцент, кандидат технических наук

*Кафедра Электрических машин

Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт»

ул. Фрунзе, 21, г. Харьков, Украина, 61002

Контактный телефон: (057) 721-21-65

E-mail: v.naniy@mail.ru

Современный уровень развития техники предусматривает дальнейшее расширение применения различных типов электрических машин и их разновидностей.

К середине прошлого столетия были изобретены все основные виды электрических машин, разработана теория электромеханического преобразования энергии в них и сформирована базовая классификация.

В это же время происходит бурное развитие автоматики, что сопровождалось расширенным применением шаговых, редукторных и моментных двигателей. На этот же период приходится изобретение Москвитиным А.И. двигателя с катящимся ротором (ДКР), как альтернатива редукторным приводам.

Как известно, в зависимости от назначения электрические машины подразделяются на генераторы, двигатели, преобразователи, компенсаторы, усилители и электрические машины автоматических систем. Кроме того, электрические машины могут быть подразделены по роду и частоте тока, по мощности, ча-

стоте вращения, напряжению и высоте оси вращения (Рис.1).

Международные стандарты и ГОСТы Украины предусматривают следующие высоты осей вращения электрических машин, мм: 50, 56, 63, 71, 80, 90, 100, 112, 132, 160, 180, 200, 225, 250, 280, 315, 355 и т. д.

Точно так же устанавливается ряд номинальных мощностей электрических машин в диапазоне от 0,06 до 1000 кВт: 0,06; 0,09; 0,12; 0,18; 0,25; 0,37; 0,55; 0,75; 1,1; 1,5; 2,2; 3,4; 5,5; 7,5; 15; 18,5; 22; 30; 37; 45; 55; 75; 90; 110; 132; 160; 200; 250; 400; 500; 630; 800; 1000 и т.д.

Существует так же разделение электрических машин по различным видам исполнения: по способу монтажа ИМ (ГОСТ 2479–79), степени защиты IP (ГОСТ 17494-87) и способу охлаждения IC (ГОСТ 20459).

В начале XX века были созданы уже все основные виды электрических машин и разработаны основы их теории, и поэтому на первый взгляд, кажется, невозможно получить новые виды электромеханических преобразователей энергии (ЭМПЭ).

До недавнего времени все многообразие электрических машин укладывалось в различные виды классификаций, которые носили в основном фиксирующий характер, не оставляющий возможности появлению последовательно логической эволюции.

В традиционных видах классификаций наиболее практичных электрические машины, ДКР относят к синхронно-реактивным машинам (хотя имеются запатентованные ДКР с асинхронным принципом действия).

В плане частоты вращения ДКР (0,1 – 200 об/мин), по нашему мнению, требует дополнительного классификационного уточнения.

Толчок для дальнейшего развития новых образцов электромеханических преобразователей энергии дает теория эволюции электромеханических систем профессора Шинкаренко В.Ф. [2].

Им была создана уникальная система классификации электромеханических преобразователей энергии, разбитая на классы, отличающиеся по типу поля, конструкции магнитопровода, способу вращения и др. Так выделились цилиндрические, конические, плоские, сферические, тороидные-цилиндрические и тороидные-плоские классы ЭМПЭ.

Развитие электрических машин идет поступательно, шаг за шагом и каждая ветвь развивается со своей скоростью. Если построить полную картину эволюции электромеханических систем, то она будет иметь спиралевидный характер, из года в год, дополняясь новыми идеями и исполнениями в своей области.

Что касается двигателя с катящимся ротором, то по теории Шинкаренко В.Ф., он относится к классу структур-мутантов, как гибрид синхронных видов машин, с эксцентрично расположенным ротором (врожденные структуры базового вида цилиндрических машин ЦЛ 0.2у).

Архетип – это исторически подтвержденный объект, который определяет первичную структуру базовых видов, родов и семей ЭМПЭ. Рассмотрим этапы появления ДКР из синхронных машин (СМ).

Первый в мире синхронный двигатель переменного тока разработал и построил Чарльз Уинстон в 1841 году, но его конструкция не получила тогда широкого распространения из-за ряда недостатков, проявившихся во время пуска и при нагрузке двигателя. Подлинная революция в электротехнике произошла только после изобретения Доливо-Добровольским асинхронного двигателя в 1889 г.



Рис. 1. Классификация электрических машин по роду тока, принципу действия и типу возбуждения [1].

Архетипом базового вида плоских ЭМ поступательного действия (ПЛ.2.2х, Рис.2) следует считать электромагнитный двигатель Уинстона, а именно СД постоянного тока, запатентованный в 1845 году.

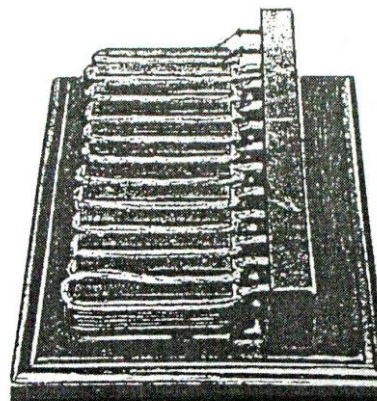


Рис.2. Плоский якорь двигателя Уинстона – архетип базового вида плоских (ПЛ) электрических машин поступательного действия и машин с катящимся ротором

Бегущее магнитное поле явнополюсного плоского индуктора, сосредоточенные катушки которого через коммутатор поочередно питались постоянным током, приводило в движение массивную стальную заготовку цилиндрической формы, которая одновременно исполняла вторичной части двигателя. С позиции генетической информации этот двигатель принадлежит к первым межвидовым мутантам, структура

которого начала эволюцию не только будущего класса двигателей с катящимся ротором, но и класса специальных машин технологического назначения, в которых рабочее тело одновременно выполняет функцию и подвижной части машины.

Реактивно-гистерезисный синхронный двигатель с редуктором был предложен в 1916 г. Уорреном (широко применяется и в настоящем времени: для привода электрических часов, для протягивания ленты в самопишущих приборах и т.д), а в 1942 г. Р.Пленснер (США) запатентовал электрический двигатель постоянного тока с катящимся дисковым ротором (врожденная структура вида ТП 0.2у - тороидные плоские, Рис.5).

Концепция создания конструкции электрической машины с катящимся ротором возникла еще в конце XIX века, но к середине 30-х годов XX столетия все еще оставалась вне круга интересов прикладной электротехники и электромашиностроения. Пока в 1933 году С.П. Розанов, и в 1936 г. П. Н. Крохмалев, сумели выявить эффект действия вращающей силы одностороннего магнитного притяжения между статором и ротором, который и лег в основу действия двигателя с катящимся ротором (ДКР).

Большой толчок к созданию полноценной работоспособной конструкции ДКР был дан в 1944 году советским ученым А.И. Москвитиным, который предложил для увеличения эффекта действия сил одностороннего магнитного притяжения, униполярное подмагничивание и, таким образом, создал первый в мире синхронный ДКР, конструкция которого остается фундаментальной и сегодня.

ДКР существует с 1944 года, но в классификации ЭМПЭ Шинкаренко В.Ф., он появился недавно, в связи с развитием работ по его практическому применению [3]; он занял свое место в классе структур-мутантов, как перерожденный вид (гибрид) синхронных машин с эксцентрично расположенным ротором.

Так как все электрические машины он систематизировал в классы, виды и подвиды в своей теории эволюции ЭМПЭ, – можно предположить будущее направление их развития.

Так как развитие асинхронных машин (АМ) будет двигаться в сторону увеличения КПД, и применению новых материалов с улучшенными электромагнитными и прочностными свойствами (нанотехнологии), а это приведет, соответственно, к уменьшению конструктивных параметров двигателя, и увеличению выходной мощности машины, – то так же можно предположить, что и у такого двигателя, как ДКР, относящегося к классу структур-мутантов и гибридов синхронных машин, будет похожее будущее.

Дальнейшее развитие ДКР будет направлено на повышение вращающего момента, при снижении массогабаритных показателей путем применения новых материалов, с одновременным увеличением гарантированного ресурса работы.

По мере развития, такие материалы начнут дешеветь. Будут получены новые виды сталей с качественно улучшенными магнитными свойствами, позволяющими значительно снизить габариты магнитопроводов. Аналогичное изменение претерпят и проводниково-изоляционные материалы.

Что же касается самой теории эволюции электро-механических систем (ТЭЭМС) Шинкаренко В.Ф., – это не просто теория, а уже сформировавшееся направление со своими принципами, терминами и понятиями.

ДКР, как мы уже выяснили, принадлежит к классу структур-мутантов, тип - цилиндрические ЦЛ 0.2у.

Это обозначение у – означает направление распространения волны электромагнитного поля по у координате, как показано на рисунке ниже (Рис.3), т.е. ДКР это у-ориентированные машины.



Рис.3. Направление вращения магнитного поля в ДКР, класс ЦЛ.0.2у

X-ориентирование не осуществляется, так как обмотки питаются дискретно от преобразователя, и поочередно включаются, сменяя друг друга, по окружности статора, создавая, таким образом, у-вращающуюся волну МДС. Да, магнитное поле распространяется во все стороны двигателя, но главным и результирующим является движение по окружности, которое и способствует обкатыванию ротора по расточке статора.

Для ДКР, ЦЛ - это цилиндрические машины, первая цифра указывает на наличие, либо отсутствие дисимметризирующих факторов: 0 – полное отсутствие, 1 – частичное проявление, 2 – присутствие. В нашем случае это – 0.

Т.е. структура генетической классификации создает три класса источников, порядковый номер которых отвечает первой цифре цифрового кода группы, т.е. говоря иначе, при полном отсутствии дисимметризирующих факторов, которые определяют вид электромагнитной симметрии ПИП (первичный источник поля) по доминирующему направлению движения волны МДС, то, таким образом, наш класс «0» – означает отсутствие симметричности источника электромагнитного поля машины.

Что касается второй цифры: она определяет направление распространения волны ЭМП источника.

В нашем случае «2» – означает наличие источников поля с x-симметрией и у – асимметрией. Здесь магнитное поле распространяется по координате x в обе плоскости машины равномерно, поэтому мы можем говорить о наличии симметрии в распространении поля по x-ориентированию.

А при рассмотрении направления вращения поля по у-координате, – присуще вращение только лишь в одном направлении: влево либо вправо (зависит от необходимого направления вращения выходного вала), и говорить о симметрии здесь уже не возможно.

Если бы поле распространялось симметрично как по x так и по у координатам, то номер группы был бы

0.0, а 0.1 – указывал бы на частичную асимметрию, т.е. дисимметрию поля.

Поэтому ТЭЭС относит ДКР именно к ЦЛ 0.2у - группе, что и означает так же принадлежность его к классу структур-мутантов.

Но существуют не только цилиндрические ДКР (ЦЛ). Дисковые и конические машины – ТП и КН ДКР, отличаются по типу конструкции от базовых машин. Например, модель асинхронного ДКР Саникидзе В.К. имеет конический ротор. Этот асинхронный тип ДКР, по мнению автора, позволяет регулировать скорость вращения выходного вала, путем перемещения статора регулировочным винтом (Рис.4).

Так же, особое внимание заслуживает конструкция ДКР с дисковым ротором (Рис.5), предложенная инженером R.Schon в 1958 году. Особенностью этой конструкции является то, что ротор у нее выполнен в виде диска, обкатывающегося, как блин, по поверхности статора, вертикального исполнения. Принцип действия аналогичен синхронным ДКР.

Этот тип ДКР в ТЭЭС может быть отнесен к классу тороидально-плоские (ТП 0.2у), а конструкция асинхронного ДКР Саникидзе В.К. – к классу конические (КН 0.2у), из-за его конической конструкции ротора.

ДКР с дисковым ротором R.Schon может быть выполнен как с электромагнитным так и с магнитоэлектрическим возбуждением. R.Schon предложил использовать эту конструкцию машины без обмотки униполярного подмагничивания. Коммутация осуществляется включением в катушки каждой фазы выпрямительных элементов. Схема аналогична двухполупериодной трехфазной схеме выпрямления.

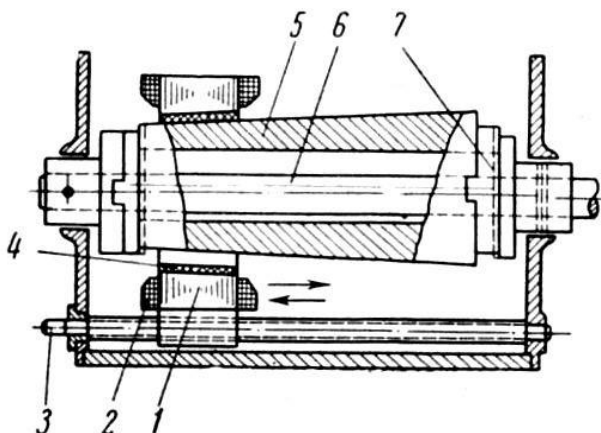


Рис.4. Асинхронный ДКР В.К. Саникидзе 1-сердечник статора, 2 – трехфазная обмотка статора, 3-регулирующий винт, 4-конусная поверхность обкатывания, 5-конусный массивный ротор, 6-вал, 7 - муфта.

Достоинством данной конструкции можно назвать отсутствие как таковых вибраций, имеющих место в обычных типовых синхронных ДКР, а наличие регулировочного винта внизу, позволяет менять скорость вала двигателя.

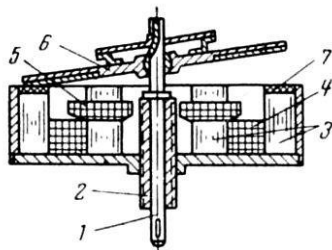
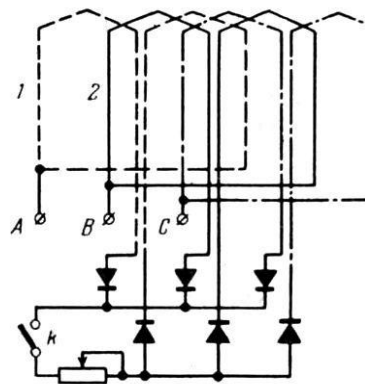


Рис.5. Синхронный ДКР с дисковым ротором R.Schon: 1 - вал, 2 - регулировочный винт, 3 - сердечник статора, 4 – обмотка униполярного подмагничивания, 5 - трехфазная обмотка, 6 – ротор-диск, 7-поверхность обкатывания.



Выводы

1. ДКР в традиционной классификации электрических машин относится к синхронно-реактивным двигателям.
- 2.Требуется классификационное уточнение места ДКР по частоте вращения.
3. В теории эволюции электро-механических систем Шинкаренко В.Ф. дает наглядное представление о различных типах ЭМПЭ, и отводит каждому из них свое почетное место в этом разнообразии. Был проведен анализ наличия ДКР в этой системе и намечены дальнейшие пути его развития.

Литература

1. Герасимов, В. Г. Электротехнический справочник [Текст]/ В.Г. Герасимов и др. – М., Издательство МЭИ, 1998.
2. Шинкаренко, В.Ф. Основы теории эволюции электро-механических систем [Текст]/ В.Ф. Шинкаренко. – Киев, Наукова думка, 2002 г.
3. Наний В.В. Аспекты проектирования и испытания двигателей с катящимся ротором/В.В. Наний, А.Г. Мирошниченк, В.Д. Юхимчук, А.А. Дунев, А.М. Масленников, А.В. Егоров, Д.В. Потоцкий // Вісник НТУ «ХП». Збірник наукових праць. Тематичний випуск: Проблеми удосконалення електричних машин і апаратів. Теорія і практика. – Харків: НТУ «ХП». – 2010. – №55. – с. 84-88.