

УДК 62-83:621.313.333

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ АСИНХРОННЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ

Б. С. КУРНЫШЕВ, А. А. УДОР

(Ивановский государственный энергетический университет)

Широкое использование асинхронных электроприводов в прядильном и ткацком производствах обуславливает необходимость совершенствования их энергетических и регулировочных характеристик. При этом необходимое качество регулирования частоты вращения асинхронного двигателя (АД) предполагает достаточно точное определение параметров схемы его замещения.

Сложность решения поставленной задачи вызвана нелинейностью многих параметров АД и их зависимостью от режимов работы. Особенно это проявляется в случае питания АД от автономного инвертора (АИ), позволяющего обеспечивать оптимальные энергетические показатели асинхронного электропривода. В связи с этим представляет интерес разработка простых и достаточно точных методов определения параметров АД, учитывающих, в частности, изменение скольжения двигателя, а также насыщение его магнитопровода. Параметры, в свою очередь, зависят от скольжения, величины подводимого к обмотке статора напряжения U_s , частоты f_s тока статора, температуры активных частей, а также других факторов, взаимно влияющих друг на друга и трудно поддающихся точному учету.

Рассмотрим работу АД в длительном номинальном режиме, то есть при значениях скольжения, близких к номинальному. В этом случае параметры двигателя условно разделим на постоянные и зависящие от напряжения или частоты.

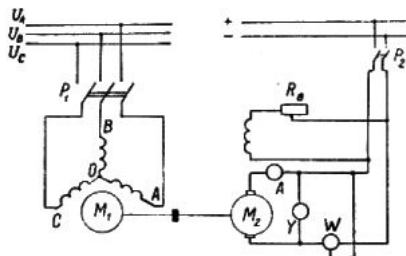


Рис. 1.

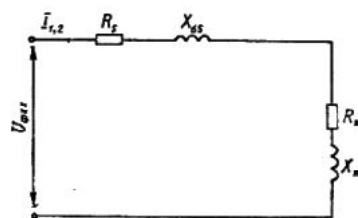


Рис. 2.

Предлагаемая здесь методика предполагает проведение трех опытов: опыта холостого хода и двух опытов в режимах, близких к номинальному режиму работы двигателя (со скольжениями S_1 и S_2). Перед началом опытов необходимо определить механические потери ($P_{м0.1.2}$) для скольжений S_1 и S_2 , $S=0$ в системе нагрузочного агрегата, схема которого представлена на рис. 1, где испытуемый двигатель M_1 должен быть отключен от сети, а нагрузочная машина M_2 должна вращаться при указанных скольжениях. В этих условиях измеряется мощность P_{21} нагрузочной машины M_2 , после чего валы двигателей рассоединяются и частота вращения машины M_2 доводится до значения, соответствующего холостому ходу, затем измеряется P_{22} — ее потребляемая мощность. В данном случае механическая мощность испытуемого дви-

гателя является разностью мощностей P_{21} и P_{22} . Активное сопротивление фазы обмотки статора измеряется непосредственно после отключения двигателя от сети или ее сопротивление, измеренное в холодном состоянии, пересчитывается на рабочую температуру [1].

Для определения полного индуктивного сопротивления обмотки статора проводится опыт холостого хода при ($U_H=0,1..0,7$) [2, 3] и малых скольжениях, что соответствует ненасыщенной магнитной цепи и постоянству индуктивности намагничивания.

Схема замещения одной фазы для основной гармоники в режиме холостого хода приведена на рис. 2, где: I_{xx} , $U_{фxx}$ — ток (А) и напряжение (В) фазы статора при холостом ходе; R_{sr} , $X_{\sigma s, \sigma r}$ — соответственно активные и индуктивные сопротивления рассеяния обмоток статора и ротора, Ом; R_m — активное сопротивление, учитывающее потери в стали, Ом; X_m — индуктивное сопротивление обмотки намагничивания, Ом.

При указанных выше условиях параметры R_s , R_r , $L_{\sigma s}$, $L_{\sigma r}$ и L_m могут быть приняты постоянными.

На основе измеряемых в процессе опыта холостого хода мощности, напряжения и тока (R_s+R_m) и ($X_{\sigma s}+X_m$) определяются с учетом соотношений:

$$R_s + R_m = (P_{xx} - P_{m0}) / 3I_{xx}^2, \quad (1)$$

$$X_{\sigma s} + X_m = (R_s + R_m) \operatorname{tg} \varphi_{xx}, \quad (2)$$

$$\cos \varphi_{xx} = P_{xx} / (3U_{фxx} I_{xx}), \quad (3)$$

где P_{xx} — активная мощность на холостом ходе, Вт;

P_{m0} — потери в стали статора, Вт;

φ_{xx} — угол между векторами напряжения и тока фазы обмотки статора, рад.

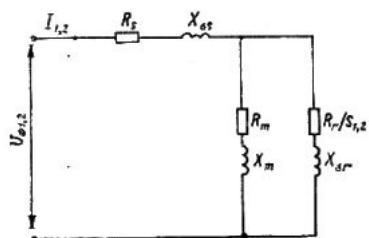


Рис. 3.

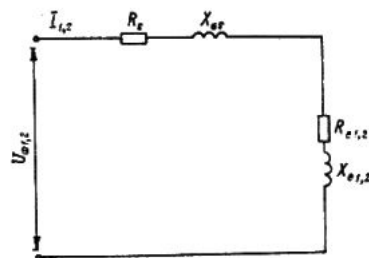


Рис. 4.

Схема замещения АД для основной гармоники показана на рис. 3. Ее можно преобразовать и представить в виде, изображенном на рис. 4, где: $R_{e_{1,2}}$, $X_{e_{1,2}}$ — активное и индуктивное сопротивления параллельной ветви намагничивания и обмотки ротора при скольжениях S_1 и S_2 , Ом. Из сравнения двух схем замещения выведем соотношения

$$R_r/S_{1,2} = \frac{(R_m R_{e_{1,2}} - X_m X_{e_{1,2}}) (R_m - R_{e_{1,2}}) + (R_m - R_{e_{1,2}})^2 + (X_m - X_{e_{1,2}})^2}{(X_m - X_{e_{1,2}}) (X_m R_{e_{1,2}} + R_m X_{e_{1,2}})} \quad (4)$$

$$X_{\sigma r} = \frac{(R_m - R_{e_{1,2}})(X_m R_{e_{1,2}} + R_m X_{e_{1,2}}) - (R_m - R_{e_{1,2}})^2 + (X_m - X_{e_{1,2}})^2 - (X_m - X_{e_{1,2}})(R_m R_{e_{1,2}} - X_m X_{e_{1,2}})}{\rightarrow} \quad (5)$$

$$R_{e_{1,2}} = \frac{(R_m R_r / S_{1,2} - X_m X_{\sigma r})(R_m + R_r / S_{1,2}) + (R_m + R_r / S_{1,2})^2 + (X_m + X_{\sigma r})^2 + (X_m + X_{\sigma r})(X_m R_r / S_{1,2} + R_m X_{\sigma r})}{\rightarrow} \quad (6)$$

$$X_{e_{1,2}} = \frac{(R_m + R_r / S_{1,2})(X_m R_r / S_{1,2} + R_m X_{\sigma r}) - (R_m + R_r / S_{1,2})^2 + (X_m + X_{\sigma r})^2 - (X_m + X_{\sigma r})(R_m R_r / S_{1,2} - X_m X_{\sigma r})}{\rightarrow} \quad (7)$$

Аналогично режиму холостого хода определим суммарные активные и индуктивные сопротивления схемы замещения (рис. 4) при скольжениях S_1 и S_2 . Поскольку R_s принято постоянным, $R_{e_{1,2}}$ вычислим по формуле

$$R_s + R_{e_{1,2}} = X_{1,2} \quad (8)$$

где $X_{1,2}$ — значения, известные из опытов при $S = S_{1,2}$.

После решения системы уравнений (2)...(8) получаем значения всех искомых параметров.

С целью определения L_m и R_m для напряжений, больших 0,7, проводится опыт холостого хода и значения указанных параметров находятся из уравнений (1) и (2).

ВЫВОДЫ

Предложена методика определения параметров схемы замещения асинхронного двигателя с учетом насыщения магнитопровода и потерь в стали сердечника статора, основанная на проведении опыта холостого хода и двух опытов, близких к номинальному режиму.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пиотровский Л. М., Васютинский С. Б., Негговорова Е. Д. Испытание электрических машин. — М.-Л.: Госэнергоиздат, 1960.
2. Kouki Matsuse, Hisao Kubota and Tadashi Fukao. Steady state analysis of inverter fed high frequency induction motor drives/IEEE, 1986. P. 648..653.
3. Teruo Kataoka, Hiromichi Tai, Yukio Kandatsu and Toru Akasaka. A new method of determining the equivalent circuit parameters and predicting the steady state performance of inverter fed induction motors/IEEE, 1987. P. 109..114.

Рекомендована кафедрой электропривода и автоматизации промышленных установок. Поступила 17.11.97.