

УДК 621.313

В. О. Квашнин, канд. техн. наук,
А. В. Бабаш

**АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ РАЗЛИЧНЫХ МЕТОДИК ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ
 ОДНОФАЗНЫХ СХЕМ ЗАМЕЩЕНИЯ АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ
 НА ТОЧНОСТЬ ЕГО СТАТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК**

Аннотация. Для определения параметров однофазной эквивалентной схемы замещения асинхронного двигателя были использованы две методики. Результаты расчетов представлены в виде статических характеристик, которые были сопоставлены и проанализированы. В результате представлен анализ методик по паспортным характерным точкам каталожных данных.

Ключевые слова: динамическая модель, асинхронный двигатель, статическая характеристика, угловая скорость ротора, схема замещения, моделирование

V. Kvashnin, PhD.,
A. Babasht

**ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF DIFFERENT METHODS FOR DETERMINING
 OF THE SINGLE-PHASE CIRCUIT PARAMETERS OF AN INDUCTION MOTOR
 ON THE ACCURACY OF ITS STATIC CHARACTERISTICS**

Abstract. Two methods for determining the parameters of the single-phase equivalent circuit of an induction motor were used. The results were given in a form of static characteristics, and were analyzed and compared. In the conclusion analysis of catalog data passport typical point's methods is given.

Keywords: induction motor, static characteristic, method, single-phase circuit

В. О. Квашнин, канд. техн. наук,
А. В. Бабаш

**АНАЛІЗ ВПЛИВУ РІЗНИХ МЕТОДИК ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ОДНОФАЗНИХ
 СХЕМ ЗАМІЩЕННЯ АСИНХРОННОГО ДВИГУНА НА ТОЧНІСТЬ
 ЙОГО СТАТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК**

Анотація. Для визначення параметрів однофазної еквівалентної схеми заміщення асинхронного двигуна були використані дві методики. Результати розрахунків наведені у вигляді статичних характеристик, які були зіставлені та проаналізовані. У результаті наведений аналіз методик за паспортними характерними точками каталожних даних.

Ключові слова: динамічна модель, асинхронний двигун, кутова швидкість ротора, струми статорного ланцюга, схема заміщення, моделювання

При решении различных инженерных задач возникает необходимость в определении параметров эквивалентной схемы замещения асинхронного электродвигателя [1 – 3]. К сожалению, эти параметры не приводятся в каталожных и паспортных его данных. Однако, существует целый ряд методик по их определению, которые хорошо описаны и представлены в литературе [4 – 8]. Для оценки их эффективности были проведены дополнительные исследования [9], и для сравнения их влияния на точность получаемых статических характеристик отобраны две методики. Их алгоритмы представлены на рис. 1. Расчеты параметров схем замещения выполнялись на примере двигателя малой мощности АИР56А4, паспортные данные которого приведены в табл. 1. Результаты расчетов статических механических и электрохимических его характеристик представлены на рис. 2 (а, б) соответственно. Статические характеристики, относящиеся к методике 1, построены по расчетным соотношениям

Т-образной схемы замещения [3]. Характеристики, соответствующие методике 2, построены по расчетным соотношениям Г-образной схемы замещения [4]. Сравнительный анализ характерных точек (номинальной, критической и пусковой) приведен в табл. 2.

1. Расчетные и паспортные данные

Р, кВт	$n_{\text{н}}$, об/мин	$I_{\text{н}}$, А	η , %	$\cos \varphi$
0,12	1350	0,5	57	0,66
$I_{\text{п}}/I_{\text{н}}$	$M_{\text{п}}/M_{\text{н}}$	$M_{\text{max}}/M_{\text{ном}}$	J, кг·м ²	m, кг
5	2,2	2,2	0,0007	3,6

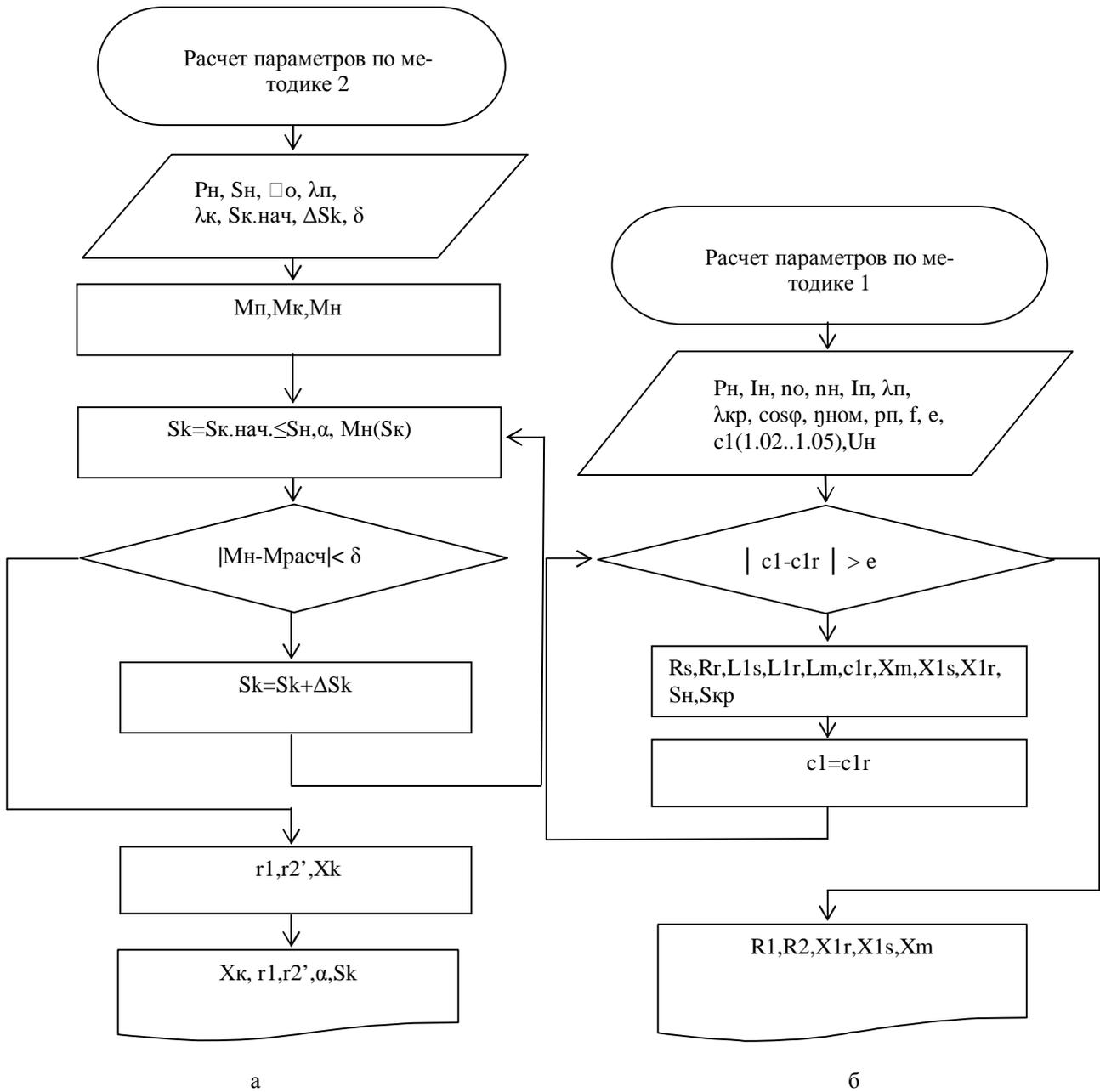


Рис. 1. Алгоритмы расчета параметров по методике 1 и 2

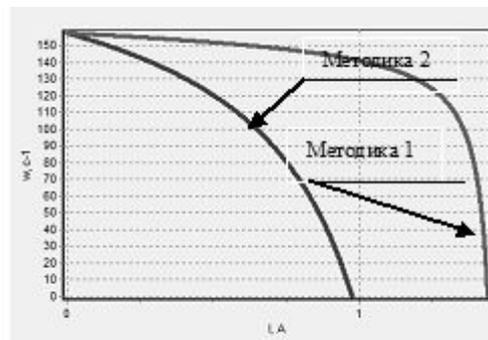
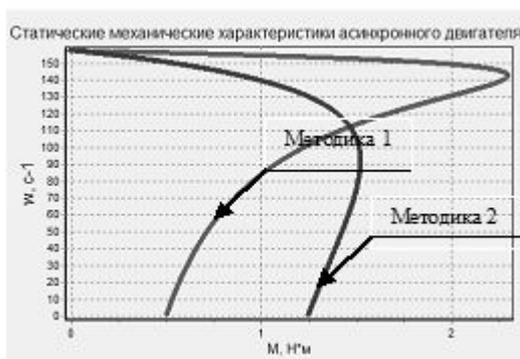


Рис. 2. Статические характеристики полученные, по методикам 1 и 2 соответственно

Основные расчетные соотношения для построения статических характеристик представлены ниже. Зависимость момента от скольжения для Т-образной схемы замещения (методика 1).

$$M(s) = \frac{3 \cdot U_n^2}{\omega_b} \times \frac{R_r \cdot s}{\left[R_s \cdot \left(1 + \frac{X_{1s}}{X_m}\right)^2 + (X_{1r} + X_{1s} + X_{1r} \cdot \frac{X_{1s}}{X_m})^2 \right] \cdot s^2 + 2 \cdot R_r \cdot R_s \cdot s + \left[\left(\frac{R_r}{X_m}\right)^2 + \left(1 + \frac{X_{1s}}{X_m}\right)^2 \right] \cdot R_r^2}, \quad (1)$$

где R_s, R_r – сопротивления обмоток статора и ротора соответственно; X_{1s}, X_{1r} – сопротивления рассеяния обмоток статора и ротора; X_m – сопротивление взаимной индукции.

Зависимость момента от скольжения для Г-образной схемы замещения (уточненная формула Клосса в методике 2):

$$M = \frac{M_k (2 + \alpha S_k)}{\frac{S}{S_k} + \frac{S_k}{S} + \alpha S_k}, \quad (2)$$

где M, M_k – текущий и критический момент двигателя; S, S_k – текущее и критическое значение скольжения; α – расчетный коэффициент, $\alpha = \frac{2r_1}{r_2}$

2. Сравнительный анализ двух методик

Параметры [размерность]	Результаты значений характерных точек статических характеристик определенных по:		
	паспортным данным	методике 1	методике 2
M_n [Н·м]	0,85	0,85	0,85
ω_n [с ⁻¹]	141,3	154,6	142,9
I_n [А]	0,5	0,98	0,27
M_k [Н·м]	1,87	2,3	1,52
ω_k [с ⁻¹]	92	143	91,5
I_k [А]	1,2	0,92	0,7
M_n [Н·м]	1,87	0,48	1,25
ω_n [с ⁻¹]	0	0	0
I_n [А]	2,5	0,98	1,44

Анализ полученных результатов показывает, что в области характерных точек, задаваемых паспортными данными двигателя наибольшее совпадение обнаруживается у второй методики. Как видно из приведенных результатов, для получения более точных статических характеристик существующих расчетных соотношений в виде известных уравнений механической и электромеханической характеристик уже недостаточно. Требуется введение учета потерь в виде тока холостого хода, эффекта вытеснения тока в роторе и т.д. Таким образом были произведены исследования рассмотренных методик и сделана их оценка влияния на точность получае-

мых статических характеристик в сравнении с паспортными данными двигателя в области характерных точек [5].

Список использованной литературы

1. Вешневский С. Н. Характеристики двигателей в электроприводе [6-е изд. исправленное]. – М. : Энергия, 1977. – 432 с.
2. Колб Ант. А. Теорія електроприводу: навчальний посібник / А. Ант. Колб, А. А. Колб. – Днепропетровск : Національний гірничий університет, 2006. – 511 с.
3. Копылов И. П. Проектирование электрических машин: учебное пособие для вузов // И. П. Копылов, Ф. А. Горяинов, Б. К. Клоков и др.; под ред. И. П. Копылова. – М. : Энергия, 1980. – 496 с.
4. Загирняк М. В. Электрические машины. / М. В. Загирняк, Б. И. Невзлин // Часть 3. Асинхронные машины: учебное пособие. – К ИСДО, 1996. – 196 с.
5. Герман-Галкин С. Г. Компьютерное моделирование полупроводниковых систем в MATLAB 6.0 : учебн. пособие / С. Г. Герман-Галкин. – СПб. : Корона Принт, 2001. – 320 с., ил.
6. Квашнин В. О. Разработка методики программного расчета и исследования статических механических характеристик асинхронного двигателя (в среде BORLAND DELPHI) / В. О. Квашнин, А. В. Бабаш // Вестник ДГТУ. Сборник научных трудов. – Днепропетровск : ДГТУ, 2009.
7. Квашнин В. О. Методика аналитического определения характеристик асинхронного двигателя / В. О. Квашнин // Проблемы создания новых машин и технологий. Сборник научных трудов: Кременчугский государственный политехнический университет. – 2000. – КГПИ-2000. – Вып. – 1. – № 8. – С. 143 – 145.
8. Квашнин В. О. Разработка методов и средств технической диагностики сложных электромеханических систем / В. О. Квашнин // Праці Луганського Від. Міжн. академії інформ.: Науковий журнал. – 2005. – № 2. – С. 53 – 58.
9. Квашнин В. О. Исследования методик определения параметров однофазной эквивалентной схемы замещения асинхронного двигателя / В. О. Квашнин, В. А. Косенко // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Зб. напр. Серія: Проблеми автоматизованого електроприводу. Теорія і практика. – Харьков : НТУ «ХПІ». – 2013. – № 36 (1009). – С. 256 – 258.
10. Лихачев В. Л. Электротехника. Справочник. Том 2. / В. Л. Лихачев // СОЛОН-Пресс, Серия «Ремонт». – 2003. – М. : – Вып. 58, – 448 с.

Получено 04.07.2014

References

1. Veshenevskiy S.N. *Harakteristiki dvigateley v elektroprivode* [Characteristics of Motors in the Electrical Drive], (1977), 6-e izd. *Ispravlennoe*, Moscow, Russian Federation, *Energiya*, 432 p. (In Russian).

2. Kolb Ant.A., and Kolb A.A. *Teoriya elektroprivodu: [Theory of Electrical Drive]*, (2006). *Navchalniy Posibnik, Nachionalniy Girnichiy Universitet*, 511 p. (In Russian).

3. Kopilov I.P., Goryainov F.A., Klokov B.K. etc. *Proektirovanie elektricheskikh mashin [Designing of Electrical Machines]*, (1980), *Uchebnoe Posobie Dlya Vuzov, Kopilov's edition*, Moscow, Russian Federation, *Energiya*, 496 p. (In Russian).

4. Zagirniak M.V., and Nevslin B.I. *Elektricheskie mashini Ch. 3. Asinhronnie mashini [Electrical Machines Part 3. Induction Motors]*, (1996), *Uchebnoe Posobie*, Kiev, Ukraine, *ISDO*, 196 p. (In Russian).

5. German-Galkin S.G. *Kompyuternoe modelirovanie polyprovodnikovih system v MATLAB 6.0 [Computer Modeling of Semiconductor Systems in MATLAB 6.0]*, (2001), *Uchebnoe Posobie*, SPb, Russian Federation, *Korona Print*, 320 p. (in Russian).

6. Kvashnin V.O., and Babash A.V. *Razrabotka metodiki programmno go rascheta i issledovaniya staticheskikh mekhanicheskikh harakteristik asinhronnogo dvigatelya (v srede BORLAND DELPHI) [Development of Methodology of Program Counting and Investigation of Static Mechanical Characteristics of Induction Motor (in BORLAND DELPHI)]*, (2009), *Vesnik DGTU, Zb. npr., Dniprodzerjinsk, Ukraine, DGTU* (In Ukrainian).

7. Kvashnin V.O. *Metodika analiticheskogo opredeleniya harakteristik asinhronnogo dvigatelya [Methodology of Analytical Determining of Static Characteristics of Induction Motor]*, (2000), *Problemi Sozdaniya Novih Mashin I Tehnologiy, Kremenchugskiy Gosudarstvenniy Politehnicheskiy Universitet: KGPI-2000, Vip. 8*, pp. 143 – 145 (In Russian).

8. Kvashnin V.O. *Razrabotka metodov I sredstv tehnikosoy diagnostiki slojnih elektromekhanicheskikh system [Development of Methods and Resources of Ttechnical Diagnostics of Complicated Electromechanical Systems]*, (2005), *Prachi Lugansk. Vid. Mijn. Akademiyi Inform. Naukov. Journal*, No. 2, pp. 53 – 58 (In Russian).

9. Kvashnin V.O., and Kosenko V.A. *Issledovanie metodik opredeleniya parametrov odnofaznoy ekvivalentnoy shemi zamescheniya asinhronnogodvigatelya [Investigations of Methodologies of Determining the Parameters of single-phase Circuit of Induction Motor]*, (2013), *Visnik Nachionalnogo Tehnichnogo Universitety "HPI". Zb. Pr. Seria: Problemi Avtomatizovanogo Electroprivodu. Teoriya i Praktika – H.: NTU "HPI"*, No. 36(1009), pp. 256 – 258 (In Russian).

10. Lihachev V.L. *Elektrotehnika. Spravochnik. Tom 2. [Electro Technology. Guide. Part 2, Seriya "Remont"]*, (2003), Moscow, Russian Federation, *Solonpress*, Vipusk 58, 448 p. (In Russian).



Квашнин
Валерий Олегович,
канд. техн. наук, доц. каф.
электромеханических систем
автоматизации и электропривода
Донбасской государственной
машиностроительной академии.
Тел.0626416893,0509897701.
E-mail:
v.kvashnin@mail.ru



Бабаш
Андрей Владиславович,
аспирант каф. электромеханических систем
автоматизации и электропривода
Донбасской государственной
машиностроительной академии.
Тел. 0955380417.
E-mail:
babashandrey@gmail.com