

УДК 621.313

КЛАССИФИКАЦИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ГЕНЕРАТОРОВ ВОЗВРАТНО-ПОСТУПАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ С ПОСТОЯННЫМИ МАГНИТАМИ  
CLASSIFICATION OF ELECTRIC RECIPROCATING GENERATORS  
WITH PERMANENT MAGNETS

Менжинский А.Б., к-т. техн. наук, Малашин А.Н., к-т. техн. наук, доцент  
Военная академия Республики Беларусь, г. Минск, Беларусь,  
Сизиков С. В., к-т. техн. наук, доцент

Белорусский национальный технический университет, г. Минск, Беларусь  
A. Menzhinsky, Candidate of Technical Sciences, A. Malashin, Candidate of Technical  
Sciences, Associate Professor,  
Military Academy of the Republic of Belarus, Minsk, Belarus  
S. Sizikov, Candidate of Technical Sciences  
Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

*Аннотация. В последнее время наблюдается активный рост научных разработок в области электрических генераторов возвратно-поступательного движения с постоянными магнитами, нашедших широкое применение в системах «свободнопоршневой двигатель – электрическая машина». Анализ научных разработок показал, что в настоящее время существует широкий спектр различных конструкций электрических генераторов возвратно-поступательного движения и ряд работ в которых уже проведена их классификация. Однако в связи с разработкой новых конструкций (структур) электрических генераторов возвратно-поступательного движения возникает необходимость в дополнении существующей классификации. В связи с этим была проведена совместная классификация существующих и вновь предложенных электрических генераторов возвратно-поступательного движения с постоянными магнитами с целью их дальнейших исследований.*

*Annotation. Recently, there has been an active growth of scientific developments in the field of electric reciprocating generators with permanent magnets, which have found wide application in the "free-piston engine-electric machine" systems. The analysis of scientific developments has shown that at present there is a wide range of different designs of electric generators of reciprocating motion and a number of works in which their classification has already been carried out. However, in connection with the development of new designs (structures) of electric reciprocating generators, there is a need to supplement the existing classification. In this regard, a joint classification of existing and newly proposed electric reciprocating generators with permanent magnets was carried out for the purpose of their further research.*

*Ключевые слова:* электромеханический преобразователь энергии, классификация, постоянный магнит, электрический генератор, магнитный поток.

*Key words:* electromechanical energy converter, classification, permanent magnet, electric generator, magnetic flux.

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в качестве перспективных электромеханических преобразователей энергии рассматриваются электрические генераторы возвратно-поступательного движения (ЭГВПД) с постоянными магнитами [1]. Нашедшие широкое применение в системах «свободнопоршневой двигатель (СПД) – ЭГВПД» [2, 3]. В отечественных научных изданиях отмечено, что на среднесрочную перспективу в Республике Беларусь также необходимо осуществить переход с дизель-генераторных силовых установок вращательного действия на свободнопоршневые установки [2]. Это в свою очередь требует развития теории электромеханики в области ЭГВПД с целью повышения эффективности работы системы «СПД – ЭГВПД».

Интерес к исследованию системы «СПД – ЭГВПД» обусловлен рядом ее преимуществ по сравнению с электроагрегатами на базе двигателя внутреннего сгорания с кривошипно-шатунным механизмом [2, 3]:

- относительно простая конструкция – на 40 % меньше элементов;
- отсутствие вращающихся частей, что позволяет уменьшить потери на трение;
- относительно высокий коэффициент полезного действия и ресурс работы до капитального ремонта до 50 тыс. ч;
- сниженный до 30 % расход топлива;
- относительно малая длительность пуска при низких температурах;
- многотопливность;
- относительно высокая экологичность;
- сравнительно легкое модульное исполнение.

Из представленных в [4] структур ЭГВПД видно, что возможен широкий спектр новых структур ЭГВПД с продольным и комбинированным (поперечно-продольным) изменением магнитного потока, проходящего через рабочую обмотку.

Существует ряд работ в которых уже проведена классификация ЭГВПД с поперечным изменением магнитного потока [5–8]. Однако в связи со множеством предлагаемых вариантов новых структур ЭГВПД продольного и комбинированного типов [4], а также существующих ЭГВПД поперечного типа [1, 5–9] возникает необходимость проведения их совместной классификации. Поэтому классификация такого вида ЭГВПД с целью их дальнейших исследований представляет особую актуальность.

## ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Классификация ЭГВПД с постоянными магнитами проведена по следующим основным отличительным признакам:

- способу изменения магнитного потока;
- направлению магнитного потока в магнитопроводе (МПр) относительно направления движения подвижной части [5];
- полярности магнитного потока через рабочую обмотку;
- особенностям конструктивного исполнения.

Классификация ЭГВПД с постоянными магнитами представлена на рисунке 1.

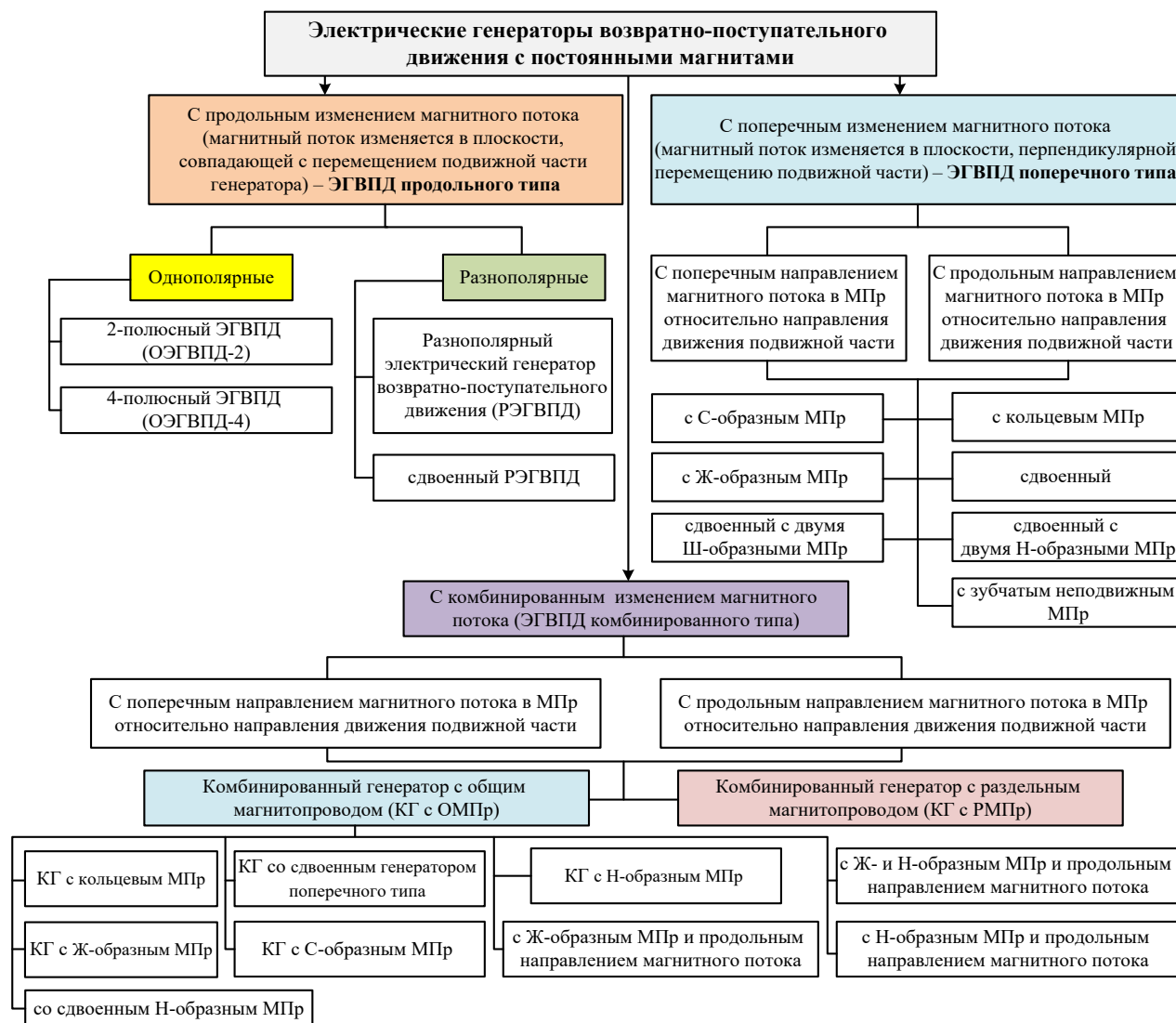


Рисунок 1 – Классификация ЭГВПД с постоянными магнитами

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведена совместная классификация существующих и вновь предложенных ЭГВПД с постоянными магнитами. Отличительным признаком которой является учет особенностей изменения магнитного потока, проходящего через рабочую обмотку. Классификация ЭГВПД проведена с целью их дальнейших исследований. Научная значимость представленных результатов (классификация ЭГВПД) заключается в развитии теории электромеханики применительно к ЭГВПД.

## ЛИТЕРАТУРА.

1. Хитерер, М.Я. Синхронные электрические машины возвратно-поступательного движения : учеб. пособие / М.Я. Хитерер, И.Е. Овчинников. – СПб. : Корона принт, 2013. – 357 с.
2. Тракторы XXI века: состояние и перспективы / С.Н. Поддубно [и др.]. – Минск : Беларуская наука, 2019. – 207 с. – ISBN 978-985-08-2399-1.

3. Темнов, Э.С. Разработка теоретических основ расчета и конструирования малоразмерных двигатель-генераторных установок как единой динамической системы : дис. ... канд. техн. наук : 05.04.02 / Э.С. Темнов. – Тула, 2005. – 134 л.

4. Менжинский, А.Б. Универсальная методика электромагнитного расчета возвратно-поступательных электрических генераторов с поперечным и продольным нелинейным изменением магнитного потока / А.Б. Менжинский, А.Н. Малашин, Ю.Г. Коваль // Изобретатель. – 2019. – № 5–6 (233-234). – С. 38–48.

5. Силиции, А.П. Совершенствование линейных генераторов с постоянными магнитами для автономных объектов : дис. ... канд. техн. наук : 05.09.01 / А.П. Синицин. – Самара, 2013. – 124 л.

6. Бабилова, Н.Л. К вопросу о классификации линейных электрических генераторов / Н.Л. Бабилова, Р.Р. Саттаров, Е.А. Полихач // Вести. Уфим. гос. авиац. техн. ун-та. – 2009. – Т. 12, № 2. – С. 144–149.

7. Сергеенкова, Е.В. Синхронная электрическая машина возвратно-поступательного движения (генератор) : дис. ... канд. техн. наук : 05.09.01 / Е.В. Сергеенкова. – М2011. – 118л.

8. Бабилова, Н.Л. Генератор-возвратно поступательного движения в автономной системе электроснабжения маломощных потребителей : дис. ... канд. техн. наук : 05.09.03 / Н.Л. Бабилова. – Уфа, 2009. – 147 л.

9. Менжинский, А.Б. Анализ структур электрических генераторов возвратно-поступательного движения [Электронный ресурс] / А.Б. Менжинский, А.Н. Малашин, П.Б. Менжинский // Изобретатель Международный научно-технический журнал. – Режим доступа: <https://izobretatel.by/nauchnye-publikacii/analiz-struktur-elektricheskikh-generatorov/>. – Дата доступа: 27.03.2020.