

М. П. Розводюк¹
О. П. Чорний²
К. М. Розводюк¹
Б. І. Іскра¹
О. І. Костанда²

ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ЩІТКОВО-КОЛЕКТОРНОГО ВУЗЛА ЕЛЕКТРОДВИГУНА ПОСТІЙНОГО СТРУМУ

¹Вінницький національний технічний університет

²Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського

Анотація

В роботі запропоновано структуру пристрою для визначення технічного стану щітково-колекторного вузла двигуна постійного струму за такими параметрами: тривалістю імпульсів іскріння; середньо квадратичним відхиленням тривалості імпульсів іскріння по колектору; середньо квадратичним відхиленням тривалості імпульсів іскріння по всім колекторним пластинам, що іскрять, в часі; потужністю, що виділяється під щіткою; значенням величини зношення щітки; биттям колектора; швидкістю зношення щітки; залишковим ресурсом щітки.

Ключові слова: щітково-колекторний вузол, зношення щіток, іскріння, комутація, двигун постійного струму.

Abstract

The paper proposes the structure of the device for determining the technical condition of the brush-collector junction of the DC motor according to the following parameters: duration of sparking pulses; the standard deviation of the three-wavelengths of the spark pulses on the collector; the standard deviation of the duration of the spark pulses on all sparking collectors in time; power released under the brush; the value of the wear of the brush; beating the collector; brush wear rate; the remaining resource of the brush.

Keywords: brush-collector junction, wear of brushes, sparking, commutation, DC motor.

В більшості випадків електричний двигун постійного струму виходить з ладу через пошкодження щітково-колекторного вузла [1].

Дослідження щодо визначення технічного стану даного вузла приведені в роботах [1] – [7]. Однак вони не дозволяють порівнювати середнє значення середнього квадратичного відхилення тривалості імпульсів іскріння по колектору на його виході та усереднене значення середнього квадратичного відхилення тривалості імпульсів іскріння по всім колекторним пластинам, що іскрять, в часі, з їхніми допустимим значеннями.

За результатами дослідження розроблено граф функціонування блоку обробки інформації пристрою для ідентифікації технічного стану щітково-колекторного вузла електричного двигуна постійного струму (рис. 1) та аналітичний опис його роботи з використанням апарату секвенцій.

Розроблено структуру пристрою для ідентифікації технічного стану щітково-колекторного вузла електричного двигуна постійного струму, приведено на рис. 2.

На рис. 2: 1 – сенсор імпульсів; 2 – формувач прямокутних імпульсів; 3 – інвертор; 4, 5 – перший і другий однофазні відповідно; 6, 7, 9, 12, 13 – перший-п'ятий блоки пам'яті відповідно; 8, 76 – перший та другий блоки віднімання відповідно; 10, 11 – перший та другий блоки визначення середнього квадратичного відхилення відповідно; 14, 15 – перший та другий блоки визначення середнього значення відповідно; 16 – блок прийняття рішення; 17 – сенсор положення; 18 – лічильник; 19 – генератор прямокутних імпульсів; 20 – блок формування інтервалу вимірювання; 21, 38, 39, 40, 56, 63, 71, 78 – перший-восьмий індикатори відповідно; 22 – сенсор струму; 23 – сенсор швидкості; 24 – блок задання індуктивності секції; 25 – блок задання колекторного ділення; 26 – блок задання ширини щітки; 27 – блок задання ширини колекторної пластини; 28 – блок задання числа колекторних пластин; 29 – блок піднесення до квадрату; 30, 33, 34, 42, 59 – перший-п'ятий підсилювачі відповідно; 31, 44, 48, 51, 53, 67, 68, 69 – перший-восьмий блоки множення відповідно; 32 – блок задання потужності; 35, 36, 37, 55, 62, 73, 80, 83, 84 – перший-дев'ятий компаратори відповідно; 41 – логічний елемент АБО, 43 – сенсор тиску; 45 – блок задання коефіцієнту ерозійної складової зношування щітки; 46 – блок задання коефіцієнту фрикційної складової зношування щітки; 47 – функціональний перетворюю-

вач; 49, 65, 66 – перший-третій блоки піднесення до ступеня 0,5; 50 – блок задання коефіцієнту струмової складової зношування щітки; 52, 70 – перший та другий суматори; 54 – блок задання максимального зношення щітки; 57 – блок визначення діаметру колектора; 58 – блок піднесення до ступеня 0,16; 60, 77 – перший та другий блоки ділення відповідно; 61 – блок задання биття колектора; 64 – блок піднесення до ступеня 3/4; 72 – блок задання швидкості зношення щіток; 74 – блок визначення довжини щітки; 75 – блок задання мінімально допустимої довжини щітки, 79 – блок задання ресурсу щіток; 81, 82 – перший та другий блоки задання порогового значення середньоквадратичного відхилення тривалості імпульсів іскріння.

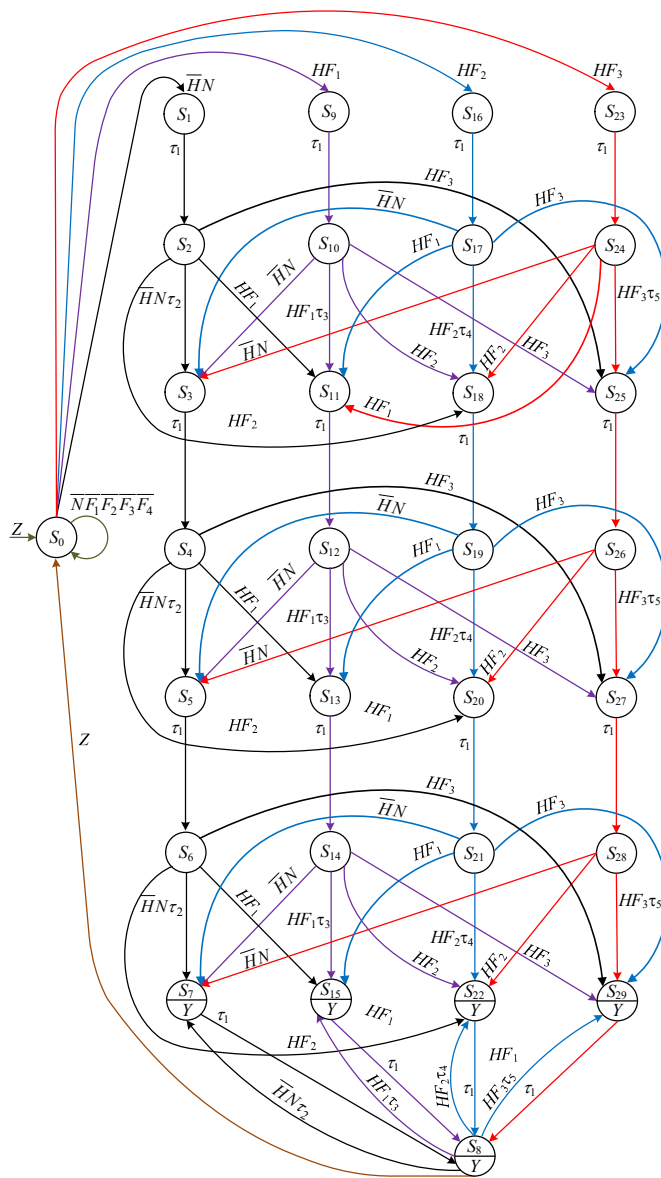


Рис. 2. Граф функціонування блоку обробки інформації пристрою для ідентифікації технічного стану щітково-колекторного вузла електричного двигуна постійного струму

Синтезована структура пристрою дозволяє: фіксувати наявність та визначати інтенсивність іскріння на колекторі; фіксувати час початку та закінчення іскріння під щіткою, тривалість імпульсів іскріння; визначати значення середнього квадратичного відхилення тривалості імпульсів іскріння по колектору на його виході та значення середнього квадратичного відхилення тривалості імпульсів іскріння по всім колекторним пластинам, що іскрять, в часі; визначати величину зношення щітки; швидкість зношення щітки; залишковий ресурс щітки; визначати биття колектора. При перевищенні допустимого чи порогового значення будь-якого з параметрів передбачене інформування на відповідному індикаторі та спрацювання кола сигналізації.

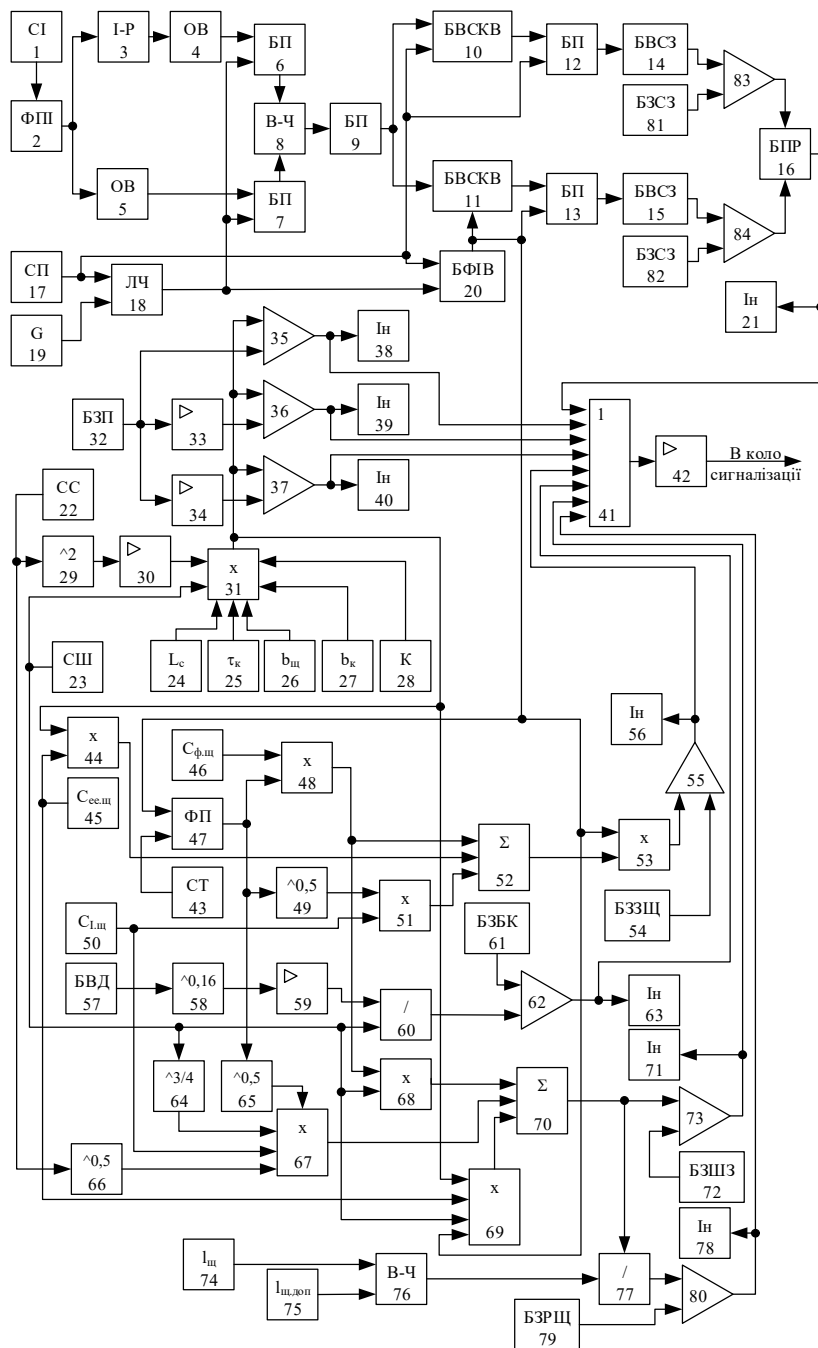


Рис. 2. Структура пристрою для ідентифікації технічного стану щітково-колекторного вузла

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Rozvodiuk M.P. Monitoring of technical condition of the dc electric motor / Wissenschaft für den modernen Menschen: innovative technik und technologie, informatik sicherheitssysteme, verkehrsentwicklung, architektur. Monografische Reihe «Europäische Wissenschaft». Buch 4. Teil 4. 2021. – ScientificWorld-NetAkhatAV, Karlsruhe, Germany. – P. 29-38. – DOI: 10.30890/2709-2313.2021-04-04-071. ISBN 29 978-3-949059-12-4. Режим доступу: <https://www.sworld.com.ua/simpge4/sge4-04.pdf>
2. Харламов В.В. Разработка методики предиктивного анализа ресурса щеток тяговых электродвигателей подвижного состава по условиям эксплуатации / В. В. Харламов, Д. И. Попов, М. Ф. Байсадыков, Д. В. Супоня // Известия Транссиба. – 2021. – №1 (45). – С. 2-11.
3. Байсадыков М.Ф. Разработка метода оценки интенсивности изнашивания и алгоритма прогнозирования остаточного ресурса щеток тяговых электродвигателей / М.Ф. Байсадыков. Автореф. дис. канд. техн. наук за спец. 05.09.01 – Электромеханика и электрические аппараты. – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Омский государственный университет путей сообщения», 2020. – 20 с.
4. Розводюк М. П. Діагностування щітково-колекторного вузла електричного двигуна постійного струму / М.П. Розводюк, К.М. Розводюк // International periodic scientific journal «Modern engineering and innovative technologies». – Issue №11. Part 3. March 2020. – С.32-39. – Sergeieva&Co, Karlsruhe, Germany. DOI: 10.30890/2567-5273.2020-11-01-043.

5. Розводюк М.П. Вимірювання інтенсивності іскріння на колекторі електричного двигуна постійного струму / М.П. Розводюк, С.В. Кушнір, К.М. Розводюк, І.М. Овчар, М.В. Пустовіт // Тези доповідей XLIX Науково-технічної конференції підрозділів Вінницького національного технічного університету (НТКП ВНТУ), м. Вінниця, Вінницький національний технічний університет, 11-20 березня 2020 р. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-feem/all-feem-2020/paper/view/8864>

6. Харламов В.В. Разработка цифрового прибора контроля коммутации тяговых электродвигателей подвижного состава / В. В. Харламов, Д. И. Попов, А. И. Стретенцев // Известия Транссиба. – 2017. – №2 (30). – С. 54-64.

7. Безрученко В. М. Аналітичне дослідження комутації тягових двигунів / В. М. Безрученко, А. В. Шаповалов // Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту ім. акад. В Лазаряна. – Дніпропетровськ, 2010. – Вип. 32. – С. 159-161.

Розводюк Михайло Петрович – к.т.н., доцент, доцент кафедри комп'ютеризованих електромеханічних систем і комплексів, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: rozvodiukmp@gmail.com

Чорний Олексій Петрович – д.т.н., професор, директор Інституту електричної інженерії та інформаційних технологій, Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, Кременчук, e-mail: ochornyi@ukr.net

Розводюк Катерина Михайлівна – студентка групи 2КН-20, факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: rozvodiukkm@gmail.com

Іскра Богдан Ігорович – студент групи 1ЕМ-20, факультет електроенергетики та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: bogdanibogdan54@gmail.com

Костанда Олексій Іванович – студент групи ЕС-20-1м, Інститут електричної інженерії та інформаційних технологій, Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, Кременчук,

Rozvodiuk Mykhailo P. – Cand. Sci (Tech.), Associate Professor, Department of computerized electromechanical systems and complexes, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: rozvodiukmp@gmail.com

Chornyi Oleksii P. – Ph.D., Professor, Institute of Electrical Engineering and Information Technologie, Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University, Kremenchuk, e-mail: ochornyi@ukr.net

Rozvodiuk Kateryna M. – student of Faculty of Intelligent Information Technology and Automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: rozvodiukkm@gmail.com

Iskra Bohdan I. – student of Faculty of Power Engineering and Electromechanics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: bogdanibogdan54@gmail.com

Kostanda Oleksiy I. – student of Institute of Electrical Engineering and Information Technologie, Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University, Kremenchuk