

МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕЖИМОВ РАБОТЫ АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ ПРИ НЕСИММЕТРИЧНОМ НАПРЯЖЕНИИ ПИТАНИЯ

Авдеенкова Н. С, студент; Пеньков О. В., ст. преп.

(Донецкий национальный технический университет, г. Донецк, Украина)

В настоящее время практически во всех отраслях промышленности уделяется большое внимание внедрению энергосберегающих технологий, направленных на рациональное использование электроэнергии и повышению эффективности производства. Основные причины, приводящие к неоправданным потерям электроэнергии при разных технологических процессах, определяются техническими решениями, заложенными при их проектировании и выборе систем привода.

Одним из важнейших путей энергосбережения является снижение потерь электроэнергии, потребляемой асинхронными электродвигателями (более 50%), величина которых изменяется в зависимости от интенсивности их использования. Затраты на экономию единицы вырабатываемой электроэнергии примерно в два раза меньше затрат на ее производство. Работа асинхронного двигателя при номинальном напряжении и номинальной нагрузке характеризуется наименьшими энергетическими потерями. В связи с ростом энергооборуженности различных производств технологические возможности нерегулируемого электропривода практически достигли СВОИХ пределов. Практическое использование регулируемого привода определяется окупаемостью капиталовложений не более чем за три года. Потенциал применения управляемого привода в настоящее время велик, так как в сочетании с различными схемами преобразователей частоты стандартные АД не уступают по своим характеристикам двигателям других конструкций.

Частотно-управляемый асинхронный привод все время находится в последовательно сменяющихся друг друга переходных режимах, вызываемых переключениями силовых ключей. При каждой коммутации цепей в АД возникает электромагнитный переходный процесс, обусловленный изменением магнитного состояния машины и как следствие появление знакопеременных переходных моментов. Значения последних могут превышать максимальные значения номинального момента машины. Выше упомянутые моменты оказывают существенное влияние на переходный процесс в целом. Поэтому задача управления динамическими режимами сводится к управлению этими моментами.

Возможны два аспекта постановки задачи формирования динамических характеристик. Первый заключается в наибольшем приближении реальной динамической характеристики к желаемой статической и связан с необходимостью максимального ограничения или полного подавления знакопеременных моментов. Второй связан с полезным использованием этих моментов для увеличения среднего значения момента АД, в целях форсировки переходных процессов. Поэтому при частотном управлении любым динамическим режимом двигателя обязательно должны быть учтены электромагнитные переходные процессы и их возможное влияние как на работу привода, так и на выбор технических решений, необходимых для выполнения заданных условий управления.

Доказано, что при управлении асинхронным двигателем в определенных условиях эксплуатации возникает асимметрия напряжения, питающего обмотки статора. Эти явления обусловлены как неодинаковым изменением по фазам параметров системы, так и возможными аномальностями в силовых элементах и устройствах управления и защиты.[1, 2].

Если к статорным обмоткам подведено несимметричное напряжение, то круговое магнитное поле в воздушном зазоре искажается. Аналитическое исследование переходных

процессов при наличии асимметрии связано с решением нелинейных дифференциальных уравнений с переменными коэффициентами, меняющимися в широких пределах. Основные аналитические соотношения получены на основе предположения, что эллиптическое магнитное поле возникло в результате наложения двух круговых полей с неодинаковыми амплитудами, вращающихся в противоположные стороны. Используя метод симметричных составляющих совместно с теорией обобщенной асинхронной машины, была разработана математическая модель управляемого асинхронного двигателя.

На основе анализа уравнений электромеханического преобразования нелинейными параметрами разработана программа для численного моделирования частотно-управляемой АМ в различных режимах работы.

В качестве исследуемого асинхронного двигателя был выбран двигатель типа АИР160М2 с номинальными каталожными данными: $P_{2н} = 18.5$ кВт, $I_n = 34.6$ А, $\eta_n = 0.907$, $\cos\varphi_n = 0.9$, $s_n = 1.8\%$. Используя, описанную в [3,4], методику расчета электромагнитных параметров схемы замещения двигателя получены следующие параметры: $R_s = 0.16$ Ом, $R_r = 0.11$ Ом, $X_s = 0.52$ Ом, $X'_r = 0.81$ Ом. $X_- = 21,8$ Ом. Некоторые результаты расчетов процесса пуска двигателя приведены в табл. 1.

Таблица 1. - Расчетные динамические показатели

Параметры напряжения	$M_{ударь}$ о.е.	$I_{ударь}$ о.е.	$t_{пуска}$, с
Симметричное напряжение	3.01	4.56	0.67
Несимметричное напряжение, $a=10\%$	2.95	4.36	0.72
Несимметричное напряжение, $\alpha=35\%$	2.48	3.96	0.87

Проведенные аналитические исследования асинхронного двигателя показывают, что динамическая механическая характеристика значительно отличается от статической. С изменением частоты в зоне $f < f_n$ максимум ударного момента смещается в направлении критического скольжения. Анализ динамических характеристик показал, что с увеличением степени асимметрии уменьшается перегрузочная способность двигателя до 20%. Получение прежнего запаса динамической устойчивости требует уменьшения нагрузки на валу двигателя или увеличения эффективного напряжения на зажимах статора АД. Данное обстоятельство приводит к увеличению коэффициента насыщения и уменьшению величины электромагнитного момента. Изменение питающего напряжения допустимо в небольших пределах.

Перечень ссылок

1. Атабеков Г. И. Теоретические основы электротехники. - М.: Энергия. 1978. Ч. 1.-275 с.
2. Бессонов Л. А. Теоретические основы электротехники. - М: Высшая школа., 1978.-520 с.
3. Сивокобыленко В. Ф. и др. Режимы работы асинхронной нагрузкм при питании от источника ограниченной мощности. - Донецк, ДонНТУ, В. 28, 2001, серия электротехника и энергетика, с. 47-50.
4. Сивокобыленко В. Ф. Переходные процессы в много машинных системах электроснабжения электрических станций. Донецк, ДПИ, 1984, 115 с.