

УДК 621.313.33

UDC 621.313.33

05.00.00 Технические науки

Technical sciences

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СПЕЦИАЛЬНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРИВОДОВ ДЛЯ ОБОРУДОВАНИЯ НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ**MATHEMATICAL MODELING OF SPECIAL ELECTRIC DRIVES FOR THE EQUIPMENT OF OIL AND GAS BRANCH**

Карандей Владимир Юрьевич
к.т.н., доцент
РИНЦ SPIN-код: 5078-5042
kvy1983@mail.ru

Karandey Vladimir Yurievich
Cand.Tech.Sci., Associate Prof.
SPIN-code: 5078-5042
kvy1983@mail.ru

Афанасьев Виктор Леонидович
Аспирант
buguvix@mail.ru

Afanasyev Viktor Leonidovich
Graduate student
buguvix@mail.ru
Kuban State Technical University, Krasnodar, Russia

Кубанский государственный технологический университет, Краснодар, Россия

Создание новых типов специальных электрических приводов для нефтегазовой промышленности, подразумевает под собой разработку новых подходов к моделированию, проектированию рассматриваемых типов электрических приводов. А это требует разработки новых алгоритмов для создания комплекса прикладных программ автоматизированного проектирования специальных электрических приводов. Так как процесс моделирования является довольно трудоемким, то предлагается реализовывать его поэтапно. В данной статье рассмотрен вопрос математического моделирования специальных электрических приводов для оборудования нефтегазовой отрасли с применением методов электромагнитного преобразования энергии. Результаты математического моделирования были реализованы в виде программных продуктов, являющихся частью системы автоматизированного проектирования

Creation of new types of special electric actuators for the oil and gas industry implies development of new approaches to simulation, design of the considered types of electric actuators. In addition, it requires development of new algorithms for creation of a complex of application programs of computer-aided design of special electric actuators. As process of simulation is quite labor consuming, it is offered to realize it gradually. In this article, the question of mathematical simulation of special electric actuators for the equipment of oil and gas branch using methods of electromagnetic conversion of energy is considered. Results of mathematical simulation were realized in the form of the program products, which are a part of system of computer-aided design

Ключевые слова: СПЕЦИАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОПРИВОДА, УПРАВЛЯЕМЫЙ АСИНХРОННЫЙ КАСКАДНЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД, ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ЭНЕРГИИ, ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ СИСТЕМА

Keywords: SPECIAL SYSTEMS OF THE ELECTRIC DRIVE, CONTROLLED ASYNCHRONOUS CASCADE ELECTRO-DRIVE, ENERGY CONVERSION, ELECTROMAGNETIC SYSTEM

Doi: 10.21515/1990-4665-132-072

Введение.

Разработка новых типов механизмов и оборудования или модернизация уже существующих для нефтегазовой промышленности, обладающих малой удельной массой и высоким коэффициентом использования мощности, будет всегда актуальной задачей для нефтегазовой отрасли промышлен-

ленности. К таким механизмам и оборудованию относятся системы верхнего привода бурения буровых установок, являющимися принципиально новыми типами механизмов буровых установок или электроприводов насосов и компрессоров. Особое внимание уделяется разработке новых типов электрических приводов и систем управления для выше указанного оборудования. К таким электрическим приводам относятся специальные системы электрического привода и его компоненты [1-5].

В данной статье рассмотрен вопрос математического моделирования специальных электрических приводов на примере каскадных асинхронных систем для оборудования нефтегазовой отрасли с применением методов электромагнитного преобразования энергии. Результаты математического моделирования были реализованы в виде программных продуктов, являющихся частью системы автоматизированного проектирования.

1. Общие положения

Одной из основных проблем при проектировании и создании специальных систем электропривода различных конструкций является расчет электромагнитных параметров [6-13]. Расчет магнитной системы управляемого каскадного электрического привода производится с применением закона Кирхгофа, закона Ома для магнитной цепи и принципа наложения. Схема замещения приведена на (рис 1.). В качестве примера взята двухслойная обмотка на 24 пазов [14].

При изменении положения ротора изменяется величины магнитных сопротивлений зубцовой зоны статора и ротора, а также воздушного зазора по следующей зависимости:

Выражение для магнитного потока катушки

$$\Phi = \frac{Iw}{R_{\mu}}, \quad (1)$$

где I – ток, протекающий в катушке;

w – количество витков катушки;

R_μ – магнитное сопротивление потоку катушки.

Магнитное сопротивление

$$R_\mu = \frac{l}{\mu_0 \mu S}, \quad (2)$$

Где l – длина средней силовой линии на данном участке;

S – площадь, сквозь которую протекает магнитный поток;

μ – магнитная проницаемость данного участка;

$$\mu_0 = 4\pi 10^{-7}, \frac{\text{Гн}}{\text{м}}.$$

$$R_{zi}^{(k)} = \frac{2}{\mu_0} \frac{\delta}{n b_{zc} l_m}, \quad (3)$$

где $R_{zi}^{(k)}$ – общее магнитное сопротивление зубцовой зоны ротора, статора и воздушного зазора i -ой катушки при (k) -ом угле сдвига оси поля ротора относительно оси поля статора;

n – коэффициент для каждого сопротивления.

Коэффициент n показывает изменение магнитного сопротивления.

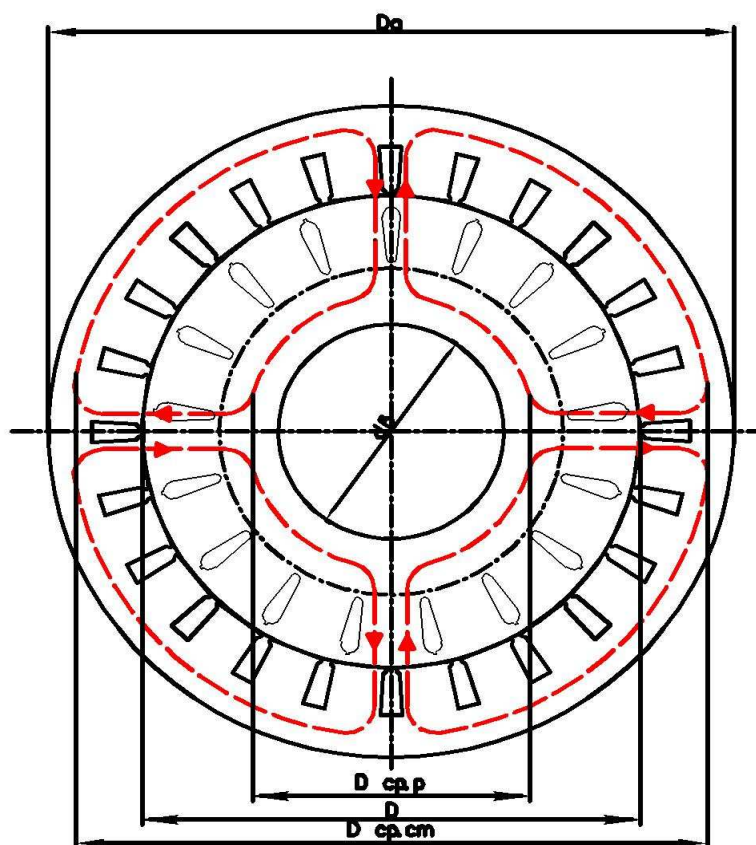


Рисунок 1. Основные геометрические размеры асинхронного двигателя управляемого каскадного электрического привода

Где D – внутренний диаметр статора; D_a – внешний диаметр статора; δ – воздушный зазор; d_v – диаметр вала; d – диаметр ротора; $-$ диаметр средней линии статора; $-$ диаметр средней линии ротора.

2. Расчет магнитных сопротивлений.

Предлагается следующая математическая модель магнитной системы. Разобьем магнитную систему на отдельные участки такие как ярмо статора, зубцовая зона статора, воздушный зазор, зубцовая зона ротора, ярмо ротора. Каждый отдельный участок будет обладать собственным значением магнитного сопротивления и магнитной индукции, значение магнитной индукции можно скорректировать, например методом последовательных приближений. Данное действие позволит повысить

точность расчета и увеличить скорость расчета по сравнению с классической теорией. Для увеличения точности также разобьем мнимо участки со сложной геометрией (зубцовая зона статора на 2 отдельных участка, зубцовая зона ротора на 3 отдельных участка)

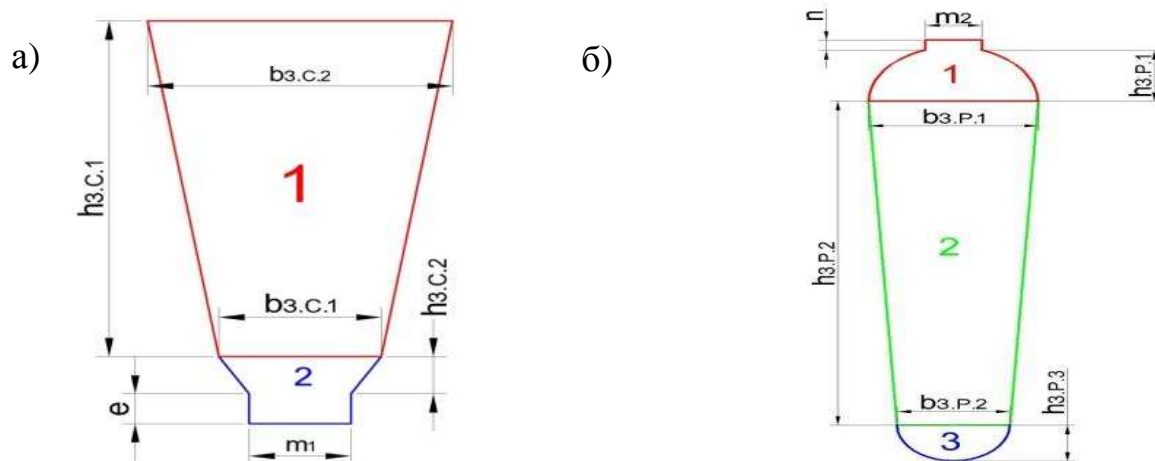


Рисунок 2 – схема участков зубцовой зоны статора а) и ротора б)

Ниже приведены формулы для нахождения магнитного сопротивления для зубцовой зоны статора:

$$; \quad (4)$$

$$(5)$$

Для зубцовой зоны ротора:

$$; \quad (6)$$

$$; \quad (7)$$

$$. \quad (8)$$

Магнитные сопротивления ярма ротора

Площадь ярма ротора выбирается по самому узкому месту, по которому проходят магнитные силовые линии, и происходит передача магнитного потока в зубцовую зону ротора. Аналогично рассчитываем площадь, по которой протекает магнитный поток для остальных частей электрической машины.

$$, \tag{9}$$

где μ_p – магнитная проницаемость ярма ротора.

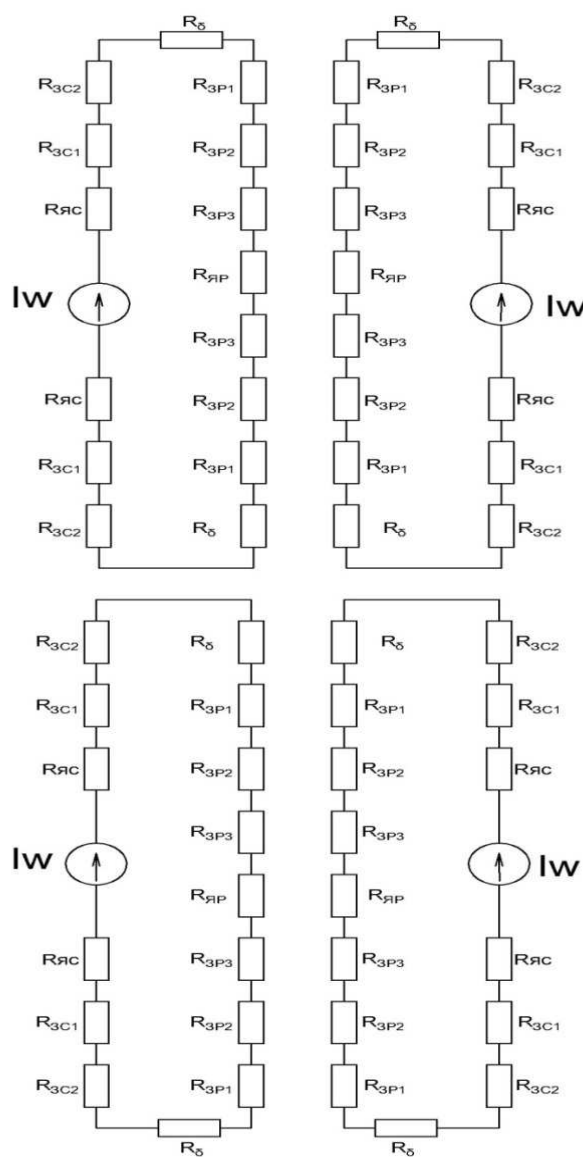


Рисунок 3 – Схема замещения магнитной системы.

Магнитное сопротивление воздушного зазора. Данное сопротивление определим аналогично, как магнитное сопротивление зубцовой части статора из-за пренебрежения потоками рассеяния и выпучивания. Длина силовой магнитной линии равна величине зазора.

$$R_z = \frac{2}{\mu_0} \frac{\delta}{5 b_{zc} l_m}, \quad (10)$$

где δ – величина воздушного зазора.

μ_c – магнитная проницаемость ярма статора.

Магнитное сопротивление ярма статора :

(11)

Магнитный поток проходящий на один полюс равен:

(12)

Зная значение магнитного потока проходящего на один полюс можно приступить к построению картины потокораспределения исследуемого объекта. Используя распространенную схему обмотки, воспользуемся принципом наложения. Строя картину потокораспределения от каждой из фаз, затем путем последовательного и параллельного сложения участков получим реальную картину потокораспределения. Задаваясь разным углом сдвига трехфазной можно построить картину потокораспределения в разные моменты времени.

3. Разработка алгоритма программы.

Разработан алгоритм программы [15-17] для расчета распределения потока обмотки статора компонента управляемого каскадного электрического привода. Для описания алгоритма выбираем двухслойную обмотку на двадцать четыре паза. Этот алгоритм [18-21] рассчитан на получение

картины распределения потока обмотки и, соответственно, получение графического изображения.

Ниже представлены алгоритм в виде блок-схемы для кнопки анимация (рис.4) и операция (рис.5).

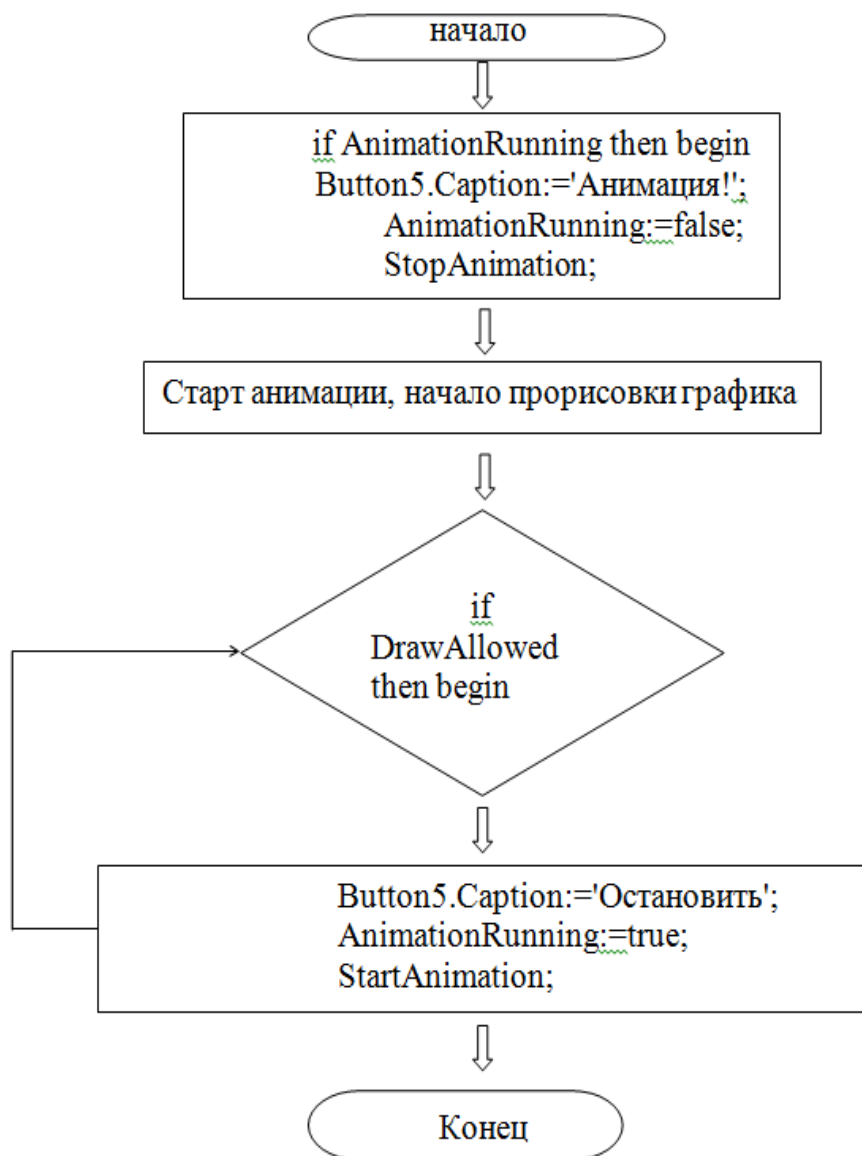


Рисунок 4 – Блок схема кнопки Анимация!

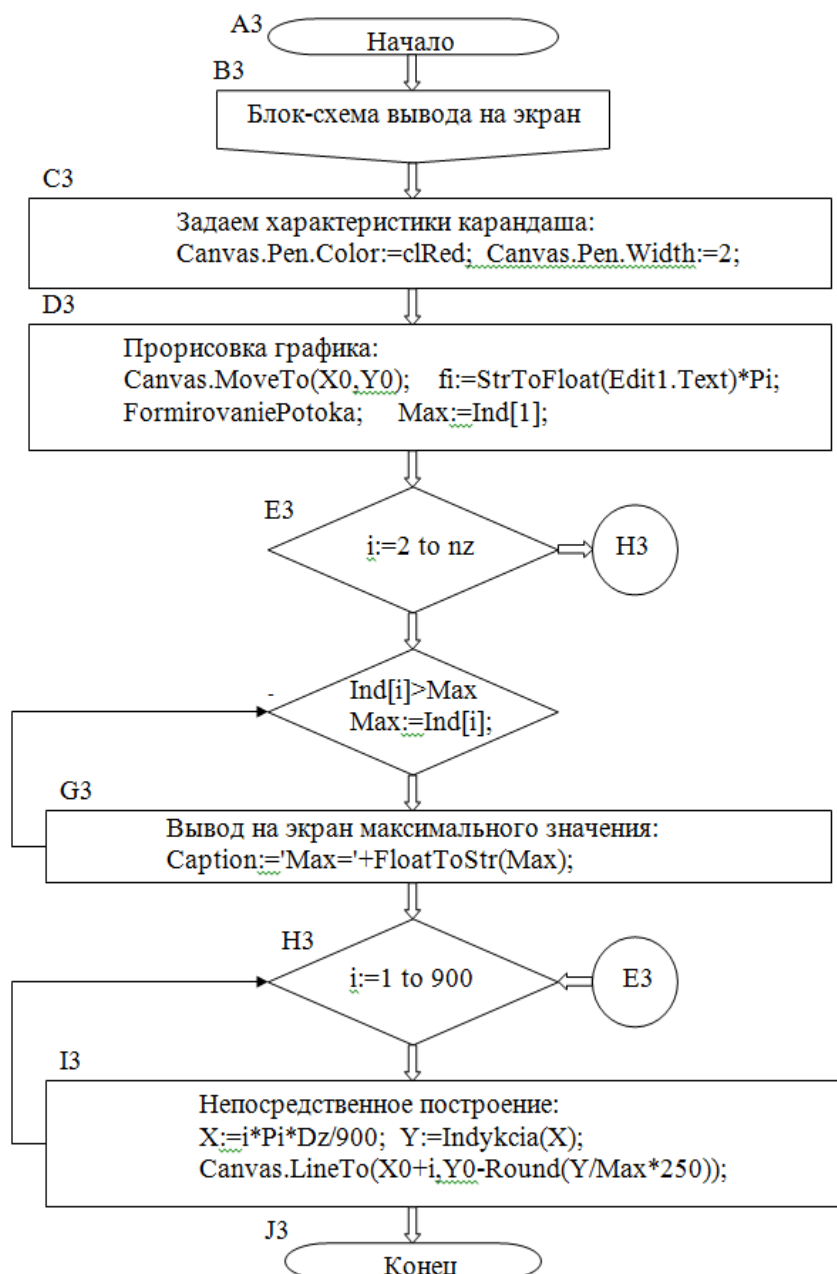


Рисунок 5 – Блок схема кнопки Анимация.

4. Интерфейс разработанной программы

Программа предусматривает введение с интерфейса значения угла поворота трехфазной системы с точностью пять знаков после запятой (рис.6) В соответствии с заданным вручную, картина поля изменится в пространстве и времени, по сравнению с первоначальной. Но программа

также предусматривает получение псевдо анимации. С шагом полтора градуса можно проследить изменений картины поля, не вводя значение угла поворота и не стирая полученную картинку.

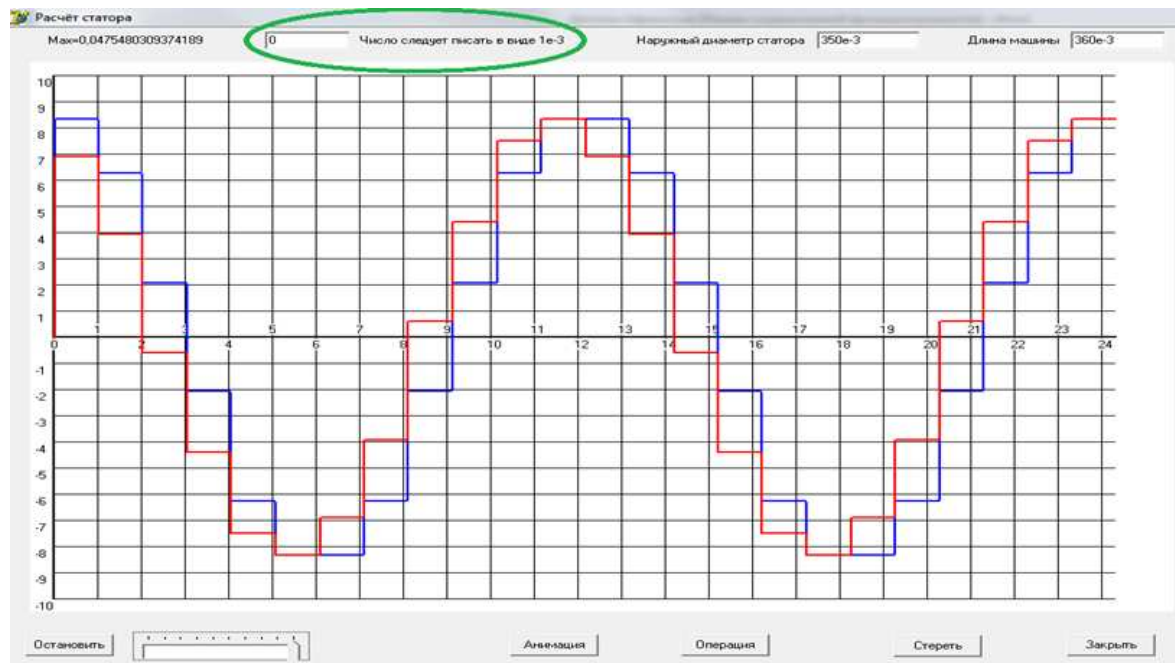


Рисунок 6 – Интерфейс разработанной программы.

При выводе на экран картины потокораспределения под определенным заданным углом сдвига, построенная картина потокораспределения имеет синий цвет. Максимальное значение магнитной индукции одной катушечной группы. При сдвиге магнитной системы значение магнитной индукции пересчитывается в соответствии с углом сдвига трехфазной системы напряжений. Окна, где указываются основные геометрические размеры двигателя необходимые при построении картины потокораспределения. Кнопка «Анимация», позволяет вывести на экран картину потокораспределения с шагом в 1,5 градусов. Кнопка «Операция» позволяют вывести картину потокораспределения с заданным углом сдвига, выведенная картина потокораспределения имеет красный вид. Кнопка «Стереть» позволяет очистить экран от картины потокораспределения. Кнопка «Анимация!» и «Остановить», позволяют выводить и останавливать автоматическое по-

строение картины потокораспределения, также можно регулировать скорость построения.

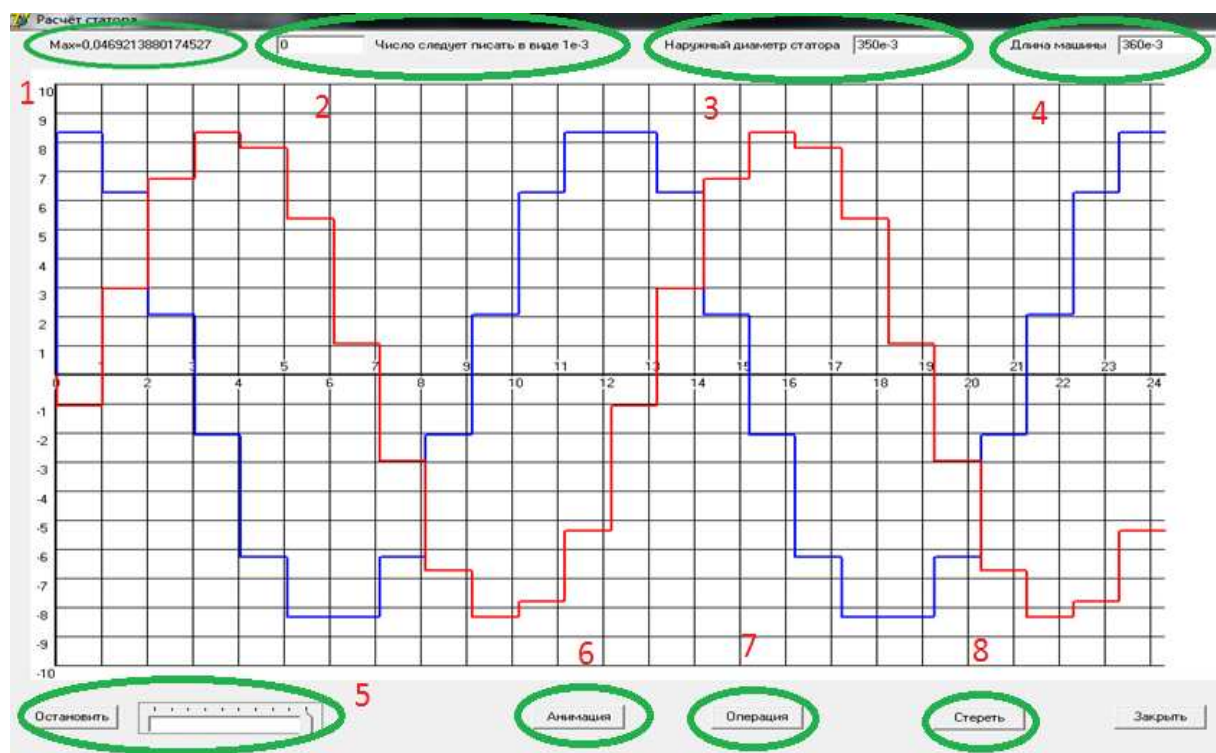


Рисунок 7 – Интерфейс разработанной программы

Как видно картина потокораспределения имеет ступенчатый вид. В дальнейшем расчет параметров производится с учетом ступенчатости без разложения полученной кривой в ряды.

Выводы

В данной статье проведено математическое моделирование специальных электрических приводов для оборудования нефтегазовой отрасли. Предложенные решения позволят довольно быстро и точно моделировать, проектировать и создавать различные виды оборудования в нефтегазовой отрасли.

ЛИТЕРАТУРА

1. Карандей В.Ю. Управляемый каскадный электрический привод / В.Ю. Карандей, Б.К. Попов // Патент на изобретение № 2402857 зарегистрировано 27.10.2010 г.

2. Карандей В.Ю. Управляемый каскадный электрический привод с жидкостным токосъемом / В.Ю. Карандей, Б.К. Попов // Патент на изобретение № 2461947 зарегистрировано 20.09.2012 г.

3. Карандей В.Ю. Аксиальный каскадный электрический привод с жидкостным токосъемом / В.Ю. Карандей, Б.К. Попов, О.Б. Попова // Патент на изобретение № 2483415 зарегистрировано 11.03.2013 г.

4. Карандей В.Ю. Токосъемное устройство / В.Ю. Карандей, Б.К. Попов // Патент на изобретение № 2370869 зарегистрировано 30.06.2008 г.

5. Карандей В.Ю. Сигнализирующее токосъемное устройство / В.Ю. Карандей, Б.К. Попов, Ю.Ю. Карандей, В.Л. Афанасьев // Патент на изобретение № 2601958 от 27 июля 2015 г, зарегистрировано 18.10.2016 г.

6. Карандей В.Ю. Математическое моделирование каскадных асинхронных электроприводов: в 3 т.: монография. ФГБОУ ВПО «КубГТУ». – Краснодар: Издательский Дом – Юг. Т. 1: Математическое моделирование магнитных систем электропривода. – 2014. – 142 с., ISBN 978-5-91718-345-9 (Т. 1), ISBN 978-5-91718-344-2

7. Карандей В.Ю. Концепция расчета магнитной системы асинхронного двигателя специального электропривода / В.Ю. Карандей, Б.К. Попов, // Известия высших учебных заведений, Пищевая технология. Научно-технический журнал. – 2008. – № 1. – С. 101-103.

8. Карандей В.Ю. Определение токов статора и ротора в каскадном электрическом приводе / В.Ю. Карандей, Б.К. Попов // Известия высших учебных заведений, Северо-Кавказский регион. Технические науки. – 2008. – № 4. – С. 91-96.

9. Карандей В.Ю. Определение электромагнитной энергии и момента в каскадном электрическом приводе / В.Ю. Карандей, Б.К. Попов, А.В. Базык, Ю.Ю. Карандей // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №03(097). – IDA [article ID]: 0971401039. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/03/pdf/39.pdf>, 0,625 у.п.л.

10. Попов Б.К., Карандей Ю.Ю., Карандей В.Ю., Афанасьев В.Л., Абанин Ф.С. Подход к определению магнитных параметров компонента управляемого каскадного асинхронного электрического привода: Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2015. – №10(114). – IDA [article ID]: 1141510014. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2015/10/pdf/14.pdf>, 1,188 у.п.л.

11. Карандей В.Ю. Разработка подхода к расчету магнитного потока одной катушечной группы обмотки статора компонента управляемого асинхронного каскадного электрического привода / В.Ю. Карандей, Ю.Ю. Карандей, В.Л. Афанасьев, В.В. Квочкин, В.Н. Кишко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2016. – №06(120). – IDA [article ID]: 1201606039. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2016/06/pdf/39.pdf>.

12. Карандей В.Ю. Разработка алгоритма расчета электромагнитных параметров статора компонента управляемого асинхронного каскадного электрического привода / В.Ю. Карандей, Ю.Ю. Карандей, В.Л. Афанасьев, Ф.С. Абанин, В.Н. Кишко,

В.В. Квочкин // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2016. – №06(120). – IDA [article ID]: 1201606041. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2016/06/pdf/41.pdf>.

13. Карандей В.Ю. Подход к определению магнитных параметров управляемого асинхронного каскадного электрического привода с уточненной геометрией / В.Ю. Карандей, Ю.Ю. Карандей, В.Л. Афанасьев // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2016. – №06(120). – IDA [article ID]: 1201606040. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2016/06/pdf/40.pdf>

14. Сергеев П.С. Проектирование электрических машин / Сергеев П.С., Виноградов Н.В., Горяинов Ф.А. Изд.М.: Энергия, 1970. - 632 с.

15. Карандей В.Ю. Программа расчета параметров и анимационного построения потокораспределения компонента асинхронного каскадного электропривода / Карандей В.Ю., Базык А.В., Афанасьев В.Л. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2015615828 от 25 мая 2015 г.

16. Карандей В.Ю. Программа расчета параметров и самоанимационного построения потокораспределения компонента асинхронного каскадного электропривода / Карандей В.Ю., Карандей Ю.Ю., Базык А.В. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ №2015615826 от 25 мая 2015 г.

17. Карандей В.Ю. Программа задания конструктивных параметров компонента асинхронного каскадного электропривода, статорной обмотки и визуального построения полученного потока распределения / Карандей В.Ю. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ №2015615827 от 25 мая 2015 г.

18. Karandey V. Yu. Intelligence amplification in distance learning through the binary tree of question-answer system / Karandey, V.Yu., Popova, O.B., Popov, B.K // Procedia-social and behavioral science. Vol: 214, year 2015, pp. 711-719.

19. Karandey V. Yu. New Methods and Evaluation Criteria of Research Efficiency / Popova, O.B., Popov, B.K., Karandey, V.Yu., Romanov, D.A., Kobzeva, S.A. & Evseeva, M.A. (2015) // Mediterranean journal of social sciences, Vol 6, No 6 S5, pp. 212-217.

20. Karandey V. Yu. Intelligence amplification via language of choice description as a mathematical object (binary tree of question-answer system) / Karandey, V.Yu., Popova, O.B., Popov, B.K, Evseeva, M.A. // Procedia-social and behavioral science. Vol: 214, year 2015, pp. 897-905.

21. Karandey V.Yu Analysis of forecasting methods as a tool for information structuring in science research Popova O.B., Popov B.K., Karandey V.Yu., Evseeva M.A. British Journal of Applied Science & Technology. Year 2016. Vol. 17. № 2. pp. 9-19.

References

1. Karandey V.Ju. Upravlyaemyj kaskadnyj jelektricheskij privod / V.Ju. Karandey, B.K. Popov // Patent na izobretenie № 2402857 zaregistrovano 27.10.2010 g.

2. Karandey V.Ju. Upravlyaemyj kaskadnyj jelektricheskij privod s zhidkostnym tokos#emom / V.Ju. Karandey, B.K. Popov // Patent na izobretenie № 2461947 zaregistrovano 20.09.2012 g.

3. Karandey V.Ju. Aksial'nyj kaskadnyj jelektricheskij privod s zhidkostnym tokos#emom / V.Ju. Karandey, B.K. Popov, O.B. Popova // Patent na izobretenie № 2483415 zaregistrovano 11.03.2013 g.

4. Karandey V.Ju. Tokos#emnoe ustrojstvo / V.Ju. Karandey, B.K. Popov // Patent na izobretenie № 2370869 zaregistrovano 30.06.2008 g.

5. Karandej V.Ju. Signalizirujushhee tokos#emnoe ustrojstvo / V.Ju. Karandej, B.K. Popov, Ju.Ju. Karandej, V.L. Afanas'ev // Patent na izobrenenie № 2601958 ot 27 ijulja 2015 g, zaregistrirvano 18.10.2016 g.

6. Karandej V.Ju. Matematicheskoe modelirovanie kaskadnyh asinhronnyh jelektricheskogo privodov: v 3 t.: monografija. FGBOU VPO «KubGTU». – Krasnodar: Izda-tel'skij Dom – Jug. T. 1: Matematicheskoe modelirovanie magnitnyh sistem jelektricheskogo privoda. – 2014. – 142 s., ISBN 978-5-91718-345-9 (T. 1), ISBN 978-5-91718-344-2

7. Karandej V.Ju. Koncepcija rascheta magnitnoj sistemy asinhronnogo dviga-telja special'nogo jelektricheskogo privoda / V.Ju. Karandej, B.K. Popov, // Izvestija vysshih uchebnyh zavedenij, Pishhevaja tehnologija. Nauchno-tehnicheskij zhurnal. – 2008. – № 1. – S. 101-103.

8. Karandej V.Ju. Opredelenie tokov statora i rotora v kaskadnom jelektricheskogo privode / V.Ju. Karandej, B.K. Popov // Izvestija vysshih uchebnyh zavedenij, Severo-Kavkazskij region. Tehnicheskie nauki. – 2008. – № 4. – S. 91-96.

9. Karandej V.Ju. Opredelenie jelektromagnitnoj jenerгии i momenta v kas-kadnom jelektricheskogo privode / V.Ju. Karandej, B.K. Popov, A.V. Bazyk, Ju.Ju. Ka-randej // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj re-surs]. – Krasnodar: KubGAU, 2014. – №03(097). – IDA [article ID]: 0971401039. – Re-zhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2014/03/pdf/39.pdf>, 0,625 u.p.l.

10. Popov B.K., Karandej Ju.Ju., Karandej V.Ju., Afanas'ev V.L., Abanin F.S. Podhod k opredeleniju magnitnyh parametrov komponenta upravljaemogo kaskadnogo asinhronnogo jelektricheskogo privoda: Politematicheskij setevoj jelektronnyj na-uchnyj zhurnal Ku-banskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2015. – №10(114). – IDA [article ID]: 1141510014. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2015/10/pdf/14.pdf>, 1,188 u.p.l.

11. Karandej V.Ju. Razrabotka podhoda k raschetu magnitnogo potoka odnoj kat-shechnoj grupy obmotki statora komponenta upravljaemogo asinhronnogo kaskadno-go jelektricheskogo privoda / V.Ju. Karandej, Ju.Ju. Karandej, V.L. Afanas'ev, V.V. Kvochkin, V.N. Kishko // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Ku-banskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2016. – №06(120). – IDA [article ID]: 1201606039. – Rezhim dostu-pa: <http://ej.kubagro.ru/2016/06/pdf/39.pdf>.

12. Karandej V.Ju. Razrabotka algoritma rascheta jelektromagnitnyh paramet-rov sta-tora komponenta upravljaemogo asinhronnogo kaskadnogo jelektricheskogo pri-vida / V.Ju. Karandej, Ju.Ju. Karandej, V.L. Afanas'ev, F.S. Abanin, V.N. Kishko, V.V. Kvochkin // Poli-tematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2016. – №06(120). – IDA [article ID]: 1201606041. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2016/06/pdf/41.pdf>.

13. Karandej V.Ju. Podhod k opredeleniju magnitnyh parametrov upravljaemo-go asinhronnogo kaskadnogo jelektricheskogo privoda s utochnennoj geometrijej / V.Ju. Karandej, Ju.Ju. Karandej, V.L. Afanas'ev // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Kras-nodar: KubGAU, 2016. – №06(120). – IDA [article ID]: 1201606040. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2016/06/pdf/40.pdf>

14. Sergeev P.S. Proektirovanie jelektricheskikh mashin / Sergeev P.S., VINO-gradov N.V., Gorjainov F.A. Izd.M.: Jenerгija, 1970. - 632 s.

15. Karandej V.Ju. Programma rascheta parametrov i animacionnogo postroe-nija potokoraspredelenija komponenta asinhronnogo kaskadnogo jelektricheskogo privoda / Ka-randej

V.Ju., Bazyk A.V., Afanas'ev V.L. Svidetel'stvo ob oficial'noj registracii programmy dlja JeVM № 2015615828 ot 25 maja 2015 g.

16. Karandej V.Ju. Programma rascheta parametrov i samoanimacionnogo postroenija potokoraspredelenija komponenta asinhronnogo kaskadnogo jelektroprivoda / Karandej V.Ju., Karandej Ju.Ju., Bazyk A.V. Svidetel'stvo ob oficial'noj regist-racii pro-grammy dlja JeVM №2015615826 ot 25 maja 2015 g.

17. Karandej V.Ju. Programma zadaniya konstruktivnyh parametrov komponen-ta asinhronnogo kaskadnogo jelektroprivoda, statornoj obmotki i vizual'nogo po-stroenija polu-chennogo potokaspredelenija / Karandej V.Ju. Svidetel'stvo ob ofici-al'noj registracii pro-grammy dlja JeVM №2015615827 ot 25 maja 2015 g.

18. Karandey V. Yu. Intelligence amplification in distance learning through the binary tree of question-answer system / Karandey, V.Yu., Popova, O.B., Popov, B.K // Procedia-social and behavioral science. Vol: 214, year 2015, pp. 711-719.

19. Karandei V. Yu. New Methods and Evaluation Criteria of Research Efficiency / Popova, O.B., Popov, B.K., Karandei, V.Yu., Romanov, D.A., Kobzeva, S.A. & Evseeva, M.A. (2015) // Mediterranean journal of social sciences, Vol 6, No 6 S5, pp. 212-217.

20. Karandey V. Yu. Intelligence amplification via language of choice description as a mathematical object (binary tree of question-answer system) / Karandey, V.Yu., Popova, O.B., Popov, B.K, Evseeva, M.A. // Procedia-social and behavioral science. Vol: 214, year 2015, pp. 897-905.

21. Karandei V.Yu Analysis of forecasting methods as a tool for information structur-ing in science research Popova O.B., Popov B.K., Karandei V.Yu., Evseeva M.A. British Journal of Applied Science & Technology. Year 2016. Vol. 17. № 2. pp. 9-19.