



УДК 621.313

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДВИГАТЕЛЯ СОВМЕЩЕННОЙ КОНСТРУКЦИИ

MATHEMATICAL MODEL OF THE ENGINE OF THE COMBINED DESIGN

Кашин Яков Михайлович

кандидат технических наук, доцент,
заведующий кафедрой электротехники и электрических машин,
Кубанский государственный технологический университет
jlms@mail.ru

Ким Владислав Анатольевич

ассистент
кафедры электротехники и электрических машин,
Кубанский государственный технологический университет
vladk-kub@mail.ru

Мараховский Евгений Александрович

студент,
Кубанский государственный технологический университет
zheka3334@mail.ru

Колбасин Сергей Игоревич

студент,
Кубанский государственный технологический университет
kolbasinserega@yandex.ru

Аннотация. В статье рассмотрена математическая модель двигателя совмещенной конструкции центробежного сепаратора, реализованная в программном пакете MATLAB Simulink.

Ключевые слова: математическая модель, сепаратор, совмещенная конструкция, массивный ротор.

Kashin Yakov Mikhailovich

Ph. D., Head of the Department of Electrical Engineering and Electrical Machines, Kuban State Technological University
jlms@mail.ru

Kim Vladislav Anatolevich

Assistant of Electrical Engineering and Electrical Machines, Kuban State Technological University
vladk-kub@mail.ru

Marakhowsky Evgeny Alexandrovich

Student, Kuban State Technological University
zheka3334@mail.ru

Kolbasin Sergey Igorevich

Student, Kuban State Technological University
kolbasinserega@yandex.ru

Annotation. The article discusses a mathematical model of a motor with a combined design of a centrifugal separator, implemented in the MATLAB Simulink software package.

Keywords: mathematical model, separator, combined design, massive rotor.

Двигатели совмещенной конструкции центробежных сепараторов [1–3] состоят из статора электродвигателя и массивного ротора, который выполняет функцию рабочего органа электропривода сепаратора – барабана (далее по тексту ротор-барабан). В настоящей статье приведен пример реализации математической модели двигателя совмещенной конструкции центробежного сепаратора в программном пакете MATLAB Simulink.

На рисунке 1 представлен центробежный сепаратор с двигателем совмещенной конструкции, содержащий корпус 1 и смонтированные в нем статор электродвигателя 2, 3 и массивный ротор-барабан 4. Статор электродвигателя установлен в корпусе 1 и содержит магнитопровод 2, в пазы которого уложена обмотка 3. Двигатель совмещенной конструкции электропривода сепаратора работает следующим образом. При подаче напряжения на обмотку, уложенную в пазы магнитопровода статора, возникает вращающееся магнитное поле статора, которое наводит вихревые токи в роторе-барабане, жестко связанном с осью, установленной в корпусе в подшипниковых опорах. Взаимодействие вращающегося магнитного поля, созданного током, протекающим в обмотках, и магнитного поля, созданного вихревыми токами в роторе-барабане, приводит к возникновению вращающего момента, под действием которого ротор-барабан приходит во вращение вокруг оси.

Для проведения комплексных исследований двигателя совмещенной конструкции электропривода сепаратора была разработана математическая модель двигателя совмещенной конструкции электропривода сепаратора (ДСК ЭС) на базе дифференциальных уравнений, описывающих электромагнитные и электромеханические процессы в ДСК ЭС, которая позволяет получить функциональные связи между динамическими характеристиками и параметрами разработанной ДСК ЭС [4–6]. Данная математическая модель была реализована в программном пакете MATLAB Simulink.

На рисунке 2 представлена блок-схема цифрового лабораторного стенда исследования режимов работы ДСК ЭС. Данная блок-схема построена на базе стандартных блоков программного пакета MATLAB Simulink, выполняющих математических операции, функции ввода и вывода данных [7].

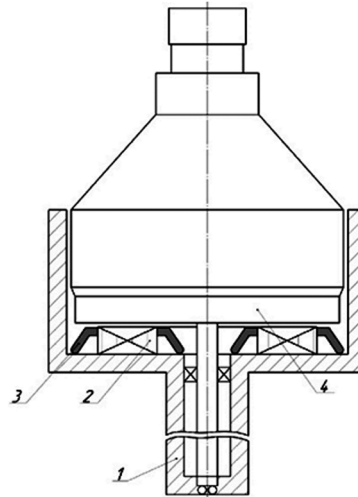


Рисунок 1 – Сепаратор с двигателем совмещенной конструкции

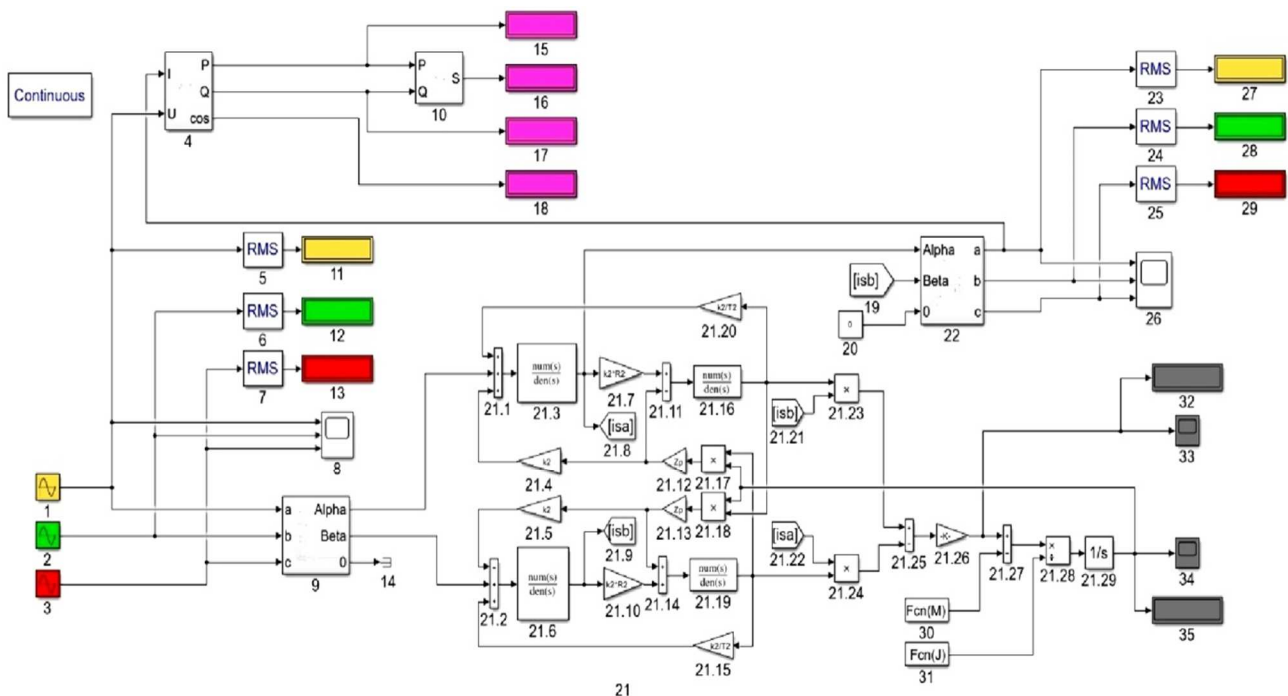


Рисунок 2 – Блок-схема лабораторного стенда

Данная математическая модель двигателя совмещенной конструкции электропривода сепаратора позволяет повысить точность характеристик, получаемых в процессе математического моделирования, благодаря учету геометрических особенностей подвижных элементов двигателя совмещенной конструкции электропривода сепаратора и возможности определения изменяющихся параметров электропривода, как следствия изменения процентного соотношения фаз сепарируемого продукта. [8].

На основании уточненных значений статического момента сопротивления двигателя совмещенной конструкции электропривода сепаратора и его динамического момента, представляется целесообразным дальнейшее проведение вычислительного эксперимента для получения рабочих и регулировочных характеристик электропривода сепаратора с двигателем совмещенной конструкции.

Результатом работы является:

- разработка математической модели двигателя совмещенной конструкции центробежного сепаратора на базе дифференциальных уравнений, описывающих электромагнитные и электромеханические процессы в двигателе совмещенной конструкции центробежного сепаратора, которая позволяет получить функциональные связи между динамическими характеристиками и параметрами, разработанного сепаратора с двигателем совмещенной конструкции;
- реализация математической модели двигателя совмещенной конструкции центробежного сепаратора в программном пакете MatLab Simulink.

**Литература:**

1. Пат. 1427501 СССР, H02K9/19, B04B9/02. Сепаратор для жидкости [Текст] / Гайтов Б.Х., Копелевич Л.Е., Письменный В.Я., Быков Е.А., заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный технологический университет» (ФГБОУ ВО «КубГТУ») (RU). – № 4228756/24-07; заявл. 1987-03-09; опубл. 30.09.1988, Бюл. № 36.
2. Пат. 2593626 Российская Федерация, МПК7 B04B5/10, B03C5/02, B01D17/06, B01D43/00, B04B9/02. Установка для сепарирования нефти [Текст] / Копелевич Л.Е.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный технологический университет» (ФГБОУ ВО «КубГТУ») (RU). – № 2015110414/05; заявл. 2015-03-23; опубл. 10.08.2016, Бюл. № 22. – 7 с.: ил.
3. Пат. 2706320 Российская Федерация, МПК7 B04B 9/02, B04B 9/00, B04B 9/04, B04B 15/00. Сепаратор для полидисперсных жидких систем / Кашин Я.М., Копелевич Л.Е., Самородов А.В., Ким В.А.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет». – № 2019111177; заявл. 12.04.19; опубл. 15.11.19, Бюл. № 32.
4. Kashin Y.M., Kopelevich L.E., Kim V.A. Determination of the Parameters of the Electromagnetic System of the Installation for Oil Treatment // 2020 International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing (ICI-EAM). – Sochi, Russia, 2020. – P. 1–7. Doi: 10.1109/ICI-EAM48468.2020.9111990.
5. Копелевич Л.Е., Ким В.А., Артеян К.З. Математическая модель электромагнитных и электромеханических процессов установки для сепарирования нефти // В сборнике: Технические и технологические системы. Материалы десятой Международной научной конференции / Под общей редакцией Б.Х. Гайтова. – Краснодар, 2019. – С. 60–63.
6. Сепаратор для переработки нефти совмещенной конструкции и его температурное поле / Я.М. Кашин [и др.] // Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ». – 2019. – № 5. – С. 86–99.
7. Дьяконов В.П. MATLAB. Полный самоучитель. – М. : ДМК Пресс, 2012. – 768 с.: ил.
8. Данилов П.Е., Барышников В.А., Рожков В.В. Теория электропривода: учебное пособие. – М. : Берлин : Директ-Медиа, 2018. – 415 с.

References:

1. Pat. 1427501 SSSR, H02K9/19, B04B9/02. Separator for liquid [Text] / Gaitov B.H., Kopelevich L.E., Pismenny V.Y., Bykov E.A., applicant and patent holder Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Kuban State Technological University» (RU). – № 4228756/24-07; application. 1987-03-09; Publ. 30.09.1988, Bulletin № 36.
2. Pat. 2593626 Russian Federation, IPK7 B04B5/10, B03C5/02, B01D17/06, B01D43/00, B04B9/02. Unit for separation of oil [Text] / Kopelevich L.E.; applicant and patent holder Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Kuban State Technological University» (RU). – № 2015110414/05; application. 2015-03-23; publ. 10.08.2016, Bulletin № 22. – 7 p.: ill.
3. Pat. 2706320 Russian Federation, IPK7 B04B 9/02, B04B 9/00, B04B 9/04, B04B 15/00. Separator for poly-disperse liquid systems / Kashin Y.M., Kopelevich L.E., Samorodov A.V., Kim V.A.; applicant and patent-holder «Kuban State Technological University». – № 2019111177; application. 12.04.19; publ. 15.11.19, Bulletin № 32.
4. Kashin Y.M., Kopelevich L.E., Kim V.A. Determination of the Parameters of the Electromagnetic System of the Installation for Oil Treatment // 2020 International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing (ICI-EAM). – Sochi, Russia, 2020. – P. 1–7. Doi: 10.1109/ICI-EAM48468.2020.9111990.
5. Kopelevich L.E., Kim V.A., Artyan K.Z. Mathematical model of electromagnetic and electromechanical processes of oil separation unit // In the collection: Technical and technological systems. Proceedings of the tenth International scientific conference / Under the general editorship of B.Kh. Gaitov. – Krasnodar, 2019. – P. 60–63.
6. Separator for oil refining combined design and its temperature field / Y.M. Kashin [et al.] // Electronic network polythematical journal «Scientific Proceedings of Kuban State Technical University». – 2019. – № 5. – P. 86–99.
7. Diakonov V.P. MATLAB. Full self-tutorial. – M. : DMK Press, 2012. – 768 p.: ill.
8. Danilov P.E., Baryshnikov V.A., Rozhkov V.V. Theory of electric drive: tutorial. – M. : Berlin : Direct-Media, 2018. – 415 p.