

DOI: <https://doi.org/10.33216/1998-7927-2021-268-4-26-29>

УДК 621.3

ЩОДО КЛАСИФІКАЦІЇ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ЕНЕРГІЇ

Голубєва С.М., Морнева М.О.

THE ISSUE OF ELECTROMECHANICAL ENERGY CONVERTERS' CLASSIFICATION

Golubieva S.M., Morneva M.O.

У статті розроблена класифікація електромеханічних перетворювачів (ЕМП), в основу якої покладено принцип електромеханічного зв'язку, що має чотири різновиди за функціональним призначенням і одинадцять різновидів класифікаційних параметрів ЕМП. В результаті дослідження одержана таблиця, в якій присутні практично всі відомі на сьогоднішній день ЕМП. Відповідно до класифікаційної таблиці все електромеханічні перетворювачі розбиті по горизонталі на енергетичні, виконавчі, вимірювальні і одноякірні перетворювачі, кожен з яких також поділяється за функціональними ознаками. По вертикалі таблиця розбита на ряд класифікаційних параметрів.

Ключові слова: електромеханічні перетворювачі, класифікація, електричні машини, електромеханічний зв'язок.

Вступ. Розвиток тієї чи іншої галузі науки і техніки ґрунтується на результатах досліджень, зборі та аналізі фактів, які упорядковуються і систематизуються (класифікуються).

Електромеханічні перетворювачі (ЕМП) енергії широко застосовуються в промисловості, на транспорті і в побуті, практично майже повністю витіснивши інші види перетворювачів. Для вивчення широкою гами конструкцій електромеханічних перетворювачів, а число їх типів за окремими оцінками перевищує 800 ... 1000 одиниць, доцільно мати розвинену класифікацію цих перетворювачів.

В даний час ЕМП класифікуються за рядом ознак. Розвиток систем управління ЕМП і впровадження в них досягнень перетворювальної техніки призвело до необхідності коригування і доповнення існуючих класифікаційних ознак.

Таким чином, класифікація ЕМП, обумовлена, в першу чергу, збільшенням їх кількості та функцій, стає вимушеною необхідністю.

На жаль, в навчальній і науковій літературі неможливо докладно описати таку кількість перетворювачів при розумному обсязі друкованого видання. Тому більшість авторів обмежується лише кількома

видами і типами перетворювачів, даючи обмежену класифікацію, що не охоплює весь спектр електромеханічних перетворювачів.

Питаннями класифікації ЕП в різний час займалися: Андреев В.П., Богословський А.П., Китаєнко Г.І., Попов В.К., Сабінін Ю.А., Сандлер А.С., Сівєрс П.Л., Фрейдзон І.Р., Чиликин М.Г. та ін.

Мета дослідження полягає в спробі створення найбільш загальної класифікації ЕМП, що включає прийнятний для досліджень діапазон класифікаційних ознак, найбільш повно характеризують їх індивідуальні особливості.

Результати дослідження. Існують різні варіанти класифікації електромеханічних перетворювачів. З них найбільш широкого поширення набули такі:

1. В [1] наведена таблиця основних семи видів електричних машин, серед яких згадані статичний перетворювач - трансформатор, асинхронна і синхронна машини, три колекторні машини (постійного струму, однофазного і трифазного струмів) і трифазний колекторний каскад [2].

2. В [3] наведено класифікацію індуктивних перетворювачів енергії за функціональним призначенням, тобто увазі перетворення струмів або перетворення змінного (постійного) струмів в механічну енергію і назад (вісім різновидів), з них власне до електромеханічних перетворювачів відноситься п'ять різновидів, а три - до електричних перетворювачів: трансформатор, випрямляч (інвертор) і перетворювач постійного струму [2].

3. В [3] наведено класифікацію ЕМП по найбільш суттєвій ознаці - типу електромеханічного зв'язку між первинним елементом (статором) і вторинним (ротором) ЕМП. При цьому під типом електромеханічного зв'язку розуміються в першу чергу комплекси параметрів, що мають істотне значення для реалізації взаємного перетворення електричної і механічної енергій.

Існують, звичайно, й інші напрямки класифікації [4], які можуть бути деталізовані, наприклад, за

Відповідно до запропонованої класифікації звичайна трифазна синхронна електрична машина з короткозамкненим ротором за функціональним призначенням може бути класифікована як енергетичний електромеханічний перетворювач, з уточненням - двигун. За принципом дії вона відноситься до індуктивних. За способом створення силового поля - до перетворювальних (з електромагнітним перетворенням). За типом руху рухомої частини - до обертових. По конструкції нерухомої частини - до циліндричних. По агрегатному стані рухомої частини - до твердотілих, з уточненням - одновиткових. За родом струму перетворювача - до перетворювачів змінного струму. За 7-ю ознакою - трифазний, за 5-ю - безконтактний, за 9-ю - асинхронний, по 11-ому - охолоджуваного потоком газу (повітря), по 12-ому - захищеного виконання, по 13-ому - тривалого режиму роботи. Належність до певного класифікаційного ознакою позначається мітками у відповідних графах класифікаційної таблиці, які зв'язуються між собою сполучними лініями.

Деякі традиційно класифіковані ознаки не введені в запроповану систему, так як вони визначаються додатковими вимогами до електромеханічного перетворювача. Наприклад, безпазова конструкція якоря машини постійного струму є умовою досягнення масогабаритних показників, ступінь насиченості магнітної системи перетворювача частоти обертання (тахогенераторів) визначається діапазоном вимірюваних частот обертання і класом точності вимірювального перетворювача. Кігтеподібна форма магнітної системи ротора визначається частотою струмів обмотки статора, тобто найчастіше масогабаритними показниками при заданій потужності і частоті обертання. Не введена в класифікаційні ознаки і "зворотність" перетворювача, тобто рухливість зовнішньої або внутрішньої частини перетворювача.

Електромеханічні перетворювачі для гіроскопів також не знаходять свого безпосереднього визначення за класифікаційними ознаками, так як повинні класифікуватися за функціональним призначенням. Або як вимірювальні для визначення положення в системах навігації, або як енергетичні двигуни в системах орієнтації космічних апаратів.

Певну класифікаційну складність представляють однофазні асинхронні машини, так як строго однофазними вони є в робочому режимі. У пусковому режимі вони є двофазним, причому існують різні способи і конструкції для створення другої фази, тобто другого, зрушеного в часі магнітного потоку. Тому ці машини пропонується класифікувати як однофазне-двофазні із зазначенням способу створення додаткового магнітного потоку за десятою ознакою. Безумовно, запропонована класифікація не є ідеальною.

Висновки. Розроблена класифікація ЕМП, що відрізняється від відомих прийнятним для досліджень діапазоном класифікаційних ознак, найбільш повно характеризують індивідуальні особливості.

Висловлює систему, притаманну відображеному дійсному стану ЕМП, що зумовлюють їх зафіксовані властивості і відносини, організацію передумов для коректного прогнозування основних напрямків їх розвитку. Запропонована класифікація, будучи природною динамічною класифікацією, виконаною за істотними виокремлюючими ознаками, є в розгорнутому вигляді картину сучасного стану ЕМП, сприяє формуванню більш обґрунтованого підходу до розвитку теорії та практики, стимулює розвиток теоретичних аспектів досліджень.

Л і т е р а т у р а

1. Петров Г.Н. Электрические машины / Г.Н. Петров // В 3-х частях. ч.1. Введение. Трансформаторы: учеб. для вузов. - М.: Энергия, 1974. - 2407 с.
2. Литвиненко А.М. Классификация электромеханических преобразователей / А.М. Литвиненко // Известия вузов. Электромеханика, 2010.- №2. - С. 77-80.
3. Иванов -Смоленский А.В. Электрические машины / А.В. Иванов-Смоленский // Учеб. для вузов. В двух томах. Т. 2. М.: Издательский дом МЭИ, 2006. - 532 с.
4. Копылов И.П. Электромеханические преобразователи энергии / И.П. Копылов // М.: Энергия, 1973 - 400с
5. Литвиненко А.М. Обмотки измеряемой геометрии в электроприводе роботов / А.М. Литвиненко // Электричество. 1985. - № II. - С. 60 – 63.

R e f e r e n c e s

1. Petrov G.N. Elektricheskie mashiny / G.N. Petrov // V 3-h chastyakh. ch.1. Vvedenie. Transformatory: ucheb. dlya vuzov. - M.: Energiya, 1974. - 2407 s.
2. Litvinenko A.M. Klassifikaciya elektromekhanicheskikh preobrazovatelej / A.M. Litvinenko // Izvestiya vuzov. Elektromekhanika, 2010.- №2. - S. 77-80.
3. Ivanov -Smolenskij A.V. Elektricheskie mashiny / A.V. Ivanov-Smolenskij // Ucheb. dlya vuzov. V dvuh tomah. T. 2. M.: Izdatel'skij dom MEI, 2006. - 532 s.
4. Kopylov I.P. Elektromekhanicheskie preobrazovateli energii / I.P. Kopylov // M.: Energiya, 1973 - 400s
5. Litvinenko A.M. Obmotki izmeryaemoj geometrii v elektroprivode robotov / A.M. Litvinenko // Elektrichestvo. 1985. - № II. - S. 60 – 63.

Golubieva S.M., Morneva M.O. The issue of electromechanical energy converters' classification

The classification of electromechanical converters (EMC), who often use in different branches of industry, based on the principle of electromechanical communication, which has four varieties depending on functional purpose and eleven varieties of classification parameters of EMC, is developed in the article.

There are various options for classifying electromechanical converters. The main types of EMC can be performed within the framework of the so-called generalized electrical machine - an electromechanical converter with two sets of windings - on the stator and rotor. At the same time, with a stationary rotor, the machine has the features of a transformer; with short-circuited rotor windings - an asynchronous machine, when the rotor windings are powered from direct current, with sinusoidal voltages on the stator, a synchronous machine is obtained, and when the stator is powered from direct voltage sources, and the rotor windings from commutator -

DC machine. If, in the latter case, the stator windings are supplied with alternating voltage, an alternating current collector machine is realized. EMC classification by the type of windings in combination with the type of magnetic circuit (smooth, serrated, claw-like, eccentric, flexible) is unnecessarily cumbersome. There are, of course, other directions of classification, which can be detailed, for example, according to various structural elements. In addition, a separate (but generally known) direction is the classification of modes ($S1, S2 \dots S7$).

According to the research-based information a table with almost all currently known EMCs was obtained. In accordance with the classification table, all electromechanical converters are divided into power, executive, measuring and single-armature converters horizontally, each of which is also subdivided by functional characteristics. The table is divided into a number of classification parameters vertically. Some traditionally classified features are not included in the pro-

posed system, as they are determined by additional requirements for the electromechanical converter.

Keywords: electromechanical converters, classification, electrical machines, electromechanical coupling.

Голубєва С.М. – старший викладач кафедри електрообладнання та автоматики водного транспорту Державного університету інфраструктури та технологій, glbvnu@gmail.com

Морнева М.О. – доцент кафедри електричної інженерії Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля, morneva@gmail.com

Стаття подана 17.05.2021.