

ОСОБЕННОСТИ РАБОЧИХ ХАРАКТЕРИСТИК РАЗЛИЧНЫХ АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ПРИ ИЗМЕНЕНИИ НАПРЯЖЕНИЯ

Алексеев Е. Р., Федоров М. М.

Донецкий национальный технический университет
aer@dgtu.donetsk.ua

A given article is devoted to the analysis of working descriptions of induction motors in case of change of voltage, calculated upon voltage about 1000 V, at which the relative value of current of idling variations from 0.16 about 0.8 In. As a result of analysis it is exposed, that the change of value of current of idling renders substantial influence on current of stator in case of lowered tension, the rotor current value changes insignificantly. Values of currents of stators and rotor are got for the wide class of induction motors in case of different values of voltage.

Исследованию рабочих характеристик асинхронных двигателей (АД) посвящено большое количество работ [1 и др.]. В работах [2-4] приведена методика расчета рабочих характеристик АД с учетом нелинейностей параметров вторичного и намагничивающего контуров и проведено исследование рабочих характеристик конкретных АД при изменении напряжения питания. В данной работе проанализировано влияние тока холостого хода на рабочие характеристики при изменении напряжения, получены значения токов и потерь для широкого класса АД.

Асинхронные двигатели широко используются в промышленности (их доля среди всех двигателей составляет 85-90%) для управления различными механизмами, для чего выпускаются АД различных модификаций. Различают: общепромышленные АД (двигатели серии 4А); крановые двигатели; взрывозащищенные АД [5-7] и др. С точки зрения влияния изменения напряжения на рабочие характеристики АД интерес представляет степень насыщения магнитной системы двигателя, важнейшим показателем которой является ток холостого хода. Величина тока зависит от мощности двигателя, синхронной частоты вращения и др. факторов и оказывает существенное влияние на ток обмотки статора.

Общепромышленные АД серии 4А, рассчитанные на напряжение до 1000В, выпускаются в следующих модификациях [5]:

- АД основного исполнения, в этих двигателях относительная величина тока холостого хода $I_0^* = \frac{I_0}{I_{1н}}$ колеблется от 0.16 до 0.5, например, в АД 4А355М2У3 мощностью 315кВт $I_0^* = 0.16$, в АД 4А280С2У3 мощностью 110 кВт $I_0^* = 0.26$, в двигателе 4А250С10У3 мощностью 30 кВт величина тока холостого хода достигает 0.42, в двигателе 4А355М12У3 мощностью 90 кВт величина $I_0^* = 0.5$;

- АД с повышенным пусковым моментом, у этих двигателей величина I_0^* колеблется от 0.3 (например, АД 4АР250С4У3) до 0.5 (АД 4АР250С8У3);

- АД с повышенным скольжением, у которых величина холостого хода находится в пределах от 0.3 до 0.6 (например, в АД 4АС132М2У3 мощностью 11 кВт $I_0^* = 0.3$, в АД 4АС132М8У3 мощностью 6 кВт $I_0^* = 0.6$);

- АД с фазным ротором, у которых величина тока холостого хода изменяется от 0.2 до 0.5, например, в АД 4АНК355М4У3 мощностью 400 кВт $I_0^* = 0.2$, в АД 4АНК355М10У3 мощностью 132кВт $I_0^* = 0.34$, в АД 4АК180М6У3 мощностью 13 кВт $I_0^* = 0.5$.

Крановые двигатели предназначены для обеспечения тяговых характеристик и характеризуются насыщенной магнитной системой [6]. Величина холостого хода I_0^* в таких двигателях достаточно высока и изменяется от 0.6 (АД МТКН411-6, МТКН511-8, МТН711-10) до 0.8 ÷ 0.9 (АД МТН111-6, МТН211-6) и доля реактивной составляющей тока статора больше [6].

Во взрывозащищенных АД [7] величина тока холостого хода находится в пределах от 0.4 до 0.6 (например, у АД электроприводов очистных комбайнов типа ЭДК, ЭДКО и др. ток холостого хода находится в пределах 0.4-0.5).

Методика расчета рабочих характеристик асинхронных АД изложена в [2,4]. По этой методике были рассчитаны рабочие характеристики АД с различной степенью насыщения магнитной системы машины (различными значениями величины тока холостого хода). В табл. 1 приведены величины токов асинхронных двигателей, рассчитанных на напряжение до 1000В при различных значениях величины тока холостого хода (0.3-0.8) и напряжения сети (0.7-1 $U_{1н}$).

Было выявлено, что при снижении напряжения сети у двигателей с большими токами холостого хода результирующий ток снижается в меньшей степени, чем у общепромышленных двигателей, что приводит к различным количественным значениям рабочих характеристик АД.

Сравнение полученных результатов с экспериментальными значениями токов АД МТН1111-6 ($I_0^* = 0.78$) и АИУМ225М4 ($I_0^* = 0.3$) [2-4] показывает, что расхождение между приведенными в таблице результатами и экспериментальными значениями не превышает 5-7%. Из данных табл. 1 следует, что изменение величины тока холостого хода оказывает существенное влияние на ток статора, величина тока ротора изменяется незначительно.

На рис.1 приведен график зависимости тока статора от напряжения при различных значениях тока холостого хода.

Таблица 1

Влияние величины тока холостого хода на токи статора и ротора при изменении напряжения

U	$\frac{I_0}{I_{1H}} = 0.3$		$\frac{I_0}{I_{1H}} = 0.4$		$\frac{I_0}{I_{1H}} = 0.5$		$\frac{I_0}{I_{1H}} = 0.6$		$\frac{I_0}{I_{1H}} = 0.7$		$\frac{I_0}{I_{1H}} = 0.8$	
	$\frac{I_1}{I_{1H}}$	$\frac{I_2}{I_{2H}}$	$\frac{I_1}{I_{1H}}$	$\frac{I_2}{I_{2H}}$	$\frac{I_1}{I_{1H}}$	$\frac{I_2}{I_{2H}}$	$\frac{I_1}{I_{1H}}$	$\frac{I_2}{I_{2H}}$	$\frac{I_1}{I_{1H}}$	$\frac{I_2}{I_{2H}}$	$\frac{I_1}{I_{1H}}$	$\frac{I_2}{I_{2H}}$
U_{1H}	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
$0.9U_{1H}$	1.08	1.19	1.04	1.185	1.02	1.18	0.99	1.17	0.97	1.16	0.95	1.15
$0.8U_{1H}$	1.23	1.47	1.15	1.45	1.103	1.44	1.06	1.42	1.03	1.4	1.02	1.39
$0.7U_{1H}$	1.46	1.76	1.34	1.75	1.28	1.74	1.23	1.74	1.18	1.73	1.12	1.72

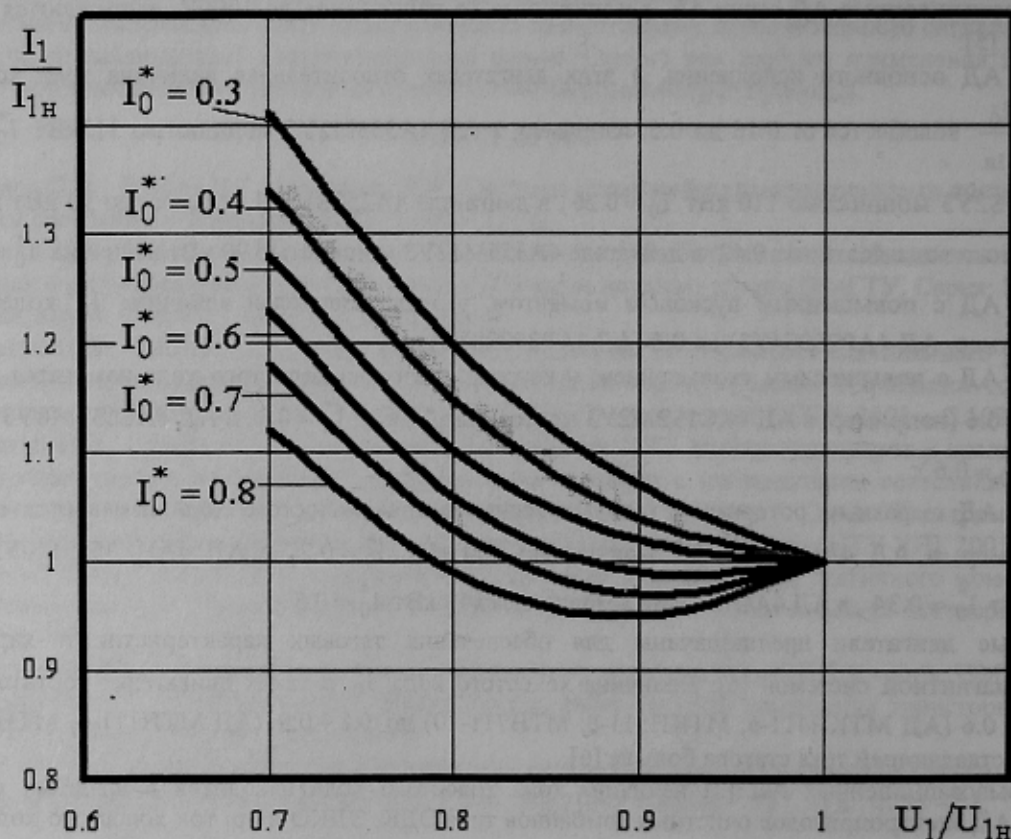


Рисунок 1 – Зависимость тока статора от напряжения сети при различных значениях тока холостого хода

Из проведенного анализа следует, что снижение тока холостого хода приводит к увеличению темпов роста тока статора при снижении входного напряжения и при исследовании рабочих характеристик АД в случае изменения напряжения сети можно выделить:

– двигатели общепромышленного исполнения ($I_0^* = 0.2 \div 0.4$), в которых при снижении напряжения на 10% рост тока статора достигает 10%, при снижении – на 20%, ток статора увеличивается на 15-25%, при напряжении сети $0.7U_{1н}$ ток статора увеличивается на 30-50%;

– двигатели с насыщенной магнитной системой ($I_0^* = 0.6 \div 0.8$), в которых при снижении напряжения на 10% ток статора незначительно уменьшается (в пределах 5%), при снижении – на 20%, ток статора растет в пределах 5-7%, при напряжении сети $0.7U_{1н}$ ток статора увеличивается на 12-20%;

– двигатели с током холостого хода $I_0^* = 0.4 \div 0.6$, в этих двигателях при снижении напряжения сети на 10% ток статора практически не изменяется (1-2%), при снижении – на 20% ток статора возрастает на 6-12%, а при напряжении сети $0.7U_{1н}$ ток статора увеличивается на 22-28%.

Ток ротора для двигателей с током холостого хода $I_0^* = 0.2 \div 0.8$ при снижении напряжения сети на 10% увеличивается на 15-18%, при снижении – на 20% увеличивается на 30-40%, а при напряжении сети $0.7U_{1н}$ – на 70-75%.

Выводы

Проведенный анализ влияния тока холостого хода на рабочие характеристики АД позволил получить значения токов и потерь для широкого класса АД (см. табл.1, рис. 1) (рассчитанных на напряжение до 1000В), у которых величина тока холостого хода находится в пределах $I_0^* = 0.2 \div 0.8$.

Было установлено, что ток холостого хода оказывает существенное влияние на ток в обмотке статора; в АД с менее насыщенной магнитной системой (при меньших значениях тока холостого хода) имеет место более интенсивный рост тока статора при уменьшении входного напряжения; ток ротора при изменении тока холостого хода изменяется незначительно.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сыромятников И.А. Режимы работы асинхронных и синхронных двигателей / Под ред. М.Л. Мамиконянца. - М.: Энергоатомиздат, 1984. - 240с.
2. Захарченко П. И., Федоров М. М., Денник В. Ф., Алексеев Е. Р., Карась С. В. Система автоматизированных испытаний и прогнозирования характеристик АД // Уголь Украины. -1998.-№7.-С. 45–48.
3. Федоров М. М., Алексеев Е. Р., Горелов М. В. Пусковые и рабочие характеристики асинхронных двигателей при различных напряжениях сети // Сборник научных трудов ДонГТУ. Серия “Электротехника и энергетика”, выпуск 4. - Донецк. - 1999.-С.123-126.
4. Федоров М.М., Алексеев Е.Р. Влияние колебания напряжения сети на электромеханические и тепловые характеристики асинхронных двигателей // Сборник научных трудов ДонГТУ. Серия “Электротехника и энергетика”, вып.2.-Донецк. - 1998.-С.172-177.
5. Асинхронные двигатели серии 4А: Справочник / Кравчик А. Э., Шлаф М. М., Афонин В. И., Соболенская Е. А. - М.: Энергоиздат, 1982. - 504с.
6. Крановое электрооборудование. Справочник / Под ред. А.А. Рабиновича. - М.: Энергия, 1979. - 240с.
7. Стариков Б. Я., Азарх В. Л., Рабинович З. М. Асинхронный электропривод очистных комбайнов. - М.: Недра, 1981. - 288с.

Надано до редакції:
Рекомендовано до друку:

27.09.2003
д.т.н., проф. Дуднік М.З.