

## ОБҐРУНТУВАННЯ ПОЧАТКОВИХ НАБЛИЖЕНЬ ПРИ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ПАРАМЕТРІВ АСИНХРОННОГО ДВИГУНА

*Калінов А.П., к.т.н., доц., Мельников В.О., магістр.*

*Кременчуцький державний політехнічний університет імені Михайла Остроградського  
39600, м. Кременчук Полтавської обл., вул. Першотравнева, 20*

*E-mail: [scenter@polytech.poltava.ua](mailto:scenter@polytech.poltava.ua)*

В работе выполнен анализ и обоснование выбора начальных приближений при идентификации электромагнитных параметров схемы замещения асинхронных двигателей путем решения систем уравнений для вещественных и мнимых составляющих полных комплексных сопротивлений на зажимах двигателей при различных частотах. Обоснованные диапазоны изменений параметров также рекомендуется применять для сужения области поиска решений.

**Ключевые слова:** электромагнитные параметры, начальные приближения, идентификация.

In paper the analysis and substantiation of initial approximations choice for identifications of an equivalent circuit electromagnetic parameters of asynchronous drives is executed by a solution of equations set for real and imaginary units of full complex resistances on drives clips for various frequencies. The reasonable ranges of parameters modifications also are recommended to be applied for a contraction of a solutions search area.

**Key words:** electromagnetic parameters, initial approximations, identification.

**Вступ.** В даний час в промисловості знайшли широке застосування перетворювачі частоти на базі автономних інверторів напруги з широтно-імпульсною модуляцією.

Застосування перетворювача частоти у якості джерела тестових впливів відкриває широкі можливості при здійсненні операцій ідентифікації параметрів АД і всього електропривода.

Використання алгоритмів керування ПЧ, що забезпечують на виході форму кривих струму та напруги, близьких до синусоїдальних, значно скорочує розрахунки при ідентифікації.

**Мета роботи.** Підвищення точності визначення параметрів шляхом обґрунтованого вибору початкових наближень при розв'язанні систем рівнянь ідентифікації електромагнітних параметрів.

**Матеріал і результати дослідження.** Для визначення початкових наближень необхідно побудувати залежності дійсної і уявної частин повного опору Т-подібної схеми заміщення асинхронного двигуна від частоти [1-3]:

– дійсна частина повного опору:

$$R\Sigma = R_1 + \frac{R_m R_2'^2 + R_m^2 R_2' + n^2 R_m X_2'^2 + n^2 R_2' X_m^2}{(R_2' + R_m)^2 + (nX_2' + nX_m)^2},$$

– уявна частина повного опору:

$$X\Sigma = nX_1 + \frac{nR_m^2 X_2' + n \cdot R_2'^2 X_m + n^3 X_m X_2'^2 + n^3 X_m^2 X_2'}{(R_2' + R_m)^2 + (nX_2' + nX_m)^2}.$$

При цьому активні і індуктивні опори статора і ротора визначаються на основній частоті мережі живлення 50 Гц. В області низьких частот втрати в сталі незначні, тому значенням активного опору контура намагнічування можна нехтувати.

Для визначення початкових наближень для розрахунків за вищевказаними рівняннями були побудовані криві активних і індуктивних опорів.

Щоб визначити діапазони відхилень активного опору ротора скористалися рівнянням дійсної складової повного комплексного опору обмоток, а для індуктивного опору – рівнянням уявної частини повного комплексного опору обмоток.

Значення складових членів рівнянь взяті з паспортних даних двигунів серії 4А [4].

Розрахунки проводилися для двигунів малої потужності, діапазон потужностей яких до 5 кВт, середньої потужності - від 5 до 250 кВт і великої потужності - від 250 кВт.

Криві відхилень активного опору статора, суми індуктивних опорів ротора та статора двигунів представлені на рисунках 1 та 2.

Результати розрахунків показують, які необхідно вибрати початкові наближення при визначенні параметрів для активного опору статора і індуктивних опорів статора і ротора.

У таблиці 1 представлені максимальні і мінімальні відхилення цих параметрів у відсотках.

**Таблиця 1 – Максимальні і мінімальні відхилення параметрів**

Потужність двигунів	$R_2''$ ,	$X_1'$ ,	$X_2''$ ,
	min/max, %	min/max, %	min/max, %
мала	5,5/21	0,15/3,2	0,2/3,3
середня	4,5/10	0,6/1,5	0,6/1,6
велика	3,5/5	0,5/1,1	0,5/1,2

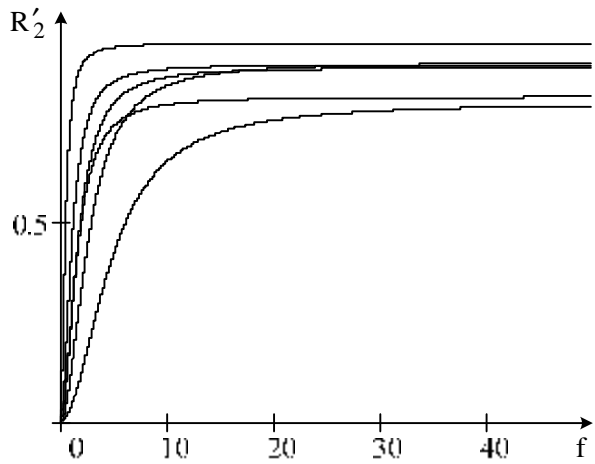


Рисунок 1 – Залежність дійсної частини повного опору від частоти

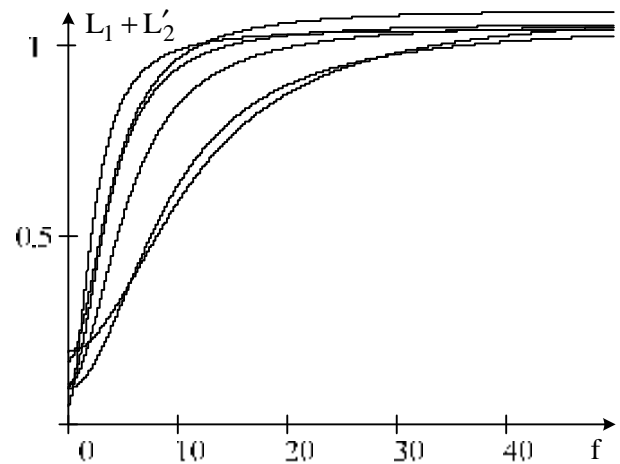


Рисунок 2 – Залежність індуктивності від частоти

Для визначення початкових відхилень для індуктивності контура намагнічування були побудовані криві залежності уявної частини повного опору від частоти з урахуванням ковзання двигуна.

В цьому випадку вираз уявної частини повного комплексного опору обмоток прийме вигляд:

$$X\Sigma = nX_1 + \frac{nR_m^2 X_2' + n\left(\frac{R_2'}{s}\right)^2 X_m + n^3 X_m X_2'^2 + n^3 X_m^2 X_2'}{\left(\frac{R_2'}{s} + R_m\right)^2 + (nX_2' + nX_m)^2}$$

Криві відхилень індуктивності контура намагнічування представлені на рисунку 3.

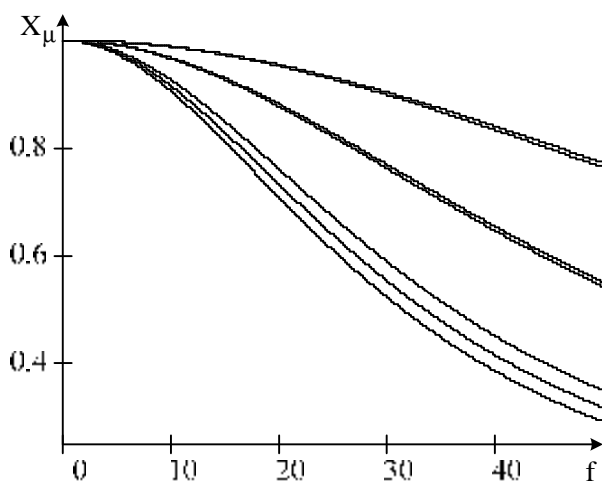
Залежність індуктивності контура намагнічування від ковзання двигуна зображена на рисунку 4.

Отримані результати показують, які необхідно вибрати умови при визначенні параметрів для індуктивності контура намагнічування.

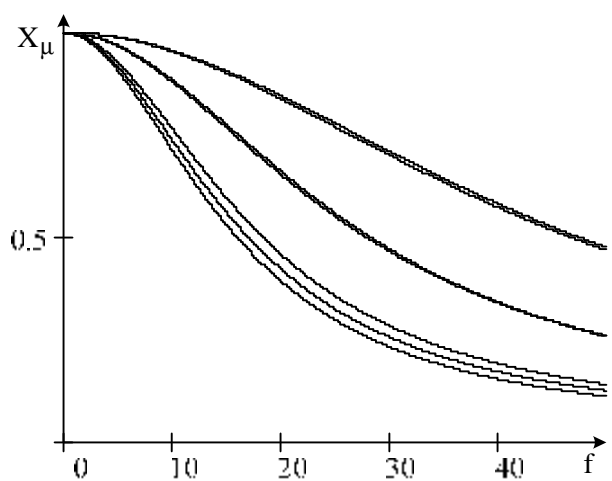
У таблиці 2 представлені відхилення цих параметрів у відсотках.

**Таблиця 2 – Максимальні і мінімальні відхилення значень індуктивності контура намагнічування при різних частотах**

Потужність двигунів	Частота, Гц		
	50	30	10
мала	0,2/47	0,3/24	0,03/3,5
середня	22/88	10/75	1,2/28
велика	63/95	40/90	7/55

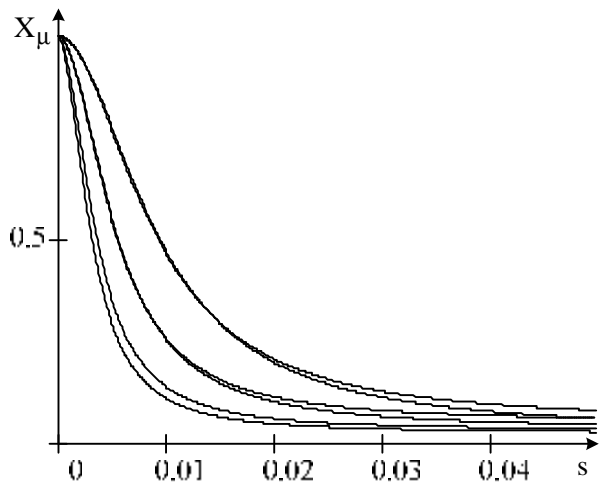


а)

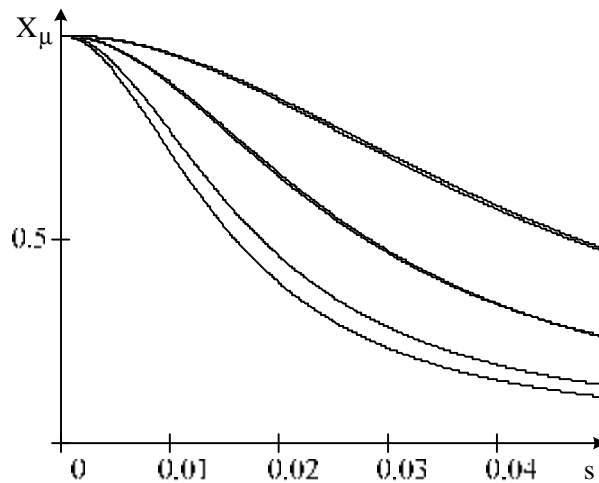


б)

Рисунок 3 – Відхилення індуктивності контура намагнічування при частоті мережі живлення 50 Гц: а) при ковзанні двигуна 0,005; б) при ковзанні двигуна 0,01



а)



б)

Рисунок 4 – Залежність індуктивності контура намагнічування від ковзання двигуна:  
а) при частоті мережі живлення 50 Гц; б) при частоті мережі живлення 10 Гц

**Висновки.** Розраховані початкові наближення шляхом аналізу перших гармонік струму та напруг в режимах короткого замикання для визначення параметрів обмоток статора і ротора, та неробочого ходу, для визначення індуктивності контура намагнічування можуть бути використані в математичному апараті ідентифікації для підвищення точності визначення електромагнітних параметрів схеми заміщення асинхронних двигунів. Обґрунтовані початкові наближення дозволяють встановити границі можливого пошуку точних значень параметрів схем заміщення.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Родькин Д.И., Калинов А.П., Ромашихин Ю.В. Развитие частотных методов оценки параметров двигателей переменного тока // Вісник КДПУ. Наукові праці КДПУ. – Кременчук: КДПУ, 2005. – Вип. 5 (34). – С. 43–46.
2. Калинов А.П., Резник Д.В., Родькин Д.И., Ромашихин Ю.В. Определение электромагнитных параметров асинхронных двигателей при питании напряжением низких частот // Вісник КДПУ. Наукові праці КДПУ. – Кременчук: КДПУ, 2006. – Вип. 4 (39). – Ч. 1. – С. 117–121.

3. Резник Д.В., Родькин Д.И., Калинов А.П. Підвищення точності визначення електромагнітних параметрів асинхронних двигунів при використанні низькочастотної випробувальної напруги // Вісник КДПУ. – Кременчук: КДПУ, 2007. – Вип. 3 (44). – Ч. 2. – С. 144–149.

4. Кравчик А.Э., Шлаф М.М., Афонин В.И., Соболенская Е.А. Асинхронные двигатели серии 4А: справочник. – М.: Энергоиздат, 1982. – 504 с.

Стаття надійшла 12.04.2009 р.  
Рекомендовано до друку д.т.н., проф.  
Родькіним Д.І.